

Tablas para la estimación del filtrado glomerular a partir de la creatinina plasmática

C. Canal, R. Pellicer, C. I. Rocha, F. Calero, S. Gracia, R. Montañés, J. Ballarín y J. Bover

Servicio de Nefrología. Fundación Puigvert. Universidad Autónoma de Barcelona FPIUAB. Barcelona.

Nefrología 2008; 28 (3) 317-324

RESUMEN

La enfermedad renal crónica (ERC) y las complicaciones que de ella se derivan se ha convertido en un importante problema social y sanitario, tanto por los recursos que se requieren en los estadios finales de la enfermedad como por las complicaciones secundarias a la propia ERC y a su elevado riesgo cardiovascular asociado. Hoy se considera de gran valor el diagnóstico precoz, basándose la definición y la clasificación actuales fundamentalmente en la estimación del filtrado glomerular (FG) por medio de fórmulas como la ecuación abreviada del estudio MDRD. No obstante, a pesar de las recomendaciones internacionales, no en todos los laboratorios es posible el cálculo automático del FG a partir de la creatinina plasmática ni se ha enfatizado la necesidad de estandarización de los métodos de medición de la misma. Es por ello que hemos diseñado unas tablas en las que se ha calculado el valor de creatinina correspondiente a los diferentes FG con significación clínica para cada una de las edades comprendidas entre 20 y 90 años y a intervalos de 5 años en ambos sexos con las fórmulas MDRD-4 y MDRD-IDMS (Modification of Diet in Renal Disease-Isotope Dilution Mass Spectrometry). Además hemos creado una tabla que integra de forma global una estimación del FG a partir de la creatinina plasmática por el método MDRD-IDMS que es el recomendado para aquellos laboratorios que utilizan un método de medición de la creatinina con trazabilidad respecto al método de referencia de espectrometría de masas por dilución isotópica. Estas tablas pretenden, no sólo incrementar la conciencia de la existencia de distintos ensayos en la medida de la creatinina sérica que influyen sobre la estimación del FG, sino también el facilitar el diagnóstico de la ERC a partir de la conversión de la creatinina plasmática en FG, para permitir así el diagnóstico precoz y el establecimiento de las acciones precisas que se recomiendan tras su detección.

Palabras clave: Filtrado glomerular. Creatinina. Tablas. Enfermedad renal crónica. MDRD-4. MDRD-IDMS.

SUMMARY

Chronic kidney disease (CKD) and its related complications have become an important health and social problem. Very expensive resources are required in end-stage renal disease, and both complications of CKD as well as the important associated cardiovascular risk demand for interventions long before renal substitution therapies are needed. Thus, early diagnosis of CKD is currently considered of paramount importance, and it is based essentially upon the estimation of the glomerular filtration rate by formulae such as the abbreviated equation of the MDRD study. Nevertheless, in spite of international published recommendations, an automatic calculation to estimate the glomerular filtration rate (GFR) from serum creatinine is not reported by most laboratories yet and the need for creatinine assay standardisation is far from being implemented. Thus, we have designed some tables to show the creatinine value corresponding to different GFR for ages between 20 and 90 y/o, at 5 years intervals and in both sexes with both the MDRD-4 and MDRD-IDMS equations (Modification of Diet in Renal Disease-Isotope Dilution Mass Spectrometry). Moreover, we have created a global table including an estimation of GFR from plasma creatinine, age and sex by the MDRD-IDMS formula, the recommended for those laboratories which measure serum creatinine with assays aligned to the reference method. These tables aim to increase the awareness of the different assays for serum creatinine and to facilitate the diagnosis of CKD converting serum creatinine into GFR. This action should allow not only the early detection but also the possibility to establish the appropriate medical actions recommended after CKD detection.

Key words: Glomerular filtration rate. Creatinine. Tables. Chronic kidney disease. MDRD-4. MDRD-IDMS.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) está siendo reconocida como un problema sanitario de primer orden en todo el mundo, no sólo por la necesidad de emplear importantes recursos sanitarios en los pacientes que alcanzan la ERC terminal, requiriendo entonces de diálisis y trasplante, sino también por la importante carga de enfermedad cardiovascular, hospitalización y muerte prematura que van inherentes al diagnóstico de ERC¹.

Cada vez existen más evidencias que estos acontecimientos adversos pueden ser prevenidos o al menos retrasados en el

Correspondencia: Jordi Bover
Fundació Puigvert
C. Cartagena 340-350
08025 Barcelona
jbover@fundacio-puigvert.es

tiempo². En el año 2002, la National Kidney Foundation (NKF) Kidney Disease Outcome Quality Initiative (K/DOQI) americana publicó una serie de guías clínicas para definir y clasificar en diferentes estadios la ERC³. En el 2005, otra iniciativa, la Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO), ésta de carácter internacional, aceptó con clarificaciones menores la definición y clasificación inicialmente propuesta por las K/DOQI⁴.

Actualmente existe un acuerdo general en que la clasificación de la ERC se base en la *estimación* del filtrado glomerular (FG) como parámetro de medición de la función renal, especialmente en rangos bajos de FG. Para FG > 60 ml/min/1,73 m² se requieren otros marcadores de «daño» renal (albuminuria, hematuria, alteraciones en pruebas de imagen, etc.) por la imprecisión de la estimación del FG en valores más altos, entre otros motivos^{3,4}. A pesar de la existencia de algunas limitaciones, la ecuación abreviada del estudio MDRD (Modification of Diet in Renal Disease)⁵ ha sido validada en muchos estudios y circunstancias y es actualmente la fórmula más recomendada para la estimación del FG en adultos⁴, no sólo por muchas sociedades nefrológicas^{3,6} sino también en otras guías clínicas como las del Joint Nacional Committee 7 (JNC7)⁷, la American Heart Association y otras^{8,9}. Nosotros publicamos recientemente, en nombre de un grupo de trabajo de la Sociedad Española de Nefrología (SEN) y de la Sociedad Española de Química Clínica (SEQC), un documento de consenso sobre «Recomendaciones sobre la utilización de ecuaciones para la estimación del filtrado glomerular en adultos», en el que se aconseja el cálculo automático del FG por la fórmula MDRD-4 ante toda petición de creatinina plasmática⁶. Por otra parte, en aquellos laboratorios que utilizan un método de medición de la creatinina con trazabilidad al método de referencia (espectrofotometría de masas por dilución isotópica) se recomienda el uso de la variante MDRD-IDMS (isotopic dilution mass spectrophotometry) tal y como aconseja el National Kidney Disease Education Program¹⁰.

Sin embargo, estas recomendaciones no han sido aún implementadas por todos los laboratorios y en muchos países aún no se han seguido las recomendaciones internacionales, por lo que sigue existiendo una necesidad de herramientas que permitan una traducción rápida de la creatinina sérica a un FG estimado, para diferentes edades y sexos. Es por ello que calculamos y diseñamos unas tablas numéricas con diferentes puntos de corte clínicamente significativos, así como una tabla que integra de forma global una estimación del FG a partir de la creatinina plasmática, edad y sexo por el método MDRD-IDMS, reafirmando la necesidad de estandarización de la medida de la creatinina plasmática en los distintos laboratorios.

MÉTODOS

Los resultados que se muestran en las tablas se han obtenido mediante una hoja de cálculo realizada con el programa Excel (Microsoft, USA). El valor de creatinina correspondiente a los diferentes FG, en cada una de las edades comprendidas entre 20-90 años y a intervalos de 5 años para los dos sexos, se calculó despejando en primer lugar la creatinina sérica elevada a su exponente de cada fórmula (MDRD-4/ MDRD-

IDMS) (tabla I). Posteriormente, fijando el valor del FG se obtiene, mediante la hoja de cálculo, el valor de la creatinina elevada a su exponente, para cada una de las edades de interés. Mediante una estimación lineal consistente en la práctica de 100 iteraciones por el método de Newton, con una precisión de 0,000001, se obtiene finalmente el valor de creatinina sérica problema. Dada las características de la población media de nuestro país, se ha obviado el factor de corrección para raza negra.

Los datos obtenidos en la tabla V resultan de aplicar la fórmula MDRD-IDMS para cada una de las cifras de creatinina y edades.

RESULTADOS

En la tabla II se muestra el nivel de creatinina sérica que corresponde a un FG estimado de 60 ml/min/1,73 m² según las fórmulas de MDRD-4 e IDMS. La fórmula MDRD-IDMS es la que se debe usar cuando la creatinina ha sido medida por un método con trazabilidad espectrofotométrica, como hemos mencionado con anterioridad¹⁰. Este FG mantenido durante un período ≥ 3 meses es el que normalmente define la presencia de ERC sin la necesidad de marcadores de daño renal (estadio 3)^{3,4}.

En la tabla III se muestra el nivel de creatinina sérica que corresponde a un FG estimado de 30 ml/min/1,73 m² según las fórmulas de MDRD-4 e IDMS. Este FG mantenido durante un período ≥ 3 meses es el que normalmente define la presencia del estadio 4 de ERC sin la necesidad de marcadores de daño renal^{3,4}. Este estadio generalmente se considera por sí mismo entre otros, un criterio de derivación a la atención especializada aunque hay quien divide el estadio 3 en dos subestadios (3A y 3B) parcialmente con este propósito¹¹.

En la tabla IV se muestra el nivel de creatinina sérica que corresponde a un FG estimado de 15 ml/min/1,73 m² según las fórmulas de MDRD-4 e IDMS. Este FG mantenido durante un período ≥ 3 meses es el que normalmente define la presencia del estadio 5 de ERC sin la necesidad de marcadores de daño renal^{3,4}. Este estadio, no sólo es criterio de derivación obligada (aunque tardía) a la atención especializada, sino que puede ser en sí mismo indicación de entrada precoz en programa de diálisis de algunos pacientes (ie ERC en diabéticos, insuficiencia cardíaca refractaria, etc.)¹²⁻¹⁴.

Tabla I. Ecuaciones de estimación del filtrado glomerular (Sistema Internacional de Unidades)

MDRD - 4

$$FG \text{ estimado (mL/min/1,73 m}^2\text{)} = 186 \times (\text{creatinina}/88,4)^{-1,154} \times (\text{edad})^{-0,203} \times (0,742 \text{ si mujer}) \times (1,210 \text{ si raza negra})$$

MDRD - IDMS

$$FG \text{ estimado (mL/min/1,73 m}^2\text{)} = 175 \times (\text{creatinina}/88,4)^{-1,154} \times (\text{edad})^{-0,203} \times (0,742 \text{ si mujer}) \times (1,210 \text{ si raza negra})$$

Abreviaturas y unidades: MDRD: Modification of Diet in Renal Disease. IDMS: Espectrometría de Masas por Dilución Isotópica. Edad (años). Creatinina: concentración sérica de creatinina (µmol/L). De usar mg/dl como unidad no es necesaria la división por el factor de corrección 88,4.

Tabla II. Creatinina sérica que corresponde a un FG de 60 ml/min/1,73 m² (estadio 3 de ERC) según las fórmulas de MDRD-IDMS y MDRD-4

Edad	Filtrado glomerular (MDRD-IDMS) (60 ml/min/1,73 m ²)				Filtrado glomerular (MDRD-4) (60 ml/min/1,73 m ²)			
	Mujer		Hombre		Mujer		Hombre	
	mg/dl	µmol/L	mg/dl	µmol/L	mg/dl	µmol/L	mg/dl	µmol/L
20	1,15	102	1,49	132	1,22	107	1,57	139
25	1,11	98	1,44	127	1,17	103	1,51	134
30	1,07	95	1,39	123	1,13	100	1,47	130
35	1,04	92	1,35	120	1,10	97	1,43	126
40	1,02	90	1,32	117	1,08	95	1,39	123
45	1,00	88	1,29	114	1,05	93	1,36	121
50	0,98	87	1,27	112	1,03	91	1,34	118
55	0,96	85	1,25	110	1,02	90	1,32	116
60	0,95	84	1,23	109	1,00	89	1,30	115
65	0,94	83	1,21	107	0,99	87	1,28	113
70	0,92	82	1,20	106	0,97	86	1,26	112
75	0,91	81	1,18	105	0,96	85	1,25	110
80	0,90	80	1,17	103	0,95	84	1,23	109
85	0,89	79	1,16	102	0,94	83	1,22	108
90	0,88	78	1,15	101	0,93	82	1,21	107

Tabla III. Creatinina sérica que corresponde a un FG de 30 ml/min/1,73 m² (estadio 4 de ERC) según las fórmulas de MDRD-IDMS y MDRD-4

Edad	Filtrado glomerular (MDRD-IDMS) (30 ml/min/1,73 m ²)				Filtrado glomerular (MDRD-4) (30 ml/min/1,73 m ²)			
	Mujer		Hombre		Mujer		Hombre	
	mg/dl	µmol/L	mg/dl	µmol/L	mg/dl	µmol/L	mg/dl	µmol/L
20	2,10	186	2,72	241	2,22	196	2,86	253
25	2,02	179	2,61	231	2,13	188	2,75	243
30	1,96	173	2,54	224	2,06	182	2,67	236
35	1,91	168	2,47	218	2,01	177	2,59	229
40	1,86	165	2,41	213	1,96	173	2,53	224
45	1,82	161	2,36	209	1,92	170	2,48	219
50	1,79	158	2,32	205	1,89	167	2,44	215
55	1,76	155	2,28	202	1,85	164	2,40	212
60	1,73	153	2,25	198	1,83	161	2,36	209
65	1,71	151	2,21	195	1,80	159	2,33	206
70	1,69	149	2,19	193	1,78	157	2,30	203
75	1,67	147	2,16	191	1,76	155	2,27	201
80	1,65	146	2,13	189	1,74	153	2,25	199
85	1,63	144	2,11	187	1,72	152	2,22	197
90	1,61	143	2,09	185	1,70	150	2,20	195

En la tabla V se muestra la estimación integrada del FG según los valores de creatinina plasmática, edad y sexo, utilizando los valores medios de creatinina y edad para cada uno de los intervalos, y usando la fórmula MDRD-IDMS, estratificándola en los distintos estadios de ERC.

DISCUSIÓN

Las recomendaciones actuales de diferentes sociedades nacionales e internacionales que aconsejan la estimación del FG por medio de fórmulas no han sido aún implementadas de modo automático por algunos laboratorios de nuestro en-

Tabla IV. Creatinina sérica que corresponde a un FG de 15 ml/min/1,73 m² (estadio 5 de ERC) según las fórmulas de MDRD-IDMS y MDRD-4

Edad	Filtrado glomerular (MDRD-IDMS) (15 ml/min/1,73 m ²)				Filtrado glomerular (MDRD-4) (15 ml/min/1,73 m ²)			
	Mujer		Hombre		Mujer		Hombre	
	mg/dl	µmol/L	mg/dl	µmol/L	mg/dl	µmol/L	mg/dl	µmol/L
20	3,83	339	4,96	439	4,03	356	5,22	461
25	3,69	326	4,78	422	3,88	343	5,02	444
30	3,57	315	4,62	409	3,75	332	4,86	430
35	3,47	307	4,49	397	3,65	323	4,73	418
40	3,39	300	4,39	388	3,57	315	4,62	408
45	3,32	294	4,31	381	3,49	309	4,53	400
50	3,26	288	4,22	373	3,43	303	4,44	393
55	3,22	284	4,16	368	3,37	298	4,37	386
60	3,16	279	4,09	362	3,32	294	4,30	380
65	3,11	275	4,05	358	3,28	290	4,24	375
70	3,07	272	3,98	352	3,23	286	4,19	370
75	3,04	269	3,94	348	3,19	282	4,14	366
80	3,00	265	3,89	344	3,16	279	4,09	362
85	2,97	263	3,85	340	3,12	276	4,05	358
90	2,94	260	3,81	337	3,09	273	4,01	354

torno y no se ha tomado dicha iniciativa en muchos países por falta de liderazgo o voluntad al respecto. Por todo ello, existe una necesidad de herramientas que permitan una traducción rápida de la creatinina sérica a un FG estimado, para diferentes edades y sexos, y así adecuar la práctica clínica a las directrices actuales. La concentración de creatinina plasmática ha venido utilizándose como medida de función renal por su sencillez pero se ve afectada por muchos otros parámetros que van más allá del propio FG. De este modo, una misma creatinina plasmática no refleja el mismo grado de función renal en todos los pacientes. Así, las tablas presentadas permiten la conversión de un parámetro tan poco sensible y preciso como la creatinina plasmática a un FG estimado que, siendo inexacto, es el considerado actualmente como el parámetro más práctico para la valoración de la función renal sin requerir la colección de orina de 24 horas y sus inexactitudes^{15,16}. Además, la detección precoz de la ERC permite asimismo la detección de las complicaciones asociadas (anemia, hiperparatiroidismo secundario, etc.)¹⁷, la modificación de tratamientos u objetivos terapéuticos^{18,19} (por ejemplo, cifras de presión arterial, introducción de inhibidores de conversión de la angiotensina o antagonistas de los receptores de la angiotensina II, objetivos de colesterol o LDL plasmáticos, entre otros) para prevenir la progresión y las complicaciones cardiovasculares asociadas²⁰, o el establecimiento de conciencia de que detectada la ERC se deben evitar nefrotóxicos o fármacos peligrosos en este contexto (ie ahorradores de potasio).

De este modo, las tablas que presentamos permiten observar, no sólo que existen diferencias metodológicas en la medición de creatinina con el uso de ambas fórmulas, sino que de un modo muy visual, se aprecia (ejemplo tabla II) que creatininas plasmáticas tan bajas como de 0,88 a 1,15 mg/dl (78 a 102 µmol/L) pueden corresponder al diagnóstico de ERC en mujeres a diversas edades. Por otra parte, en el otro lado del espectro, creatininas plasmáticas de 3 mg/dl (270 µmol/L) podrían reflejar un FG de 15 ml/min/1,73 m² en una mujer de 70 años de edad (véase tabla IV), indicando el origen nefrogénico de una potencial anemia asociada, o la necesidad de plantear el inicio de diálisis en el caso de tratarse de una paciente diabética.

Aunque probablemente cualquier fórmula (ie Cockcroft y Gault) es seguramente mejor que la creatinina sérica, las fórmulas derivadas del estudio MDRD son actualmente las recomendadas por la mayoría de guías clínicas y sociedades^{3,4,11,21,22,23} sin embargo, de no ser reportada automáticamente por los laboratorios clínicos, resulta imposible su cálculo sin el uso de ordenadores programados. Este es uno de los motivos por los que a nivel clínico, la sencillez en el uso de la fórmula de Cockcroft y Gault²⁴ hace que siga siendo la más ampliamente utilizada. Sin embargo es bien conocido que la imprecisión de ésta es elevada, especialmente a medida que desciende el FG y además sólo reporta el aclaramiento de creatinina (ml/min) y no el FG (ml/min/1,73 m²). Aunque este último aspecto es debatido^{25,26}, en las European Best Practice Guidelines (EBPG) por ejemplo, no

Tabla Va. Cálculo del filtrado glomerular en función de la creatinina plasmática (μmol/L) y la edad según la fórmula de MDRD-IDMS

	Hombres								Mujeres							
	Edad (años)								Edad (años)							
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	> 89	20-29	20-30	20-31	50-59	60-69	70-79	80-89	> 89
60-69	130	121	115	111	107	104	101	99	96	90	85	82	79	77	75	73
70-79	110	103	98	94	91	88	86	84	82	76	72	70	67	65	64	62
80-89	95	89	85	81	78	76	74	73	71	66	63	60	58	57	55	54
90-99	84	78	74	71	69	67	65	64	62	58	55	53	51	50	48	47
100-109	75	70	66	64	61	60	58	57	55	52	49	47	46	44	43	42
110-119	67	63	60	57	55	54	52	51	50	47	44	42	41	40	39	38
120-129	61	57	54	52	50	49	48	47	45	42	40	39	37	36	35	35
130-139	56	52	50	48	46	45	44	43	41	39	37	35	34	33	32	32
140-149	51	48	46	44	42	41	40	39	38	36	34	33	31	31	30	29
150-159	48	44	42	41	39	38	37	36	35	33	31	30	29	28	28	27
160-169	44	41	39	38	36	35	35	34	33	31	29	28	27	26	26	25
170-179	41	39	37	35	34	33	32	32	31	29	27	26	25	25	24	23
180-189	39	36	34	33	32	31	30	30	29	27	26	25	24	23	22	22
190-199	37	34	32	31	30	29	29	28	27	25	24	23	22	22	21	21
200-209	34	32	31	29	28	28	27	26	26	24	23	22	21	20	20	20
210-219	33	30	29	28	27	26	25	25	24	23	21	21	20	19	19	18
220-229	31	29	27	26	26	25	24	24	23	21	20	20	19	18	18	18
230-239	29	28	26	25	24	24	23	22	22	20	19	19	18	17	17	17
240-249	28	26	25	24	23	22	22	21	21	19	18	18	17	17	16	16
250-259	27	25	24	23	22	21	21	20	20	19	18	17	16	16	16	15
260-269	26	24	23	22	21	21	20	20	19	18	17	16	16	15	15	15
270-279	25	23	22	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14
280-289	24	22	21	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	13
290-299	23	21	20	19	19	18	18	17	17	16	15	14	14	13	13	13
300-309	22	20	19	19	18	17	17	17	16	15	14	14	13	13	13	12
310-319	21	20	19	18	17	17	16	16	16	15	14	13	13	12	12	12
320-329	20	19	18	17	17	16	16	15	15	14	13	13	12	12	12	11
330-339	20	18	17	17	16	16	15	15	15	14	13	12	12	12	11	11
340-349	19	18	17	16	16	15	15	14	14	13	12	12	12	11	11	11
350-359	18	17	16	16	15	15	14	14	14	13	12	12	11	11	11	10
360-369	18	17	16	15	15	14	14	14	14	13	12	12	11	11	10	10
370-379	17	16	15	15	14	14	13	13	13	12	11	11	11	10	10	10
380-389	17	16	15	14	14	13	13	13	13	12	11	11	10	10	10	9
390-399	16	15	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	9	9
400-409	16	15	14	13	13	13	12	12	12	11	10	10	10	9	9	9
410-419	15	14	14	13	13	12	12	12	11	11	10	10	9	9	9	9
420-429	15	14	13	13	12	12	12	11	11	10	10	9	9	9	9	8
430-439	14	14	13	12	12	12	11	11	11	10	10	9	9	9	8	8
440-449	14	13	13	12	12	11	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8
450-459	14	13	12	12	11	11	11	10	10	10	9	9	8	8	8	8
460-469	13	13	12	11	11	11	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8
470-479	13	12	12	11	11	10	10	10	10	9	9	8	8	8	8	7
480-489	13	12	11	11	11	10	10	10	10	9	8	8	8	8	7	7
490-499	12	12	11	11	10	10	10	10	10	9	8	8	8	7	7	7
500-509	12	11	11	10	10	10	10	10	9	8	8	8	7	7	7	7

se considera la ecuación de Cockcroft y Gault como un método adecuado para la inclusión de un paciente en programa de diálisis¹². De hecho, en los últimos años, se han publicado numerosos trabajos que tratan de comparar ambas ecuaciones en distintos grupos de población. Los resultados obtenidos en los diferentes estudios varían, no sólo en función de las características de la población analizada y de su FG medio, sino especialmente del «patrón oro» utilizado para valorar el FG y sobre todo del método de determinación de la creatinina, lo que dificulta la comparación de resultados obtenidos⁶. Además, la ecuación de Cockcroft y Gault no ha sido reexpresada para su uso con ensayos estandarizados de creatinina, por lo que es proba-

ble que de modo rutinario sobreestime el FG real y sea menos útil aún en el futuro²⁷.

En una revisión exhaustiva de guías internacionales que hemos realizado, solamente las CARI (Caring for Australasians with Renal Impairment) aconsejan el uso de la fórmula de Cockcroft y Gault para el cálculo de la función renal en pacientes con ERC, habiendo publicado el organismo australiano unas tablas similares basadas en esta otra fórmula²⁸. Por otra parte, el British Columbia Health Service ha publicado recientemente unas tablas basadas sólo en la ecuación MDRD-4, en las que el rango de edades en las que se analiza el FG para cada valor de creatinina es más amplio, por lo que no son tan precisas²⁹. En este trabajo no obstante, mos-

Tabla Vb. Cálculo del filtrado glomerular en función de la creatinina plasmática (mg/dl) y la edad según la fórmula de MDRD-IDMS

	Hombres								Mujeres							
	Edad (años)								Edad (años)							
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	> 89	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	> 89
0,7	137	128	122	117	113	110	107	105	102	95	90	87	84	82	80	78
0,8	118	110	105	100	97	94	92	90	87	82	78	74	72	70	68	67
0,9	103	96	91	88	85	82	80	78	76	71	68	65	63	61	60	58
1	91	85	81	78	75	73	71	69	68	63	60	58	56	54	53	52
1,1	82	76	72	69	67	65	64	62	61	57	54	52	50	48	47	46
1,2	74	69	65	63	61	59	58	56	55	51	49	47	45	44	43	42
1,3	67	63	60	57	55	54	52	51	50	47	44	43	41	40	39	38
1,4	62	58	55	53	51	49	48	47	46	43	41	39	38	37	36	35
1,5	57	53	51	49	47	46	44	43	42	40	38	36	35	34	33	32
1,6	53	49	47	45	44	42	41	40	39	37	35	33	32	31	31	30
1,7	49	46	44	42	41	39	38	38	37	34	33	31	30	29	29	28
1,8	46	43	41	39	38	37	36	35	34	32	30	29	28	27	27	26
1,9	43	41	39	37	36	35	34	33	32	30	29	27	27	26	25	25
2	41	38	36	35	34	33	32	31	30	28	27	26	25	24	24	23
2,1	39	36	34	33	32	31	30	29	29	27	25	24	24	23	22	22
2,2	37	34	33	31	30	29	29	28	27	25	24	23	22	22	21	21
2,3	35	33	31	30	29	28	27	27	26	24	23	22	21	21	20	20
2,4	33	31	29	28	27	27	26	25	25	23	22	21	20	20	19	19
2,5	32	30	28	27	26	25	25	24	23	22	21	20	19	19	18	18
2,6	30	28	27	26	25	24	24	23	22	21	20	19	18	18	17	17
2,7	29	27	26	25	24	23	23	22	21	20	19	18	18	17	17	16
2,8	28	26	25	24	23	22	22	21	21	19	18	18	17	16	16	16
2,9	27	25	24	23	22	21	21	20	20	18	18	17	16	16	15	15
3	26	24	23	22	21	21	20	20	19	18	17	16	16	15	15	14
3,1	25	23	22	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14
3,2	24	22	21	20	20	19	19	18	18	16	16	15	15	14	14	13
3,3	23	21	20	20	19	18	18	18	17	16	15	15	14	14	13	13
3,4	22	21	20	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14	13	13	13
3,5	21	20	19	18	18	17	17	16	16	15	14	14	13	13	12	12
3,6	21	19	18	18	17	17	16	16	15	14	14	13	13	12	12	12
3,7	20	19	18	17	17	16	16	15	15	14	13	13	12	12	12	11
3,8	20	18	17	17	16	16	15	15	14	14	13	12	12	12	11	11
3,9	19	18	17	16	16	15	15	14	14	13	12	12	12	11	11	11
4	18	17	16	16	15	15	14	14	14	13	12	12	11	11	11	10
4,1	18	17	16	15	15	14	14	14	13	12	12	11	11	11	10	10
4,2	17	16	15	15	14	14	14	13	13	12	11	11	11	10	10	10
4,3	17	16	15	14	14	14	13	13	13	12	11	11	10	10	10	10
4,4	16	15	15	14	14	13	13	13	12	11	11	10	10	10	9	9
4,5	16	15	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	9	9
4,6	16	15	14	13	13	13	12	12	12	11	10	10	10	9	9	9
4,7	15	14	14	13	13	12	12	12	11	11	10	10	9	9	9	9
4,8	15	14	13	13	12	12	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8
4,9	15	14	13	12	12	12	11	11	11	10	10	9	9	9	8	8
5	14	13	13	12	12	11	11	11	11	10	9	9	8	8	8	8
5,1	14	13	12	12	11	11	11	11	10	10	9	9	8	8	8	8
5,2	14	13	12	12	11	11	11	10	10	9	9	8	8	8	8	8
5,3	13	12	12	11	11	11	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8
5,4	13	12	12	11	11	10	10	10	10	9	9	8	8	8	7	7
5,5	13	12	11	11	10	10	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7
5,6	12	12	11	11	10	10	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7
5,7	12	11	11	10	10	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	7

- Estadio 1 ≥ 90 ml/min/1,73 m² con marcadores de daño renal (albuminuria, hematuria, alteraciones de pruebas de imagen).
- Estadio 2 = 60-89 ml/min/1,73 m² con marcadores de daño renal (albuminuria, hematuria, alteraciones de pruebas de imagen).
- Estadio 3A = 45-59 ml/min/1,73 m².
- Estadio 3B = 30-44 ml/min/1,73 m².
- Estadio 4= 16-29 ml/min/1,73 m².
- Estadio 5 = < 15 ml/mi/1,73 m².

tramos en la tabla V de forma global los FG en función de la creatinina sérica y edad, utilizando los valores medios de creatinina y edad para cada uno de los intervalos, según la

fórmula MDRD-IDMS. Es de reseñar que la principal limitación en la utilización de las ecuaciones de estimación proviene de la falta de estandarización de los métodos de medi-

da de la creatinina sérica y de los diferentes grados de inexactitud, imprecisión y susceptibilidad a la interferencia de los mismos, por lo que hoy se recomienda la utilización de materiales de calibración con trazabilidad respecto al método aceptado como referencia (espectrofotometría de masas por dilución isotópica o IDMS en sus siglas en inglés)^{6,10}. Es por ello que en este trabajo ofrecemos también tablas corregidas por la fórmula MDRD-IDMS y la integración de los FG en una tabla única siguiendo estas recomendaciones, llamando así la atención al clínico a conocer este aspecto importante de la metodología. De hecho, las compañías diagnósticas están revisando sus ensayos para alinearse con este método, que además parece presentar una mayor precisión en distintos rangos^{21,30}.

En resumen, aunque el método recomendado actualmente para la estimación del FG sería el cálculo automático por la fórmula de MDRD-IDMS, con una adecuada medición de la creatinina por un método con trazabilidad, la disponibilidad de tablas con las fórmulas MDRD-4 y MDRD-IDMS permite la visualización y conversión de la creatinina plasmática a los clínicos, no sólo para apreciar la presencia de ERC con valores de creatinina incluso en el rango normal, sino también para transformar de un modo rápido y sencillo la creatinina plasmática a un parámetro clínicamente más significativo como el FG.

BIBLIOGRAFÍA

- Go AS, Chertow GM, Fan D, McCulloch CE, Hsu CY. Chronic kidney disease and the risks of death, cardiovascular events, and hospitalization. *N Engl J Med* 2004; 351 (13): 1296-305.
- Levey AS, Betó JA, Coronado BE, Eknoyan G, Foley RN, Kasiske RL, Klag MJ, Mailloux LU, Manske CL, Meyer KB, Parfrey PS, Pfeffer MA, Wenger NK, Wilson PW, Wright JT Jr. Controlling the epidemic of cardiovascular disease in chronic renal disease: what do we know? What do we need to learn? Where do we go from here? *Am J Kidney Dis* 1998; 32: 853-905.
- K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; 39: S1-266.
- Levey AS, Eckardt KU, Tsukamoto Y, Levin A, Coresh J, Rosser J, De Zeeuw D, Hostetter TH, Lameire N, Eknoyan G. Definition and classification of chronic kidney disease: a position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney Int* 2005; 67 (6): 2089-100.
- Levey AS, Coresh J, Greene T, Stevens LA, Zhang YL, Hendriksen S, Kusek JW, Van Lente F. Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration: Using standardized serum creatinine values in the modification of diet in renal disease study equation for estimating glomerular filtration rate. *Ann Intern Med* 2006; 145 (4): 247-54.
- Gracia S, Montañes R, Bover J, Cases A, Deulofeu R, Martín de Francisco AL, Orte LM: Recommendations for the use of equations to estimate glomerular filtration rate in adults. *Nefrología* 2006; 26 (6): 658-65.
- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright JT Jr, Roccella EJ. National Heart, Lung, and Blood Institute Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee: The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. *JAMA* 2003; 289 (19): 2560-72.
- Sarnak MJ, Levey AS, Schoolwerth AC, Coresh J, Cullerton B, Hamm LL, McCullough PA, Kasiske BL, Kelepouris E, Klag MJ, Parfrey P, Pfeffer M, Raij L, Spinosa DJ, Wilson PW; American Heart Association Councils on Kidney in Cardiovascular Disease, High Blood Pressure Research, Clinical Cardiology, and Epidemiology and Prevention. Kidney disease as a risk factor for development of cardiovascular disease: a statement from the American Heart Association Councils on Kidney in Cardiovascular Disease, High Blood Pressure Research, Clinical Cardiology, and Epidemiology and Prevention. *Circulation* 2003; 108 (17): 2154-69.
- Brosius FC 3rd, Hostetter TH, Kelepouris E, Mitsnefes MM, Moe SM, Moore MA, Pennathur S, Smith GL, Wilson PW; American Heart Association Kidney and Cardiovascular Disease Council; Council on High Blood Pressure Research; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Epidemiology and Prevention; Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group. Detection of chronic kidney disease in patients with or at increased risk of cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association Kidney and Cardiovascular Disease Council; the Councils on High Blood Pressure Research, Cardiovascular Disease in the Young, and Epidemiology and Prevention; and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group: developed in collaboration with the National Kidney Foundation. *Circulation* 2006; 5; 114 (10): 1083-7.
- National Kidney Disease Education Program, Suggestions for Laboratories, and [on line] December 2005: Obtenido el 4 diciembre 2007 en: http://www.nkdep.nih.gov/labprofessionals/ClinicalLab_Recommendations_508.pdf
- Archibald G, Bartlett W, Brown A, Christie B, Elliott A, Griffith K, Pound S, Rappaport I, Robertson D, Semple Y, Slane P, Whitworth C, Williams B. UK Consensus Conference on Early Chronic Kidney Disease. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22 (9): 2455-7.
- European Best Practice Guidelines Expert Group on Hemodialysis, European Renal Association. Section I. Measurement of renal function, when to refer and when to start dialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2002; 17 Supl. 7: 7-15.
- Obrador GT, Pereira BJ: Early referral to the nephrologist and timely initiation of renal replacement therapy: a paradigm shift in the management of patients with chronic renal failure. *Am J Kidney Dis* 1998; 31 (3): 398-417.
- Douma CE, Smit W. When to start dialysis? *Nephrol Dial Transplant* 2006; 21 Supl. 2: ii20-4.
- Gowans EM, Fraser CG. Biological variation of serum and urine creatinine and creatinine clearance: ramifications for interpretation of results and patient care. *Ann Clin Biochem* 1988; 25: 259-63.
- Payne RB. Creatinine clearance and glomerular filtration rate. *Ann Clin Biochem* 2000; 37: 98-9.
- Locatelli F, Pisoni RL, Akizawa T, Cruz JM, DeOreo PB, Lameire NH, Held PJ. Anemia management for hemodialysis patients: Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI) guidelines and Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS) findings. *Am J Kidney Dis* 2004; 44 (5 Supl. 2): 27-33.
- Bakris GL, Williams M, Dworkin L, Elliott WJ, Epstein M, Toto R, Tuttle K, Douglas J, Hsieh W, Sowers J. Preserving renal function in adults with hypertension and diabetes: A consensus approach. National Kidney Foundation Hypertension and Diabetes Executive Committees Working Group. *Am J Kidney Dis* 2000; 36: 646-661.
- Nelson RG, Tuttle KR. The new KDOQI clinical practice guidelines and clinical practice recommendations for diabetes and CKD. *Blood Purif* 2007; 25 (1): 112-4.
- Foley RN, Parfrey PS, Sarnak MJ. Clinical epidemiology of cardiovascular disease in chronic renal disease. *Am J Kidney Dis* 1998; 32 (5 Supl. 3): S112-9.
- Mathew TH, Johnson DW, Jones GR. Chronic kidney disease and automatic reporting of estimated glomerular filtration rate: revised recommendations. *Med J Aust* 2007; 187 (8): 459-63.
- The Renal Association: the UK CKD Guidelines (2005). Obtenido el 4 diciembre 2007 en: <http://www.renal.org/CKDguide/ckd.html>.
- The CARI guidelines: Caring for Australians with Renal Impairment, Evaluation of Renal Function Guidelines, 2. Use of estimated glomerular filtration rate to assess level of kidney function, and [on line] 2005. Obtenido el 4 diciembre 2007 en: http://www.cari.org.au/2_%20Use%20of%20estimated%20glomerular%20filtration%20rate%20to%20assess.pdf.
- Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* 1976; 16: 31-41.
- Teruel JL, Sabater J, Galeano C, Rivera M, Merino JL, Fernández Luncas M, Marcén R, Ortuño J. La ecuación de Cockcroft-Gault es preferible a la ecuación MDRD para medir el filtrado glomerular en

- la insuficiencia renal crónica avanzada. *Nefrología* 2007; 27 (3): 313-19.
26. Barroso S, Martínez JM, Martín MV, Rayo I, Caravaca F. Accuracy of indirect estimates of renal function in advanced chronic renal failure patients. *Nefrología* 2006; 26 (3): 344-50.
 27. Vassalotti JA, Stevens LA, Levey AS. Testing for chronic kidney disease: a position statement from the National Kidney Foundation. *Am J Kidney Dis* 2007; 50 (2): 169-80.
 28. The CARl guidelines. Caring for Australians with Renal Impairment. Obtenido el 17 junio 2007 en: http://www.cari.org.au/dialysis_acceptance_001.php.
 29. BC Health Service (British Columbia Canada). Identification, evaluation and management of patients with chronic kidney disease. Obtenido el 4 diciembre 2007 en: <http://www.health.gov.bc.ca/gpac/pdf/ckd.pdf>.
 30. Quinn MP, Rainey A, Cairns KJ, Marshall AH, Savage G, Kee F, Peter Maxwell A, Reaney E, Fogarty DG. The practical implications of using standardized estimation equations in calculating the prevalence of chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant* 2007; (en prensa).