论著·临床研究

Westgard 西格玛规则和标准化性能验证图在临床生化质量持续改进中的应用

王宏斌[1],王　丹[2]

(1. 湘雅常德医院检验科,湖南常德 415000;2. 常德市第一人民医院检验科,湖南常德 415000)

摘　要:目的　探讨用 Westgard 西格玛规则及西格玛性能验证图评价临床生化检测项目的性能,指导质量持续改进。**方法**　收集常德市第一人民医院检验科参加 2015 年全国室间质量评价计划 26 个临床生化检测项目反馈结果及累积的室内质控数据作为偏倚和不精密度估计,以国家标准的允许总误差(*TEa*)计算西格玛值(σ 值)并绘制标准化的西格玛性能验证图,确定合适的室内质控规则及优先改进的方向。调整 6 个项目 *TEa* 的来源为卫生行业标准,实施改进措施后评价 2016 年各项目的性能。**结果**　在 2015 年有 9 个项目的分析性能 $\sigma>6$,1 个项目 $5\leqslant\sigma\leqslant6$,4 个项目的分析性能 $\sigma<3$,平均 σ 为 5.99。实施改进措施后,在 2016 年有 11 个项目 $\sigma>6$,4 个项目 $5\leqslant\sigma\leqslant6$,无分析性能 $\sigma<3$ 的项目,平均 σ 为 5.93。平均变异系数从 2.59%下降到 2.18%,平均 *bias* 从3.19%下降到 2.87%。**结论**　Westgard 西格玛规则可以评价检测项目的性能,指导质量持续改进。标准化西格玛性能验证图可直观地展示检测项目的性能水平。

关键词:西格玛规则;　西格玛性能验证图;　质量控制

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2018.21.021　　**中图法分类号:**R446;R197.39

文章编号:1673-4130(2018)21-2677-05　　**文献标识码:**A

Application of Westgard sigma rule and standardized performance verification chart in continuous improvement of clinical biochemical quality

WANG Hongbin[1],*WANG Dan*[2]

(1. *Department of Clinical Laboratory*,*Xiangya Changde Hospital*,*Changde*,*Hunan* 415000,*China*;
2. *Department of Clinical Laboratory*,*the First People's Hospital of Changde*,*Changde*,*Hunan* 415000,*China*)

Abstract:Objective　To evaluate the performance of clinical biochemical test items by Westgard sigma rule and sigma performance verification chart,and to guide the quality continuous improvement. **Methods**　To collect the feedback results and accumulated internal quality control data of 26 clinical biochemical testing items in the National External Quality Assessment Program of the First People's Hospital of Changde in 2015 as bias and imprecision estimates,calculate σ value with the national standard total allowable error (*TEa*) and draw a standardized sigma performance verification chart. Identify appropriate internal quality control rules and give priority to improvement. The source of *TEa* for six projects was adjusted to the health industry standard,and the performance of the projects in 2016 was evaluated after implementation of the improvement measures. **Results**　There were 9 projects with $\sigma>6$,1 project was with $5\leqslant\sigma\leqslant6$ and 4 projects were with $\sigma<3$,mean value of σ was 5.99 in 2015. After corrective actions,there were 11 projects with $\sigma>6$,4 projects were with $5\leqslant\sigma\leqslant6$ and no project was with $\sigma<3$,mean value of σ was 5.93,mean value of *CV* and bias declined from 2.59% to 2.18% and 3.19% to 2.87% respectively. **Conclusion**　The Westgard sigma rule can evaluate the performance of testing items and guide quality continuous improvement. The standardized sigma performance verification chart can visually display the performance level of the testing items.

Key words:sigma rule;　sigma performance verification chart;　quality control

目前国内部分临床实验室在室内质控方法的选择上,凭经验设计质控方案或对不同的检测项目使用相同的质控方案,具有很大的盲目性。研究表明,不正确地应用经典的 Westgard 多规则会导致实际误差检出率降低或成本增加[1]。六西格玛质量管理体系近年来备受关注,正逐渐成为多个行业质量控制的有效工具。很多国际性大公司如通用电器、西门子等已经将六西格玛质量管理的方法应用于医学领域,取得

作者简介:王宏斌,男,副主任技师,主要从事临床生化检验工作。

本文引用格式:王宏斌,王丹. Westgard 西格玛规则和标准化性能验证图在临床生化质量持续改进中的应用[J]. 国际检验医学杂志,2018,39(21):2677-2681.

了很好的效果[2]。2014 年美国实验室管理专家 Westgard 及其同事将西格玛质量管理应用于临床实验室质量控制，形成了被称为“Westgard 西格玛规则”的质控方法[3]。该方法将经典的 Westgard 多规则逻辑判断图和六西格玛有机地结合起来，在提高检测质量上取得了良好的效果。最近检验医学信息网开发了用于制作标准化西格玛性能验证图的软件，它操作简单而实用，已经开始在一些实验室得到应用[4]。本文拟收集常德市第一人民医院检验科前期实验室参加原卫生部临床检验中心室间质量评价计划反馈的结果和室内质控的数据对部分临床生化检测项目进行西格玛度量的评估，利用 Westgard 西格玛规则和计算质量目标指数（QGI）值确定室内质控的方法及优先改进的方向，实施改进措施后再次评估改进的效果。

1　资料与方法

1.1　仪器与试剂　仪器采用罗氏 Modular DPP 全自动生化分析仪。试剂如下：室内质控品为英国朗道公司提供的 2 个浓度水平，2015 年批号为 888UN、650UE；2016 年批号为 1005UN、650UE。钾（K）、钠（Na）、氯（Cl）、钙（Ca）、磷（P）、葡萄糖（GLU）、尿素（UREA）、尿酸（UA）、总蛋白（TP）、清蛋白（ALB）、总胆固醇（TC）、三酰甘油（TG）、丙氨酸氨基转移酶（ALT）、天门冬氨酸氨基转移酶（AST）、碱性磷酸酶（ALP）、淀粉酶（AMY）、肌酸激酶（CK）、乳酸脱氢酶（LDH）、γ 谷氨酰基转移酶（GGT）、镁（Mg）、铁（Fe）的检测试剂和校准品由罗氏公司提供；高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）的试剂和校准品由日本第一化学药品株式会社提供；肌酐（Cr）的试剂由上海科华生物公司提供；总胆红素（TBIL）和直接胆红素（DBIL）的试剂由北京九强生物公司提供，校准品由上海德赛诊断公司提供。

1.2　方法

1.2.1　计算 2015 年各检测项目西格玛值（σ）　应用公式 $\sigma=(TEa\%-|bias\%|)/CV\%$，计算各检测项目 σ，其中 *TEa* 表示允许总误差，*bias* 表示偏倚，*CV* 表示变异系数，以百分位数表示。*TEa* 分别按照国家标准（GB/T20470－2006）临床实验室室间质量评价要求[5]，卫生行业标准（WS/T403－2012）临床生物化学检验常规项目分析质量指标[6]和生物学变异导出的适当标准。选取实验室参加 2015 年原卫生部常规化学及脂类室间质量评价计划的数据。每次 EQA 活动有 5 个批号质控品，统计时计算 15 个（常规化学每年 3 次）或 10 个（脂类每年 2 次）数据的 *bias* 绝对值的平均值，作为该项目实验室的 *bias* 估计值。另外选取实验室同期常规化学和脂类室内质量控制累积在控数据的 *CV*，统计时计算 2 个浓度水平质控品的合并 *CV*，$CV_{合并}=[(CV1^2+CV2^2)/2]^{1/2}$ 作为该项目实验室不精密度估计值。

1.2.2　绘制 2015 年临床生化标准化西格玛性能验证图　应用检验医学信息网（www.clinet.com.cn）提供的软件，在相应界面输入项目名称、*CV* 和 *bias* 值，各检测项目使用国家标准的 *TEa*，软件自动生成标准化西格玛性能验证图。图中横坐标代表 *CV*/*TEa*，纵坐标代表 *bias*/*TEa*。斜线划分的区域从右上到左下依次代表 σ＜2（不可接受）、2≤σ＜3（欠佳）、3≤σ＜4（临界）、4≤σ＜5（良好）、5≤σ≤6（优秀）、σ＞6（世界一流）。

1.2.3　计算 QGI 值　QGI 反映了方法的 *bias* 和不精密度的评价，应用公式 $QGI=bias\%/1.5\times CV$ 计算各检测项目 QGI 值[7]。若 QGI＜0.8，提示不精密度需要优先改进；若 QGI＞1.2，提示 *bias* 需要优先改进；若 0.8≤QGI≤1.2，提示 *bias* 和不精密度均需改进。

1.2.4　确定室内质控规则并实施改进措施　先以 2015 年的 *CV*、*bias* 和国家标准计算的 σ 值，应用 Westgard 西格玛规则确定各项目室内质控采用的规则及质控品数量。再根据 QGI 值确定各项目是否需要改进及优先改进的方向。加强日常质量控制工作，组织实施改进措施。

1.2.5　绘制 2016 年临床生化标准化西格玛性能验证图　根据实验室 2015 年以及长期的检测性能，调整 UA、Cr、TG、AMY、CK、Fe 共 6 个项目的 *TEa* 标准，采用较严格的卫生行业标准。其他项目仍采用国家标准计算 σ 值并绘制 2016 年标准化西格玛性能验证图，与 2015 年的数据进行比较。

2　结　　果

2.1　以国家标准的 *TEa* 计算 2015 年 26 个检测项目的 σ 值，结果见表 1、2。9 个项目 σ＞6（世界一流），占 34.6%；1 个项目 5≤σ≤6（优秀），占 3.8%；4 个项目 σ＜2（不可接受），占 15.4%。平均 σ、平均 *CV* 和平均 *bias* 分别为 5.99、2.59% 和 3.19%。以卫生行业标准及生物学变异导出适当标准的 *TEa* 计算结果见表 1。

2.2　按照公式计算 2015 年各检测项目 QGI 值，结果见表 1。26 个项目中，9 个项目 σ＞6，可以暂时不需改进；10 个项目 QGI＜0.8，需优先改进不精密度；4 个项目 QGI＞1.2，需优先改进 *bias*；3 个项目 0.8≤QGI≤1.2，需同时改进 *bias* 和不精密度。

2.3　调整 6 个项目的 *TEa* 标准后对 2016 年 26 个项目进行 *bias* 和不精密度进行评估，计算 σ 值，结果见表 2、3。11 个项目 σ＞6（世界一流），占 42.3%；4 个项目 5≤σ≤6（优秀），占 15.4%；无项目 σ＜2（不可接受）。平均 σ、平均 *CV* 和平均 *bias* 分别为 5.93、2.18% 和 2.87%。

2.4　应用软件绘制的 2015 年和 2016 年标准化西格玛性能验证图见图 1、2。

表 1　2015 年临床生化项目分析性能评价

项目	CV (%)	bias (%)	国家标准		卫生行业标准		生物学变异适当的规范		QGI	优先改进
			TEa	σ	TEa	σ	TEa	σ		
K	1.46	2.13	6.7	3.13	6	2.65	5.61	2.38	0.97	bias 和不精密度
Na	1.15	0.91	3.5	2.25	4	2.68	0.73	−0.15	0.53	不精密度
Cl	1.40	0.91	5.0	2.92	4	2.20	1.50	0.42	0.43	不精密度
Ca	2.25	2.18	10.0	3.48	5	1.25	2.55	0.16	0.65	不精密度
P	1.96	2.04	10.7	4.42	10	4.07	10.20	4.17	0.70	不精密度
GLU	1.95	2.65	10.0	3.77	7	2.23	6.96	2.21	0.90	bias 和不精密度
UREA	2.20	1.18	9.0	3.55	8	3.10	15.55	6.53	0.36	不精密度
UA	1.30	1.04	17.0	12.28	12	8.43	11.97	8.41	0.53	不需改进
Cr	1.63	1.25	15.0	8.44	12	6.60	8.87	4.67	0.51	不需改进
TP	1.35	1.01	10.0	6.66	5	2.96	3.63	1.94	0.50	不需改进
ALB	2.21	0.77	10.0	4.18	6	2.37	4.07	1.49	0.23	不精密度
TC	1.95	1.39	10.0	4.42	9	3.90	9.01	3.90	0.47	不精密度
TG	2.53	2.09	25.0	9.06	14	4.70	25.99	9.44	0.55	不需改进
TBIL	3.41	5.45	20.0	4.27	15	2.80	31.10	7.51	1.06	bias 和不精密度
ALT	3.53	12.20	20.0	2.21	16	0.83	17.48	1.14	2.30	bias
AST	3.48	2.82	20.0	4.94	15	3.50	16.69	3.98	0.54	不精密度
ALP	4.37	9.44	30.0	4.70	18	1.96	12.04	0.59	1.44	bias
AMY	1.63	1.83	30.0	17.82	15	8.09	15.70	8.52	0.75	不需改进
CK	2.89	3.37	30.0	9.21	15	4.03	30.30	9.33	0.78	不需改进
LDH	1.87	2.12	20.0	9.56	11	4.76	11.40	4.97	0.76	不需改进
GGT	4.04	3.79	20.0	4.01	11	1.78	22.10	4.52	0.62	不精密度
Mg	4.96	1.47	25.0	4.74	15	2.73	4.80	0.67	0.20	不精密度
DBIL	4.97	9.06	20.0	2.20	—	—	44.50	7.12	1.21	bias
Fe	2.21	2.03	20.0	8.13	15	5.87	30.70	12.98	0.61	不需改进
HDL-C	2.95	2.13	30.0	9.45	—	—	11.10	3.04	0.48	不需改进
LDL-C	3.75	7.70	30.0	5.95	—	—	13.60	1.57	1.37	bias
均值	2.59	3.19	—	5.99	—	3.21	—	4.30	—	—

注:—表示无或不需要

表 2　2015—2016 年临床生化检测项目性能对照表

σ 值	评价	2015 年	2016 年
σ<2	不可接受	—	—
2≤σ<3	欠佳	Na、Cl、DBIL、ALT	—
3≤σ<4	临界	K、Ca、GLu、UREA	Na、Cl、DBIL、ALT、UREA
4≤σ<5	良好	P、ALB、TC、TBIL、AST、ALP、GGT、Mg	Ca、P、ALb、TC、AST、GGT
5≤σ≤6	优秀	LDL-C	GLU、UA、TG、CK
σ>6	世界一流	UA、Cr、TP、TG、AMY、CK、LDH、Fe、HDL-C	K、Cr、TP、TBIL、ALP、AMY、LDH、Mg、Fe、HDL-C、LDL-C

注:—表示无或不需要

表 3　2016 年临床生化项目分析性能评价

项目名称	采用室内质控规则	CV(%)	bias(%)	采用的质量规范		σ
				TEa	来源	
K	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}/10\times$(N=2,R=4)	0.81	1.36	6.7	国家标准	6.59
Na	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}/10X$(N=2,R=4)	0.80	1.06	3.5	国家标准	3.05

续表 3　2016 年临床生化项目分析性能评价

项目名称	采用室内质控规则	CV(%)	bias(%)	采用的质量规范		σ
				TEa	来源	
Cl	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}/10X$(N=2,R=4)	1.10	1.21	5.0	国家标准	3.45
Ca	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}/10X$(N=2,R=4)	1.90	1.65	10.0	国家标准	4.39
P	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}$(N=4,R=1)	1.80	2.91	10.7	国家标准	4.33
GLU	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}/10X$(N=2,R=4)	1.30	3.24	10.0	国家标准	5.20
UREA	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}/10X$(N=2,R=4)	2.30	2.07	9.0	国家标准	3.01
UA	1_{3S}(N=2,R=1)	1.65	2.62	12.0	行业标准	5.68
Cr	1_{3S}(N=2,R=1)	1.59	2.33	12.0	行业标准	6.12
TP	1_{3S}(N=2,R=1)	1.15	1.24	10.0	国家标准	7.62
ALB	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}$(N=4,R=1)	1.75	1.35	10.0	国家标准	4.94
TC	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}$(N=4,R=1)	1.87	1.66	10.0	国家标准	4.48
TG	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}$(N=4,R=1)	2.19	2.90	14.0	行业标准	5.07
TBIL	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}$(N=4,R=1)	2.51	4.93	20.0	国家标准	6.00
ALT	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}/10X$(N=2,R=4)	4.70	3.91	20.0	国家标准	3.42
AST	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}$(N=4,R=1)	3.76	2.95	20.0	国家标准	4.53
ALP	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}$(N=4,R=1)	3.85	3.65	30.0	国家标准	6.86
AMY	1_{3S}(N=2,R=1)	1.39	1.29	15.0	行业标准	9.86
CK	1_{3S}(N=2,R=1)	2.25	2.63	15.0	行业标准	5.52
LDH	1_{3S}(N=2,R=1)	1.82	4.71	20.0	国家标准	8.40
GGT	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}$(N=4,R=1)	3.45	3.36	20.0	国家标准	4.82
Mg	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}$(N=4,R=1)	3.2	1.78	25.0	国家标准	7.26
DBIL	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}/4_{1S}/10X$(N=2,R=4)	3.06	8.69	20.0	国家标准	3.70
Fe	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}$(N=2,R=1)	1.69	1.67	15.0	行业标准	7.93
HDL-C	1_{3S}(N=2,R=1)	2.89	4.20	30.0	国家标准	8.96
LDL-C	$1_{3S}/2_{2S}/R_{4S}$(N=2,R=1)	1.91	5.22	30.0	国家标准	12.97
均值	—	2.18	2.87	—	—	5.93

注：—表示无或不需要

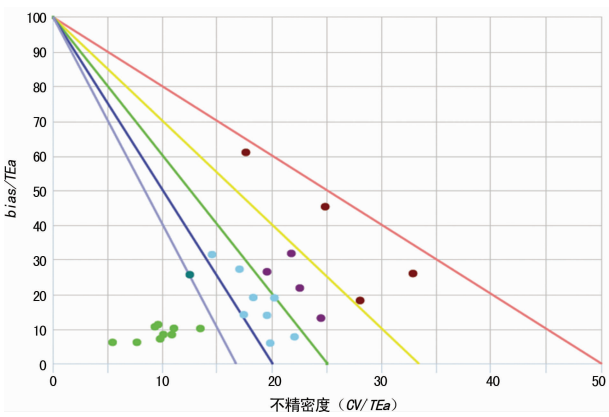

图 1　2015 年临床生化项目标准化性能验证图

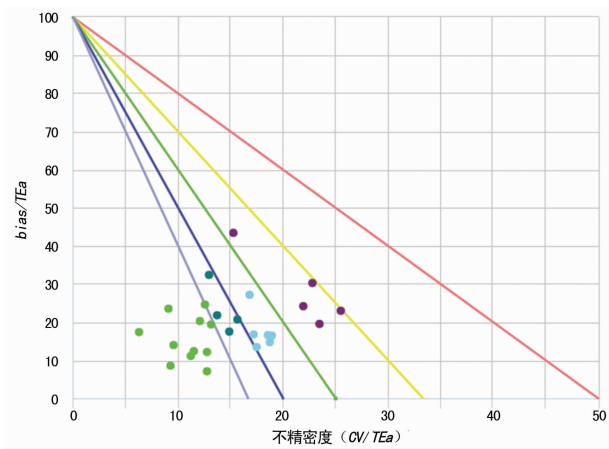

图 2　2016 年临床生化项目标准化性能验证图

3　讨　　论

《2014 年临床实验室生化专业室内质控情况调查总结报告》表明，63.2%的实验室凭经验设计室内质控方案，58.8%的实验室对不同的检测项目使用相同的质控方案。另外不正确地使用 Westgard 规则可能会出现因规则过于简单导致误差检出概率(Ped)下降，不能满足临床要求；或规则过多导致假失控概率(Pfr)升高，造成资源的浪费。六西格玛管理是一种以数据为基础，以顾客为中心的先进质量管理方法，已经在国内外被广泛应用于医学领域。Westgard 一直致力于正确质控规则和每批质控测定值个数的研究，提出了一种室内质量控制方法的设计工具——Westgard 西格玛规则[8]。它相较于功效函数图、操作过程规范图(OPSpecs)更为直观而实用。其优点在于它可根据实验室确认的西格玛水平，为使用者提供需要采用的规则及质控物个数的指导[9]。σ 值越大，质控规则越少；反之，σ 值越小，质控规则越多。随着 σ 值的下降，需要增加质控规则、质控频次和质控数量[10]。例如 2 个浓度水平质控品的 6σ 质量仅需要一个质控规则，1_{3S}(N=2,R=1，即 1 批中需 2 个质控测定值)；4σ 以下的质量要求多规则且满足(N=4,R=2，即每天 2 批，每批 4 个质控测定值)或(N=2,R=4 即每天 4 批，每批 2 个质控测定值)。QGI 的计算主要是用来查找性能低于 6σ 的主要原因，判断精确性和(或)准

确性是否出了问题。本文采用 2015 年部分临床生化检测项目的室间质评和室内质控数据以及 3 个不同层次质量规范所要求的 *TEa* 计算 σ 值和 QGI 值,获得室内质控方法的指导并确定了后期质量需要优先改进的方向。在 2016 年实施相应的质控规则和优先改进措施后,对检测性能进行评估。结果显示平均 *CV* 和平均 *bias* 显著下降,表明 Westgard 西格玛规则可指导持续的质量改进。

在提高实验室质量之前,实验室必须准确地知道确保满意的临床决策时需要什么样的质量水平[11]。这就要求实验室规定 *TEa*、不精密度和 *bias* 的质量规范。而这三者正是决定了西格玛度量的大小。西格玛值的计算公式表明,对于同一个试验,用不同来源的 *TEa* 计算得到的 σ 值并不相同,甚至会相差很大[12]。目前国内常用的国家标准是参考美国临床实验室改进修正案(CLIA′88)制订的。卫生行业标准是基于个体内和个体间生物学变异,考虑了我国当前可实现的分析质量水平而设定,较国家标准更严格[13]。而生物学变异的规范常被认为是最严格的,应该是真实且适当的,但是其适当性具有争议[12]。本文考虑到检测的 6 个项目长期性能优良且国家标准较宽,为它们选择较严格的行业标准。结果显示 2016 年平均 σ 值并未因部分项目提高标准而显著下降,表明实验室可根据实际情况对每个项目选择适当的 *TEa* 标准。

研究表明,对于 σ 值的计算公式中 *CV* 的估计应尽可能地反映日常操作过程,可通过室内质控获得累积的 *CV*,不同浓度水平的 *CV* 可以进行合并。*bias* 的估计应尽量通过与参考方法比对或测量有互换性的样本来获得。如能通过正确度验证计划获得相应的 *bias* 是最好的[14]。本文采用长期的室内质控累积的数据计算不精密度,反映了更加稳定的总体不精密度水平。另外研究者认为室间质评的靶值为公议值而非真值,这就为 *bias* 的评估带来了一定的局限性[15]。本文受条件所限采用参加室间质量评价计划获得的偏差计算 *bias*,因而 σ 值的计算具有一定的偏差。

本文应用标准化性能验证图的制作软件,只需输入项目名称、*TEa*、*CV* 和 *bias*,软件自动生成性能验证图并在图中标示性能水平,可在一张图上显示不同质量规范要求下多个检测项目的性能,操作简单且结果直观,值得推广应用。

4　结　　论

Westgard 西格玛规则和标准化性能验证图不仅可以评价临床生化检测性能,而且可以指导质量的持续改进。

参考文献

[1] 申子瑜.我国临床实验室质量管理的基本要求[J].中华检验医学杂志,2003,26(11):700-701.

[2] 赵云,陈媛,周志伟,等.六西格玛的发展及其应用[J].中国医院管理,2004,24(6):11-12.

[3] WESTGARD J O,WESTGARD S A. Westgard sigma rules[EB/OL].(2014-09-01)[2017-07-21]. http://www.westgard.com/westgard-sigma-rules.htm.

[4] 肖亚玲,王薇,赵海建,等.西格玛性能验证图在常规化学检测项目性能评价中的应用[J].现代检验医学杂志,2016,31(4):159-162.

[5] 卫生部临床检验标准专业委员会.临床实验室室间质量评价要求:GB/T 20470－2006[S].北京:中国标准出版社,2006.

[6] 卫生部临床检验标准专业委员会.临床生物化学检验常规项目分析质量指标:WS/T 403－2012[S].北京:中国标准出版社,2013.

[7] COSKUN A. Six sigma and calculated laboratory tests[J]. Clin Chem,2006,52(4):770-771.

[8] 费阳,王薇,王治国.临床检验室内质量控制规则设计新工具:Westgard 西格玛规则[J].现代检验医学杂志,2015,30(1):149-152.

[9] 王治国.临床检验 6σ 质量设计与控制[M].北京:人民卫生出版社,2012:25-30.

[10] WESTGARD J O,WESTGARD S A. Quality control review:implementing a scientifically based quality control system[J]. Ann Clin Biochem,2016,53(Pt 1):32-50.

[11] 王治国.临床检验质量控制技术[M].北京:人民卫生出版社,2014:310-314.

[12] 张路,王薇,王治国,等.允许总误差在西格玛度量用于评价临床化学检测项目分析质量上的应用研究[J].检验医学,2015,30(9):953-957.

[13] 艾红梅.两种质量规范在生物化学检验质量管理中的应用[J].国际检验医学杂志,2014,35(10):1329-1330.

[14] 张诗诗,王薇,赵海建,等.Westgard 西格玛规则在糖化血红蛋白检验项目室内质量控制中的选择应用[J].现代检验医学杂志,2016,31(2):157-160.

[15] MILLER W G,JONES G R,HOROWITZ G L,et al. Proficiency testing/external quality assessment:current challenges and future directions[J]. Clin Chem,2011,57(12):1670-1680.

(收稿日期:2018-01-14　修回日期:2018-04-20)