

• 临床研究 •

开放科学
(资源服务)
标识码(OSID)

三种 FAS 公式估算的肾小球滤过率对冠心病监护室患者全因死亡的预测价值

杨敏 徐丝 吴莎 李晓宁

武汉大学中南医院肾内科 430071

通信作者: 李晓宁, Email: xiliusa2000@126.com

【摘要】 目的 比较三种 FAS 公式估算的肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)对冠心病监护室(Coronary Care Unit, CCU)患者全因死亡的预测价值。方法 回顾性分析 2014 年 1 月 1 日至 2015 年 6 月 1 日武汉大学中南医院 CCU 收治的 369 例患者的临床资料,使用三种 FAS 公式分别计算 eGFR($eGFR_{FASScr}$, $eGFR_{FASCysC}$, $eGFR_{FASScr-CysC}$),采用 Cox 回归分析 CCU 患者全因死亡的影响因素,绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC),评估影响因素对 CCU 患者全因死亡的预测价值。结果 369 例 CCU 患者中,93 例发生全因死亡事件(25.2%)。单因素 COX 回归分析显示,年龄、发生急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)、手术、使用血管活性药物、使用呼吸机、血红蛋白、白蛋白、血清胱抑素 C(cystatin C, CysC)、血肌酐(serum creatinine, Scr)、超敏 C 反应蛋白、急性生理与慢性健康状况(acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)评分、慢性肾脏病病史、 $eGFR_{FASScr}$ 、 $eGFR_{FASCysC}$ 、 $eGFR_{FASScr-CysC}$ 与 CCU 患者全因死亡相关(均 $P < 0.05$);多因素 COX 回归分析显示, $eGFR_{FASCysC}$ ($HR = 0.960, 95\%CI: 0.928 \sim 0.992, P = 0.016$)是患者全因死亡的独立影响因素。 $eGFR_{FASCysC}$ 预测 CCU 患者全因死亡的 ROC 曲线下面积较大(AUC: 0.842, $P < 0.001$)。结论 $eGFR_{FASCysC}$ 是 CCU 患者全因死亡的独立预测因子。

【关键词】 肾小球滤过率;冠心病重症监护病房;全因死亡

DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.120-190

Predictive value of glomerular filtration rate estimated by three FAS formulas for all-cause mortality in patients in coronary care unit

Yang Min, Xu Si, Wu Sha, Li Xiao-ning

Department of Nephrology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

Corresponding author: Li Xiao-ning, Email: xiliusa2000@126.com

【Abstract】 Objective To compare the predictive value of estimated glomerular filtration rate(eGFR)estimated by three FAS formulas for all-cause mortality in coronary care unit(CCU) patients. **Methods** From January 1, 2014 to June 1, 2015, a total of 369 CCU patients were recruited. The values of $eGFR_{FASScr}$, $eGFR_{FASCysC}$ and $eGFR_{FASScr-CysC}$ were calculated by three FAS formulas. Cox regression analysis was utilized for examining the influencing factors of all-cause mortality and receiver operating characteristic curve(ROC)was plotted for evaluating the predictive value of the influencing factor for all-cause mortality in CCU patients. **Results** Among them, 93 (25.2%) had all-cause mortality events. Univariate Cox regression analysis revealed that age, AKI, operation, use of vasoactive drugs, use of breathing machine, hemoglobin(Hb), albumin(Alb), cystatin C(CysC), serum creatinine(Scr), high sensitivity-C reactive protein(hs-CRP), acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score, chronic kidney disease history, $eGFR_{FASScr}$, $eGFR_{FASCysC}$ and $eGFR_{FASScr-CysC}$ were associated with all-cause mortality($P < 0.05$). And multivariate Cox regression analysis showed that $eGFR_{FASCysC}$ ($HR = 0.960, 95\%CI: 0.928 \sim$

0.992, $P = 0.016$) was an independent influencing factor for all-cause mortality in CCU patients. And $eGFR_{FAS_{CysC}}$ might predict a larger area under the ROC curve for all-cause mortality in CCU patients. **Conclusion** $eGFR_{FAS_{CysC}}$ is an independent predictor of all-cause mortality in CCU patients.

【Key words】 Glomerular filtration rate; Coronary care units; All-cause death events

DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.120-190

冠状动脉粥样硬化性心脏病 (coronary heart disease, CHD) 是一种严重危害人类健康的心血管疾病^[1], 肾功能不全是冠心病患者预后不良的独立危险因素^[2-3]。肾小球滤过率 (glomerular filtration rate, GFR) 是反映肾功能的理想指标^[4]。但是, GFR 无法通过直接检测获得; 需经间接测量, 且检测方法繁琐、费用昂贵, 在临床上很少应用^[5]。临床上推荐了多种计算 GFR 的公式, 其中只有 FAS 公式适用于全年龄段^[6-7]。然而, 目前很少有关于 FAS 公式计算的 $eGFR$ 对冠心病监护室 (Coronary Care Unit, CCU) 患者预后方面作用的研究。本文就此探讨三种 FAS 公式 (FAS Scr 公式、FAS CysC 公式、FAS Scr-CysC 联合公式) 计算的 $eGFR$ 对 CCU 患者全因死亡的预测价值, 试图初步筛选出更适合 CCU 患者的 $eGFR$ 计算公式。

对象与方法

一、研究对象

回顾性分析 2014 年 1 月 1 日至 2015 年 6 月 1 日武汉大学中南医院 CCU 收治的 412 例患者。入选标准: 年龄 ≥ 18 岁且在 CCU 住院时间 ≥ 24 h。排除入院前已接受肾脏替代治疗, 服用影响血肌酐 (serum creatinine, Scr) 的药, 抽血前接受糖皮质激素治疗, 合并甲状腺疾病、恶性肿瘤、肌肉疾病, 临床资料不全患者共 43 例。最终纳入研究的患者共 369 例。本研究已获得武汉大学中南医院伦理委员会批准 (伦理批件编号: 2013023)。

二、方法

1. 资料收集 收集入院时患者一般资料, 包括年龄、性别、平均动脉压 (mean arterial pressure, MAP)、体重指数 (body mass index, BMI)、既往病史 (如糖尿病病史、高血压病史、慢性肾脏病病史)、病因、冠心病的严重程度、相关治疗等信息。

收集患者入住 CCU 后首次测得的急性生理与慢性健康状况 (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II) 评分和实验室检查结果, 如血清胱抑素 C (cystatin C, CysC)、Scr、总胆固

醇 (total cholesterol, TC)、三酰甘油 (triacylglycerol, TG)、高密度脂蛋白 (high-density lipoprotein, HDL)、低密度脂蛋白 (low density lipoprotein, LDL)、白蛋白 (albumin, Alb)、总蛋白 (total protein, TP)、血红蛋白 (hemoglobin, Hb)、超敏 C 反应蛋白 (high sensitive C-reactive protein, hs-CRP)、总胆红素 (total bilirubin, TBil)、直接胆红素 (direct bilirubin, DBil)、间接胆红素 (indirect bilirubin, ID-Bil)、丙氨酸氨基转移酶 (alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸氨基转移酶 (aspartate transaminase, AST)、乳酸脱氢酶 (lactate dehydrogenase, LDH)、肌酸激酶 (creatinine Kinase, CK)、肌酸激酶同工酶 (creatinine kinase isoenzymes, CK-MB)、肌钙蛋白 I (troponin I, TNI)、B 型钠尿肽 (brain natriuretic peptide, BNP)、左室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF) 等。其中 CysC 测定采用颗粒增强散射免疫比浊法, 检测仪器为贝克曼 AU5800 自动生化分析仪 (美国)。Scr 测定采用罗氏酶促法, 并采用同位素稀释质谱法追踪校准, 检测仪器为贝克曼 AU5800 自动生化分析仪。在收集患者的初始数据后, 对患者进行随访 2 年。

2. 肾小球滤过率公式 由于本研究中患者年龄分布较松散, 我们采用适用于全年龄段的 FAS 公式。(表 1)

表 1 三种 FAS 公式列表

公式名称	公式	备注
FAS _{Scr} 公式	2 岁 \leq 年龄 \leq 40 岁, $107.3 / (Scr / Q_{Scr})$ 年龄 $>$ 40 岁, $0.988^{(年龄-40)} \times 107.3 / (Scr / Q_{Scr})$	Q_{Scr} : 女 7 mg/L, 男 9 mg/L
FAS _{CysC} 公式	2 \leq 年龄 \leq 40 岁时, $107.3 / (CysC / Q_{CysC})$ 年龄 $>$ 40 时, $0.988^{(年龄-40)} \times 107.3 / (CysC / Q_{CysC})$	Q_{CysC} : 年龄 $<$ 70 岁时为 0.82; 年龄 ≥ 70 岁为 0.95
FAS _{Scr-CysC 联合公式}	2 岁 \leq 年龄 \leq 40 岁时, $107.3 / [\alpha \times Scr / Q_{Scr} + (1-\alpha) \times CysC / Q_{CysC}]$ 年龄 $>$ 40 岁时, $0.988^{(年龄-40)} \times 107.3 / [\alpha \times Scr / Q_{Scr} + (1-\alpha) \times CysC / Q_{CysC}]$	α 和 $1-\alpha$ 为 Q_{Scr} 和 Q_{CysC} 所占权重

3. 定义 根据 2012 年 KDIGO-AKI 指南, 急性肾损伤 (acute kidney injury, AKI) 定义为在 48 h

内,Scr 上升 $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$ ($\geq 3 \text{ mg/L}$),或在 7 d 内,Scr 升至 ≥ 1.5 倍基础值,或连续 6 h 尿量 $< 0.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。冠心病的严重程度通过 Gensini 评分系统进行评估^[8-9]。

三、统计学方法

采用 SPSS 25.0 及 GraphPad Prism 8.4.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料使用 Mean \pm SD 表示,不符合正态分布的计量资料采用中位数(四分位数) $M(1/4, 3/4)$ 表示;计数资料使用率(%)表示。采用 Cox 回归分析全因死亡的可能影响因素。绘制受试者工作特征曲线(ROC),评估影响因素对 CCU 患者全因死亡的预测价值。 $P < 0.05$ 视为差异有统计学意义。

结 果

一、患者的一般情况

本研究共纳入 369 例患者,其中男 250 例(67.8%),女 119 例(32.2%),年龄的中位数为 69.0(57.0, 79.0)岁, BMI 为 $(23.8 \pm 3.3) \text{ kg/m}^2$ 。患者入住 CCU 的主要病因中,急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS) 275 例(74.5%),慢性冠状动脉病(chronic coronary artery disease, CAD) 89 例(24.1%),其他 5 例(1.4%)。既往高血压病史 237 例(64.2%),糖尿病病史 106 例(28.7%),慢性肾脏病病史 55 例(14.9%)。住院期间发生 AKI 共 111 例(30.1%),进行手术 181 例

(49.1%),使用血管活性药物 57 例(15.4%),使用呼吸机 39 例(10.6%)。2 年病死率约 25.2%。

二、患者的检查结果

患者 Scr 值为 $77.0(62.7, 89.8) \mu\text{mol/L}$, CysC 值为 $1.2(0.9, 1.7) \text{ mg/L}$ 。FAS Scr 公式计算的 eGFR($e\text{GFR}_{\text{FASScr}}$)为 $78.0(57.0, 95.9) \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot(1.73 \text{ m}^2)^{-1}$, FAS CysC 公式计算的 eGFR($e\text{GFR}_{\text{FASCysC}}$)为 $58.2(39.1, 76.0) \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot(1.73 \text{ m}^2)^{-1}$, FAS Scr-CysC 联合公式计算的 eGFR($e\text{GFR}_{\text{FASScr-CysC}}$)为 $64.1(47.3, 81.3) \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot(1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ 。冠状动脉 Gensini 评分为 $37.0(18.0, 64.1)$ 分, APACHE II 评分为 (7.9 ± 3.7) 分, MAP 为 $(93.1 \pm 16.1) \text{ mmHg}$ ($1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$), EF 值为 $(59.3 \pm 12.5)\%$, TC 值为 $4.0(3.4, 4.7) \text{ mmol/L}$, TG 值为 $1.2(0.8, 1.8) \text{ mmol/L}$, HDL 值为 $1.0(0.8, 1.2) \text{ mmol/L}$, LDL 值为 $2.6(2.1, 3.2) \text{ mmol/L}$, Alb 值为 $(37.3 \pm 4.5) \text{ g/L}$, TP 值为 $(63.5 \pm 5.5) \text{ g/L}$, Hb 值为 $128.0(111.2, 140.1) \text{ g/L}$, hs-CRP 值为 $4.6(1.7, 14.9) \text{ mg/L}$, TBil 值为 $15.8(11.5, 20.9) \mu\text{mol/L}$, DBil 值为 $2.9(1.8, 4.9) \mu\text{mol/L}$, IDBil 值为 $13.0(9.4, 16.3) \mu\text{mol/L}$, ALT 值为 $30.0(21.0, 47.0) \text{ U/L}$, AST 值为 $35.0(24.0, 100.5) \text{ U/L}$, LDH 值为 $255.0(192.0, 359.0)$, CK 值为 $141.5(67.8, 515.0) \text{ U/L}$, CK-MB 值为 $19.0(10.0, 51.0)$, TnI 值为 $0.5(0.1, 6.7) \text{ ng/L}$, BNP 值为 $471.0(131.0, 1334.8) \text{ ng/L}$ 。

表 2 CCU 患者全因死亡的危险因素 COX 回归分析

影响因素	单因素 COX 回归分析		多因素 COX 回归分析	
	HR(95%CI)	P 值	HR(95%CI)	P 值
年龄	1.043(1.024~1.062)	0.000	0.992(0.961~1.024)	0.615
慢性肾脏病病史	2.144(1.336~3.442)	0.002	0.821(0.377~1.790)	0.620
发生急性肾损伤	4.293(2.827~6.519)	0.000	0.841(0.391~1.808)	0.657
手术	0.272(0.168~0.439)	0.000	0.522(0.268~1.018)	0.056
血管活性药物	5.020(3.240~7.778)	0.000	1.842(0.854~3.975)	0.120
呼吸机	5.884(3.774~9.176)	0.000	1.459(0.615~3.460)	0.391
血红蛋白	0.975(0.967~0.983)	0.000	1.000(0.985~1.015)	0.988
白蛋白	0.916(0.879~0.956)	0.000	1.013(0.945~1.086)	0.721
总蛋白	0.960(0.920~1.000)	0.052	0.978(0.923~1.037)	0.457
血肌酐	1.004(1.003~1.006)	0.000	1.001(0.998~1.005)	0.406
血清胱抑素	2.303(1.968~2.695)	0.000	1.076(0.547~2.118)	0.832
三酰甘油	0.770(0.583~1.016)	0.065	0.985(0.759~1.277)	0.907
直接胆红素	1.021(0.999~1.044)	0.059	1.024(0.989~1.059)	0.185
超敏 C 反应蛋白	1.006(1.002~1.010)	0.003	1.002(0.997~1.007)	0.404
APACHE II 评分	1.190(1.136~1.247)	0.000	1.045(0.961~1.135)	0.304
Gensini 评分	1.010(0.999~1.021)	0.072	-	-
B 型钠尿肽	1.000(1.000~1.001)	0.001	-	-
肌钙蛋白 I	0.984(0.963~1.006)	0.154	-	-
eGFR _{FASCysC}	0.955(0.945~0.965)	0.000	0.960(0.928~0.992)	0.016
eGFR _{FASScr}	0.983(0.975~0.991)	0.000	1.013(0.999~1.027)	0.076
eGFR _{FASScr-CysC}	0.958(0.948~0.968)	0.000	0.955(0.970~1.021)	0.718

注: eGFR 为估算肾小球滤过率。

三、影响 CCU 患者全因死亡的因素

截止研究结束,93 例(25.2%)患者死亡,276 例(74.8%)患者存活。单因素 COX 回归分析显示,年龄、发生 AKI、手术、使用血管活性药物、使用呼吸机、Hb、Alb、CysC、Scr、hs-CRP、APACHE II 评分、慢性肾脏病病史、 $eGFR_{FASScr}$ 、 $eGFR_{FASCysC}$ 、 $eGFR_{FASScr-CysC}$ 与患者全因死亡相关(均 $P < 0.05$);多因素 COX 回归分析显示, $eGFR_{FASCysC}$ ($HR = 0.960, 95\%CI: 0.928 \sim 0.992, P = 0.016$) 是患者全因死亡的独立影响因素(表 2)。 $eGFR_{FASCysC}$ 预测 CCU 患者全因死亡的 ROC 曲线下面积较大(AUC:0.842, 95%CI:0.794~0.890, $P < 0.001$), 截取值为 48.955, 敏感度为 78.3%, 特异度为 82.8%。(图 1)。

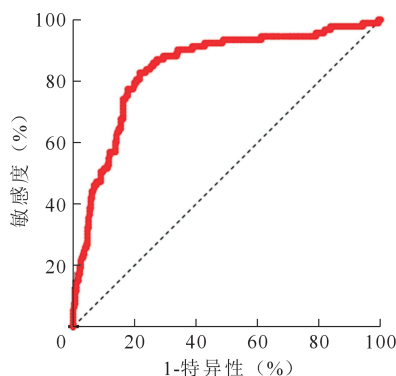


图 1 $eGFR_{FASCysC}$ 对冠心病重监护室患者全因死亡的预测(ROC 曲线)

讨 论

CHD 是一个重大的公共卫生问题,是全球范围内主要的死亡原因之一^[10]。既往研究表明,肾功能不全是冠心病患者临床预后不良的独立危险因素^[11-13]。Lee 等^[14]认为 $eGFR$ 下降与心血管死亡的风险增加有关。Chen 等^[15]亦认为在中国 CHD 患者中,基线 $eGFR$ 降低与全因和心血管病死亡风险增加相关。

2016 年, Pottel 等^[7]发表并验证了新的基于 Scr 的 FAS Scr 公式,用于估计所有年龄段的健康和肾脏疾病受试者的 GFR。FAS Scr 公式基于三个基本假设:(1)健康人群在肾功能成熟后(2 岁左右)的平均 GFR 为 $107.3 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$,直到 40 岁;(2)GFR 下降始于 40 岁左右;(3)GFR 和人群标准化 Scr(Scr/Qscr)呈负相关。2017 年, Pottel 等^[16]通过用 CysC 代替归一化 Scr,引入两个生物标志物的(加权)平均值,将基于 Scr 的 FAS 公

式转变为基于 CysC 的 FAS 公式和基于 Scr、CysC 的联合 FAS 公式。这些 FAS 公式显示的性能值与当前推荐的儿童、青少年、成人和老年人 $eGFR$ 公式相当,甚至在某些条件下优于当前推荐的 $eGFR$ 公式。由于 Scr 能被肾脏完全滤过,故常被用作评价 $eGFR$ 的指标。然而,用 Scr 作为评估肾功能的指标有其不足之处,即 Scr 水平易受年龄、性别、体重、肌肉质量和营养不良状态等影响^[17]。CysC 是有核细胞以稳定的速率产生的一种低分子蛋白质,不受年龄、性别、肌肉质量、饮食的影响,可自由被肾小球滤过,然后在肾小管被全部重吸收,在某些情况下,被认为是更准确地 GFR 生物标志物^[18-19]。

本研究中患者的 $eGFR_{FASScr-CysC}$ 的中位数介于 $eGFR_{FASScr}$ 的中位数和 $eGFR_{FASCysC}$ 的中位数之间,与 Pottel 等^[16]的研究结果一致,即当 Scr/Qscr 偏离 CysC/QcysC 时, $eGFR_{FASScr}$ 将偏离 $eGFR_{FASCysC}$, $eGFR_{FASScr-CysC}$ 将介于两个单一生物标志物 FAS 公式预测的 $eGFR$ 之间。本研究中 CCU 患者 AKI 的发病率为 30.1%,与 Melo 等^[20]的研究中 AKI 35.1%的发病率较接近。

在本研究中,多因素 COX 回归分析示 $eGFR_{FASCysC}$ 是 CCU 患者全因死亡的独立影响因素($P < 0.001$), $eGFR_{FASCysC}$ 对 CCU 患者的全因死亡事件的发生具有较好的预测价值(AUC:0.842, 95%CI: 0.794~0.890, $P < 0.001$)。这与 Almeida 等^[2]的一项针对 801 例急性冠状动脉综合征患者的研究结果类似,即与基于 Scr 的 $eGFR$ 公式相比,基于 CysC 的 $eGFR$ 公式对急性冠状动脉综合征患者发生全因死亡事件预测价值最高。Jang 等^[21]亦认为用基于 CysC 公式计算的 $eGFR$ 比用基于 Scr 公式计算的 $eGFR$ 预测急性心力衰竭患者的预后更准确。

本研究的创新处在于,第一,目前大多数研究都集中在比较不同公式计算的 $eGFR$ 和实测 GFR 之间的准确性,很少有文献研究不同公式应用于特定疾病的预测价值,本研究是首次在 CCU 人群中专门进行评估不同 $eGFR$ 公式计算的 $eGFR$ 对发生全因死亡事件的预测价值。第二,FAS 公式比目前推荐的 $eGFR$ 计算公式更精确、更简单,FAS 公式不仅适用于所有年龄段,也适用于目前推荐的所有肾脏生物标志物。本研究也存在一些局限性,由于是回顾性研究,本研究临床资料中缺乏^{99m}Tc-DTPA 等较为精确的评价肾功能的指标。

综上所述, $eGFR_{FASCysC}$ 是 CCU 患者全因死亡的独立预测因子。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Jiao M, Li JT, Zhang Q, et al. Identification of four potential biomarkers associated with coronary artery disease in non-diabetic patients by gene Co-expression network analysis[J]. *Front Genet*, 2020, 11:542. DOI:10.3389/fgene.2020.00542.
- [2] Almeida I, Caetano F, Barra S, et al. Estimating glomerular filtration rate in acute coronary syndromes: Different equations, different mortality risk prediction[J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2016, 5 (3): 223-230. DOI: 10.1177/2048872615576219.
- [3] Rioboo Lestón L, Abu-Assi E, Raposeiras-Roubin S, et al. Prognostic usefulness of an age-adapted equation for renal function assessment in older patients with acute coronary syndrome[J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2018, 7 (8): 703-709. DOI:10.1177/2048872617730040.
- [4] Li Z, Ge W, Han CY, et al. Prognostic values of three equations in estimating glomerular filtration rates of patients undergoing Off-pump coronary artery bypass grafting[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2020, 16:451-459. DOI:10.2147/TCRM.S248710.
- [5] 黄思华, 吴锡信. 肌酐全年齡阶段新公式在慢性肾脏病患者中的临床应用研究[J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30(9): 877-881. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.09.011. Huang SH, Wu XX. Clinical application of full age spectrum formula based on serum creatinine in patients with chronic kidney disease[J]. *Chin Crit Care Med*, 2018, 30(9): 877-881. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.09.011.
- [6] Gallo P, de Vincentis A, Pedone C, et al. Prognostic relevance of glomerular filtration rate estimation obtained through different equations in hospitalized elderly patients[J]. *Eur J Intern Med*, 2018, 54:60-64. DOI:10.1016/j.ejim.2018.04.001.
- [7] Pottel H, Hoste L, Dubourg L, et al. An estimated glomerular filtration rate equation for the full age spectrum[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2016, 31(5): 798-806. DOI: 10.1093/ndt/gfv454.
- [8] Gensini GG. A more meaningful scoring system for determining the severity of coronary heart disease[J]. *Am J Cardiol*, 1983, 51(3):606. DOI:10.1016/s0002-9149(83)80105-2.
- [9] Deveci B, Gazi E. Relation between globulin, fibrinogen, and albumin with the presence and severity of coronary artery disease [J]. *Angiology*, 2021, 72 (2): 174-180. DOI: 10.1177/0003319720959985.
- [10] Rudzik R, Dziedziczko V, Rać ME, et al. Polymorphisms in GP6, PEAR1A, MRV11, PIK3CG, JMJD1C, and SHH genes in patients with unstable angina[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(20): E7506. DOI:10.3390/ijerph17207506.
- [11] Rivera-Caravaca JM, Ruiz-Nodar JM, Tello-Montoliu A, et al. Disparities in the estimation of glomerular filtration rate according to Cockcroft-gault, modification of diet in renal disease-4, and chronic kidney disease epidemiology collaboration equations and relation with outcomes in patients with acute coronary syndrome[J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(9): e008725. DOI:10.1161/JAHA.118.008725.
- [12] de Rosa R, Morici N, De Servi S, et al. Impact of renal dysfunction and acute kidney injury on outcome in elderly patients with acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2020; 2048872620920475. DOI:10.1177/2048872620920475.
- [13] Flores-Blanco PJ, López-Cuenca Á, Januzzi JL, et al. Comparison of risk prediction with the CKD-EPI and MDRD equations in non-ST-segment elevation acute coronary syndrome[J]. *Clin Cardiol*, 2016, 39(9):507-515. DOI:10.1002/clc.22556.
- [14] Lee K, Kim J. Estimated glomerular filtration rate and albuminuria in Korean population evaluated for cardiovascular risk [J]. *Int Urol Nephrol*, 2016, 48(5): 759-764. DOI: 10.1007/s11255-016-1244-9.
- [15] Chen Q, Zhang Y, Ding D, et al. Estimated glomerular filtration rate and mortality among patients with coronary heart disease [J/OL]. *PLoS One*, 2016, 11(8): e0161599. DOI: 10.1371/journal.pone.0161599.
- [16] Pottel H, Delanaye P, Schaeffner E, et al. Estimating glomerular filtration rate for the full age spectrum from serum creatinine and cystatin C[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2017, 32(3): 497-507. DOI:10.1093/ndt/gfw425.
- [17] Wong Vega M, Swartz SJ, Devaraj S, et al. Elevated serum creatinine; but is it renal failure? [J/OL]. *Pediatrics*, 2020, 146(1): e20192828. DOI:10.1542/peds.2019-2828.
- [18] Hojs Fabjan T, Penko M, Hojs R. Newer glomerular filtration rate estimating equations for the full age spectrum based on serum creatinine and cystatin C in predicting mortality in patients with ischemic stroke [J]. *Eur J Intern Med*, 2018, 52: 67-72. DOI:10.1016/j.ejim.2018.02.005.
- [19] Zhao MH, Che QQ, Zhang YD, et al. Expression and clinical significance of serum cystatin C in patients with hypertension and coronary heart disease[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(22): e20029. DOI:10.1097/MD.00000000000020029.
- [20] Melo F, Macedo E, Fonseca Bezerra AC, et al. A systematic review and meta-analysis of acute kidney injury in the intensive care units of developed and developing countries[J/OL]. *PloS one*, 2020, 15(1): e226325. DOI: 10.1371/journal.pone.0226325.
- [21] Jang SY, Yang DH, Kim HJ, et al. Prognostic Value of Cystatin C-Derived Estimated Glomerular Filtration Rate in Patients with Acute Heart Failure[J]. *Cardiorenal Med*, 2020, 10(4): 232-242. DOI:10.1159/000504084.

(收稿日期:2020-08-25)