

· 临床研究 ·

心脏外科手术后急性肾损伤及其预后的五种评分模型在中国患者的验证研究

姜物华 丁小强 方艺 刘岚 王春生 滕杰

【摘要】 目的 研究 AKICS、Cleveland、SRI、Mehta 和 EURO 评分模型在心脏外科手术后急性肾损伤(AKI)、需肾脏替代治疗的 AKI(RRT-AKI)和死亡的预测价值,比较不同模型的预测能力。**方法** 连续收集 2010 年 5 月至 2011 年 1 月在复旦大学附属中山医院接受心脏外科手术的患者 1067 例,分别评价 5 种评分模型对术后 AKI(AKICS 评分)、RRT-AKI(Cleveland、SRI 和 Mehta 评分)和死亡(EURO 评分)的预测价值,以分辨力(操作者曲线下面积, AUROC)和校准度(Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验)表示。**结果** 1067 例患者中发生 AKI 217 例(20.34%),其中 137 例(63.13%)治疗后肾功能完全恢复;RRT-AKI 38 例(3.56%);AKI 和 RRT-AKI 患者的病死率分别为 9.68%(21/217)和 44.73%(17/38),总体病死率为 3.28%(35/1067)。预测 AKI 方面,AKICS 模型的分辨力和校准度均较低。预测 RRT-AKI 方面,Cleveland 模型的分辨力和校准度均达到要求,但 RRT-AKI 的预测值明显低于实际值(1.70%比 3.86%),Mehta 模型的分辨力较低,而 SRI 模型的校准度较低。EURO 模型预测死亡的分辨力和校准度均较低。**结论** 按照目前 AKI 诊断标准,上述 5 种模型均不能准确预测心脏外科手术后 AKI 的发生。Cleveland 模型在预测 RRT-AKI 方面有一定作用,但预测值与实际值仍然有较大差别。EURO 评分不能准确预测死亡风险。

【关键词】 心脏外科手术; 肾替代疗法; 急性肾损伤; 预测模型; 验证

Validation of 5 prediction models for acute kidney injury and its outcome after cardiac surgery procedures in Chinese patients JIANG Wu-hua, DING Xiao-qiang, FANG Yi, LIU Lan, WANG Chun-sheng, TENG Jie. Department of Nephrology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

Corresponding author: TENG Jie, Email: teng.jie@zs-hospital.sh.cn

【Abstract】 Objective To assess the clinical usefulness and value of the 5 models for the prediction of acute kidney injury (AKI), severe AKI which renal replacement treatment was needed (RRT-AKI) and death after cardiac surgery procedures in Chinese patients. **Methods** One thousand and sixty-seven patients who underwent cardiac surgery procedures in the department of cardiac surgery in the Zhongshan Hospital, Fudan University between May 2010 and January 2011 were involved in this research. The predicting value for AKI (AKICS), RRT-AKI (Cleveland, SRI and Mehta score) and death (EURO score) after cardiac surgery procedures was evaluated by Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test for the calibration and area under receiver operation characteristic curve (AUROC) for the discrimination. **Results** The incidence of AKI was 20.34%(217/1067), and 63.13% of their

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2013.06.003

基金项目: 国家十二五支撑计划课题(2011BAI10B07)

作者单位: 200032 上海, 复旦大学附属中山医院肾内科(姜物华、丁小强、方艺、滕杰), 心脏外科(刘岚、王春生)

通信作者: 滕杰, Email: teng.jie@zs-hospital.sh.cn

renal function recovered completely. The incidence of RRT-AKI was 3.56%(38/1067) and the mortality of AKI and RRT - AKI was 9.68% (21/217) and 44.73% (17/38) respectively. The total mortality was 3.28% (35/1067). The discrimination and calibration for the prediction of AKI of AKICS were low. For the prediction of RRT-AKI, the discrimination and calibration of Cleveland score were high enough, but the predicted value was lower than the real value (1.70% vs 3.86%). The discrimination of Mehta score and the calibration of SRI were low. The discrimination and calibration for the prediction of death of EURO score was low. **Conclusion** According to the 2012 KDIGO AKI definition, none of the 5 models above is good at predicting AKI after cardiac surgery procedures. Cleveland score has been validated to have a proper impact on predicting RRT - AKI after cardiac surgery procedures, but the predicting value is still in doubt. EURO score has been validated to have an inaccurate predicting value for death after cardiac surgery procedures.

【Key words】 Cardiac surgical procedures; Renal replacement therapy; Acute kidney injury; Predicting models; Validation

急性肾损伤(AKI)是心脏外科手术常见的并发症,心脏外科手术后AKI需要行肾脏替代治疗(RRT)的比例高达0.33%~9.50%^[1-2],这些患者的病死率超过40%,而存活患者中超过36%遗留不同程度的肾功能减退,其中逾47%需要长期RRT^[2]。国内学者的研究也证实心脏外科手术后AKI的发生能够影响患者预后^[3-4]。为了评估患者心脏外科手术后发生AKI的风险,从而及时采取预防及治疗措施,许多国外学者建立了预测心脏外科手术后AKI或RRT风险及其预后的预测模型,其中以心脏外科手术后AKI评分(acute kidney injury prediction following elective cardiac surgery, AKICS 评分)、克利夫兰大学急性肾衰竭评分系统(Cleveland acute renal failure score, Cleveland 评分)、简易肾脏指数评分(simplified renal index, SRI 评分)、Mehta 评分和 EURO 评分运用最为广泛。本研究对上述5个评分模型在我国心脏外科手术患者的预测能力进行验证评估,比较不同模型的预测能力,为提出适合我国患者的预测模型提供工作基础。

对象和方法

1. 对象:前瞻性连续收集2010年5月至2011年1月在复旦大学附属中山医院心脏外科手术的患者1067例,纳入标准为临床资料分别满足不同模型分析的要求,且术后24h未死亡的18~90岁患者,术式包括瓣膜手术、冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)、瓣膜联合CABG术和其他手术(主动脉缩窄纠治术、心包剥

除术、心房黏液瘤术等)。Cleveland 排除标准:心脏移植、术前RRT、术前气管切开或机械通气、应用植入式自动心脏转复除颤器、左心辅助装置;AKICS 评分排除标准:急诊手术、先天性心脏病纠治术、夹层动脉瘤、术前严重肾功能不全[RRT 依赖或者 Scr > 265.2 $\mu\text{mol/L}$ (3.0 mg/dl)]; Mehta 评分排除标准:CABG 及瓣膜手术之外的手术、CABG 术前RRT 的患者;SRI 评分排除标准:非体外循环的、心脏起搏器植入者、术前严重肾功能不全(RRT 依赖或者 Scr > 300 $\mu\text{mol/L}$); EURO 评分排除非体外循环手术患者^[5-9]。所有入组患者均观察至出院或死亡。本研究得到本院伦理委员会批准,所有研究对象均签署知情同意书。

2. AKI 诊断标准:本研究AKI的诊断标准根据2012年KDIGO(Kidney Disease: Improving Global Outcomes)指南^[10]推荐定义:(1)48h内Scr升高超过26.5 $\mu\text{mol/L}$ (0.3 mg/dl); (2)Scr升高超过基线1.5倍——确认或推测7d内发生;(3)尿量 < 0.5 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 持续6h以上。符合以上情况之一则诊断为AKI。

3. 统计学方法:采用SPSS 17.0进行统计分析。计数资料用百分比表示,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用操作者特征曲线下面积(area under receiver operating characteristic curve, AUROC)评价模型分辨力,分辨力用于评价某评分系统辨别疾病发生与否的能力, AUROC > 0.70 说明该模型分辨力较高。Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评价模型校准度,校准度指该评分模型对疾病发生预测的精确程度, Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验 $P > 0.05$ 说

表 1 各评分入选患者资料

项目	总体(1067例)	AKICS(1054例)	Cleveland(983例)	SRI(785例)	Mehta(869例)	EURO(784例)
男性[例(%)]	647(60.64)	638(60.53)	596(60.63)	439(55.93)	562(64.71)	436(55.61)
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	56.74±12.86	56.75±12.80	56.73±12.74	53.84±12.55	57.99±12.57	53.86±12.59
体质量(kg, $\bar{x} \pm s$)	64.45±12.12	64.33±12.30	64.29±12.44	63.07±11.58	65.39±12.42	62.82±11.97
伴发病[例(%)]						
糖尿病	175(16.40)	173(16.64)	152(15.46)	82(10.44)	158(18.16)	82(10.46)
高血压	429(40.20)	421(39.94)	384(39.06)	239(30.44)	394(45.28)	238(30.35)
房颤	118(11.06)	105(9.96)	103(10.47)	103(13.12)	61(7.02)	104(13.26)
活动性心内膜炎	24(2.25)	24(2.27)	24(2.44)	24(3.06)	14(1.61)	24(3.06)
冠心病	430(40.30)	396(37.57)	379(38.55)	153(19.49)	423(48.68)	153(19.51)
COPD	41(3.84)	40(3.79)	37(3.76)	30.16(3.84)	33(3.84)	30(3.84)
NYHA 分级[例(%)]						
1级	59(5.53)	59(5.59)	51(5.18)	35(4.46)	52(5.97)	35(4.46)
2级	324(30.36)	320(30.33)	297(30.21)	204(25.99)	286(32.87)	202(25.76)
3级	617(57.83)	610(57.82)	574(58.39)	486(61.91)	485(55.74)	486(61.99)
4级	67(6.28)	65(6.16)	61(6.20)	59(7.51)	46(5.28)	61(7.78)
LVEF<35%[例(%)]	25(2.34)	21(1.99)	21(2.13)	17(2.16)	13(1.49)	17(2.17)
既往心脏手术史[例(%)]	29(2.72)	27(2.56)	28(2.84)	25(3.18)	26(2.99)	25(3.18)
术前Scr($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x} \pm s$)	82.58±39.89	79.74±23.42	82.66±40.61	78.69±25.17	83.36±42.53	80.74±40.03
eGFR($\bar{x} \pm s$)						
>90	377(35.33)	376(35.63)	348(35.40)	297(37.83)	315(36.24)	294(37.50)
61~90	451(42.27)	449(42.56)	403(40.99)	334(42.55)	341(39.24)	331(42.22)
31~60	216(20.24)	216(20.47)	197(20.04)	133(16.94)	183(21.06)	133(16.96)
≤30	23(2.15)	13(1.20)	22(2.24)	10(1.27)	20(2.29)	16(2.03)
体外循环时间(min, $\bar{x} \pm s$)	98.62±38.69	98.37±36.51	98.43±36.54	98.49±38.26	96.26±37.72	98.69±36.53
主动脉阻断时间(min, $\bar{x} \pm s$)	59.86±30.20	59.86±30.26	59.76±30.61	60.00±30.24	57.50±31.34	60.03±30.246
术式[例(%)]						
单纯CABG	369(34.58)	363(34.4)	322(32.76)	94(11.97)	369(42.46)	93(11.86)
瓣膜联合CABG	52(4.87)	51(4.84)	50(5.08)	51(6.51)	48(5.52)	52(6.63)
瓣膜手术	621(58.20)	614(58.24)	589(59.91)	616(78.57)	451(51.90)	616(78.57)
其他手术	25(2.34)	26(2.47)	22(2.24)	23(2.93)	0(0)	23(2.93)
术后CVP>14 mm H ₂ O[例(%)]	35(3.28)	34(3.22)	30(3.05)	25(3.18)	28(3.22)	25(3.19)
AKI[例(%)]	217(20.34)	215(20.38)	209(21.26)	165(21.02)	164(18.87)	165(21.04)
RRT-AKI[例(%)]	38(3.56)	35(3.32)	38(3.86)	34(4.33)	22(2.53)	35(4.46)
30 d死亡[例(%)]	35(3.28)	33(3.13)	33(3.35)	30(3.82)	23(2.64)	31(3.95)

注: COPD:慢性阻塞性肺病; CABG:冠状动脉旁路移植术; NYHA 分级:纽约心脏病学会心功能分级; LVEF:射血分数; eGFR:肾小球滤过率(MDRD公式),单位: $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$; CVP:中心静脉压; 1 mm H₂O= 9.806 Pa

明该模型校准度较高。

结 果

1. 患者一般资料及急性肾损伤发病与转归情况:共纳入 1067 患者,根据不同评分模型的排除标准, AKICS、Cleveland、SRI、Mehta 和 EURO 评

分模型分别入选 1054、983、785、869 和 784 例。1067 例中术后发生 AKI 217 例(20.34%),其中肾功能部分恢复 29 例(13.36%),完全恢复 137 例(63.13%),未恢复 25 例(11.52%),死亡 21 例(9.68%)。术后行 RRT 患者共 38 例(3.56%),其中死亡 17 例(44.73%)。总体死亡 35 例(3.28%)。见表 1。

2. 模型预测效率分析:分别以 AUROC >0.70 和 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验 $P > 0.05$ 为模型分辨力高和校准度高的标准, AKICS 预测 AKI 的分辨力和校准度均较低;预测 RRT-AKI 方面, Cleveland 模型的分辨力和校准度均较高, Mehta 模型的校准度已达到要求但分辨力太低, SRI 的分辨力较高但校准度不够;EURO 模型预测死亡的校准度已达到要求,但分辨力较低。见表 2。

表 2 各评分模型对各自终点事件的 AUROC(分辨力)和校准度

预测模型	终点事件	AUROC	95%CI	P 值
AKICS	AKI	0.687	0.646 ~ 0.729	$P < 0.05$
Cleveland	RRT-AKI	0.736	0.644 ~ 0.829	$P > 0.05$
SRI	RRT-AKI	0.830	0.746 ~ 0.914	$P < 0.05$
Mehta	RRT-AKI	0.687	0.552 ~ 0.823	$P > 0.05$
EURO	死亡	0.685	0.581 ~ 0.788	$P > 0.05$

3. 5 种模型的预测值与实际值的比较:(1) AKI 发生率:5 种模型中仅 AKICS 评分可以预测 AKI 发生率,在本研究中 AKI 实际发生率高于预测值(20.38% 比 14.00%, $P < 0.05$),见表 3。(2) RRT-AKI 发生率:3 种模型 RRT-AKI 实际发生率均高于预测值,见表 3。Cleveland 各亚组 RRT-AKI 实际发生率均高于预测值。见表 4。(3) 病死率:EURO 组实际院内病死率低于预测病死率(3.95% 比 4.70%, $P < 0.05$)。

讨 论

AKI 作为心脏外科手术后常见的并发症,对患者预后有重要影响。AKI 的发病率随诊断标准

表 3 各模型实际发病及转归与预测值的比较

项目	AKICS (n = 1054)	Cleveland (n = 983)	SRI (n = 785)	Mehta (n = 869)	EURO (n = 784)
AKI(例)	215	209	165	164	165
实际(%)	20.38	21.26	21.02	18.87	21.04
预测(%)	14.00	-	-	-	-
RRT-AKI(例)	35	38	34	22	35
实际(%)	3.32	3.86	4.33	2.53	4.46
预测(%)	-	1.70	2.22	1.40	-
院内死亡(例)	33	33	30	23	31
实际(%)	-	-	-	-	3.95
预测(%)	-	-	-	-	4.70

表 4 Cleveland 模型 RRT-AKI 的预测值与实际发生率

评分分组	例数	预测值 (%)	实际发生率 (%)	P 值
总体	983	1.7	3.86	< 0.05
0~2分	575	0.4	1.56	< 0.05
3~5分	388	1.8	5.67	< 0.05
6~8分	19	9.5	31.64	< 0.05
9~13分	1	21.3	100.00	< 0.05

及人群变化而不同,一般在 5% ~ 30%^[11],需要 RRT 治疗的严重 AKI 发病率在 0.33% ~ 9.50%^[1-2],发病率差异大的原因还在于原发病、手术术式以及不同国家和地区的医疗水平差异等^[12]。如能对心脏外科手术后发生 AKI 的高危患者进行术前辨别,则可以更好地对其进行及时预防和干预。近年来,国外许多学者先后建立了针对术后 AKI 或 RRT-AKI 及其预后的预测评分模型,其中 AKICS、Cleveland、SRI、Mehta、EURO 评分 5 个模型应用较为广泛,但这些模型在我国的应用存在以下 3 个方面的问题:(1)建立评分模型时 AKI 的定义尚未统一,均没有采用目前广泛应用的 KDIGO 诊断标准,故在很大程度上影响了模型的临床应用。(2)仅 AKICS 评分的终点事件为术后 AKI, Cleveland 评分、SRI 评分、Mehta 评分研究的终点事件均为需要行 RRT 的严重 AKI,而已有文献证实术后轻度的肾功能下降即可对长期预后产生明显影响^[13]。(3)人种、原发病和并发症等的差异可能导致国外模型不适合我国人群。

本研究 AKI 的诊断标准采用最新 2012 年 KDIGO 指南^[10],采用分辨力和校准度比较不同模型对终点事件的预测能力。分辨力采用 ROC 曲线进行评价, AUROC 的大小为某评分系统区别疾病发生与否的能力,通常 AUROC > 0.70 表明分辨力较高。校准度采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验进行评价,校准度指该评分模型对疾病发生的预测精确程度,检验结果 $P > 0.05$ 表明校准度较高。分辨力和校准度均较好才说明模型对该终点事件的预测能力高。

Palomba 等^[6]在 2008 年通过对 603 例患者的单中心队列研究建立了 AKICS 评分模型,旨在预测术后 AKI 的发病。其自身对照组验证模型分辨力 AUROC 达到 0.84,提示该模型对于预测术后 AKI 的能力较好。在本研究中,对 AKICS 模型术后 AKI 的分辨力、校准度均不够高,故预测能力

不佳。可能原因有:(1)AKICS模型中定义的AKI为基础Scr $<132.6 \mu\text{mol/L}$ (1.5 mg/dl)者,术后Scr绝对值 $>176.8 \mu\text{mol/L}$ (2.0 mg/dl);或基础Scr $132.6 \sim 265.2 \mu\text{mol/L}$ ($1.5 \sim 3.0 \text{ mg/dl}$)者,术后Scr上升 $>50\%$,与本研究采用的2012年KDIGO指南中AKI的定义不同。(2)该模型是目前常用模型中唯一包括术中及术后危险因素进行评分的模型,但是也因此限制了该模型在术前的预测使用。(3)模型建立时纳入的研究人群中亚洲人仅占3.8%,故种族差异性仍可能影响该模型在亚洲人群中的适用性。(4)本研究患者平均年龄比Palomba等^[6]建立模型所用的人群小4.4岁,而年轻患者肾脏对缺血等因素的耐受程度较高,故可影响预测结果。由于此模型结合了术中、术后的危险因素,故能在术后早期对患者发生严重AKI的风险进行初步预估,并指导临床进行早期干预保护。

2005年Thakar等^[5]对3万余例心脏手术患者进行队列研究,建立了1个包含13个术前变量的Cleveland模型,其自身验证的AUROC高达0.81,提示该模型对于RRT-AKI具有较好预测能力。Cleveland模型在本研究中预测术后RRT-AKI的分辨力及校准度均较好,但预测值明显低于实际值,提示该模型在我国患者的预测价值需要进一步研究。本研究患者虽在原发病和性别等方面均与建模人群相似,但是发生RRT-AKI的患者可能暴露于未纳入模型的其它危险因素,使其评分低于实际发生风险。运用Cleveland评分在术前可初步估计患者术后发生RRT-AKI的风险,指导临床医生在术前及术中有针对性干预,从而控制患者危险因素,但是其对国人RRT-AKI的预测价值仍需进一步大样本检验予以明确。

Mehta等^[7]于2006年对近45万例心脏手术患者进行分析,从而获得另一个预测心脏手术后RRT-AKI的模型。入组该模型的手术术式包括单纯CABG、单纯主动脉瓣或二尖瓣手术以及CABG联合主动脉瓣或二尖瓣手术。该模型包括了年龄、既往手术史、术前心功能分级等30余个变量。根据总分对患者进行分层,并参照分层量表找出对应RRT-AKI发生率。在本研究中Mehta模型对术后RRT-AKI的预测分辨力较低,校准度尚可,预测能力不理想。可能原因有:(1)该评分的手术术式分组中只有单瓣膜伴或不伴CABG和单纯CABG,没有双瓣膜联合置换等其它类型手

术,而双瓣膜联合置换、先天性心脏病手术在中国患者的比例十分高。(2)该评分虽考虑到了患者种族差异性,对白人与其他人种进行了分类,但是有色人种包括亚洲人的比例仅占12%。同时,该模型的变量多达30个,评分过程过于复杂,使其临床应用受到限制。

SRI模型只包含8个参数,模型建立时的样本量为10 751例,并通过2566例的内部验证及6814例的外部验证,两次验证的AUROC分别是0.78 [95% CI 0.72 ~ 0.84] 和 0.78 [95% CI 0.74 ~ 0.81],提示其对于术后RRT-AKI的风险预测较好^[8]。本研究中该模型对术后RRT-AKI的分辨力较好,但是校准度不佳,故预测能力欠佳。可能原因有:(1)该模型运用eGFR代替术前肌酐判断术前肾功能,但是由于模型建立时数据不够完整,未运用MDRD公式计算eGFR,而是采用了准确性不够高的Cockcroft-Gault公式,因此术前基础肾功能的评估存在缺陷。(2)模型建立单位对心脏手术后发生AKI的患者使用RRT的指征和时机均非肾脏科医生会诊决定,故RRT指征掌握可能有所偏差。(3)本研究的入组患者中需药物治疗的糖尿病、左室射血分数 $<40\%$ 、既往心脏手术史和术前主动脉内气囊反搏术(IABP)使用的比例均低于模型建立组,可能导致本组患者的最终评分偏低。

EURO评分的建立基于19 030例患者心脏手术患者术后全因死亡风险的多中心研究结果,其自身验证AUROC为0.76,提示其预测患者死亡风险的能力较好^[9]。尽管它并不是专门针对AKI的死亡预测,且其预测死亡风险的能力受到较多质疑,但是因其样本量较大,且为多中心研究等因素,仍然作为全世界大多数国家预测心脏手术病死率的重要手段^[14-16]。在本研究中,其预测病死率的分辨力和校准度均一般,提示其对病死率的预测能力不理想,可能原因主要由种族、手术术式和术后诊疗处理差异等造成。

本研究的不足之处在于单中心研究,样本量有限。

总之,本研究验证的5个模型中,均无法准确预测国人心脏术后AKI的发病风险;在预测RRT-AKI方面,Cleveland模型效率较其它模型可靠,但是其在国人的预测能力尚需大样本验证进行确认;EURO评分预测死亡风险能力欠佳。由

于 2012 年对 AKI 定义和诊断标准进行了较大的修订,上述模型面临被淘汰的可能。将国外的预测模型运用到国人中时,不得不考虑到由于存在种族、年龄、原发病和并发症等参数差异而造成的评估误差。如何在心脏术后早期及时干预 AKI,根据当前国际认可的 AKI 定义及分期,建立多中心、国人患者为主体、参数变量能全面反映病情的预测模型将十分必要。

参 考 文 献

- [1] Mangos GJ, Brown MA, Chan WY, et al. Acute renal failure following cardiac surgery: incidence, outcomes and risk factors. *Aust N Z J Med*, 1995, 25: 284-289.
- [2] Hein OV, Birbaum J, Wernecke KD, et al. Three - year survival after four major post - cardiac operative complications. *Crit Care Med*, 2006, 34: 2729-2737.
- [3] 许佳瑞,滕杰,方艺,等.心脏手术患者急性肾损伤危险因素及预后的前瞻性队列研究. *中华内科杂志*, 2012, 51: 943-947.
- [4] Fang Y, Ding X, Zhong Y, et al. Acute kidney injury in a Chinese hospitalized population. *Blood Purif*, 2010, 30: 120-126.
- [5] Thakar CV, Arrigain S, Worley S, et al. A clinical score to predict acute renal failure after cardiac surgery. *J Am Soc Nephrol*, 2005, 16: 162-168.
- [6] Palomba H, de Castro I, Neto AL, et al. Acute kidney injury prediction following elective cardiac surgery: AKICS score. *Kidney Int*, 2007, 72: 624-631.
- [7] Mehta RH, Grab JD, O'Brien SM, et al. Bedside tool for predicting the risk of postoperative dialysis in patients undergoing cardiac surgery. *Circulation*, 2006, 114: 2208-2216, 2208.
- [8] Wijeysondera DN, Karkouti K, Dupuis JY, et al. Derivation and validation of a simplified predictive index for renal replacement therapy after cardiac surgery. *JAMA*, 2007, 297: 1801-1809.
- [9] Nashef SA, Roques F, Michel P, et al. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg*, 1999, 16: 9-13.
- [10] Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney Int Suppl*, 2012, 2: S1-S138
- [11] Rosner MH, Okusa MD. Acute kidney injury associated with cardiac surgery. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2006, 1: 19-32.
- [12] Heringlake M, Knappe M, Vargas HO, et al. Renal dysfunction according to the ADQI - RIFLE system and clinical practice patterns after cardiac surgery in Germany. *Minerva Anesthesiol*, 2006, 72: 645-654.
- [13] Lassnigg A, Schmidlin D, Mouhieddine M, et al. Minimal changes of serum creatinine predict prognosis in patients after cardiothoracic surgery: a prospective cohort study. *J Am Soc Nephrol*, 2004, 15: 1597-1605.
- [14] Badreldin AM, Kania A, Ismail MM, et al. KCH, the German preoperative score for isolated coronary artery bypass surgery: is it superior to the logistic EuroSCORE? *Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 59: 399-405.
- [15] Koene BM, van Straten AH, Soliman HM, et al. Predictive value of the additive and logistic EuroSCOREs in patients undergoing aortic valve replacement. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2011, 25: 1071-1075.
- [16] Kurazumi H, Mikamo A, Fukamitsu G, et al. Validation of the JapanSCORE versus the logistic EuroSCORE for predicting operative mortality of cardiovascular surgery in Yamaguchi University Hospital. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 59: 599-604.

(收稿日期:2013-02-25)

(本文编辑:杨克魁)

· 读者·作者·编者 ·

科技论文应注意使用法定计量单位

计量单位实行国务院 1984 年 2 月颁布的《中华人民共和国法定计量单位》,并以单位符号表示,具体使用参照中华医学会编辑出版部编辑的《法定计量单位在医学上的应用》一书。血压计量单位使用毫米汞柱(mm Hg),但在文中首次使用时应注明 mm Hg 与 kPa 的换算系数(1 mm Hg = 0.133 kPa)。人体的血药浓度测定,同人体其他检测值一样,分母用 L,不用 ml 或 dl。单位符号可以与非物理量的单位(如:人、台、次等)的汉字构成组合形式的单位,如:次/min。单位符号中表示相除的斜线不能多于 1 条,如 ng/kg/min,应采用 $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 的形式。参量及其公差均需附单位。当参量与其公差的单位相同时,单位可以只写一次,即加圆括号将数值组合,置共同的单位符号于全部数值之后。例如:“75 ng/L \pm 18 ng/L”可以写作“(75 \pm 18) ng/L”。正文中时间的表达,凡前面带有具体数据者应采用 d、h、min、s,而不用天、小时、分钟、秒。