

• 论 著 •

CKD-EPI 方程估算肾小球滤过率的评价

王宏斌,夏先考,吴建华
(湖南省常德市第一人民医院检验科 415003)

摘要:**目的** 比较 CKD-EPI 方程与 MDRD 方程估算慢性肾脏疾病(CKD)患者和健康体检者肾小球滤过率(GFR)的适用性,并应用 CKD-EPI 方程分析 GFR 下降的相关危险因素。**方法** 选择湖南省常德市第一人民医院 2010 年 6 月至 2010 年 11 月住院 CKD 患者和健康体检者共 289 例,应用 CKD-EPI 方程和 MDRD 方程估算 GFR[分别用 GFR(CKD-EPI)和 GFR(MDRD)表示],应用 Person 相关分析法和 Bland-Altman 分析法比较两种方程 GFR 估算值(eGFR)的相关性和一致性。根据 GFR(MDRD)将受试者进行 CKD 分期,对各期血肌酐(Scr)、GFR(MDRD)、GFR(CKD-EPI)进行比较。GFR(CKD-EPI)与受试者其他指标进行相关性分析。**结果** 男、女组间年龄、Scr、GFR(MDRD)和 GFR(CKD-EPI)差异无统计学意义($P>0.05$)。两种方程 eGFR 具有良好的相关性,回归方程为 $GFR(MDRD)=0.944\times GFR(CKD-EPI)+0.612(r^2=0.960,P<0.001)$ 。Bland-Altman 分析结果显示,GFR(CKD-EPI)与 GFR(MDRD)比较,两者具有较好的一致性。根据 GFR(MDRD)将受试者分为 5 期。CKD I、II、III 期 GFR(CKD-EPI)均值比 GFR(MDRD)分别增高了 4.15、7.34、1.60 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot(1.73\text{ m}^2)^{-1}$,而 CKD IV、V 期比 GFR(MDRD)分别降低 0.25、0.41 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot(1.73\text{ m}^2)^{-1}$ 。GFR(CKD-EPI)与受试者年龄、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、Scr、血尿酸(SUA)、空腹血糖(FBG)、尿蛋白(UP)、尿蛋白与肌酐比值(UP/Ucr)呈负相关,与总胆固醇(TC)、尿酸(UUA)呈直线正相关($P<0.05$),与性别、三酰甘油(TG)无相关关系($P>0.05$)。**结论** 应用 CKD-EPI 方程估算肾小球滤过率,能减低 MDRD 方程在健康人群中的系统性低估,拓宽估算肾小球滤过率的适用性。肾小球滤过率的下降与传统性危险因素相关。

关键词:肾小球滤过率; 肾疾病; MDRD 方程; CKD-EPI 方程
DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2011.09.007 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-4130(2011)09-0936-03

Assessment of CKD-EPI equation for estimating glomerular filtration rate

Wang Hongbin, Xia Xiankao, Wu Jianhua

(Department of Clinical Laboratory, the First People's Hospital of Changde, Changde, Hunan 415003, China)

Abstract:**Objective** To compare the applicability of CKD-EPI equation with MDRD equation in predicting glomerular filtration rate(GFR)in patients with chronic kidney disease(CKD)and healthy controls, and the relative risk factor of the decrease of GFR was analyzed by CKD-EPI equation. **Methods** GFR of 91 cases of hospitalized patients with CKD and 198 cases of healthy controls were estimated by CKD-EPI and MDRD equation respectively[denoted as GFR(CKD-EPI)and GFR(MDRD)]. Correlation and consistency between GFR(CKD-EPI) and GFR(MDRD) were analyzed by Person correlation analysis and Bland-Altman analytic process. CKD stage of subjects was assessed according to GFR(MDRD). Scr, GFR(MDRD)and GFR(CKD-EPI) of each stage were compared. Correlation between GFR(CKD-EPI) and other items were also analyzed. **Results** There was no significant difference of age, Scr, GFR(MDRD)and GFR(CKD-EPI) between male and female group($P<0.05$). There was fine correlation between GFR(MDRD) and GFR(CKD-EPI)[$GFR(MDRD)=0.944\times GFR(CKD-EPI)+0.612, r^2=0.960(P<0.001)$]. Bland-Altman analytic process indicated that there was fine consistency between GFR(MDRD) and GFR(CKD-EPI). All subjects were classified into 5 CKD stages according to GFR(MDRD). Compared with GFR(MDRD), mean of GFR(CKD-EPI) in CKD I、II、III stage increased 4.15, 7.34 and 1.60 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot(1.73\text{ m}^2)^{-1}$ respectively, mean of GFR(CKD-EPI) in CKD IV、V stage decreased 0.25 and 0.41 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot(1.73\text{ m}^2)^{-1}$ respectively. GFR(CKD-EPI) was negatively correlative to age, systolic blood pressure(SBP), diastolic blood pressure(DBP), serum creatinine(Scr), serum uric acid(SUA), fasting blood glucose(FBG), urine protein(UP) and urine protein-to-creatinine ratio(UP/Ucr), was positively correlative to total cholesterol(TC) and urine uric acid($P<0.05$), but was not correlative to gender and triglyceride($P>0.05$). **Conclusion** The application of CKD-EPI equation to estimate GFR could reduce systematical underestimation in healthy individuals by MDRD equation and extend the applicability of GFR. The decrease of GFR might be correlative to traditional risk factors.

Key words:glomerular filtration rate; kidney diseases; MDRD equation; CKD-EPI equation

流行病学研究表明慢性肾脏疾病(CKD)已经成为威胁全世界的公共健康问题^[1]。中国的初步调查结果显示,40 岁以上人群 CKD 的患病率约为 8%~9%,并有增加趋势^[2]。早期发现,肾功能损害并采取治疗措施是延缓其向慢性肾衰竭发展的关键。肾小球滤过率(GFR)是反映肾脏功能的最重要的指标。GFR 测定的“金标准”为菊粉、碘海群(iohexol)或同位素标记物的清除率,但由于方法繁琐、价格昂贵或存在放射性污染而不便临床广泛开展。另外,内生肌酐清除率(Ccr)受肾小

管分泌肌酐的影响,导致对 GFR 的系统高估以及尿液收集的困难也降低了其准确性。因此,开发适用于不同人群的 GFR 估算方程就显得非常重要。2002 年美国国家肾脏病基金会(NKF)制定了 CKD 及透析临床实践指南(K/DOQI),该指南重新定义了 CKD 及分期标准,并推荐成人可以应用简化的肾脏病膳食改良公式(MDRD)来预测 GFR^[3]。但研究表明,基于西方 CKD 患者开发的 MDRD 方程并不适用于中国人群^[4]。另外,开发方程的参考标准及肌酐测定方法的不同也影响了其

准确性^[5]。最近,美国 CKD 流行病学合作研究组(CKD-EPI)报告了一个新的评估肾小球滤过率的方程,即 CKD-EPI 方程,该研究结果表明 CKD-EPI 方程比 MDRD 方程具有更高的准确度和精密度^[6]。本研究拟比较 CKD-EPI 方程和 MDRD 方程在中国人群应用中的差异,评价其适用性,并就 GFR 下降的危险因素进行探讨,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2010 年 6 月至 2010 年 11 月本院肾内科住院 CKD 患者 91 例,其中男 53 例,女 38 例,年龄(60.48±17.80)岁。CKD 定义和分期参照美国 K/DOQI 指南标准,所有患者均无肢体缺如、肾功能急性下降和明显外周水肿、脱水,以及泌尿系梗阻,且均未服用利尿剂。另外,选择同期本院健康体检者 198 例,其中男 122 例,女 76 例,年龄(44.96±15.50)岁。记录受试者性别、年龄、身高和体质量,测量血压并计算体质量指数(BMI)。

1.2 方法 受检者均禁食 12 h 后,次日清晨抽取肘静脉血,分别检测血肌酐(Scr)、血尿酸(SUA)、空腹葡萄糖(FBG)、三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)。同时留取晨尿分别检测尿蛋白定量(UP)、尿肌酐(Ucr)、尿尿酸(UUA),计算尿蛋白与肌酐比值(UP/Ucr)。Scr 和 Ucr 采用酶法,SUA 和 UUA 采用尿酸氧化酶法,FBG、TG、TC 均采用酶法,试剂由 Roche 公司提供。UP 采用北京利德曼生化技术有限公司试剂,检测方法为

邻苯三酚红钼络合法。上述检测严格按试剂盒操作说明在 Roche 公司 Modular DPP 全自动生化分析仪上测定。MDRD 方程和 CKD-EPI 方程:GFR(MDRD)[mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹]=175×[Scr(μmol/L)]^{-1.154}×(年龄)^{-0.203}×[女性×0.742]^[7];CKD-EPI 方程见表 1。

表 1 CKD-EPI 方程^[6]

性别	Scr(μmol/L)	GFR(CKD-EPI)[mL·min ⁻¹ ·(1.73 m ²) ⁻¹]
女性	≤62	144×(Scr/62) ^{-0.329} ×(0.993) ^{年龄}
	>62	144×(Scr/62) ^{-1.209} ×(0.993) ^{年龄}
男性	≤80	141×(Scr/80) ^{-0.411} ×(0.993) ^{年龄}
	>80	141×(Scr/80) ^{-1.209} ×(0.993) ^{年龄}

1.3 统计学处理 计量资料呈正态分布采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间差异采用方差分析,两方程 eGFR 的相关性采用线性相关分析和直线回归,GFR(CKD-EPI)与其他指标的相关性分析采用 SPSS 11.5 统计软件。两方程 eGFR 差值的 Bland-Altman 比较采用 Medcalc 9.2.10 统计软件进行分析。

2 结 果

2.1 受试者总体及不同性别 Scr、GFR(MDRD)、GFR(CKD-EPI)的比较 GFR(CKD-EPI)与 GFR(MDRD)比较平均增高 3.91 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹,男女组间差异无统计学意义(P>0.05),见表 2。

表 2 受试者总体及不同性别 Scr、GFR(MDRD)、GFR(CKD-EPI)的比较

组别	样本数(n)	年龄(岁)	Scr(μmol/L)	GFR(MDRD)	GFR(CKD-EPI)
男	175	49.69±17.75*	141.32±175.73*	78.60±33.30*	82.49±34.42*
女	114	50.10±17.85	135.83±191.22	77.57±37.85	81.67±39.49
总计	289	49.85±17.76	139.16±181.69	78.19±35.10	82.10±36.43

*:P>0.05,与女性组比较。

表 3 GFR(MDRD)与 GFR(CKD-EPI)差值的 Bland-Altman 分析(%)

指标	均值	标准误	95%CI ₁	95%CI ₂	最小值	最大值
A	3.977	7.290	-11.760~19.710	3.133~4.821	-22.82	20.39
B	4.473	8.289	-13.415~22.361	3.514~5.433	-28.92	20.99

A=GFR(CKD-EPI)-GFR(MDRD);B=[GFR(CKD-EPI)-GFR(MDRD)]/GFR(MDRD)%;95%CI₁:差值 $\bar{x}$ 的 95%的可信区间即一致性限值 $\bar{x} \pm 1.96s$;95%CI₂:一致性上下限值的 95%的可信区间。

表 4 根据 GFR(MDRD)对受试者进行 CKD 分期的各期结果比较

CKD 分期	Scr($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	GFR(MDRD)	GFR(CKD-EPI)	A(可信区间)	B(可信区间)
I 期	64.73±11.07	108.10±13.92	112.35±11.60	4.15(2.48~5.83)	4.18(2.92~6.04)
II 期	86.08±13.84	78.28±8.94	85.62±10.85	7.34(6.40~8.28)	9.32(8.18~10.45)
III 期	123.03±19.53	48.18±7.54	49.78±8.72	1.60(0.79~2.40)	3.13(1.56~4.71)
IV 期	248.30±41.16	22.08±4.31	21.83±4.82	-0.25(-0.95~0.44)	-1.54(-4.85~1.77)
V 期	654.17±262.04	8.27±3.30	7.85±3.11	-0.41(-0.82~0.01)	-4.52(-7.92~-1.11)

A=GFR(CKD-EPI)-GFR(MDRD);B=[GFR(CKD-EPI)-GFR(MDRD)]/GFR(MDRD)%。

2.2 GFR(MDRD)与 GFR(CKD-EPI)相关性比较 将两方程 eGFR 进行直线回归和相关性分析得到回归方程 Y=0.944X+0.612($r^2=0.960$, $F=6\,932.0$, $P<0.001$),两方程 eGFR 比较的散点图,见图 1。

2.3 GFR(MDRD)与 GFR(CKD-EPI)差值的 Bland-Altman 分析 GFR(MDRD)与 GFR(CKD-EPI)差值的均数为 3.977 4.95%一致性限值为(-11.755~19.710),一致性上下限值的 95%CI 为(3.133~4.821),3.46%(10/289)的点在 95%一致性界限范围外。Bland-Altman 分析结果见表 3 和图 2、3。

2.4 对各期 CKD 患者 Scr、GFR(MDRD)、GFR(CKD-EPI)等结果进行比较 结合 K/DOQI 对 CKD 分期的标准,对受试者进行了分组:CKD I 期为肾功能正常组[GFR≥90 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹];CKD II 期为早期肾功能不全组[60 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹≤GFR<90 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹];CKD III 期为中期肾功能不全组[30 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹≤GFR<60 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹];CKD IV 期为肾衰竭早期组[15 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹≤GFR<30 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹];CKD V 期为肾衰竭晚期组[GFR<15 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹]。在

CKD I、II、III 期 GFR(CKD-EPI)均值比 GFR(MDRD)分别增高了 4.15、7.34、1.60 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹。而在 CKD VI、V 期 GFR(CKD-EPI)均值比 GFR(MDRD)分别降低 0.25、0.41 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹。另外分别有 40%(30/75)、8.33%(4/48)和 9.09%(1/11)的 CKD II、III、IV 期受试者根据 GFR(CKD-EPI)分期为 CKD I、II、III 期,见表 4。

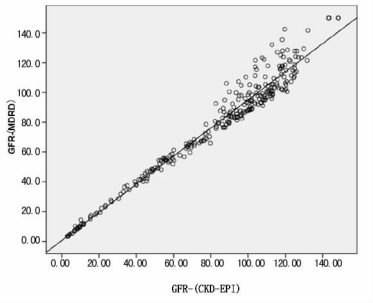


图 1 GFR(CKD-EPI)与 GFR(MDRD)比较的散点图

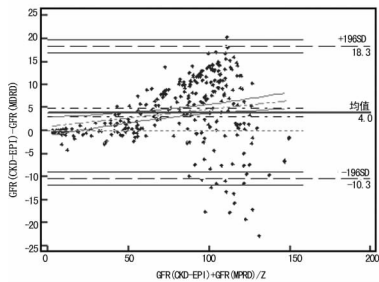


图 2 GFR(CKD-EPI)与 GFR(MDRD)差值的 Bland-Altman 图

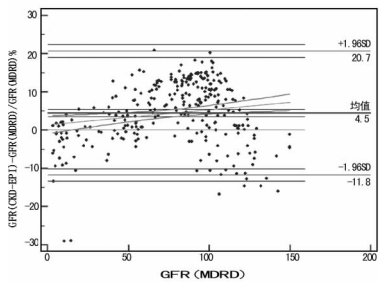


图 3 GFR(CKD-EPI)与 GFR(MDRD)差值的 Bland-Altman 图

表 5 GFR(CKD-EPI)与受试者其他指标的相关性分析		
指标	r 值	P 值
性别	-0.011	0.851
年龄	-0.585	0.000
BMI	-0.114	0.052
SBP	-0.470	0.000
DBP	-0.283	0.000
Scr	-0.715	0.000
SUA	-0.376	0.000
FBG	-0.212	0.000
TG	0.007	0.903
TC	0.129	0.029
UP	-0.349	0.000
UP/Ucr	-0.424	0.000
UUA	0.598	0.000

2.5 GFR(CKD-EPI)与受试者其他指标的相关性分析 GFR(CKD-EPI)与受试者年龄、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、Scr、SUA、FBG、UP 及 UP/Ucr 呈直线负相关,与 TC、UUA 呈直线正相关,差异有统计学意义($P<0.05$),与性别、BMI 及 TG 无相关关系($P>0.05$),见表 5。

3 讨论

影响 GFR 估算方程适用性的一个主要因素是开发方程所纳入人群 CKD 各期的分布。有研究表明,应用 MDRD 方程估算的高值 GFR 的准确性较低值 GFR 更差,可能的原因是肌肉量的减少和蛋白摄入的限制导致了肌酐生成的降低。MDRD 方程的开发是以 CKD 患者作为纳入人群,GFR 均值为 39.8 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹,其适用性在各种 CKD 患者中得到广泛验证,但应用于肾功能正常的健康人和轻度肾功能不全的 CKD 患者该方程表现出过低估计真实值的倾向,因而导致临床的错误分期,加重其负担[8]。而全国 eGFR 协作组改良的 MDRD 公式虽然增加了中国人种族系数,但是否适用于健康人群还尚不明确[9]。

CKD-EPI 方程是通过一组 8 254 例受检者的检测开发的包括 Scr、年龄、性别和种族 4 个变量方程,本研究对 289 例慢性肾脏病患者和健康体检者,受检者基本特征更接近于 CKD-EPI 方程的开发人群。应用新的 CKD-EPI 方程与 MDRD 方程估算的 GFR 进行了比较,总体 GFR 升高 3.91 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹,男性升高 3.89 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹,女性升高 4.10 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹,不同性别组间差异无显著性。研究显示,GFR(CKD-EPI)与 GFR(MDRD)相关性良好,且应用 Bland-Altman 分析,两者具有较好的一致性。

影响 GFR 估算方程的适用性的另一主要因素是肌酐检测的方法学差异及 GFR 参考方法的差异。单个实验室的研究中较容易做到将上述混杂因素加以消除,但不同实验室的多个研究就很难做到一致。目前,美国国家肾脏病教育计划(NK-DEP)已经启动了通过肌酐检测标准化来提高估算方程准确性的方案[5]。肌酐检测的不确定度对 eGFR 的准确度影响最大。不确定度一方面来自于肌酐的生物学变异,另一方面来自于检测系统的变异系数。有研究表明,酶法测定的变异较苦味酸法低,本研究选用 Roche 酶法测定肌酐同时选用基于酶法测定肌酐所开发的校正后简化的 MDRD 方程。不足之处在于因条件所限没有选取 GFR 测定的参考方法作为标准。即便如此,本研究结果表明,根据 GFR(MDRD)对受试者进行 CKD 分期,其中 CKD I、II、III 期受试者的 GFR(CKD-EPI)均值高于 GFR(MDRD),而 IV、V 期受试者的均值低于 GFR(MDRD)。分别有 40%、8.33%和 9.09%的 CKD II、III、IV 期受试者应用 CKD-EPI 方程重新估算 GFR 后进行分期为 CKD I、II、III 期,这表明 CKD-EPI 方程可提高 eGFR 值,尤其是对那些 GFR 大于 60 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹的受试者,这与文献结果相符[10]。

另外 GFR(CKD-EPI)与受试者其他指标的相关性分析显示 GFR(CKD-EPI)与受试者的年龄、SBP、DBP、Scr、SUA、FBG、UP 及 UP/Ucr 呈负相关,这与文献结果相符[11-12],表明年龄、高血压、糖尿病、高尿酸血症、蛋白尿是 CKD 的相关危险因素。本研究检测结果表明 rGFR(CKD-EPI)与体质指数、血脂未呈现明显的负相关关系,可能的原因是 CKD-EPI 方程像 MDRD 方程一样存在选择性偏倚,健康人比 CKD 患者有更多的肌肉量和更多的蛋白质摄入量。

综上所述,应用 CKD-EPI 方程估算 GFR,(下转第 941 页)

的确切关系有助于阐释相关生物学机制。

参考文献

- [1] 乔友林. 子宫颈癌预防研究的里程碑[J]. 基础医学与临床, 2006, 26(12):1293-1295.
- [2] Schiffman M, Herrero R, Desalle R, et al. The carcinogenicity of human papillomavirus types reflects viral evolution[J]. Virology, 2005, 337(1):76-84.
- [3] Khan MJ, Castle PE, Lorincz AT, et al. The elevated 10-year risk of cervical precancer and cancer in women with human papillomavirus(HPV) type 16 or 18 and the possible utility of type-specific HPV testing in clinical practice[J]. J Natl Cancer Inst, 2005, 97(14):1072-1079.
- [4] Castle PE, Solomon D, Schiffman M, et al. Human papillomavirus type 16 infections and 2-year absolute risk of cervical precancer in women with equivocal or mild cytologic abnormalities[J]. J Natl Cancer Inst, 2005, 94(14):1066-1071.
- [5] Hildesheim A, Wang SS. Host and viral genetics and risk of cervical cancer: a review[J]. Virus Res, 2002, 89(2):229-240.
- [6] Seedorf K, Krammer G, Durst M, et al. Human papillomavirus type 16 DNA sequence[J]. Virology, 1985, 145(1):181-185.
- [7] Mayrand MH, Coutlee F. Detection of human papillomavirus variants of human papillomavirus types 16 and 18 preferentially associated with cervical neoplasia[J]. J Gen Virol, 2000, 81(12):2959-2968.
- [8] Kammer C, Warthorst U, Torrez-Martinez N, et al. Sequence analysis of the long control region of human papillomavirus type 16 variants and functional consequences for P97 promoter activity [J]. J Gen Virol, 2000, 81(8):1975-1981.

- [9] Kurvinen K, Yliskoski M, Saarikoski S, et al. Variants of the long control region of human papillomavirus type 16[J]. Eur J Cancer, 2000, 36(11):1402-1410.
- [10] Pande S, Jain N, Prusty BK, et al. Human papillomavirus type 16 variant analysis of E6, E7 and L1 genes and long control region in biopsy samples from cervical cancer patients in north India[J]. J Clin Microbiol, 2008, 46(3):1060-1066.
- [11] Arany I, Grattendick KJ, Whitehead WE, et al. A functional interferon regulatory factor-1 (IRF-1)-binding site in the upstream regulatory region (URR) of human papillomavirus type 16[J]. Virology, 2003, 310(2):280-286.
- [12] Veress G, Szarka K, Dong XP, et al. Functional significance of sequence variation in the E2 gene and the long control region of human papillomavirus type 16[J]. J Gen Virol, 1999, 80:1035-1043.
- [13] 余勤, 马正海, 王艳萍, 等. 新疆吾尔族妇女宫颈癌组织中人乳头瘤病毒 16 型上游调控区 DNA 多态性分析[J]. 中华微生物学和免疫学杂志, 2006, 26(11):1000-1004.
- [14] Schmidt M, Kedzia W, Gozdizcka-Jozefiak A. Intratype HPV-16 sequence variation with LCR of isolates from asymptomatic carriers and cervical cancers[J]. J Clin Virol, 2001, 23(1/2):65-77.
- [15] Dong XP, Pfister H. Overlapping YY1 and aberrant SP1-binding sites proximal the early promoter of human papillomavirus type 16[J]. J Gen Virol, 1999, 80(Pt 8):2097-2101.
- [16] Park JS, Hwang ES, Lee CJ, et al. Mutation and functional analysis of HPV-16 URR derived from Korean cervical neoplasia[J]. J Gynecol Oncol, 1999, 74(1):23-29.

(收稿日期:2011-01-09)

(上接第 938 页)

能减小 MDRD 方程在健康人群中的系统性低估, 扩宽估算 GFR 的适用性。GFR 的下降与传统性危险因素相关。

参考文献

- [1] Levey AS, Andreoli SP, DuBose T, et al. Chronic kidney disease: common, harmful, and treatable-world kidney day 2007[J]. J Am Soc Nephrol, 2007, 18(2):374-378.
- [2] 张路霞, 左力, 徐国宾, 等. 北京市石景山地区中老年人中慢性肾脏病的流行病学研究[J]. 中华肾脏病杂志, 2006, 22(2):67-71.
- [3] National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. [J]. Am J Kidney Dis, 2002, 39(2):S1-266.
- [4] Zuo L, Ma YC, Zhou YH, et al. Application of GFR-estimating equations in Chinese patients with chronic kidney disease[J]. Am J Kidney Dis, 2005, 45(3):463-472.
- [5] Myers G, Miller W, Coresh J, et al. Recommendations for improving serum creatinine measurement: a report from the laboratory working group of the national kidney disease education program [J]. Clinical Chemistry, 2006, 52(1):5-18.
- [6] Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, et al. CKD-EPI(chronic kidney disease epidemiology collaboration). A new equation to estimate glomerular filtration rate[J]. Ann Intern Med, 2009, 150(9):604-612.

- [7] Levey AS, Coresh J, Greene T, et al. Expressing the modification of diet in renal disease study equation for estimating glomerular filtration rate with standardized serum creatinine values[J]. Clinical Chemistry, 2007, 53(4):766-772.
- [8] Poggio ED, Wang X, Greene T, et al. Performance of the modification of diet in renal disease and cockcroft-gault equations in the estimation of GFR in health and in chronic kidney disease[J]. J Am Soc Nephrol, 2005, 16(2):459-466.
- [9] 全国 eGFR 课题协作组. MDRD 方程在我国慢性肾脏病患者中的改良和评估[J]. 中华肾脏病杂志, 2006, 22(10):589-595.
- [10] Montanés Bermúdez R, Bover Sanjuán J, Oliver Samper A, et al. Assessment of the new CKD-EPI equation to estimating glomerular filtration rate[J]. Nefrologia, 2010, 30(2):185-194.
- [11] Bakris G, Vassalotti J, Ritz E, et al. National kidney foundation consensus conference on cardiovascular and kidney diseases and diabetes risk: an integrated therapeutic approach to reduce events [J]. Kidney Int, 2010, 78(8):726-736.
- [12] 侯凡凡, 马志刚, 梅长林, 等. 我国五省市、自治区慢性肾脏病患者心血管疾病的危险因素调查[J]. 中华医学杂志, 2005, 85(11):753-759.

(收稿日期:2011-02-01)