

- [7] 顾丽, 韩晓华, 李艳. 116例宫颈癌的发病特点与临床症状分析[J]. 新疆医学, 2011, 41(11): 51-52.
- [8] 蒋乐萍. 宫颈癌患者淋巴结转移的影响因素分析[J]. 实用癌症杂志, 2013, 28(6): 731-733.
- [9] 吴甜. 宫颈癌淋巴结转移危险因素分析[J]. 中国妇幼保健, 2013, 28(22): 3591-3593.
- [10] 何君梅, 尹格平. 21种亚型检测在宫颈疾病诊断及预测中的价值[J]. 山东医学, 2010, 50(15): 35-36.

肾小球滤过率测算公式的计算机智能系统应用于临床的价值

江 峡¹, 吴锡信² (1. 广东省人民医院南海医院, 佛山市南海区第二人民医院肾内科, 广东佛山 528251; 2. 广东省第二人民医院肾内科, 广州 510317)

摘要: **目的** 探讨肾小球滤过率(GFR)测算公式的计算机智能系统(CIS)临床应用价值。**方法** 依次运用10条公式, 分别采取3种方法(手工计算、计算器运算、CIS测算)计算出30例慢性肾脏病患者的CCr/eGFR, 比较3种方法的计算耗时、错误率和得票数。**结果** CIS耗时显著少于计算器耗时($P<0.01$), 计算器耗时显著少于手算耗时($P<0.01$); CIS错误率显著低于计算器错误率($P<0.01$), 计算器错误率显著低于手算错误率($P<0.01$)。CIS甚至获得12票(全票), 显著高于其他两种方法($P<0.01$)。**结论** 用CIS测算CCr/GFR使用方便, 耗时少且准确率高, 值得临床推广。

关键词: 肾小球滤过率; 99mTc-DTPA清除率; 肾功能; 计算机智能系统

中图分类号: R 446.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-3610(2017)05-0511-04

Clinical value of the computer intelligent system of the measure formula for glomerular filtration rate

JIANG Xia¹, WU Xi-xin² (1. Department of Nephrology, Nanhai Hospital of Guangdong General Hospital, the Second People's Hospital of Nanhai, Nanhai 528251, China; 2. Department of Nephrology, the Second People's Hospital of Guangdong, Guangzhou 510317, China)

Abstract: **Objective** To investigate the clinical value of the computer intelligent system (CIS) of the measure formula for glomerular filtration rate (GFR). **Methods** The CCr/eGFR of 30 patients with chronic kidney diseases (CKD) was calculated with three methods (manual calculation, calculator and CIS measure) and by successively using 10 formulas. The time consumption of the calculation, error rate and the number of votes of the three methods were compared. **Results** The time consumption of CIS was significantly less than that of calculator ($P<0.01$), and the time consumption of calculator was significantly less than that of manual calculation ($P<0.01$); the error rate of CIS was significantly lower than that of calculator ($P<0.01$), and the error rate of calculator was significantly lower than that of manual calculation ($P<0.01$). CIS even won all the 12 votes, significantly higher than the other two methods ($P<0.01$). **Conclusion** The CIS can be easily applied in the measure of CCr/GFR, consume less time and has a high accuracy, which is worth clinical promotion.

Key words: glomerular filtration rate; 99mTc-DTPA clearance rate; renal function; computer intelligent system

肾小球滤过率(GFR)是当今评估肾功能的重要指标。通过放射性同位素标记物99mTc-DTPA清除率来测定GFR是目前公认的可精确测定GFR的方法, 但缺点较多, 如检查过程繁琐、存在放射损害、费

用昂贵以及基层医院不容易普及等^[1-3]。寻求一种可靠、简便、廉价的方式测算GFR(eGFR)是临床肾病患者一直以来的追求。为此, 我们建立了一个GFR测算公式的计算机智能系统(Computer Intelligent System, CIS), 为探讨CIS的临床应用价值, 我们进行了研究, 结果报道如下。

基金项目: 广东省佛山市医学类科技计划项目

(No.2015AB000642)

收稿日期: 2017-05-02; **修订日期:** 2017-09-09

作者简介: 江 峡(1972-), 女, 本科, 副主任医师。

1 资料和方法

1.1 研究对象

随机选择30例肾内科住院患者,其中肾功能不全者18例,男9例,女9例,平均年龄 (38.18 ± 11.24) 岁,SCr $91 \sim 2\,331 \mu\text{mol/L}$,肾功能正常者12例,男6例,女6例,平均年龄 (33.21 ± 11.13) (22~46)岁,SCr $71 \sim 134 \mu\text{mol/L}$ 。

1.2 方法

1.2.1 公式 选择临床常用的10条公式进行本研究,具体如下:

1.2.1.1 Cockcroft G公式^[4] $\text{CCr(男)}=[(140-\text{年龄}) \times \text{体质量}/72] \times \text{SCr}$, $\text{CCr(女)}=[(140-\text{年龄}) \times \text{体质量}/85] \times \text{SCr}$ 。

1.2.1.2 CKDEPI-SCr公式^[5] (1)女性, $\text{SCr} \leq 0.7 \text{ mg/L}$, $\text{eGFR}=144 \times (\text{SCr}/0.7)^{-0.329} \times (0.993)^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.159)$; (2)女性, $\text{SCr} > 0.7 \text{ mg/L}$, $\text{eGFR}=144 \times (\text{SCr}/0.7)^{-1.209} \times (0.993)^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.159)$; (3)男性, $\text{SCr} \leq 0.9 \text{ mg/L}$, $\text{eGFR}=141 \times (\text{SCr}/0.7)^{-0.411} \times (0.993)^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.159)$; (4)男性, $\text{SCr} > 0.9 \text{ mg/L}$, $\text{eGFR}=141 \times (\text{SCr}/0.7)^{-1.209} \times (0.993)^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.159)$ 。

1.2.1.3 美国IDMS-SCr公式^[6] $\text{eGFR}=175 \times \text{SCr}^{-1.154} \times \text{年龄}^{-0.203}(\text{女性} \times 0.742)(\text{黑人} \times 1.212)$ 。

1.2.1.4 日本酶法MDRD-SCr公式^[7] $\text{eGFR}=0.763 \times 175 \times \text{SCr}^{-1.154} \times \text{Age}^{-0.203}(\text{女性} \times 0.742)$ 。

1.2.1.5 CKDEPI-SCysC公式^[8] (1) $\text{SCysC} \leq 0.8 \text{ mg/L}$, $\text{eGFR}=133 \times (\text{SCysC}/0.8)^{-0.499} \times 0.996^{\text{Age}}(\text{女性} \times 0.932)$; (2) $\text{SCysC} > 0.8 \text{ mg/L}$, $\text{eGFR}=133 \times (\text{SCysC}/0.8)^{-1.328} \times 0.996^{\text{Age}}(\text{女性} \times 0.932)$ 。

1.2.1.6 Filler G, et al-SCysC公式^[9] $\text{eGFR}=91.6 \times \text{SCysC}^{-1.123}$ 。

1.2.1.7 Rule-SCysC公式^[10] $\text{eGFR}=[66.8 \times \text{SCysC}^{-1.30}] \times [273 \times \text{SCr}^{-1.22} \times \text{Age}^{-0.299}(\text{女性} \times 0.738)]$ 。

1.2.1.8 CKDEPI-SCr&SCysC公式^[8] (1)女性: $\text{SCr} \leq 0.7 \text{ mg/L}$ 或 $61.88 \mu\text{mol/L}$, $\text{SCysC} \leq 0.8 \text{ mg/L}$; $\text{eGFR}=130 \times (\text{SCr}/0.7)^{-0.248} \times (\text{SCysC}/0.8)^{-0.375} \times 0.995^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.08)$; $\text{SCr} \leq 0.7 \text{ mg/L}$ 或 $61.88 \mu\text{mol/L}$, $\text{SCysC} > 0.8 \text{ mg/L}$; $\text{eGFR}=130 \times (\text{SCr}/0.7)^{-0.248} \times (\text{SCysC}/0.8)^{-0.711} \times 0.995^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.08)$; $\text{SCr} > 0.7 \text{ mg/L}$ 或 $61.88 \mu\text{mol/L}$, $\text{SCysC} \leq 0.8 \text{ mg/L}$; $\text{eGFR}=130 \times (\text{SCr}/0.7)^{-0.601} \times (\text{SCysC}/0.8)^{-0.375} \times 0.995^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.08)$; $\text{SCr} > 0.7 \text{ mg/L}$ 或 $61.88 \mu\text{mol/L}$, $\text{SCysC} > 0.8 \text{ mg/L}$; $\text{eGFR}=130 \times (\text{SCr}/0.7)^{-0.601} \times (\text{SCysC}/0.8)^{-0.711} \times 0.995^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.08)$ 。(2)男性: $\text{SCr} \leq 0.9 \text{ mg/L}$ 或 $79.56 \mu\text{mol/L}$, $\text{SCysC} \leq 0.8 \text{ mg/L}$; $\text{eGFR}=135 \times (\text{SCr}/0.9)^{-0.207} \times (\text{SCysC}/0.8)^{-0.375} \times 0.995^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.08)$; $\text{SCr} \leq 0.9$

mg/L 或 $79.56 \mu\text{mol/L}$, $\text{SCysC} > 0.8 \text{ mg/L}$; $\text{eGFR}=135 \times (\text{SCr}/0.9)^{-0.207} \times (\text{SCysC}/0.8)^{-0.711} \times 0.995^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.08)$; $\text{SCr} > 0.9 \text{ mg/L}$ 或 $79.56 \mu\text{mol/L}$, $\text{SCysC} \leq 0.8 \text{ mg/L}$; $\text{eGFR}=135 \times (\text{SCr}/0.9)^{-0.601} \times (\text{SCysC}/0.8)^{-0.375} \times 0.995^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.08)$; $\text{SCr} > 0.9 \text{ mg/L}$ 或 $79.56 \mu\text{mol/L}$, $\text{SCysC} > 0.8 \text{ mg/L}$; $\text{eGFR}=135 \times (\text{SCr}/0.9)^{-0.601} \times (\text{SCysC}/0.8)^{-0.711} \times 0.995^{\text{Age}}(\text{黑人} \times 1.08)$ 。

1.2.1.9 吴氏-SCr&SCysC新公式^[11] $\text{eGFR}=179 \times \text{SCr}^{-0.7381} \times \text{SCysC}^{-0.5167} \times \text{Age}^{-0.1778}(\text{女性} \times 0.817)$ 。

1.2.1.10 国内健康人-SCr&SCysC公式^[11] $\text{eGFR}=169 \times (\text{SCr}/88.4)^{-0.608} \times \text{SCysC}^{-0.63} \times \text{Age}^{-0.157}(\text{女性} \times 0.83)$ 。

1.2.2 操作方法 12个操作人员均为本院住院医师,计时器采用秒表计时器。12位操作人员依次运用前述10条公式,分别采取3种方法(手工计算、计算器运算、CIS测算)计算出30例慢性肾脏病患者的CCr或eGFR,每轮测算无论对错均只将首次测算结果纳入统计,在每一次开始计算时自行启动电子秒表计时,计算结束后自行暂停计时,电子秒表所示时间则为运算耗时(秒)。用不同公式及不同运算方法测得GFR或CCr的耗时以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。首轮测算全部完毕后进行结果复核,复核后的结果与首轮测算结果有异者再次复核,两次复核结果一致但与首轮操作的结果不同时视首轮测算的结果错误,计算错误的发生率(%)。复核完毕后向12位操作者发放问卷调查表,了解操作人员倾向哪种测算方法,如实填写后回收,计算各方法的得票数(n)。此外,从30例慢性肾脏病患者中随机选择10例,依次采取前述3种方法运用10条公式计算CCr或eGFR,计时、计算错误率和得票数的方式同前述。

1.3 统计学处理

用SPSS 20.0软件进行统计分析,采用单因素方差分析或 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

3种方法临床使用情况对比见表1。

同一受测者用10条公式测算CCr或eGFR耗时和错误率结果详见表2。

3 讨论

在慢性肾脏病的诊治过程中,为了能快速评估残余肾功能,探寻一种简便、快捷、安全、廉价的方法来测算eGFR是肾病工作者一直以来的追求。迄

表1 3种方法测算CCr/GFR的耗时、错误率、得票数结果 ($\bar{x} \pm s$)

公式与使用方法		运算(开始计算到得出结果)耗时(s, n=30)	计算结果的错误发生率(% , n=30)	医生选择3种方法的得票数(% , n=12)
(1)Cockcroft G公式	CIS测算	132.15±21.28	0	100
	计算器运算	1406.23±633.31	43.23±21.17	0
	手工计算	4720.22±1733.19	64.11±33.42	0
(2)CKDEPI-SCr公式	CIS测算	131.37±19.21	0	100
	计算器运算	2134.15±1821.28	53.29±34.31	0
	手工计算	+∞(无法计算)	—	0
(3)美国IDMS·SCr公式	CIS测算	130.11±17.24	0	100
	计算器运算	1842.33±1544.17	49.21±27.33	0
	手工计算	+∞(无法计算)	—	0
(4)日本酶法MDRD·SCr公式	CIS测算	129.26±16.11	0	100
	计算器运算	2011.18±1421.32	51.42±32.18	0
	手工计算	+∞(无法计算)	—	0
(5)CKDEPI·SCysC公式	CIS测算	128.19±17.14	0	100
	计算器运算	1842.25±1544.18	49.22±27.35	0
	手工计算	+∞(无法计算)	—	0
(6)Filler G, etal·SCysC公式	CIS测算	129.27±13.34	0	100
	计算器运算	1511.26±955.15*	44.11±19.27	0
	手工计算	+∞(无法计算)	—	0
(7)Rule·SCysC公式	CIS测算	123.21±15.18	0	100
	计算器运算	1767.32±1522.13	44.28±19.13	0
	手工计算	+∞(无法计算)	—	0
(8)CKDEPI·SCr&SCysC公式	CIS测算	122.19±16.41	0	100
	计算器运算	2351.26±1756.34	56.32±31.28	0
	手工计算	+∞(无法计算)	—	0
(9)吴氏新公式	CIS测算	120.21±11.17	0	100
	计算器运算	1539.13±745.39	45.29±20.37	0
	手工计算	+∞(无法计算)	—	0
(10)国内健康人·SCr&SCysC公式	CIS测算	124.25±17.36	0	100
	计算器运算	1541.22±812.18	46.21±25.19	0
	手工计算	+∞(无法计算)	—	0

每条公式组间比较, 均 $P<0.01$ 。

表2 同一受测者采用3种方法测算CCr或GFR的耗时、错误率结果 ($\bar{x} \pm s$, n=10)

测算方法	运算(开始计算到得出10条公式结果)耗时(s)	10条公式中计算结果的错误发生率(%)
CIS测算	24.18±12.21	0
计算器运算	664.35±213.17	59.27±11.33
手工计算	+∞(无法计算)	—

三种方法间比较, 均 $P<0.01$ 。

今为止, 这一领域的国内外学者已创建了数以千计的GFR测算公式^[1-3]。然而, 这些公式多为复杂的指数方程, 在紧凑的临床工作中可操作性不强, 主要体现在耗时长和易出错两方面, 妨碍诊疗方案的制

定。为解决这一难题,我们建立了CIS。并设计这一研究评价CIS的临床应用价值。为评价CIS临床应用价值,我们设计了这一研究。

表1结果表明,在我们选中的10条公式中,仅(1)Cockcroft G公式能完成手工计算,其它公式均为复杂指数方程,无法用手工进行计算。在公式的运算耗时方面,(1)Cockcroft G公式中,CIS测算时间显著地少于计算器运算,后者又显著地少于手工计算(均 $P<0.01$);其它公式中,CIS运算耗时均显著地少于计算器运算(均 $P<0.01$)。而且从表1还可见,测算GFR公式的复杂程度越高,手工计算与计算器运算耗时越长,CIS则否。在计算结果的错误发生率中,CIS测算结果准确无误,重复性很好,(1)Cockcroft G公式中,CIS测算其计算结果的错误发生率显著地小于计算器运算,后者其计算结果的错误发生率又显著小于手工计算(均 $P<0.01$);其它公式中,CIS运算其计算结果的错误发生率均显著地小于计算器运算(均 $P<0.01$)。从表1可见,测算GFR公式的复杂程度越高,手工计算与计算器运算其计算结果的错误发生率也越高,CIS则否。在CIS运算、计算器运算、手工计算三种方法中,操作医生100%选择CIS运算。

从表2可见,同一患者资料选用10条公式测算eGFR,CIS运算耗时更少,显著地少于计算器运算与手工计算(均 $P<0.01$),更显示出用CIS运算测算GFR的优越性。在同一患者的10条公式中计算结果的错误发生率中,CIS运算准确无误,重复性极好,显著地低于计算器运算($P<0.01$)。

综上所述,运用CIS测算GFR与计算器运算、手工计算GFR相比具有耗时少、错误率低的优势。CIS在最大程度上简化了测算过程,节省了测算时间,提高了测算准确率,医师工作效率得到提高,值得临床推广应用。

参考文献:

- [1] 吴锡信. 成年人肾小球滤过率估算新公式临床研究[J]. 中国基层医药, 2013, 20(12): 1788-1790.
- [2] 吴锡信, 陈江林, 彭健. 肾小球滤过率的相关因素分析及新测算公式的创建[J]. 复旦大学学报(医学版), 2002, 29(4): 300-301, 305.
- [3] 吴锡信. 肾脏病专家智能系统(软件)[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2013.
- [4] Wielosz E, Majdan M, Koszarny A, et al. Influence of anti-phospholipid antibody positivity on glomerular filtration rate markers in a group of systemic sclerosis patients - a 24-month observation[J]. Cent Eur J Immunol, 2017, 42(2): 161-166.
- [5] Fraser S D, Aitken G, Taal M W, et al. Exploration of chronic kidney disease prevalence estimates using new measures of kidney function in the health survey for England[J]. PLoS One, 2015, 10(2): e0118676.
- [6] Levey A S, 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]. Clin Chem, 2007, 53(4): 766-772.
- [7] Imai E, Horio M, Nitta K, et al. Modification of the Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) Study equation for Japan[J]. Am J Kidney Dis, 2007, 50(6): 927-937.
- [8] 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.
- [9] Lee H S, Rhee H, Seong E Y, et al. Comparison of glomerular filtration rates calculated by different serum cystatin C-based equations in patients with chronic kidney disease[J]. Kidney Res Clin Pract, 2014, 33(1): 45-51.
- [10] Rule A D, Bergstralh E J, Slezak J M, et al. Glomerular filtration rate estimated by cystatin C among different clinical presentations[J]. Kidney Int, 2006, 69(2): 399-405.
- [11] 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.
- [12] 安宁, 李志航, 黄统生, 等. 4种新型蛋白激酶C同工酶在不同肾小球疾病中的表达[J]. 广东医科大学学报, 2017, 35(2): 131-135.