

• 论 著 •

4 种估算肾小球滤过率计算公式对患者肾功能的评估结果比较*

张新鹏, 吴丽娜[△]

(中国医科大学附属盛京医院检验科, 辽宁沈阳 110000)

摘要:目的 探讨 4 种估算肾小球滤过率(eGFR)计算公式[MDRD 中国修正公式(MDRD_{CN}), 基于胱抑素 C(CysC)的 CKD-EPI 公式(CKD-EPI_{CysC}), 2009 年开发的基于血肌酐(Scr)的 CKD-EPI 公式(CKD-EPI_{2009Scr}), 2012 年开发的基于 Scr 与 CysC 的 CKD-EPI 公式(CKD-EPI_{2012Scr-CysC})]对肾功能的评估结果。**方法** 收集 6 422 例住院患者的性别、年龄、Scr、CysC 水平等基线资料, 分别用上述 4 种公式计算 eGFR, 比较 4 种公式计算结果间的差异。**结果** 4 种公式的 eGFR 计算结果从高到低依次为 MDRD_{CN}[(94.00±50.12) mL/(min·1.73 m²)], CKD-EPI_{2009Scr}[(88.27±36.88) mL/(min·1.73 m²)], CKD-EPI_{2012Scr-CysC}[(63.95±27.94) mL/(min·1.73 m²)], CKD-EPI_{CysC}[(48.64±22.90) mL/(min·1.73 m²)], 各结果间比较, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。在慢性肾脏病(CKD)患者中, 4 种公式的 eGFR 计算结果比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$); 在非 CKD 患者中, 4 种公式的 eGFR 计算结果比较, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。男性与女性患者 4 种公式的 eGFR 计算结果比较, 差异均有统计学意义($P<0.05$); 男性与女性患者 4 种公式的 eGFR 计算结果分布情况大致相同。当 4 种公式计算的 eGFR ≥ 90 mL/(min·1.73 m²)时, MDRD_{CN} 与 CKD-EPI_{2009Scr} 对应的 Scr 及 CysC 水平均高于 CKD-EPI_{CysC} 与 CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 对应的 Scr 及 CysC 水平, 差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr}、CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 及 CKD-EPI_{CysC} 的 eGFR 计算结果存在差异, 其中 MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr} 可能会高估患者的肾功能, 而 CKD-EPI_{2012Scr-CysC}、CKD-EPI_{CysC} 更能准确反映患者肾损伤情况。

关键词:肾小球滤过率; 估算肾小球滤过率; 肾功能; 计算公式

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2020.18.009 **中图法分类号:**R446

文章编号:1673-4130(2020)18-2214-05

文献标识码:A

Comparison of evaluation results of patients' renal function by 4 calculation formulas for estimating glomerular filtration rate*

ZHANG Xinpeng, WU Lina[△]

(Department of Clinical Laboratory, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang, Liaoning 110000, China)

Abstract: **Objective** To explore the evaluation results of renal function by 4 calculation formulas [MDRD China revise formula (MDRD_{CN}), CKD-EPI formula base on cystatin C (CysC), (CKD-EPI_{CysC}), CKD-EPI formula base on blood creatinine (Scr) develop in 2009 (CKD-EPI_{2009Scr}), CKD-EPI formula base on Scr and CysC develop in 2012 (CKD-EPI_{2012Scr-CysC})] for estimating glomerular filtration rate (eGFR). **Methods** The baseline data of gender, age, Scr and CysC levels of 6 422 inpatients were collected, eGFR was calculated by the above 4 formulas, and the differences between the calculation results of the 4 formulas were compared. **Results** The eGFR calculation results of the 4 formulas from high to low were MDRD_{CN}[(94.0±50.12) mL/(min·1.73 m²)], CKD-EPI_{2009Scr}[(88.27±36.88) mL/(min·1.73 m²)], CKD-EPI_{2012Scr-CysC}[(63.95±27.94) mL/(min·1.73 m²)], CKD-EPI_{CysC}[(48.64±22.90) mL/(min·1.73 m²)], there were significant differences among each result ($P<0.05$). In patients with chronic kidney disease (CKD), there was no statistically significant difference in the eGFR calculation results of the 4 formulas ($P>0.05$). In non-CKD patients, the differences

* 基金项目: 辽宁省自然科学基金项目(2019-ZD-0764)。

作者简介: 张新鹏, 男, 技师, 主要从事肾脏疾病的相关研究。 [△] 通信作者, E-mail: wulun@sj-hospital.org。

本文引用格式: 张新鹏, 吴丽娜. 4 种估算肾小球滤过率计算公式对患者肾功能的评估结果比较[J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41(18):

in the eGFR calculation results of the 4 formulas were statistically significant ($P < 0.05$). There were significant differences in eGFR calculation results of the 4 formulas between male and female patients ($P < 0.05$). The distribution of eGFR calculation results of the 4 formulas for male and female patients was roughly the same. When the eGFR calculated by the 4 formulas was $\geq 90 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$, the Scr and CysC levels corresponding to MDRD_{CN} and $\text{CKD-EPI}_{2009\text{Scr}}$ were higher than those corresponding to $\text{CKD-EPI}_{\text{CysC}}$ and $\text{CKD-EPI}_{2012\text{Scr-CysC}}$, the differences were statistical significance ($P < 0.05$). **Conclusion** MDRD_{CN} , $\text{CKD-EPI}_{2009\text{Scr}}$, $\text{CKD-EPI}_{2012\text{Scr-CysC}}$ and $\text{CKD-EPI}_{\text{CysC}}$ have different calculation results for eGFR, among them, MDRD_{CN} and $\text{CKD-EPI}_{2009\text{Scr}}$ might overestimate the renal function of patients, while $\text{CKD-EPI}_{2012\text{Scr-CysC}}$ and $\text{CKD-EPI}_{\text{CysC}}$ could more accurately reflect renal injury.

Key words: glomerular filtration rate; estimated glomerular filtration rate; renal function; calculation formula

肾功能评估是临床医学中非常重要的一部分^[1]。在健康状况评估、疾病诊断、使用经肾脏排泄的药物前及手术治疗前都需要进行肾功能评估。临床上常用于评估肾功能的指标有血肌酐(Scr)和胱抑素 C(CysC),但 Scr 的影响因素较多,如肌肉含量、饮食等均会影响 Scr 的检测结果,其评估肾功能的准确性有限;而 CysC 存在于所有有核细胞中,是一种低分子蛋白质^[2],其影响因素少,相较于 Scr 更加稳定。肾小球滤过率(GFR)对于肾功能评估、药物用量调整及慢性肾脏病(CKD)的诊断及分期等均具有重要意义,是公认的反映肾功能的最佳综合指标^[3],但 GFR 无法通过直接检测获得。临床可通过检测外源性标记物的尿液或血浆清除率来反映 GFR,其中菊粉清除率是反映 GFR 的“金标准”,但其成本较高且检测步骤烦琐;其次是放射性核素,但由于其具有放射性,适用范围有限。因此,使用内源性标记物来计算估算 GFR(eGFR)的相关公式在临床实践中被广泛使用。临床和统计学专家一直致力于开发精确的 eGFR 计算公式,目前已开发出多种公式,如 Cockcroft-Gault^[4]、 MDRD ^[5]及 CKD-EPI ^[3]等,不同的公式适用于不同人群,其中几种已被证实是适用于中国人群的计算公式,但这些公式可能仍存在高估或低估肾功能的问题。本研究比较了 4 种适用于中国人群的 eGFR 计算公式[MDRD 中国修正公式(MDRD_{CN})^[6],基于 CysC 的 CKD-EPI 公式($\text{CKD-EPI}_{\text{CysC}}$)^[7],2009 年开发的基于 Scr 的 CKD-EPI 公式($\text{CKD-EPI}_{2009\text{Scr}}$)^[3],2012 年开发的基于 Scr 与 CysC 的 CKD-EPI 公式($\text{CKD-EPI}_{2012\text{Scr-CysC}}$)^[7]]对肾功能的评估结果,以期为临床诊断与治疗提供更准确的数据支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2016 年 9 月至 2019 年 8 月在本院住院的患者 6 422 例为研究对象,收集患者的基线资料,包括性别、年龄、Scr、CysC 水平等。其中男 2 491 例,女 3 931 例;CKD 患者 352 例,非 CKD 患者

6 070 例;年龄 18~94 岁,平均 (42.76 ± 15.10) 岁;Scr 平均水平为 $(119.77 \pm 55.68) \mu\text{mol/L}$;CysC 平均水平为 $(1.83 \pm 1.10) \text{ mg/L}$ 。纳入标准:进行肾功能检查的所有患者。排除标准:临床资料不完整者。

1.2 方法 分别使用 MDRD_{CN} 、 $\text{CKD-EPI}_{\text{CysC}}$ 、 $\text{CKD-EPI}_{2009\text{Scr}}$ 及 $\text{CKD-EPI}_{2012\text{Scr-CysC}}$ 计算 eGFR。

1.3 统计学处理 采用 SPSS19.0 软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间比较采用方差分析,组间两两比较采用 SNK- q 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,多组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验;计数资料以例数或百分数表示。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 4 种公式的 eGFR 计算结果比较 采用 4 种公式计算所有研究对象的 eGFR,计算结果从高到低依次为 MDRD_{CN} [$(94.00 \pm 50.12) \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$]、 $\text{CKD-EPI}_{2009\text{Scr}}$ [$(88.27 \pm 36.88) \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$]、 $\text{CKD-EPI}_{2012\text{Scr-CysC}}$ [$(63.95 \pm 27.94) \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$]、 $\text{CKD-EPI}_{\text{CysC}}$ [$(48.64 \pm 22.90) \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$] ,各结果间比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。

2.2 4 种公式 eGFR 计算结果分布情况 MDRD_{CN} 的计算结果中,eGFR $\geq 90 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ 的结果所占比例最高,为 54.10%,eGFR 为 $15 \sim < 30 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ 的结果所占比例最低,为 5.81%; $\text{CKD-EPI}_{\text{CysC}}$ 的计算结果中,eGFR 为 $30 \sim < 60 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ 的结果所占比例最高,为 48.72%,eGFR $\geq 90 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ 的结果所占比例最低,为 4.11%; $\text{CKD-EPI}_{2012\text{Scr-CysC}}$ 的计算结果中,eGFR 为 $60 \sim < 90 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ 的结果所占比例最高,为 46.04%,eGFR 为 $15 \sim < 30 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ 的结果所占比例最低,为 7.58%; $\text{CKD-EPI}_{2009\text{Scr}}$ 的计算结果中,eGFR $\geq 90 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ 的结果所占比例最高,为

61.51%,eGFR 为 15~<30 mL/(min·1.73 m²)的结果所占比例最低,为 5.42%。eGFR≥90 mL/(min·1.73 m²)的结果中,CKD-EPI_{2009Scr} 的计算结果所占比例最高(61.51%);eGFR 为 60~<90 mL/(min·1.73 m²)的结果中,CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 的计算结果所占比例最高(46.04%);eGFR 为 30~<60 mL/(min·1.73 m²)的结果中,CKD-EPI_{CysC} 的计算结果所占比例最高(48.72%);eGFR 为 15~<30 mL/(min·1.73 m²)的结果中,CKD-EPI_{CysC} 的计算结果所

占比例最高(12.89%);eGFR<15 mL/(min·1.73 m²)的结果中,各公式的计算结果所占比例相近。见表 1。

2.3 CKD 与非 CKD 患者 4 种公式的 eGFR 计算结果比较 在 CKD 患者中,4 种公式的 eGFR 计算结果比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。在非 CKD 患者中,4 种公式的 eGFR 计算结果比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),计算结果从高到低依次为MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr}、CKD-EPI_{2012Scr-CysC}、CKD-EPI_{CysC}。见表 2。

表 1 4 种公式的 eGFR 计算结果分布情况[n(%)]

eGFR 计算公式	≥90	60~<90	30~<60	15~<30	<15
	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)
MDRD _{CN}	3 474(54.10)	1 374(21.40)	711(11.07)	373(5.81)	490(7.63)
CKD-EPI _{CysC}	264(4.11)	1 632(25.41)	3 129(48.72)	828(12.89)	569(8.86)
CKD-EPI _{2012Scr-CysC}	1 047(16.30)	2 957(46.04)	1 420(22.11)	487(7.58)	511(7.96)
CKD-EPI _{2009Scr}	3 950(61.51)	1 063(16.55)	626(9.75)	348(5.42)	435(6.77)

表 2 CKD 与非 CKD 患者 4 种公式的 eGFR 计算结果比较

eGFR 计算公式	CKD[M(P_{25} , P_{75}),mL/(min·1.73 m ²)]	非 CKD[$\bar{x}\pm s$,mL/(min·1.73 m ²)]
MDRD _{CN}	13.54(6.46,30.89)	98.05±48.08* [△]
CKD-EPI _{CysC}	13.72(7.31,28.05)	50.36±22.07
CKD-EPI _{2012Scr-CysC}	15.98(7.24,37.10)	66.43±26.28*
CKD-EPI _{2009Scr}	13.00(8.78,23.12)	91.85±34.09* [#]
H/F	3.90	2 203.72
P	0.273	<0.001

注:与 CKD-EPI_{CysC} 比较,* $P<0.05$;与 CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 比较,[#] $P<0.05$;与 CKD-EPI_{2009Scr} 比较,[△] $P<0.05$ 。

2.4 不同性别患者 4 种公式的 eGFR 计算结果比较 男性与女性患者 4 种公式的 eGFR 计算结果比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),其中女性患者 eGFR 计算结果从高到低依次为 MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr}、CKD-EPI_{2012Scr-CysC}、CKD-EPI_{CysC};男性患者 eGFR 计算结果从高到低依次为 CKD-EPI_{2009Scr}、MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2012Scr-CysC}、CKD-EPI_{CysC}。见表 3。

表 3 不同性别患者 4 种公式的 eGFR 计算结果比较
[$\bar{x}\pm s$,mL/(min·1.73 m²)]

eGFR 计算公式	男	女
MDRD _{CN}	68.20±37.70* ^{#△}	110.36±50.15* ^{#△}
CKD-EPI _{CysC}	46.90±23.74	49.73±22.29
CKD-EPI _{2012Scr-CysC}	59.00±29.03*	67.09±26.77*
CKD-EPI _{2009Scr}	77.67±37.70* [#]	94.98±34.73* [#]
F	855.52	1 432.53
P	<0.001	<0.001

注:与 CKD-EPI_{CysC} 比较,* $P<0.05$;与 CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 比较,[#] $P<0.05$;与 CKD-EPI_{2009Scr} 比较,[△] $P<0.05$ 。

2.5 不同性别患者 4 种公式的 eGFR 计算结果分布情况 男性与女性患者 4 种公式的 eGFR 计算结果分布情况大致相同,其中 eGFR≥90 mL/(min·1.73 m²)的结果中,男性与女性患者均以 MDRD_{CN} 和 CKD-EPI_{2009Scr} 的计算结果所占比例较高;eGFR 为 60~<90 mL/(min·1.73 m²)的结果中,男性与女性患者均以 CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 的计算结果所占比例最高;eGFR 为 30~<60 mL/(min·1.73 m²)的结果中,男性与女性患者均以 CKD-EPI_{CysC} 的计算结果所占比例最高;eGFR 为 15~<30 mL/(min·1.73 m²)的结果中,男性与女性患者均以 CKD-EPI_{CysC} 的计算结果所占比例最高;eGFR<15 mL/(min·1.73 m²)的结果中,男性与女性患者均以 CKD-EPI_{CysC} 的计算结果所占比例最高。见表 4~5。

2.6 4 种公式计算的 eGFR≥90 mL/(min·1.73 m²)时对应的 Scr 和 CysC 水平比较 当 4 种公式计算的 eGFR≥90 mL/(min·1.73 m²)时,MDRD_{CN} 与 CKD-EPI_{2009Scr} 对应的 Scr 及 CysC 水平均高于 CKD-

EPI_{CysC} 与 CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 对应的 Scr 及 CysC 水平,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 6。

表 4 男性患者 4 种公式的 eGFR 计算结果分布情况[n(%)]

eGFR 计算公式	≥90	60~<90	30~<60	15~<30	<15
	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)
MDRD _{CN}	767(30.79)	771(30.95)	422(16.94)	222(8.91)	309(12.40)
CKD-EPI _{CysC}	78(3.13)	681(27.34)	1 059(42.51)	350(14.05)	323(12.97)
CKD-EPI _{2012Scr-CysC}	314(12.61)	1 113(44.68)	513(20.59)	260(10.44)	292(11.72)
CKD-EPI _{2009Scr}	1 297(52.07)	434(17.42)	319(12.81)	195(7.83)	246(9.88)

表 5 女性患者 4 种公式的 eGFR 计算结果分布情况[n(%)]

eGFR 计算公式	≥90	60~<90	30~<60	15~<30	<15
	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)	mL/(min·1.73 m ²)
MDRD _{CN}	2 707(68.86)	603(15.34)	289(7.35)	151(3.84)	181(4.60)
CKD-EPI _{CysC}	186(4.73)	951(24.19)	2 070(52.66)	478(12.16)	246(6.26)
CKD-EPI _{2012Scr-CysC}	733(18.65)	1 844(46.91)	908(23.10)	227(5.77)	219(5.57)
CKD-EPI _{2009Scr}	2 653(67.49)	629(16.00)	307(7.81)	153(3.89)	189(4.81)

表 6 4 种公式计算的 eGFR≥90 mL/(min·1.73 m²)时对应的 Scr 和 CysC 水平比较($\bar{x}\pm s$)

eGFR 计算公式	n	Scr(mg/L)	CysC(μmol/L)
MDRD _{CN}	3 474	57.37±9.92* [#]	1.31±0.31* [#]
CKD-EPI _{CysC}	264	51.25±12.93	0.84±0.09
CKD-EPI _{2012Scr-CysC}	1 047	52.09±11.41	1.00±0.13
CKD-EPI _{2009Scr}	3 950	60.20±12.15* [#]	1.31±0.30* [#]
F		179.40	542.66
P		<0.001	<0.001

注:与 CKD-EPI_{CysC} 比较,* $P<0.05$;与 CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 比较,[#] $P<0.05$ 。

3 讨 论

准确评估肾功能对于临床 CKD 患者的诊断、分期及预后评估具有重要作用,同时对于评估非 CKD 患者肾功能及确定用药剂量也十分重要^[8-13]。目前,已有多种公式被用于计算 eGFR,不同的公式适用于不同的人群,近年来也有较多研究对不同公式在不同疾病中的应用情况进行了比较^[14-17]。适用于中国人群的公式主要有 MDRD_{CN},基于 CysC 的 CKD-EPI_{CysC},基于 Scr 的 CKD-EPI_{2009Scr} 及基于 Scr 和 CysC 的 CKD-EPI_{2012Scr-CysC}^[18],本研究对比了上述 4 种公式计算结果间的差异。

结果显示,4 种公式的 eGFR 计算结果比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),其中采用 MDRD_{CN} 计算的 eGFR 最高,提示其可能会高估患者的肾功能,这与胡健等^[19]的研究结果一致。此外,4 种公式中,基于 Scr 的 MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr} 的 eGFR 计算结果高于 CKD-EPI_{2012Scr-CysC}、CKD-EPI_{CysC} 的 eGFR 计算结果,提示基于 Scr 的 eGFR 计算公式可能会高估患者的肾功能。MDRD_{CN} 的计算结果中,eGFR≥90 mL/(min·1.73 m²)的结果所占比例最高;CKD-EPI_{CysC} 的

计算结果中,eGFR 为 30~<60 mL/(min·1.73 m²)的结果所占比例最高;CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 的计算结果中,eGFR 为 60~<90 mL/(min·1.73 m²)的结果所占比例最高;CKD-EPI_{2009Scr} 的计算结果中,eGFR≥90 mL/(min·1.73 m²)的结果所占比例最高。提示 CKD-EPI_{CysC} 与 CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 相较于 MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr} 能更敏感、准确地反映肾损伤,同时也说明联合或基于 CysC 的计算公式在肾功能评估中的应用价值更高,分析其原因可能与 CysC 在反映肾损伤中的高灵敏度有关^[20]。而 CKD-EPI_{2009Scr} 与 MDRD_{CN} 的计算结果均集中在 eGFR≥90 mL/(min·1.73 m²),这表明 MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr} 可能会出现高估肾功能的情况,评估肾损伤的灵敏度较低。

本研究发现,在 CKD 患者中,4 种公式的 eGFR 计算结果比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);在非 CKD 患者中,4 种公式的 eGFR 计算结果比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),以上结果表明 4 种公式在 CKD 患者中的 eGFR 计算结果一致性较好,无明显差异,提示这 4 种公式更适用于 CKD 患者的肾功能评估。不同性别患者 4 种公式的 eGFR 计算结果比较,差异均有统计学意义($P<0.05$);其中男性与女性患者均以 MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr} 的计算结果偏高。此外,男性与女性患者 4 种公式的 eGFR 计算结果分布情况大致相同,提示在肾功能的分段评估中,性别对 eGFR 计算公式的结果无明显影响。进一步比较相同 eGFR 计算结果下,4 种公式对应的 Scr 和 CysC 水平,结果显示,当 4 种公式计算的 eGFR≥90 mL/(min·1.73 m²)时,MDRD_{CN} 与 CKD-EPI_{2009Scr} 对应的 Scr、CysC 水平均高于 CKD-EPI_{CysC} 与 CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 对应的 Scr、CysC 水平,提示 CKD-EPI_{CysC} 与 CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 在肾功能评估中的敏感

性更高,能更加准确地反映 Scr 与 CysC 的水平下降情况。

目前,广泛应用的 MDRD_{CN} 在反映肾功能方面准确性有限,可靠性较差,而 CKD-EPI 是较为准确的 eGFR 计算公式。由于 Scr 受较多因素影响,且对早期肾损伤不敏感,仅基于 Scr 的 CKD-EPI_{2009Scr} 和 MDRD_{CN} 可能在评估早期肾损伤时的敏感性较差,导致高估患者的肾功能,所以该公式的准确性有待考证。而联合或基于 CysC 的公式对于肾损伤患者肾功能的评估更为准确。本研究的局限性如下:因为菊粉清除率及放射性核素等方法在临床上应用较少,故本研究未能使用可靠的 GFR 检测方法,无准确反映 GFR 的“金标准”作为参照,因此也无法判断哪种公式的计算结果更准确。在后续研究中将会以准确检测的 GFR 作为参考,进一步评估各公式计算结果的准确性。

4 结 论

MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr}、CKD-EPI_{2012Scr-CysC} 及 CKD-EPI_{CysC} 的 eGFR 计算结果存在差异,其中 MDRD_{CN}、CKD-EPI_{2009Scr} 可能会高估患者的肾功能,而 CKD-EPI_{2012Scr-CysC}、CKD-EPI_{CysC} 更能准确反映患者肾损伤情况。在 CKD 患者中,4 种公式的计算结果一致性较好;男性与女性患者 4 种公式的 eGFR 计算结果分布情况大致相同。

参考文献

- [1] LEVEY A S,INKER L A,CORESH J. GFR estimation: from physiology to public health[J]. Am J Kidney Dis, 2014,63(5):820-834.
- [2] TEAFORD H R,BARRETO J N,VOLLMER K J,et al. Cystatin C: a primer for pharmacists[J]. Pharmacy, 2020, 8(1):35-42.
- [3] LEVEY A S,STEVENS L A,SCHMID C H,et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate[J]. Ann Intern Med, 2009,150(9):604-612.
- [4] COCKCROFT D W,GAULT M H. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine[J]. Nephron, 1976, 16(1):31-41.
- [5] LEVEY A S,BOSCH J P,LEWIS J B,et al. A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. Modification of Diet in Renal Disease Study Group[J]. Ann Intern Med, 1999,130(6):461-470.
- [6] MA Y C,ZUO L,CHEN J H,et al. Modified glomerular filtration rate estimating equation for Chinese patients with chronic kidney disease[J]. J Am Soc Nephrol, 2006, 17(10):2937-2944.
- [7] INKER L A,SCHMID C H,TIGHIOUART H,et al. Estimating glomerular filtration rate from serum creatinine and cystatin C[J]. N Engl J Med, 2012,367(1):20-29.
- [8] RANDINITIS E J,POSVAR E L,ALVEY C W,et al. Pharmacokinetics of pregabalin in subjects with various degrees of renal function[J]. J Clin Pharmacol, 2003, 43(3):277-283.
- [9] LUND L H,MATTHEWS J,AARONSON K. Patient selection for left ventricular assist devices[J]. Eur J Heart Fail, 2010,12(5):434-443.
- [10] GANSEVOORT R T,ARICI M,BENZING T,et al. Recommendations for the use of tolvaptan in autosomal dominant polycystic kidney disease: a position statement on behalf of the ERA-EDTA working groups on inherited kidney disorders and european renal best practice[J]. Nephrol Dial Transplant, 2016,31(3):337-348.
- [11] SCHIEDA N,BLAICHMAN J I,COSTA A F,et al. Gadolinium-based contrast agents in kidney disease: comprehensive review and clinical practice guideline issued by the Canadian association of radiologists[J]. Can Assoc Radiol J, 2018,69(2):136-150.
- [12] FARRINGTON K,COVIC A,NISTOR I,et al. Clinical practice guideline on management of older patients with chronic kidney disease stage 3b or higher (eGFR < 45 mL/min/1.73 m²): a summary document from the European renal best practice group[J]. Nephrol Dial Transplant, 2017,32(1):9-16.
- [13] WEIR M R. Improving the estimating equation for GFR—a clinical perspective[J]. N Engl J Med, 2012,367(1):75-76.
- [14] HAN Q X,ZHANG D,ZHAO Y L,et al. Analysis of chronic kidney disease staging with different estimated glomerular filtration rate equations in Chinese centenarians[J]. Chin Med J (Engl), 2019,132(5):512-518.
- [15] CHANGJIE G,XUSHENG Z,FENG H,et al. Evaluation of glomerular filtration rate by different equations in Chinese elderly with chronic kidney disease[J]. Int Urol Nephrol, 2017,49(1):133-141.
- [16] 柴立超,王晶,魏雁,等. 不同肾小球滤过率计算方法评估慢性肾脏病患者 GFR 的对比研究[J]. 临床肾脏病杂志, 2019,19(7):498-501.
- [17] 王晶,柴立超,刘艳玲,等. 三种 CKD-EPI 公式对膜性肾病患者肾小球滤过率评估的一致性评价[J]. 中南医学科学杂志, 2019,47(2):180-183.
- [18] MATSUSHITA K,MAHMOODI B K,WOODWARD M,et al. Comparison of risk prediction using the CKD-EPI equation and the MDRD study equation for estimated glomerular filtration rate[J]. JAMA, 2012, 307(18):1941-1951.
- [19] 胡健,李英,王晓琴. 六种肾小球滤过率估算公式用于多发性骨髓瘤患者肾功能评估的一致性分析[J]. 山西医科大学学报, 2019,50(10):1364-1373.
- [20] 龚旭东. 尿微量蛋白与血清胱抑素 C 联合检验在早期肾功能损害诊断中的应用[J]. 系统医学, 2019,4(17):26-28.