

3 种肌酐测定方法的分析性能评价*

王美珠, 康伟, 黄勤烽, 陈敏[△]

(福州总医院检验科/全军检验医学研究所, 福建福州 350025)

摘要:目的 系统评价亚胺水解酶法(简称紫外酶法)、肌氨酸氧化酶法(简称氧化酶法)及苦味酸法测定肌酐的分析性能。方法 按美国临床和实验室标准化协会 EP5-A2、EP6-A、EP9-A2、EP7-A2 等文件要求,采用罗氏 Cobas c702 全自动生化分析仪对 3 种肌酐测定方法的精密度、线性范围、可报告范围、方法学比对、药物干扰、试剂稳定性等性能指标进行评价。结果 紫外酶法、氧化酶法及苦味酸法的批内精密度和批间精密度分别小于 1/4 允许总误差(TEa)和 1/3 TEa。紫外酶法、氧化酶法及苦味酸法的线性范围分别为 4~2 017、8~1 966、3~1 310 $\mu\text{mol/L}$;可报告范围分别为 4~20 160、8~51 900、3~10 080 $\mu\text{mol/L}$ 。3 种方法具有良好的相关性($R^2 > 0.99$)。羟苯磺酸钙 $\geq 5.24 \mu\text{g/mL}$ 、酚磺乙胺 $\geq 0.016 \text{ g/L}$ 时氧化酶法存在负干扰;其他 2 种方法在药物的最大剂量下不受干扰。苦味酸法在不确定标的情况下待机在控时间只有 2 d,随后检测结果逐日明显下降,而其他 2 种方法稳定性较好。结论 紫外酶法是 3 种肌酐测定方法中最为可靠的方法。

关键词:肌酐; 亚胺类; 肌氨酸氧化酶; 苦味酸盐类; 临床酶试验

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2019.01.017 **中图法分类号:**R446.11

文章编号:1673-4130(2019)01-0062-05

文献标识码:A

Appraisal of three plasma creatinine test methodology*

WANG Meizhu, KAN Wei, HUANG Qinfeng, CHEN Min[△]

(Department of Clinical Laboratory, Fuzhou General Hospital, Fuzhou, Fujian 350025, China)

Abstract: Objective To evaluate the results of plasma creatinine determined by imide Hydrolase method (hereinafter referred to as UV enzymatic method), sarcosine oxidase enzymatic method and Jaffé method on biochemical Analyzer Cobas 8000 c702. **Methods** According to the American clinical and laboratory Standards Institute (CLSI) guidelines EP5-A2, EP6-A, C28-A2, EP9-A2, EP7-A2 and other documents, the precisions, linear ranges, reportable ranges, methodological comparisons, drug interferences, reagents stability of three methods for determination of creatinine were evaluated. **Results** The within-run precision and between-run precision of three methods were less than 1/4TEa and 1/3TEa, respectively. The linear ranges of UV enzymatic method, sarcosine oxidase enzymatic method and Jaffé method were 4-2 017 $\mu\text{mol/L}$, 8-1 966.5 $\mu\text{mol/L}$, and 3-1 310.5 $\mu\text{mol/L}$ respectively, and their reportable ranges were as follows: 4-20 160 $\mu\text{mol/L}$, 8-51 900 $\mu\text{mol/L}$ and 3-10 080 $\mu\text{mol/L}$. The methodological comparison shows that these three above-mentioned methods correlate to each other very well with a correlation coefficient of more than 0.99. However, in interference test, we found that the sarcosine oxidase enzymatic method of creatinine quantification could be affected significantly by the negative interference of the presence of 5.24 $\mu\text{g/mL}$ calcium dobesilate or 0.016 g/L etamsylate, but there were no marked difference in the other two methods even under the maximum dose. In the stability of reagent within the instrument after open, the reagents of Jaffé method without calibration could maintain stability only two days and show obvious decreasing trend, but the reagents were more stable in the other two methods. **Conclusion** Based on the above data, we presented the view that UV enzyme method is the most reliable in these three above-mentioned methods of detecting creatinine.

Key words: creatinine; imines; sarcosine oxidase; picrates; clinical enzyme tests

肌酐是肌酸代谢终产物,人体每天的肌酐生成量相当恒定,血中肌酐水平取决于肾小球滤过功能,测

定肌酐水平可作为肾小球滤过率受损的指标^[1]。目前,实验室检测肌酐常用的方法主要有苦味酸法和肌

* 基金项目:福建省科技重点项目(2012Y0058)。

作者简介:王美珠,女,主管技师,主要从事临床生化检验方向的研究。 [△] 通信作者, E-mail: fzcmin@qq.com。

本文引用格式:王美珠,康伟,黄勤烽,等. 3 种肌酐测定方法的分析性能评价[J]. 国际检验医学杂志, 2019, 40(1): 62-65.

氨酸氧化酶法(简称氧化酶法)^[2-3],近年来,出现的另一种酶学检测方法即亚胺水解酶法(简称紫外酶法),逐渐为临床使用^[4]。为比较其性能特点,本研究对上述 3 种肌酐检测方法的精密性、线性范围、可报告范围、方法学比对、药物干扰及开瓶稳定性等分析性能指标进行了评价,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 标本来源 收集无溶血、黄疸和脂血的本院收治的患者及健康体检者的新鲜临床标本。

1.2 仪器与试剂 氧化酶法和苦味酸法采用罗氏 cobas 8000 c702 全自动生化分析仪及其配套试剂(批号:620823,617455)和校准品(批号:10759350)。紫外酶法采用罗氏 cobas 8000 c702+朗道肌酐紫外酶法检测试剂(批号:311656)+朗道肌酐校准品(批号:1512CR);质控品采用朗道 CONTORL2(批号:821UN)和 CONTORL3(批号:647UE)。干扰药物:羟苯磺酸钙胶囊采用宁夏康亚药来有限公司制剂(规格:每粒 0.25 g);酚磺乙胺注射液采用山东方明药业集团股份有限公司制剂(规格:每支 0.5 g/2 mL)。

1.3 方法 为确保试验数据可靠,以下试验均在室内质控在控的情况下进行。

1.3.1 精密性试验

1.3.1.1 批内精密性 依照美国临床和实验室标准化协会(CLIS)EP5-A2 文件要求,选择接近医学决定水平标本 2 份,在 2 h 内,各进行 20 次重复测定,计算其均值、标准差(SD)及变异系数(CV%)。要求所有检测数据中超出 2SD 的数据不超过 2 个。批内精密性 <1/4 允许总误差(TEa)为合格。

1.3.1.2 批间精密性 取朗道质控品 CONTORL2、CONTORL3 的 2 个水平,按每天 4 批、每批 2 个水平、每批间隔 2 h 的检测频率,连续检测 5 d,计算其均值、SD 及 CV%。批间精密性 <1/3 TEa 为合格。

1.3.2 线性范围试验 依照 CLIS EP6-A 文件要求,取 2 个接近厂家声明线性范围上限(H)、下限(L)的混合血清,按 1 L、0.9 L+0.1 H、0.8 L+0.2 H、0.7 L+0.3 H、0.6 L+0.4 H、0.5 L+0.5 H、0.4 L+0.6 H、0.3 L+0.7 H、0.2 L+0.8 H、0.1 L+0.9 H、1 H 的比例配制成 11 个系列浓度标本,重复测定

3 次,在短时间内测定完成。以预期值为 X,实测值为 Y,以线性回归分析获得回归方程后计算验证线性范围。

1.3.3 可报告范围验证 取一份浓度落在线性范围内的高浓度患者标本,用厂家推荐的稀释液(生理盐水)进行 5、10、20、50、100 倍稀释,每个浓度重复测定 3 次,以样品原倍结果为预期值,稀释后测定的结果为检测值,计算各稀释倍数的回收率,应为 90%~110%。

1.3.4 方法学比对 依照 CLIS EP9-A2 文件,每天收集 8 份标本,随机编号,按顺序和反序测定 2 次,共测定 5 d。所有标本均在 2 h 内测定完成。统计数据,剔除离群值。

1.3.5 药物干扰试验 依照 CLIS EP7-A2 文件,通过配对差异干扰实验和剂量效应实验,分析药物:羟苯磺酸钙(商品名:昊畅)和酚磺乙胺(商品名:止血敏)对 3 种肌酐检测方法的干扰。

1.3.5.1 配对差异干扰实验 按说明书描述,口服羟苯磺酸钙胶囊 500 mg,4 h 达血药浓度峰值,峰质量浓度为 14.5 μg/mL,故本研究选取 0.0、14.5 μg/mL 分别为羟苯磺酸钙的最低和最高测试质量浓度,贮存液质量浓度为 290 μg/mL。根据说明书描述,酚磺乙胺治疗的血药浓度为 0.5~1.5 g/d,入血后 1 h 达血药浓度高峰,4~6 h 完全排泄,故本研究中选取 0.0、0.3 g/L 分别为酚磺乙胺的最低和最高测试质量浓度,贮存液质量浓度为 6 g/L。取 3.8 mL 配制的高肌酐值的混合血清加入药物贮存液 0.2 mL 作为试验组,3.8 mL 高肌酐值血清加入 0.2 mL 去离子水作为对照组。分析羟苯磺酸钙、酚磺乙胺对 3 种肌酐测定方法的干扰度。根据分析物的生理变异确定肌酐的 TEa 为 6.9%^[5],建立具有临床意义差别的可接受标准的最大允许干扰值(dmax)。根据 CLIS EP7-A2 文件提供的 dmax/s 计算试验重复次数为 3 次。根据 CLIS EP7-A2 文件,95%CI 的下限超过最大允许误差^[5]即认为有干扰。

1.3.5.2 剂量效应试验 依照 CLIS EP7-A2 文件,制备一系列不同浓度的干扰测试样本,以高浓度测试标本和低浓度对照标本按一定比例混合,制备方法见表 1。

表 1 剂量效应试验标本配制

样本编号	配制方法	羟苯磺酸钙终质量浓度(μg/mL)	酚磺乙胺终质量浓度(g/L)
1号:低浓度标本	1 mL 对照组标本	0	0
2号:25%浓度标本	0.2 mL 1号标本+0.2 mL 3号标本	3.625	0.075
3号:50%浓度标本	0.2 mL 1号标本+0.2 mL 5号标本	7.250	0.150
4号:75%浓度标本	0.2 mL 3号标本+0.2 mL 5号标本	10.875	0.225
5号:高浓度标本	1 mL 试验组标本	14.500	0.300

1.3.6 试剂稳定性验证 3 种试剂定标后放置于罗

氏 cobas 8000 c702 全自动生化分析仪试剂仓,分别于

第 1、2、3、4、5、6、7 天测定朗道 CONTORL2 和 CON-TORL3, 记录统计检测结果。

1.4 统计学处理 采用 EXCEL2007 软件对数据进行分析。

2 结 果

2.1 精密度 参照国家卫生行业标准《临床生物化学常规项目分析质量指标》(WS/T403-2012)的要求, 肌酐分析允许 TEa 为 ±12%, 以 CV_{批内} % < 3% (< 1/4TEa), CV_{批间} % < 4% (< 1/3TEa) 为标准, 3 种检测方法均符合要求, 结果见表 2。

表 2 批内、批间精密度测定结果 (%)

检测方法	CV _{批内} % (均值)		CV _{批间} % (均值)		WS/T403-2012	
	低值	高值	低值	高值	CV _{批内} %	CV _{批间} %
紫外酶法	2.73	1.54	3.74	2.21		
氧化酶法	0.48	0.81	1.97	1.73	<3	<4
苦味酸法	1.51	0.98	3.53	2.03		

2.2 线性范围评估 3 种肌酐测定方法线性范围评估结果见表 3。

表 3 3 种肌酐测定方法线性范围评估结果

方法	回归方程	R ²	线性范围 (μmol/L)
紫外酶法	Y=1.0106X+0.321 1	0.999	4~2 017
氧化酶法	Y=0.9765X+10.18 7	0.999	8~1 966
苦味酸法	Y=1.0424X+0.663 4	0.999	3~1 310

2.3 可报告范围 高浓度样本经 5、10、20、50 倍稀释后回收率为 90%~110%。3 种肌酐测定方法可报告范围评估结果见表 4。

表 4 3 种肌酐测定方法可报告范围评估结果

方法	最大稀释倍数	可报告范围 (μmol/L)
紫外酶法	20	4~20 160
氧化酶法	50	8~51 900
苦味酸法	5	3~10 080

2.4 不同方法学比对 紫外酶法与氧化酶法回归方程为 Y=0.948X+10.35 (R²=0.999 2)。见图 1; 紫外酶法与苦味酸法回归方程为 Y=0.966X+4.683 (R²=0.999 6)。见图 2。

2.5 药物干扰

2.5.1 配对差异干扰实验 羟苯磺酸钙、酚磺乙胺对氧化酶法测定肌酐有负干扰, 对其他 2 种方法无干

扰, 见表 5、6。

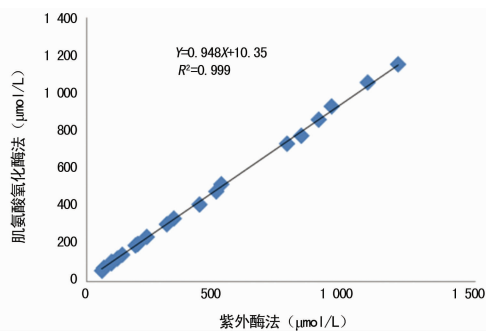


图 1 紫外酶法与氧化酶法相关性分析

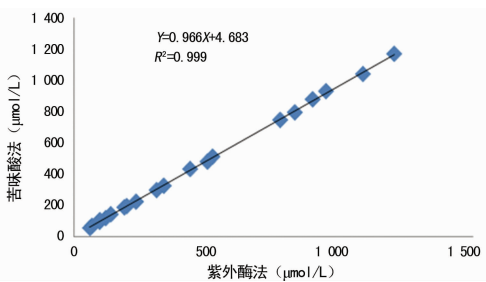


图 2 紫外酶法与苦味酸法相关性分析

表 5 羟苯磺酸钙配对差异试验结果

检测方法	对照组	实验组	95%CI	最大允许误差	结果判断
紫外酶法	436	431	-28~18	30	无干扰
氧化酶法	420	328	-104~-80	29	负干扰
苦味酸法	412	409	-17~11	28	无干扰

表 6 酚磺乙胺配对差异试验结果

检测方法	对照组	实验组	95%CI	最大允许误差	结果判断
紫外酶法	436	433	-25~19	30	无干扰
氧化酶法	420	112	-296~-320	29	负干扰
苦味酸法	412	402	-26~2	28	无干扰

2.5.2 剂量效应试验 羟苯磺酸钙、酚磺乙胺均对氧化酶法检测肌酐存在干扰。干扰效应=试验组均值-对照组均值, 结果见表 7。羟苯磺酸钙、酚磺乙胺均对氧化酶法产生负干扰, 其干扰效应与不同药物浓度的最佳拟合曲线方程见图 3、4。羟苯磺酸钙对氧化酶法检测肌酐的干扰效应为线性回归方程, 产生干扰的最小有效质量浓度为 5.23 μg/mL。而酚磺乙胺对氧化酶法检测肌酐的干扰效应为非线性回归方程, 产生干扰的最小有效质量浓度为 0.016 g/L。

表 7 剂量效应试验

序号	羟苯磺酸钙 (μg/mL)	氧化酶法 (μmol/L)	干扰效应 (μmol/L)	酚磺乙胺 (g/L)	氧化酶法 (μmol/L)	干扰效应 (μmol/L)
1	0.00	420	0	0	419	0
2	3.63	388	-29	0.075	230	-190
3	7.25	360	-57	0.150	162	-258
4	10.88	336	-81	0.225	133	-287
5	14.50	326	-91	0.300	119	-301

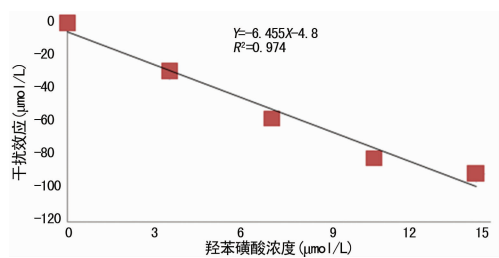


图 3 羟苯磺酸钙干扰试验的线性效应图

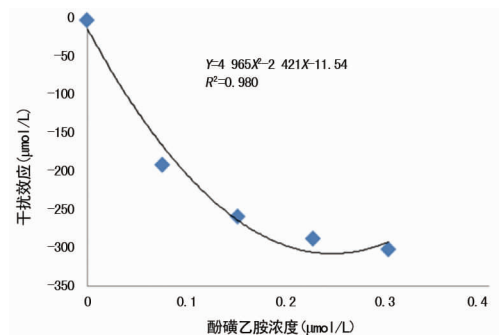


图 4 酚磺乙胺干扰试验的非线性效应图

2.6 试剂稳定性试验 随着开瓶时间的增加,苦味酸法检测结果呈明显持续下降,室内质控在开瓶第 3 天即提示失控,第 7 天的检测结果与第 1 天比较,CONTORL2 下降了 42.5%,CONTORL3 下降了 34.4%,必须通过每天定标方可稳定结果;而 2 种酶法则表现稳定,第 7 天的结果与第 1 天无明显变化,见图 5。

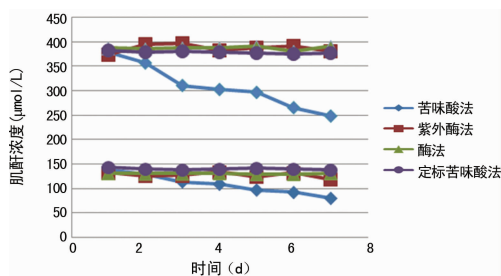


图 5 试剂稳定性试验

3 讨论

随着生化检验自动化的普及和质量控制措施的完善,生化检验结果的重复性和准确性已显著提高。但对有多种检测方法的项目如肌酐,市场供应的商品试剂品种多样,加上检测系统、测定方法及抗干扰能力的不同,使不同方法检测结果之间依然存在明显差异^[6]。因此,实验室应该对所用方法进行系统评价,以明确其性能特点及检测局限性。

精密度既是临床检验的方法评价,也是仪器性能评价的重要指标之一^[7]。3 种肌酐检测方法的精密度均符合厂家申明要求,同时,也满足 WS/T403-2012 的要求。定量检测项目在分析测量范围内仪器最终输出的信号和分析物浓度呈线性是仪器性能的重要指标,也是保证检验结果准确性的理论依据。对检测项目进行线性评价有助于发现方法学原理、仪器、校

准品、试剂、操作程序、质控计划等很多方面的误差来源^[8]。本研究结果显示,3 种肌酐检测方法均线性良好,3 种方法可报告范围评估完全可满足临床检测需要。方法学比对实验是实现患者标本检测结果可比性与准确度溯源的重要途径,本研究结果显示,对无干扰物存在的正常标本,3 种肌酐检测方法学之间具有良好的相关性。

干扰物是临床实验室检测误差的一个很重要的来源^[9],其中患者治疗期间的物质介入是重要因素,临床分析前药物的影响因素时有发生^[10]。本研究结果显示,羟苯磺酸钙在最小质量浓度为 5.23 μg/mL、酚磺乙胺在最小质量浓度为 0.016 g/L 时即对氧化酶法产生负干扰,而对苦味酸法和紫外酶法无影响。3 种药物对氧化酶法检测肌酐的干扰与其还原性有关^[11-13]。据文献报道,胆红素对苦味酸法检测肌酐具有显著影响,存在明显干扰^[14-16];维生素 C 对氧化酶法和苦味酸法均有不同程度干扰^[17-18],而胆红素、乳糜、抗坏血酸、溶血及常用药物均不干扰紫外酶法^[19-20]。本研究试剂稳定性试验结果显示,苦味酸试剂的在机稳定性较差,在控时间仅为 2 d,明显少于说明书声明的 7 d,而其他 2 种方法在机稳定性均较好。

4 结论

综合分析 3 种方法的精密度、线性范围、可报告范围、抗干扰能力及试剂稳定性,氧化酶法及苦味酸法具有明显的缺点。而紫外酶法的性能符合临床测定的需求,又具有较好的抗干扰能力,在 3 种肌酐测定方法中为最可靠的方法,应作为实验室的首选方法。

参考文献

- [1] 陈文彬,潘祥林. 诊断学[M]. 8 版. 北京:人民卫生出版社,2013:342-343.
- [2] WEYKAMP C, KUYPERS A, BAKKEREN D, et al. Creatinine, Jaffe, and glucose; another inconvenient truth[J]. Clin Chem Lab Med, 2015, 53(12): e347-349.
- [3] LIPPI G, BROCCO G, FRANCHINI M, et al. Comparison of serum creatinine, uric acid, albumin and glucose in male professional endurance athletes compared with healthy controls[J]. Clin Chem Lab Med, 2004, 42(6): 644-647.
- [4] GREENBERG N, ROBERTS W L, BACHMANN L M, et al. Specificity characteristics of 7 commercial creatinine measurement procedures by enzymatic and Jaffe method principles[J]. Clin Chem, 2012, 58(2): 391-401.
- [5] 中华人民共和国卫生部医政司. 全国临床检验操作规程[J]. 3 版. 南京:东南大学出版社,2006:791-798.
- [6] 张建平,王治国. 肌酐检测的准确性问题研究[J]. 国际检验医学杂志, 2008, 29(6): 501-503.
- [7] 温冬梅,张秀明,吴剑杨,等. 应用 CLSI EP5-A2 文件评价生化检测系统的精密度性能[J]. 检验医学与临床, 2010, 7(19): 2096-2098.
- [8] 黄志宏,付文金,汤慧华,等. 多项式线性(下转第 70 页)

组比较,原发性和继发性 AIHA 组患者抗 MPO、抗 GBM、抗 PR3 抗体阳性数均显著增加;与原发性 AIHA 组比较,继发性 AIHA 组患者抗 GBM 抗体阳性数显著增加。单独应用抗 MPO、抗 GBM、抗 PR3 抗体诊断 AIHA 的灵敏度分别为 74.4%、45.1% 和 82.0%,特异度分别为 93.3%、95.3% 和 92.5%。在校正了年龄、性别、吸烟、饮酒等因素后血清抗 MPO、抗 GBM、抗 PR3 抗体仍与 AIHA 的发生相关。提示血清抗 MPO、抗 GBM、抗 PR3 抗体在 AIHA 的早期发现中具有潜在价值。

4 结 论

AIHA 患者血清抗 MPO、抗 GBM、抗 PR3 抗体阳性数与健康者和其他自身免疫性疾病患者比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),具有潜在的临床应用价值,有望为临床 AIHA 患者早期诊断提供新的途径与思路。

参 考 文 献

[1] 刘艳,万岁桂,孙雪静,等. 滤泡辅助性 T 细胞在自身免疫性溶血性贫血发病机制中的作用[J]. 标记免疫分析与临床, 2016, 23(2): 126-128.

[2] 王明慧,方春燕,梁萍,等. 洗涤红细胞输注在自身免疫性溶血性贫血治疗中的应用研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2015, 14(24): 2101-2103.

[3] MANABE S, BANNO M, NAKANO M, et al. A case of PR3-ANCA-positive anti-GBM disease associated with intrarenal arteritis and thrombotic microangiopathy [J]. CEN Case Rep, 2017, 6(1): 39-45.

[4] 任冬梅,李德保,何全利,等. 中性粒细胞胞质抗体筛查试验与 MPO, PR3 特异性抗体检测的相关性研究[J]. 检验医学与临床, 2016, 13(9): 1252-1254.

[5] SOWA M, TREZZI B, HIEMANN R, et al. Simultaneous comprehensive multiplex autoantibody analysis for rapidly progressive glomerulonephritis[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(44): e5225.

[6] 邢莉民,邵宗鸿. 自身免疫性溶血性贫血治疗进展[J]. 国外医学(输血及血液学分册), 2005, 28(5): 439-441.

[7] 徐泉元. 自身免疫性溶血性贫血患者成分输血的临床分析[J]. 数理医药学杂志, 2016, 29(3): 374-375.

[8] TATEKAWA S, TSUKAMOTO T, CHINEN Y, et al. Burkitt lymphoma preceded by autoimmune hemolytic anemia due to anti-D antibody[J]. Intern Med, 2016, 55(16): 2253-2258.

[9] 孙利,郭晓璐,吴海兵,利妥昔单抗联合输血治疗自身免疫性溶血性贫血的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2016, 32(11): 984-986.

[10] 田华,王金波,冯万周. LDH 及 sTfR 在成人急性溶血性贫血中的意义[J]. 标记免疫分析与临床, 2016, 23(6): 691-692.

[11] JOSHI P, AGGARWAL A, JAMWAL M, et al. A comparative evaluation of Eosin-5'-maleimide flow cytometry reveals a high diagnostic efficacy for hereditary spherocytosis[J]. Int J Lab Hematol, 2016, 38(5): 520-526.

[12] 解飞,周霖,蔡斌,等. 儿童自身免疫性溶血性贫血 29 例临床特点和治疗分析[J]. 临床儿科杂志, 2016, 34(12): 930-932.

(收稿日期:2018-07-20 修回日期:2018-09-26)

(上接第 65 页)

评价在自建生化检测系统中的初步应用[J]. 检验医学与临床, 2012, 9(1): 93-96.

[9] DELANAYE P, CAVALIER E, POTTEL H. Serum creatinine: not so simple [J]. Nephron, 2017, 136(4): 302-308.

[10] 马恺,秦培华. 临床实验室分析前影响因素的探讨与对策研究[J]. 国际检验医学杂志, 2011, 32(16): 1908-1909.

[11] 戴莹洁,周勇,陈文举,等. 羟苯磺酸钙对肌氨酸氧化酶法和苦味酸法检测肌酐的干扰[J]. 中国乡村医药, 2017, 24(15): 46-47.

[12] 倪莉,王晓欧,林应宝,等. 酚磺乙胺对酶法测定血清肌酐的干扰及其纠正方法[J]. 中国卫生检验杂志, 2017, 27(14): 2009-2011.

[13] 程涌江,李丽,陈海鸣. 酚磺乙胺对不同方法测定肌酐的干扰[J]. 检验医学与临床, 2011, 8(16): 1939-1940.

[14] 刘芳龙,刘伟. 胆红素对血清肌酐测定结果的干扰及原因

分析[J]. 中国医药指南, 2014, 12(15): 230-231.

[15] 温勇,玉韦勇. 胆红素对肌酐测定的影响[J]. 吉林医学, 2013, 34(35): 7377-7378.

[16] 殷立奎,邓文涛,马华山. 胆红素对肌酐测定的影响分析[J]. 中国医药导报, 2008, 5(7): 90-91.

[17] 江俊铮,谢梦禹,张卫,等. 维生素 C 对肌氨酸氧化酶法检测血清肌酐干扰的定量分析[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2012, 26(1): 64-66.

[18] 汪开华. 维生素 C 对三种常用肌酐测定方法的干扰[J]. 国际检验医学杂志, 2012, 33(11): 1385-1386.

[19] 程海平,廖璞. 血清中肌酐的检测方法及其进展[J]. 检验医学与临床, 2009, 6(19): 1682-1684.

[20] 戴新华,方向,全灿,等. 血清中肌酐的检测方法及其进展[J]. 分析测试学报, 2007, 26(5): 763-767.

(收稿日期:2018-07-24 修回日期:2018-09-30)