

## 探讨 3 种评定方法在常规生化检验测量 不确定度中的应用价值\*

张娟<sup>1</sup>,姚亚男<sup>1</sup>,胡雪姣<sup>1</sup>,张金华<sup>2</sup>,顾兵<sup>1△</sup>

(1. 广东省人民医院/广东省医学科学院检验科,广州 510080;2. 广州南方学院 510970)

**[摘要]** **目的** 探讨 3 种评定方法在常规生化检验测量不确定度中的应用价值。**方法** 采用依据 Nordt-est 准则的自上而下法、澳大利亚临床生物化学家协会(AACB)建议方法(AACB 法)及国内文献参考法 3 种评定方法对 26 项常规生化指标进行测量不确定度的评定,对 3 种方法的评定结果进行差异性和相关性分析。分析其不同分量来源与合成相对标准不确定度( $u_{rel}$ )之间的相关性并单独比较 26 项生化指标的主要不确定度分量。**结果** 3 种方法评定结果间差异无统计学意义( $P>0.05$ ),并且显著相关( $r_{1,2}=0.895, P<0.001$ ;  $r_{1,3}=0.988, P<0.001$ ;  $r_{2,3}=0.885, P<0.001$ )。在 Tea 达标率的比较上,3 种方法差异无统计学意义( $P>0.05$ ),均为 100%;在 1/2 Tea 达标率比较上,国内文献参考法与 AACB 法差异有统计学意义(Bonferroni 校正,  $P<0.0167$ );1/3 Tea 达标率比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。批间不精密度分量( $CV_B$ )和  $u_{rel}$  呈显著相关性( $r>0.8, P<0.001$ )。26 项生化指标不确定度分量的分布图显示大部分生化指标的  $CV_B$  引入的测量确定度最大。其中 Na 和 CREA 则是以偏移分量( $CV_{Bias}$ )引入的测量不确定度为主,分别为 1.27%,1.36%;6.34%,2.96%。CK 和 ALT 的校准品分量( $CV_{Cal}$ )引入的测定不确定度分别达到 5.17%和 3.55%。Cl、Fe、AMY 则出现两个浓度水平不一致的结果。**结论** 3 种评定方法评定结果差异无统计学意义,AACB 法的质量目标达标率最高。批间不精密度是 3 种方法中最主要的测量不确定度分量,其次是偏移分量。

**[关键词]** 生化检验;合成相对标准不确定度;自上而下法;AACB 法;国内文献参考法;不确定度分量

**[中图分类号]** R446

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-8348(2021)24-4204-05

## The application value of three different evaluation methods in the ameasurement of uncertainty by routine biochemical tests\*

ZHANG Juan<sup>1</sup>, YAO Yanan<sup>1</sup>, HU Xuejiao<sup>1</sup>, ZHANG Jinhua<sup>2</sup>, GU Bing<sup>1△</sup>

(1. Guangdong Provincial People's Hospital/Department of Laboratory, Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou, Guangdong 510080, China; 2. Guangzhou Nanfang College, Guangzhou, Guangdong 510970, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the application value of three different evaluation methods in the measurement uncertainty by the routine biochemical tests. **Methods** The measurement uncertainty of the 26 conventional biochemical indicators were evaluated by three different evaluation methods: the top-down method based on Nordtest guidelines (method 1), the recommended method by the Australian Association of Clinical Biochemists (AACB) (method 2), and the domestic literature reference method (method 3). The difference and correlation of the evaluation results of the three methods were analyzed. The correlation between the sources of different components and the synthetic relative standard uncertainty was analyzed, and the main uncertainty components of the 26 biochemical indicators were compared separately. **Results** There was no significant difference in the evaluation results of the three methods ( $P>0.05$ ), and they were significantly correlated ( $r_{1,2}=0.895, P<0.001$ ;  $r_{1,3}=0.988, P<0.001$ ;  $r_{2,3}=0.885, P<0.001$ ). There was no difference among the three methods in the Tea compliance rate, which were 100%. For the 1/2 Tea, the compliance rate of the domestic literature reference method and the AACB method was statistically significant (Bonferroni Correction,  $P<0.0167$ ). There was no statistical significance in the comparison of the 1/3Tea ( $P>0.05$ ). There

\* 基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(82002236)。 作者简介:张娟(1988-),主管技师,本科,主要从事临床检验和质量管理工作。 △ 通信作者, E-mail: gb20031129@163.com。

was a significant correlation between the inter-batch imprecision component and the synthetic relative standard uncertainty ( $r > 0.8, P < 0.001$ ). The distribution map of the uncertainty components of the 26 biochemical indicators showed that the CVB of the most biochemical indicators was the largest. Among them, NA and CREA were mainly CVBias, which were 1.27%, 1.36%; 6.34% and 2.96%, respectively. The CVCal of CK and ALT reached 5.17% and 3.55% respectively. The results of Cl, Fe and AMY were inconsistent at the two concentrations levels. **Conclusion** The results of the three evaluation methods had no difference and were significantly related. The AACB method had the highest quality target compliance rate. Among the components, the inter-batch imprecision was the most important uncertainty component of the three methods, followed by the offset component. From the perspective of an independent indicator, the CVBias was the main component of Na and CREA, and the CVCal was the main component of CK and ALT.

**[Key words]** biochemical test; synthetic relative standard uncertainty; top-down method; AACB method; domestic literature reference method; uncertainty component

测量不确定度是表征合理地赋予被测量值的分散性,与测量结果相联系,是能定量说明检测质量的一个参数<sup>[1]</sup>。目前,全自动生化分析仪的应用已普及到了国内的各大医疗机构,并随着生化分析仪的上线,实验室检测的精密度和准确性得到了很大程度的提升,同时还减少了人力损耗,提高了实验效率。全自动生化分析仪是由仪器、配套检测试剂和校准品组成的一个完整测量系统<sup>[2]</sup>,此时也因为测量系统的改变,导致影响测量结果的不确定度来源更广泛,测量不确定度来源包括仪器设备、试剂、基质效应、校准品、生物变异和人员操作等因素<sup>[3]</sup>。关于生化测量不确定度的评定,国内外实验室分别使用不同的方法。本文旨在探讨依据 Nordtest 准则的自上而下法、澳大利亚临床生物化学家协会(AACB)建议法(AACB法)和国内文献参考法 3 种评定方法在常规生化测量不确定度中的应用价值,为临床生化实验室评定测量不确定度和质量管理改进的方向提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

收集广东省人民医院检验科生化室 2019 年质控批号稳定 3 个月的室内质控(IQC)数据;本实验室参加国家卫生健康委员会临床检验中心 2017—2019 年的常规生化室间质量评价(EQA)回报结果;Beckman-Coulter 生产商提供生化项目的校准溯源性文件;26 项生化指标性能验证的批内重复性实验数据。

### 1.2 仪器与试剂

Beckman Coulter AU5800 系列全自动生化分析仪及其配套的实验试剂、校准品和质控品,EQA 检测样本由国家卫生健康委员会临床检验中心提供。

### 1.3 检测程序

参照实验室管理体系作业指导书文件要求对仪器进行校准、质控和定期维护保养。室内质控和能力验证质控品严格按照实验室 SOP 文件执行,其测量过程与患者样本一致以同等条件检测。

### 1.4 合成相对标准不确定度( $u_{crel}$ )计算

本文分别采用 3 种方法计算合成相对标准不确定度  $u_{crel}$ 。(1)依据 Nordtest 准则的自上而下法<sup>[4]</sup>:

$$u_{crel} = \sqrt{CV_{Bias}^2 + CV_B^2}; (2) AACB 法^{[5]}: u_{crel} = \sqrt{CV_{cal}^2 + CV_B^2}; (3) 国内文献参考法^{[6]}: u_{crel} = \sqrt{CV_{Bias}^2 + CV_B^2 + CV_W^2}。$$

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS23.0 软件对数据进行正态性、差异性和相关性分析。非正态分布的计量资料以中位数(四间距)[ $M(P_{25}, P_{75})$ ]表示,组间差异性比较采用非参数检验(Kruskal-Wallis test),计数资料以率(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义;分量与  $u_{crel}$  之间的相关性采用 Spearman 相关系数分析。

## 2 结果

### 2.1 26 项常规生化指标 $u_{crel}$ 的评定结果

分别应用 3 种评定方法对 26 项常规生化指标接近质控靶值的两个水平进行合成计算,其各测量不确定度分量及  $u_{crel}$  结果见表 1。

### 2.2 3 种评定方法 $u_{crel}$ 结果的差异性分析

3 种方法组间的评定结果差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。对 3 种方法的评定结果进行相关性分析发现有显著相关性,自上而下法与国内文献参考法显著相关( $r = 0.988, P < 0.001$ );自上而下法与 AACB 法显著相关( $r = 0.895, P < 0.001$ );国内文献参考法与 AACB 法显著相关( $r = 0.885, P < 0.001$ ),其中自上而下法与国内文献参考法的相关性趋势最紧密,见图 1。

### 2.3 3 种方法 $u_{crel}$ 结果与质量目标 Tea、1/2 Tea、1/3 Tea 达标率比较

在允许总误差 Tea 达标率的比较上,达标率均为 100%;在 1/2 Tea 达标率比较上,3 种方法间的达标率差异有统计学意义( $\chi^2 = 8.054, P < 0.05$ ),其中

AACB 法达标率最高(98%),其次为自上而下法(88%),国内文献参考法最低(81%)。国内文献参考法与 AACB 法的达标率比较差异有统计学意义(Bon-

ferroni 校正,  $P < 0.0167$ ); 在 1/3 Tea 达标率比较, 差异无统计学意义( $\chi^2 = 2.711, P > 0.05$ ), 见表 3。

表 1 26 项常规生化指标的  $u_{rel}$  评定结果

生化指标	单位	浓度	不确定度分量(%)				$u_{rel}$ (%)		
			$CV_B$	$CV_{Bias}$	$CV_{Cal}$	$CV_W$	自上而下法	AACB 法	国内文献参考法
K	mmol/L	4.00	1.50	1.20	0.43	0.13	1.92	1.56	1.92
		6.58	1.68	1.11	0.42	0.32	2.01	1.73	2.04
Na	mmol/L	123.00	1.10	1.27	0.19	0.16	1.68	1.12	1.68
		156.00	0.94	1.36	0.20	0.11	1.66	0.96	1.66
Cl	mmol/L	88.90	1.31	1.01	0.28	0.12	1.65	1.34	1.66
		112.00	1.27	1.75	0.29	0.12	2.17	1.30	2.17
Ca	mmol/L	2.27	2.19	1.11	0.40	1.00	2.46	2.23	2.65
		3.01	1.66	0.95	0.40	0.88	1.91	1.71	2.11
P	mmol/L	2.16	2.78	2.20	0.34	0.64	3.55	2.80	3.61
		3.60	2.77	1.38	0.34	0.34	3.09	2.79	3.11
GLU	mmol/L	5.16	2.46	2.45	0.73	0.60	3.47	2.57	3.52
		12.90	2.45	1.64	0.73	0.81	2.95	2.56	3.06
UREA	mmol/L	6.41	2.8	2.77	1.59	1.27	3.94	3.22	4.14
		28.60	2.73	0.96	1.59	0.82	2.89	3.16	3.01
URIC	$\mu\text{mol/L}$	345.00	2.86	1.49	2.02	0.80	3.22	3.50	3.32
		570.00	2.74	1.09	2.02	0.38	2.95	3.40	2.97
CREA	$\mu\text{mol/L}$	105.60	2.75	6.34	1.99	1.15	6.91	3.39	7.01
		504.00	2.2	2.96	1.99	0.77	3.69	2.97	3.77
TP	g/L	39.5	2.67	1.67	0.59	1.25	3.15	2.73	3.39
		77.90	2.39	1.38	0.59	0.58	2.76	2.46	2.82
ALB	g/L	22.90	2	1.72	1.11	0.59	2.64	2.29	2.70
		45.90	1.83	1.34	1.11	0.42	2.27	2.14	2.30
TC	mmol/l	4.04	2.72	2.17	0.68	0.77	3.48	2.80	3.56
		7.89	2.55	1.78	0.68	1.35	3.11	2.64	3.39
TG	mmol/L	1.71	2.89	2.57	0.98	0.55	3.87	3.05	3.90
		3.53	3.13	1.35	0.98	0.42	3.41	3.28	3.43
TBIL	$\mu\text{mol/L}$	27.80	3.27	2.18	1.72	0.72	3.93	3.70	4.00
		109.00	3.62	2.14	1.72	0.48	4.21	4.01	4.23
ALT	U/L	42.50	3.02	3.31	3.55	1.89	4.48	4.66	4.86
		128.00	2.61	3.18	3.55	0.96	4.12	4.40	4.23
AST	U/L	50.70	2.59	2.12	0.93	1.18	3.35	2.75	3.55
		142.00	2.32	2.03	0.93	1.02	3.08	2.50	3.25
ALP	U/L	129.00	7.5	4.53	3.06	1.18	8.76	8.10	8.84
		513.00	7.07	1.77	3.06	1.14	7.29	7.70	7.38
AMY	U/L	88.20	2.3	3.34	2.48	2.57	4.05	3.38	4.80
		245.00	2.22	2.30	2.48	2.74	3.20	3.33	4.21
CK	U/L	172.00	2.97	3.00	5.17	0.94	4.22	5.96	4.32
		386.00	2.81	2.90	5.17	0.96	4.04	5.89	4.15

续表 1 26 项常规生化指标的  $u_{crel}$  评定结果

生化指标	单位	浓度	各不确定度分量(%)				$u_{crel}$ (%)		
			$CV_B$	$CV_{Bias}$	$CV_{Cal}$	$CV_W$	自上而下法	AACB 法	国内文献参考法
LDH	U/L	158.00	3.79	3.25	2.67	3.30	4.99	4.63	5.99
		547.00	3.11	2.94	2.67	2.91	4.28	4.10	5.18
GGT	U/L	58.30	2.66	1.50	1.92	1.06	3.05	3.28	3.23
		162.00	2.16	1.57	1.92	0.71	2.67	2.89	2.77
Mg	mmol/L	1.06	3.81	2.87	0.47	2.14	4.77	3.84	5.23
		1.71	2.94	2.00	0.47	1.87	3.56	2.98	4.02
DBIL	$\mu\text{mol/L}$	20.90	5.43	1.75	0.30	1.32	5.71	5.44	5.86
		94.00	4.48	0.66	0.30	1.66	4.53	4.49	4.82
Fe	$\mu\text{mol/L}$	13.40	3.77	2.94	0.625	2.68	4.78	3.82	5.48
		37.50	2.39	2.60	0.625	1.90	3.53	2.47	4.01
CHE	U/L	3 980.00	5.15	0.70	0.003	1.68	5.20	5.15	5.46
		5 950.00	5.65	2.00	0.003	1.32	5.99	5.65	6.14
LPS	U/L	25.30	7.36	7.24	0.317	2.17	10.33	7.37	10.55
		74.30	4.5	3.71	0.317	2.14	5.83	4.51	6.21

$CV_B$ :批间不精密度分量引入的测量不确定度; $CV_{Bias}$ :偏移分量引入的测量不确定度; $CV_{Cal}$ :校准品分量引入的测量不确定度; $CV_W$ :批内不精密度分量引入的测量不确定度。

2.4 各测量不确定度分量与  $u_{crel}$  的相关性分析

批间不精密度分量在 3 种方法中均呈极强相关 ( $r > 0.8, P < 0.001$ );偏移分量和批内不精密度分量分别在自上而下法和国内文献参考法中呈显著相关 ( $r > 0.6, P < 0.001$ );校准品分量在 AACB 法中呈一般相关 ( $r = 0.420, P = 0.002$ ),见表 4。

表 2 3 种方法评定结果

方法	n	$u_{crel}$ [中位数(区间范围)]
自上而下法	52	3.69(2.98~4.85)
AACB 法	52	3.19(2.52~4.33)
国内文献参考法	52	3.69(2.98~4.85)

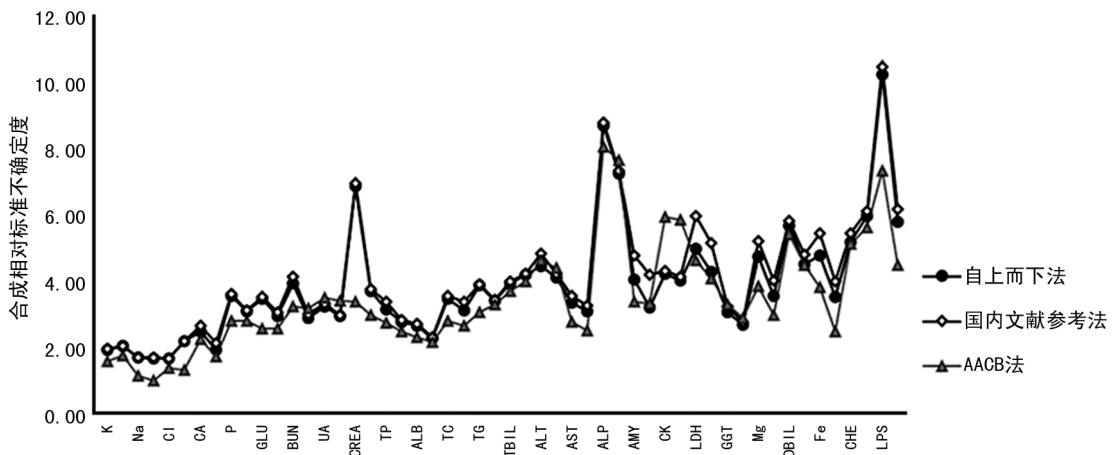


图 1 3 种方法评定结果的相关性分析

表 3 3 种方法间评定结果与 1/2 Tea、1/3 Tea 达标率的比较[n(%), n=52]

项目	自上而下法	AACB 法	国内文献参考法	$\chi^2$	P
1/2 Tea 达标率	46(88)	51(98)	42(81)*	8.054	0.018
1/3 Tea 达标率	28(54)	34(65)	26(50)	2.711	0.258

如多个实验组间两两比较差异性, P 值要进行 Bonferroni 校正, 校正检验水准  $\alpha' = 0.0167$ ; \*:  $P < 0.0167$ , 与 AACB 法比较。

表 4 各测量不确定度分量与  $u_{crel}$  的相关性分析

分量	自上而下法		AACB 法		国内文献参考法	
	r	P	r	P	r	P
$CV_B$	0.883	<0.001	0.889	<0.001	0.850	<0.001
$CV_W$	—	—	—	—	0.761	<0.001
$CV_{Cal}$	—	—	0.420	0.002	—	—
$CV_{Bias}$	0.683	<0.001	—	—	0.707	<0.001

—: 此项无数据。

## 2.5 26 项生化指标各测量不确定度分量结果分布分析

对 26 项生化指标各测量不确定度分量进行统计得到各分量分布图,总体上可以直观地看到绝大部分指标的  $CV_B$  占比总面积相对更大,是影响合成不确

定度的最主要分量。Na 和 CREA 则是以  $CV_{Bias}$  为主,分别为 1.27%,1.36%;6.34%,2.96%。CK 和 ALT 的  $CV_{Cal}$  分别达到 5.17%和 3.55%。其中 Cl、Fe、AMY 则出现两个浓度水平不一致的结果,结果见图 2。

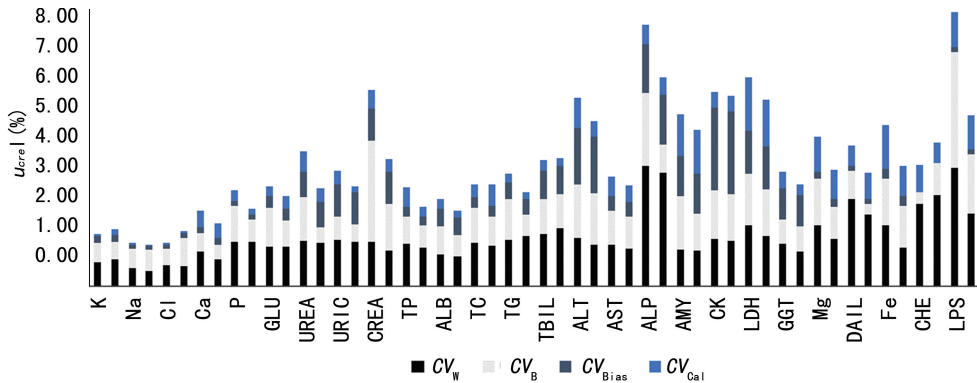


图 2 各测量不确定度分量结果分布图

## 3 讨论

测量不确定度表示为测量结果的不确定性,是计量规范中的基本概念。其表征可以合理地归因于测量值的分散性,指示测量值的“真实”值范围。它的意义在于当测量不确定度越小,则越接近于真值,结果波动性就越小。测量不确定度的计算在常规临床实验室中被普遍应用,它的目的是协助解释数值结果<sup>[7]</sup>。临床医师可以根据实验室给出的测量不确定度,在面对检测临界值时,能在疾病的诊断上给予更多的考虑。关于测量不确定度的评定方法,基于内部质量控制数据易获取的特性,国外有学者认为在临床实验室中,计算测量不确定度的最方便和实用的方法是自上而下法<sup>[8]</sup>。而研究至今,评定测量不确定度的各类分量仍层出不穷,而且各方参与的评价也不尽相同,故对国内外实验室常见的评定方法进行差异性和相关性分析能为评估方法选用提供参考意见。

本研究以 Beckman Coulter AU5800 全自动生化分析仪为测量系统,分别选用依据 Nordtest 准则的自上而下法、AACB 法和国内文献参考法对 26 项常规生化指标进行测量不确定度的评定。在 3 种方法结果差异性分析上,本研究结果显示 3 种方法组间的评定结果差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),且显著相关( $P < 0.05$ )。其中,国内文献参考法和自上而下法的相关性最强( $r = 0.988, P < 0.001$ ),究其原因可能为国内文献参考法计算合成上多引入了一个  $CV_w$ ,所以评定结果是相对偏大的。这也表明这两种评定方法紧密相关,引入  $CV_w$  是可行的。在评定结果与质量目标 Tea、1/2 Tea 和 1/3 Tea 达标率的比较上, AACB 法的达标率最高,同时 AACB 法和国内文献参考法的达标率比较差异有统计学意义( $P < 0.0167$ ),

故实验室在参与质量评定时,可以选择达标率更高的 AACB 法。而合成计算的不确定度分量代表了检验程序的不同特性,分量大小、比例变化则反映了检验程序的质量控制及改善情况<sup>[9]</sup>。在分量和  $u_{crel}$  的相关性分析上,研究结果显示长期室内质控引入的  $CV_B$  在 3 种方法中均占比最大,与  $u_{crel}$  呈极强相关性( $r > 0.8, P < 0.001$ ),是最主要分量。而在单独比较 26 项生化指标的各不确定度分量上,分布图结果显示  $CV_{Bias}$  是 Na 和 CREA 测量不确定度的主要分量,  $CV_{Cal}$  则是 CK 和 ALT 测量不确定度的主要分量。

本文研究的不足之处在于,因为涉及使用参与国家卫生健康委临床检验中心的 PT 数据,对于没有参加 PT 计划的实验室或者是 PT 计划未涵盖的项目来说,自上而下法和国内文献参考法并不适用。在影响分量来看,有学者认为不应该将 EQA 的结果作为不确定度分量来评定,因为 EQA 的靶值也是由所有实验室参与质量评价结果计算的平均值,而非“真值”<sup>[10]</sup>,在选用评估浓度来说,测量不确定度评估浓度的选择有 3 种,分别为正常参考区间上下界值,室内质控品浓度水平和临床建议值或医学决定水平。本研究采用的是室内质控品浓度水平,对于质控品浓度涵盖不宽的项目则无法监测其高值或低值但对临床有意义的浓度。同时计算  $CV_w$  的批内重复性试验重复测定数据不多,这些都可能影响评定结果有一定的偏差。

## 参考文献

- [1] 王波. 对测量不确定度在临床生化检验中的应用进行研究分析[J]. 中国保健营养, 2021, 31(13): 281-282. (下转第 4212 页)

- 在微创胸外科的临床应用[J]. 中国现代医学杂志, 2018, 28(24): 57-61.
- [8] KOO C H, JUNG Y S, LEE Y H, et al. Severe hypoxemia during carinal resection in the lateral position under one-lung ventilation of a non-dependent lung: a case report[J]. Korean J Anesthesiol, 2016, 69(3): 279-282.
- [9] 柏艳芳, 杨天珍, 刘梅丽, 等. 抽真空塑型垫在胸科手术患者侧卧位安置中的应用[J]. 中华现代护理杂志, 2019, 25(22): 2820-2824.
- [10] 沈清峡, 徐国新, 鲁慧敏, 等. 心胸外科术后患者肺部感染改良体位引流痰液效果探讨[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(1): 156-160.
- [11] FUKUDA N, SHICHINIBE T, EBHARAY, et al. Thoracoscopic esophagectomy in the prone position versus the lateral position (hand-assisted thoracoscopic surgery): a retrospective cohort study of 127 consecutive esophageal cancer patients[J]. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech, 2017, 27(3): 179-182.
- [12] 邱洪波, 唐乐, 窦刚, 等. 一种布艺袖套式手托在侧卧位手术体位中的设计与应用[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(2): 63-66.
- [13] BYUN S H, KANG S H, KIM J H, et al. Comparison of a tube-holder (Rescuefix) versus tape-tying for minimizing double-lumen tube displacement during lateral positioning in thoracic surgery: a prospective, randomized controlled study[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(31): e4486.
- [14] 陈辰. 量化评估护理干预对预防心胸外科手术患者心律失常及其满意度的影响[J]. 医学临床研究, 2018, 35(5): 1030-1032.
- [15] MIN S H, YOON S, YOON S H, et al. Randomised trial comparing forced-air warming to the upper or lower body to prevent hypothermia during thoracoscopic surgery in the lateral decubitus position[J]. Br J Anaesth, 2018, 120(3): 555-562.
- [16] 赵志洪, 许明山, 周期. 沙滩椅体位下胸腔镜治疗手汗症术中治疗性高碳酸血症对患者脑氧代谢水平的影响[J]. 中国医师杂志, 2019, 21(4): 610-612.
- [17] 张新叶. 呼吸功能训练联合手法振动按压法对胸外科手术患者排痰效果及肺功能的影响[J]. 实用医院临床杂志, 2018, 15(4): 244-246.
- [18] 刘金彦, 张小燕, 任明先, 等. FMEA 在预防重症胸部创伤手术患者手术部位感染中的应用[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(19): 2971-2975.

(收稿日期: 2021-03-10 修回日期: 2021-09-08)

(上接第 4208 页)

- [2] 姚振宇. 不确定度测量在临床生化检验中的应用价值分析[J]. 中国民康医学, 2019, 31(11): 121-122.
- [3] ZHOU R, QIN Y, PADOAN A, et al. Different approaches for estimating measurement uncertainty: an effective tool for improving interpretation of results[J]. Clin Chim Acta, 2020, 503: 223-227.
- [4] CHATZIMICHAIL T, HATJIMIHAIL A. A software tool for calculating the uncertainty of diagnostic accuracy measures [J]. Diagnostics (Basel), 2021, 11: 23-31.
- [5] COSKUN A, OOSTERHUIS W P. Statistical distributions commonly used in measurement uncertainty in laboratory medicine [J]. Biochem Med (Zagreb), 2020, 30: 152-163.
- [6] 朱骥. 评估常规生化检验项目测量不确定度及探讨其在临床检验中的应用价值[J]. 临床检验杂志, 2018, 7(2): 303-304.
- [7] 毛瑞, 曹三成, 王娟, 等. 临床实验室干式生化检测项目测量不确定度的评估与分析[J]. 现代检验医学杂志, 2019, 34(5): 153-155, 159.
- [8] BRAGA F, PANTEGHINI M. The utility of measurement uncertainty in medical laboratories[J]. Clin Chem Lab Med, 2020, 58: 1407-1413.
- [9] VAN SCHROJENSTEIN L M, THELEN H M. The impact of measurement uncertainty on the uncertainty of ordinal medical scores based on continuous quantitative laboratory results [J]. Clin Chem Lab Med, 2021, 59: 309-312.
- [10] 朱红菊, 蒋凌雁, 杨景滢. 评估常规生化检验项目测量不确定度及探讨其在临床检验中的价值分析[J]. 保健文汇, 2021, 22(5): 286-288.

(收稿日期: 2021-04-11 修回日期: 2021-09-11)