

· 论 著 ·

不同方程估算的肾小球滤过率在人群肾功能评价中的差异比较

孙立山, 陆柳, 汪明东, 鹿麟, 余明, 范列英[△]

(同济大学附属上海市东方医院检验科, 上海 200120)

摘要:目的 比较 3 种肾小球滤过率(GFR)估算方程估算的 GFR(eGFR)对人群肾功能评估的结果差异。方法 本研究回顾性分析了门诊和住院患者中同时进行血清肌酐和胱抑素 C 检测者,共 65 856 例,以 3 个估算方程分别计算 eGFR,并比较整体及不同肾功能分组人群 eGFR 结果的差异。以 3 个方程得到的 eGFR 对个体肾功能重新分期,比较肾功能各分期例数分布的差异。结果 与肌酐方程估算 eGFR 比较,另两个方程估算 eGFR 的相关系数分别为 0.81、0.90(均 $P < 0.05$)。一致性分析 GFR 均值差值分别为 6.19、1.79 mL/(min \times 1.73 m²),差异有统计学意义($P < 0.01$),应用肌酐方程估算 eGFR 时,明显高估了个体的肾功能分期。结论 3 种方程估算 GFR 有相关性但存在明显差异,在评估不同人群肾功能时应选择合适的估算方程。

关键词:肾小球滤过率; 肾小球滤过率估算方程; 估算的肾小球滤过率

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2015.10.022

文献标识码:A

文章编号:1673-4130(2015)10-1370-04

Comparing the estimated glomerular filtration rate through different equations in evaluating kidney function of the population

Sun Lishan, Lu Liu, Wang Mingdong, Lu Lin, Yu Ming, Fan Lieying[△]

(Department of Clinical Laboratory, Shanghai East Hospital Affiliated to Tongji University, Shanghai 200120)

Abstract: **Objective** To compare the difference of kidney function evaluated by using 3 different estimated glomerular filtration rate(GFR) equations in populations. **Methods** Retrospectively analyzed 65 856 patients who measured serum creatinine and Cystatin C at the same time, and come from the outpatients or inpatients of the hospital. The estimated GFR(eGFR) were calculated through 3 equations, then compared the eGFR in the population and among different groups according to different kidney functions, and then grouped the people enrolled in the study again according to the eGFR calculated by using the 3 different equations and compared the differences among groups. **Results** Compared with the eGFR calculated by using Creatinine equation, the correlation coefficients of the eGFRs calculated by using the other two equations were 0.81 and 0.90, respectively, both $P < 0.05$; The difference between the means of eGFR were 6.19 and 1.79 mL/(min \times 1.73 m²) respectively with obvious significance($P < 0.01$), in consistency analysis. There were obvious overestimation of kidney function when using Creatinine equation to calculate eGFR. **Conclusion** There is consistence and obvious difference by using the 3 CKD-EPI's eGFR equations. Physicians should choose suitable equations to evaluate kidney function in different populations.

Key words:glomerular filtration rate; estimated glomerular filtration rate equations; estimated glomerular filtration rate

肾小球滤过率(GFR)是评价个体肾脏功能的重要指标。尤其对于慢性肾病患者和老年人,如何准确评估 GFR 对于正确判断肾脏损伤程度和肾脏疾病进展,评估治疗效果,调整药物剂量及选择治疗方案等均有重要意义。临床上越来越多医生需要检验科在对个体进行血清肌酐或胱抑素 C 检测的同时报告估算的肾小球滤过率(eGFR)。临床上用于估算 GFR 的公式有很多。2009 年美国慢性肾脏病流行病学合作研究组(CKD-EPI)推荐了 CKD-EPI 肌酐评估方程^[1],但肌酐估算方程易受血清肌酐浓度和肌酐测定方法的影响,得出的 eGFR 并不可靠,尤其对于慢性肾病 3~4 期患者影响最大^[2]。2012 年 CKD-EPI 发表了基于胱抑素 C 的估算公式,后又建立了肌酐-胱抑素 C 估算方程^[3],这 3 个估算方程被称为 CKD-EPI 肌酐方程、胱抑素 C 方程和肌酐-胱抑素 C 方程。为了比较这 3 个方程得出的 eGFR 结果的差异和对个体肾功能评估的影响,本研究回顾性分析了近两年来在本院同时进行肌酐和胱抑素 C 检测的门诊和住院患者,以大样本量的数据进行分析,比较了这 3 个方程估算的 GFR 的差异。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2012 年 3 月至 2014 年 2 月同济大学附属东方医院门诊和住院患者中同时检测血清肌酐和胱抑素 C 项目的患者共 65 856 例,其中男 30 635 例,占 46.5%,女 35 221 例,占 53.5%,平均年龄(58.1 \pm 9.4)岁。

1.2 仪器与试剂 肌酐、胱抑素 C 检测试剂和标准品均购自德国罗氏公司,检测仪器为罗氏 Cobas 8000 c702 全自动生化分析仪。

1.3 方法 (1)标本采集:所有个体均需空腹抽取静脉血 2 mL,3 000 r/min 离心,分离血清进行肌酐、胱抑素 C 的检测及其他常规项目检测。(2)血清肌酐采用肌酐酶法检测,胱抑素 C 检测采用乳胶颗粒增强的免疫比浊法,肌酐、胱抑素 C 可以溯源至国际临床化学实验医学联盟(IFCC)标准方法,所有个体检测结果在采血当天检测完成。(3)3 种估算 eGFR 方程见表 1,eGFR 结果通过 Microsoft Excel 软件输入公式自动计算得出。

1.4 统计学处理 胱抑素 C 方程和肌酐-胱抑素 C 方程的

eGFR 与肌酐方程的 eGFR 的差异性采用配对 *t* 检验进行比较;相关性分析采用 Spearman 相关性分析;根据 3 种方程估算的 eGFR,将研究对象肾功能损伤程度进行分组,例数的差异

比较采用卡方检验。所有的统计分析使用 SPSS18.0 和 Stata12.0 统计软件完成,当 $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ 为差异有统计学意义。

表 1 CKD-EPI 3 个估算方程

方程和性别	血肌酐(mg/dL)	胱抑素 C(mg/L)	eGFR 的方程表达式
肌酐方程	—	—	—
女	≤0.7	—	$144 \times (\text{Scr}/0.7)^{-0.329} \times 0.993^{\text{年龄}}$
	>0.7	—	$144 \times (\text{Scr}/0.7)^{-1.209} \times 0.993^{\text{年龄}}$
男	≤0.9	—	$141 \times (\text{Scr}/0.9)^{-0.411} \times 0.993^{\text{年龄}}$
	>0.9	—	$141 \times (\text{Scr}/0.9)^{-1.209} \times 0.993^{\text{年龄}}$
胱抑素 C 方程	—	—	—
男/女	—	≤0.8	$133 \times (\text{Scys}/0.8)^{-0.499} \times 0.996^{\text{年龄}}$
	—	>0.8	$133 \times (\text{Scys}/0.8)^{-1.328} \times 0.996^{\text{年龄}}$
肌酐-胱抑素 C 方程 ^[3]	—	—	—
女	≤0.7	≤0.8	$130 \times (\text{Scr}/0.7)^{-0.248} \times (\text{Scys}/0.8)^{-0.375} \times 0.995^{\text{年龄}}$
	—	>0.8	$130 \times (\text{Scr}/0.7)^{-0.248} \times (\text{Scys}/0.8)^{-0.711} \times 0.995^{\text{年龄}}$
	>0.7	≤0.8	$130 \times (\text{Scr}/0.7)^{-0.601} \times (\text{Scys}/0.8)^{-0.375} \times 0.995^{\text{年龄}}$
	—	>0.8	$130 \times (\text{Scr}/0.7)^{-0.601} \times (\text{Scys}/0.8)^{-0.711} \times 0.995^{\text{年龄}}$
男	≤0.9	≤0.8	$135 \times (\text{Scr}/0.9)^{-0.207} \times (\text{Scys}/0.8)^{-0.375} \times 0.995^{\text{年龄}}$
	—	>0.8	$135 \times (\text{Scr}/0.9)^{-0.207} \times (\text{Scys}/0.8)^{-0.711} \times 0.995^{\text{年龄}}$
	>0.9	≤0.8	$135 \times (\text{Scr}/0.9)^{-0.601} \times (\text{Scys}/0.8)^{-0.375} \times 0.995^{\text{年龄}}$
	—	>0.8	$135 \times (\text{Scr}/0.9)^{-0.601} \times (\text{Scys}/0.8)^{-0.711} \times 0.995^{\text{年龄}}$

Scr:血清肌酐;Scys:胱抑素 C;—:无数据。

2 结 果

2.1 一般资料的比较 个体的年龄、性别、血清肌酐、胱抑素 C 水平,CKD-EPI 肌酐方程、胱抑素 C 方程、及肌酐-胱抑素 C 方程计算的 eGFR 的均值、最小值、最大值及标准差见表 2。

表 2 纳入研究者的基本资料

项目	最小值	最大值	均值	标准差
年龄(岁)	1.00	121.00	57.75	17.53
肌酐(mg/dL)	0.05	21.06	0.96	1.17
胱抑素 C(mg/L)	0.37	17.48	1.16	0.85
肌酐方程 eGFR [mL/(min × 1.73 m ²)]	1.59	309.71	91.58	28.19
胱抑素 C 方程 eGFR [mL/(min × 1.73 m ²)]	1.87	176.78	85.40	30.86
肌酐-胱抑素 C 方程 eGFR [mL/(min × 1.73 m ²)]	2.80	216.10	89.80	30.15

2.2 不同组别配对 *t* 检验分析 根据肌酐方程估算的 eGFR 将纳入研究者分为 3 组, A 组:eGFR > 90 mL/(min × 1.73 m²), B 组:eGFR 为 60~90 mL/(min × 1.73 m²), C 组 eGFR < 60 mL/(min × 1.73 m²), 比较不同方程计算得到的各组人群 eGFR 均值,结果见表 3。

2.3 一致性和相关性分析 将肌酐估算方程分别与胱抑素 C 方程和肌酐-胱抑素 C 方程计算的 eGFR 结果,进行 Bland-Altman 一致性分析。肌酐方程计算 eGFR 和胱抑素 C 方程、肌酐-胱抑素 C 方程计算的 eGFR 差值均值(95%CI)分别为 6.19

(6.05~6.33)mL/(min × 1.73 m²) 和 1.79(1.69~1.89)mL/(min × 1.73 m²), 一致性区间分别为 -30.73~43.10 mL/(min × 1.73 m²) 和 -23.48~27.06 mL/(min × 1.73 m²), 一致性检验 $P < 0.01$ 。肌酐估算方程 eGFR 和另外两个方程的 eGFR 结果的差异有统计学意义($P < 0.01$), 肌酐方程估算结果较其他两个方程估算结果偏高。Spearman 相关分析提示胱抑素 C 方程 eGFR、肌酐-胱抑素 C 方程 eGFR 与肌酐方程 eGFR 相关系数 *r* 分别为 0.81、0.90($P < 0.05$)。

表 3 不同方程式 3 组 eGFR 均值的比较 [mL/(min × 1.73 m²)]

方程类型	按肌酐方程 eGFR 分组		
	A 组 (n=40 217)	B 组 (n=17 594)	C 组 (n=8 045)
肌酐方程	108.34	78.74	35.92
胱抑素 C 方程	101.69*	72.06*	33.12*
肌酐-胱抑素 C 方程	106.85*	76.21*	34.29*

*: $P < 0.05$, 与肌酐方程计算结果比较。

2.4 不同肾功能分组例数分布差异比较 根据 3 种估算方程得到的 eGFR 的不同,将所有个体按照 eGFR > 90 mL/(min × 1.73 m²), 60~90 mL/(min × 1.73 m²), < 60 mL/(min × 1.73 m²) 对肾功能损伤情况重新评估并进行分组。3 个方程的分组方式差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 4。这表明不同的估算方程对于个体肾功能评估分组有明显的影响,尤其是对于 eGFR < 60 mL/(min × 1.73 m²) 的个体,基于胱抑素 C 的 eGFR 判为肾功能明显受损的人数较肌酐估算方程多,差别达

5 670 例之多。

表 4 不同方程估算的人群肾功能分组情况(n)

方程类型	eGFR[mL/(min×1.73 m ²)]		
	>90	60~90	<60
肌酐方程	40 217	17 594	8 045
胱抑素 C 方程	32 660	19 481	13 715
肌酐-胱抑素 C 方程	36 101	19 775	9 980

3 讨 论

临床上应用的 eGFR 的估算方程基于肌酐、胱抑素 C 或者二者结合,这些不同的估算方程在不同人种、不同人群、或者不同个体可能得到不能完全一致的 eGFR,这给临床上准确评估个体的肾脏功能带来了困惑^[4-6],也给检验科提出了一个问题,究竟选择哪一个 eGFR 估算方程更适用于国内人群,而不仅仅适用于慢性肾病患者?国内学者对于各种基于肌酐的 GFR 估算方程、胱抑素 C 估算方程也进行了很多的评估,也有研究者尝试建立适合于国内人群的肌酐、胱抑素 C,或者二者结合的估算方程。有研究报道了对健康人群采用胱抑素 C 估算方程的评价,认为该方程在一定程度上低估 GFR,直接应用于人群 GFR 的估算有一定风险^[6],这同国外研究的结果较为一致^[7-10]。林开颜等^[11]曾对 5 个基于肌酐的 GFR 估算方程和一个基于肌酐-胱抑素 C 的估算方程在健康人群中 GFR 的估计值进行评价,认为各方程一致性和可比性良好,但该研究所评价的估算方程临床上已不经常使用。李辉军等^[4]在 2013 年发表了通过对 200 例肾功能受损患者所测定的 GFR 和血清胱抑素 C 浓度,建立了基于胱抑素 C 浓度的适合我国人群的估算方程,这不失为一次很有意义的尝试,但由于该方程建立的例数有限,其临床上的广泛性和适用性有待更多的研究结果支持。最近,刘红春等^[12]对 304 例慢性肾病患者以测定的 GFR 为标准对肾病饮食调整(MDRD)肌酐方程、CKD-EPI 肌酐方程和 CKD-EPI 肌酐-胱抑素 C 方程估算 GFR 进行了评价,认为 3 种 GFR 评估方程在评估慢性肾病患者肾功能方面都具有一定的诊断价值,但也存在着一定的偏差,CKD-EPI 的肌酐-胱抑素 C 方程在 CKD 不同阶段内的计算结果较为准确,对 CKD 患者 CKD 分期诊断更为准确,在评估肾功能时联合分析血肌酐和血清胱抑素 C 可减少判断误差。汇总近年的研究发现,尚缺乏大样本量对目前临床上较为广泛应用的 CKD-EPI 肌酐、胱抑素 C 及肌酐-胱抑素 C 3 个估算方程的客观评估。

本研究证实,3 个 GFR 评估方程估算的 eGFR 具有明显相关性,但总体均值存在一定差异,CKD-EPI 肌酐方程和胱抑素 C 方程及肌酐-胱抑素 C 方程估算结果的差异有统计学意义($P<0.05$)。对于整个研究整体来说肌酐方程估算 eGFR 较胱抑素 C 方程和肌酐-胱抑素 C 方程高。Bland-Altman 一致性分析也证明此 3 个方程对于个体的 GFR 的判断具有明显差异。按照肌酐方程 eGFR 的结果对所有研究对象的肾功能情况进行分组,每组中胱抑素 C 方程、肌酐-胱抑素 C 方程的 eGFR 结果与肌酐方程的 eGFR 结果比较差异有统计学意义($P<0.05$),说明对于不同肾功能阶段的个体,3 个方程估算的 eGFR 也不一致。另外,分别按照 3 个估算方程估算的 eGFR 对所有的研究对象肾功能情况重新分期,比较不同方程计算的 eGFR 对个体肾功能分期的影响,结果 3 个方程分期结果差异

有统计学意义($P<0.05$),其中肌酐估算方程判为肾功能严重受损的患者例数明显少于其他两个方程,说明肌酐方程对于具体个体来讲,可能会过高估个体的功能损伤程度,贻误诊断或治疗。应用 CKD-EPI 肌酐-胱抑素 C 方程可减少肌酐方程和 CKD-EPI 胱抑素 C 方程估算 eGFR 时的误差值,这与文献^[13]的报道一致。

有研究证实在中国人群中使用时 CKD-EPI 肌酐估算方程存在一定的不准确^[13]。糖尿病患者 CKD-EPI 胱抑素 C 方程估算的 eGFR 结果较肌酐方程结果低,并且低 GFR 与糖尿病的并发症密切相关,但作者同时指出是否前者优于后者还需要进一步证实^[14]。Rogacev 等^[15]也证实 CKD-EPI 肌酐-胱抑素 C 方程估算的 eGFR 对于 CKD 患者的预后判断和危险分层也优于肌酐估算方程。对于骨髓瘤患者的研究也证实最新的 CKD-EPI 肌酐-胱抑素 C 方程可以发现更多的并发肾脏损伤的骨髓瘤患者,并且还可以独立预测患者的生存期,并建议对于可能有肾脏损伤的患者采用肌酐-胱抑素 C 公式^[16]。Issa 等^[17]对于肾移植供者 eGFR 的研究也证实肌酐-胱抑素 C 估算公式较 MDRD 公式更为准确。本研究通过大样本量的计算结果也证实了在整体人群中 CKD-EPI 胱抑素 C 估算方程的 eGFR 结果低于肌酐估算结果,对于肾脏功能的下降可以更早期的检测。但是本研究由于是采用回顾性研究,3 个估算方程的 eGFR 不能够与直接测定的 GFR 结果进行比较,故缺乏准确的 GFR 测定数据来评判哪个方程得到的 eGFR 更接近于真实值,这还需要进一步的大样本研究。结合文献报道和本文的研究结果,临床上希望在检测血清肌酐和胱抑素 C 的同时,通过估算公式报告 eGFR 可以实现,宜选用 CKD-EPI 肌酐-胱抑素 C 方程。临床选择和应用 GFR 评估方程计算 CKD 患者 GFR 时,应充分考虑各评估方程及所适用的人群,并考虑个体年龄、性别、体型和检测方法不同而可能存在的偏差,以免错误判断患者病情,影响疾病判断、进程和治疗效果。目前尚不能简单地以某一估算方程应用于所有临床实践,尤其对于特定人群如慢性肾病人,尚存在争议,还需要很多的大样本循证医学证据。

参考文献

- [1] Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate[J]. Ann Intern Med, 2009, 150(9):604-612.
- [2] Patel A, Frame K. Estimating glomerular filtration rate in palliative care patients: comparison of the Cockcroft-Gault and abbreviated modification of diet in renal disease formulas-is it relevant to clinical practice[J]. BMJ Support Palliat Care, 2014, 4(1):59-63.
- [3] Inker LA, Schmid CH, Tighiouart H, et al. Estimating glomerular filtration rate from serum creatinine and cystatin C[J]. N Engl J Med, 2012, 367(1):20-29.
- [4] 李辉军,熊志刚,汪俊,等.基于胱抑素 C 的肾小球滤过率评估方程的建立与验证[J].国际检验医学杂志,2013,34(5):562-564.
- [5] 叶智明,史伟,梁馨苓,等.基于血肌酐和胱抑素 C 的肾小球滤过率计算方程对老年慢性肾脏病肾功能评估的价值和意义[J].中国现代医学杂志,2009,19(18):2799-2802.
- [6] 李辉军,朱耀武,邓玲艳,等.一系列肾小球滤过率计算公式适用性评估[J].中国实验诊断学,2011,15(11):1872-1875.
- [7] Pei X, Liu Q, He J, et al. Are cystatin C-based equations superior to creatinine-based equations for estimating(下转第 1375 页)

测批内、批间精密密度均符合规定的标准,携带污染率低,线性良好,准确性也符合要求;Neut、Lym、Mon、Eos 分类计数结果与手工法相关性较好,但 Baso 计数结果相关性不太理想,可能与仪器分类计数细胞数与人工分类计数的细胞数不同,Baso 在外周血中数量少,或在血片中分布不均(单核细胞体积较大,易分布在片尾和边缘)有关;还由于 WBC 形态多样、复杂,仪器形态学识别技术尚不完善等因素,不能完全识别细胞结构及形态,导致仪器分类和镜检结果存在差异^[9-11]。

在使用 XN-9000 分析仪筛查和诊断疾病时,对报警标本实行自动推片后人工镜检,可提高检验结果的准确率,为疾病诊治提供更有价值的依据^[12-13]。国际实验血液学会(ISLH)提出:在保证血液分析仪质量的前提下,可尽量减少推片检查的标本数量^[14]。此时,仪器对异常细胞提示信息的可靠性就显得尤为重要。

综上所述,XN-9000 分析仪批内和批间精密度高、准确性好、线性好、携带污染率低、分类准确,操作简单,能较好地满足三甲医院的临床检验工作量和疾病诊治的需要。

参考文献

- [1] International Clinical Hyperthermia Society. Guidelines for the evaluation of blood cell analysers including those used for differential leucocyte and reticulocyte counting and cell marker applications[J]. Clin Lab Haemat, 1994, 16(2): 157-174.
- [2] Clinical and Laboratory Standards Institute. Method comparison and bias estimation using patient samples; Approved guideline-second edition; Document EP9-A2[S]. Wayne, PA, USA; CLSI, 2002.
- [3] Clinical and Laboratory Standards Institute. User verification of performance for precision and trueness; Approved guideline-second edition; Document EP5-A2[S]. Wayne, PA, USA; CLSI, 2005.

(上接第 1372 页)

- GFR in Chinese elderly population[J]. Int Urol Nephrol, 2012, 44(6): 1877-1884.
- [8] Inker LA, Shaffi K, Levey AS. Estimating glomerular filtration rate using the chronic kidney disease-epidemiology collaboration creatinine equation; better risk predictions[J]. Circ Heart Fail, 2012, 5(3): 303-306.
- [9] Levey AS, Stevens LA. Estimating GFR using the CKD Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) creatinine equation; more accurate GFR estimates, lower CKD prevalence estimates, and better risk predictions[J]. Am J Kidney Dis, 2010, 55(4): 622-627.
- [10] Inker LA, Levey AS. Pro: estimating GFR using the chronic kidney disease epidemiology collaboration (CKD-EPI) 2009 creatinine equation; the time for change is now[J]. Nephrol Dial Transplant, 2013, 28(6): 1390-1396.
- [11] 林开颜, 张晋, 蒙喻, 等. 常用肾小球滤过率计算公式对健康人群评估比较观察[J]. 实验与检验医学, 2012, 30(3): 316-317.
- [12] 刘红春, 苏利沙, 赵占正, 等. 血清胱抑素 C 评估慢性肾脏病患者肾小球滤过率的应用研究[J]. 中华检验医学杂志, 2014, 37(3): 184-188.
- [13] Du X, Liu L, Hu B, et al. Is the chronic kidney disease epidemiology collaboration four-level race equation better than the cystatin C

- [4] Clinical and Laboratory Standards Institute. Evaluation of linearity of quantitative measurement procedures; a statistical approach; Approved guideline; Document EP6-A[S]. Wayne, PA, USA; CLSI, 2003.
- [5] Enter for Devices and Radiological Health(CDRH), U. S. Department of Food and Drug Administration(FDA). Class II special controls guidance document; premarket notification for automated differential cell counters for immature of abnormal blood cells; Final Guidance for Industry and FDA[S]. MD, USA; FDA, 2001.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 医疗机构临床实验室管理办法[Z]. 北京: 中华人民共和国卫生部, 2006.
- [7] 中国合格评定国家认可委员会. ISO15189 医学实验室质量和能力的通用要求[S]. 北京: 中国合格评定国家认可委员会, 2006.
- [8] 叶应妩, 王毓三, 申子瑜. 临床检验操作规程[M]. 3 版. 南京: 东南大学出版社, 2006: 123.
- [9] 熊立凡. 临床检验基础[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 52-61.
- [10] 李惠玉, 祁静, 杨琛. 366 例不合格血标本原因及护理对策[J]. 实用临床医药杂志, 2010(6): 39-40.
- [11] 陶慧, 马美琴. 真空采血流程对血标本合格率的影响及探讨[J]. 实用临床医药杂志, 2008(10): 21-22.
- [12] Pierre RV. Peripheral blood film review. The demise of the eye-count leukocyte differential[J]. Clin Lab Med, 2002, 22(1): 279-297.
- [13] 邢莹, 王建中, 普程伟, 等. ADVIA 120/2120 及多种类血细胞分析仪复检规则的建立和评价[J]. 中华医学杂志, 2010, 90(22): 1526-1530.
- [14] Barnes PW, McFadden SL, Machin SJ, et al. The international consensus group for hematology review: suggested criteria for action following automated CBC and WBC differential[J]. Lab Hematol, 2005, 11(2): 83-90.

(收稿日期: 2015-01-02)

equation[J]. Nephrology (Carlton), 2012, 17(4): 407-414.

- [14] Tsai CW, Grams ME, Inker LA, et al. Cystatin C-and creatinine-based estimated glomerular filtration rate, vascular disease, and mortality in persons with diabetes in the U. S[J]. Diabetes Care, 2014, 37(4): 1002-1008.
- [15] Rogacev KS, Pickering JW, Seiler S, et al. The chronic kidney disease epidemiology collaboration (CKD-EPI) equation incorporating both cystatin C and creatinine best predicts individual risk; a cohort study in 444 patients with chronic kidney disease[J]. Nephrol Dial Transplant, 2014, 29(2): 348-355.
- [16] Terpos E, Christoulas D, Kastritis E, et al. The chronic kidney disease epidemiology collaboration cystatin C(CKD-EPI-CysC) equation has an Independent prognostic value for overall survival in newly diagnosed patients with symptomatic multiple myeloma; is it time to change from MDRD to CKD-EPI-CysC equations[J]. Eur J Haematol, 2013, 91(4): 347-355.
- [17] Issa N, Kukla A, Jackson S, et al. Comparison of cystatin C and creatinine-based equations for GFR estimation after living kidney donation[J]. Transplantation, 2014, 98(8): 871-877.

(收稿日期: 2015-02-25)