

• 论 著 •

### 3 种梅毒抗体检测方法在梅毒诊断中的应用分析

吴立春<sup>1,2</sup>, 代黄梅<sup>2</sup>, 谷仕艳<sup>2</sup>

(1. 四川省肿瘤医院, 成都 610041; 2. 四川大学华西公共卫生学院, 成都 610041)

**摘要:**目的 探讨梅毒螺旋体抗体酶联免疫吸附试验(TP-ELISA)、梅毒甲苯胺红血清不加热血清试验(TRUST)和梅毒螺旋体抗体明胶颗粒凝集试验(TPPA)在住院肿瘤患者梅毒诊断中的临床应用,进而优化梅毒检测流程,协助临床诊断与治疗。**方法** 用 TP-ELISA 和 TRUST 同时对住院肿瘤患者血清中梅毒抗体进行初筛,任一方初筛阳性者均用 TPPA 确认;同时对梅毒抗体阳性患者的检测结果进行回顾性分析。**结果** 82 026 例住院肿瘤患者中,TP-ELISA 阳性 3 618 例,TRUST 阳性 453 例,TPPA 确认阳性 1 684 例;阳性率分别为 4.41%、0.55%、2.05%;随着 TP-ELISA 阳性结果 S/CO 值的升高、TRUST 阳性效价的上升,TP-ELISA、TRUST 与 TPPA 的阳性符合率及阳性滴度也相应增加。**结论** TP-ELISA 检测梅毒抗体反应阳性结果 S/CO 与 TPPA 和 TRUST 的阳性符合率及阳性滴度呈正相关,采用 TP-ELISA 联合 TRUST 初筛,阳性结果进行 TPPA 确认的检测流程,可以有效提高梅毒诊断效能和工作效率。

**关键词:**梅毒血清学; 梅毒螺旋体抗体酶联免疫吸附试验; 梅毒甲苯胺红血清不加热血清试验; 梅毒螺旋体抗体明胶颗粒凝集试验

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2017.08.016

文献标识码:A

文章编号:1673-4130(2017)08-1053-04

#### Application analysis of three syphilis antibody detection methods for the clinical diagnosis

WU Lichun<sup>1,2</sup>, DAI Huangmei<sup>2</sup>, GU Shiyuan<sup>2</sup>

(1. Sichuan Cancer Hospital, Chengdu, Sichuan 610041, China; 2. West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China)

**Abstract: Objective** To explore the clinical application of treponema pallidum enzyme-linked immunosorbent assay (TP-ELISA), syphilis toluidine red unheated serum regain test (TRUST) and treponema pallidum particle agglutination assay (TPPA) for the diagnosis of syphilis, improvement of the process of sequence syphilis screening program and thus assisting clinical diagnosis and treatment of syphilis. **Methods** The serum samples were both screened by TP-ELISA and TRUST simultaneously. The positive was confirmed by TPPA test. Syphilis serological test results of patients were collected and retrospectively analyzed. **Results** The 3 618 cases out of total 82 026 serum samples were reactive by TP-ELISA, 453 were reactive to TRUST, and 1 684 were confirmed positive on TPPA; the positive rate were 4.41%, 0.55% and 2.05%; The TP-ELISA, TRUST and TPPA positive conformity rate or titer were rising with the TP-ELISA S/CO and TRUST titer increasing. **Conclusion** There is a positive correlation of TP-ELISA S/CO among the TPPA, TRUST of positive conformity rate and titer. Using TP-ELISA and TRUST as screening, TPPA as confirmed test, the diagnostic efficiency of the process of sequence syphilis screening program can be improved.

**Key words:** syphilis serology; TP-ELISA; TRUST; TPPA

与艾滋病感染途径相似,梅毒主要通过性接触、血液和母婴垂直传播,有报道显示梅毒患者比普通人群感染人类免疫缺陷病毒的概率增加,具有促进艾滋病传播的风险<sup>[1]</sup>。因此,梅毒感染已成为全球普遍关注的公共卫生问题和社会问题。梅毒实验室诊断方法主要有分子生物学诊断、病原学诊断和血清学诊断三大类,因前两类方法实验条件要求高,仅限于科研单位和教学机构使用,血清学诊断是临床广泛使用的方法。目前,临床实验室血清学诊断最常用的梅毒抗体检测方法为梅毒螺旋体抗体酶联免疫吸附试验(TP-ELISA)、梅毒甲苯胺红血清不加热血清试验(TRUST)、梅毒螺旋体抗体明胶颗粒凝集试验(TPPA)。上述 3 种方法各有优缺点,为了提高检测的敏感性,同时避免假阴性和减少假阳性,本研究采用 TP-ELISA 联合 TRUST 初筛,TPPA 确认的梅毒抗体检测流程。此外,用于梅毒抗体检测的方法中,TP-ELISA 常常以  $S/CO \geq 1$  作为判断梅毒抗体阳性的临界点,而 TRUST 和 TPPA 则以稀释滴度的高低半定量判定患者血清中梅毒抗体的强弱程度,而以上两种判断方式又都受到仪器、试剂、人员、环境、方法学等因素

不同的影响,本文首次对 TP-ELISA 阳性检测结果  $S/CO$  值、TRUST 滴度和 TPPA 效价的关系进行了分析,目的是提高实验室梅毒的诊断效能和工作效率。

#### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 2012 年 1 月至 2015 年 12 月四川省肿瘤医院首诊住院肿瘤患者共计 82 026 例,其中男 39 586 例,女 42 440 例,患者年龄 0~104 岁,中位年龄 57 岁。

**1.2 血清标本收集** 所有患者均在入院后次日清晨抽取空腹静脉血 3 mL,3 500 r/min 离心 5 min, 分离血清待检, 当天完成所有血清学检测。

#### 1.3 梅毒抗体检测

**1.3.1 试剂来源** TP-ELISA 试剂来源于厦门英科新创科技有限公司, TPPA 试剂来源于日本富士瑞必欧株式会社, TRUST 试验试剂购于上海荣盛生物药业有限公司, 梅毒螺旋体特异性抗体标准品来源于中国北京康彻思坦生物技术有限公司, 规格 1 NCU/mL 及 0.5 NCU/mL, 均在有效期内使用。

**1.3.2 操作流程** 用 TP-ELISA 联合 TRUST 同时进行检

测,若任一方法结果阳性,再用该方法进行双孔复检,复检后仍为阳性者判定为初筛试验阳性,最后用 TPPA 确认。所有操作严格按照试剂说明书及《全国临床检验操作规程》<sup>[2]</sup>进行。

1.3.3 检测仪器 KUBOTA8420 离心机(日本 KUBOTA 公司), KJ-201BD orbital shaker 型振荡器(江苏康健医疗器具公司), anthous 2010 酶标仪(奥地利), anthous fluido 洗板机(奥地利), eppendorf research 微量移液器(德国), PYX-DHS. 600-BS-II 型隔水式电热恒温培养箱(上海跃进医疗器械厂)。

**1.3.4 质量控制** 每次检测均加试剂盒自带的内部对照,外部对照采用中国北京康彻思坦生物技术有限公司生产的梅毒螺旋体特异性抗体标准品。本实验室历年均同时参加国家卫生和计划生育委员会临床检验中心和四川省临床检验中心的室内质量评价,参与成都市疾病预防控制中心性病艾滋病预防控制中心的性病实验室检测能力比对和四川省疾病预防控制中心的实验室性病检测考核。目测检验结果由经验丰富的两位实验室操作人员独立完成,当结果出现不一致时再由第三人共同判定。

**1.4 统计学处理** 使用 SPSS21.0 软件进行数据处理,采用  $\chi^2$  检验、Spearman 秩相关检验对资料对资料统计分析,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 3种梅毒抗体血清学方法检测结果的比较 2012年1月至2015年12月,本研究采用TP-ELISA和TRUST累计筛查了82 026例住院肿瘤患者血清学样本,TP-ELISA检出阳性3 618例,阳性检出率为4.41%,经TPPA确认阳性1 684例,

阴性 1 934 例, TP-ELISA 与 TPPA 的符合率为 46.55%; TP-ELISA 的灵敏性为 99.70%, 特异性为 97.59%。TRUST 检出阳性 453 例, 阳性检出率为 0.55%, 经 TPPA 确认阳性 439 例, 阴性 14 例, TRUST 的灵敏性为 26.07%, 特异性为 99.98%, TRUST 与 TPPA 的符合率为 96.91%。以 TPPA 作为参考标准, TP-ELISA 和 TRUST 为筛检试验进行对比分析: TP-ELISA 敏感性、阴性预测值高于 TRUST, TRUST 特异性、阳性预测值高于 TP-ELISA, 3 种方法检测结果比较, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 5.649, 14, P < 0.05$ )。见表 1。

2.2 3种梅毒抗体血清学方法检测结果的相关性比较 TP-ELISA 应用中存在较高的假阳性,本研究为了探讨 TP-ELISA 阳性结果  $S/CO$  值与 TPPA 之间关系,特别分析了  $S/CO$  值大小与 TPPA 阳性效价的相关性。当 TP-ELISA 阳性结果  $S/CO$  值  $1 \sim <3$  时,从 815 例 TP-ELISA 阳性结果中仅确认阳性 9 例(最高效价 1:160),假阳性率高达 98.90%;TRUST 则全部为阴性结果,漏检率 100.00%。而 TP-ELISA 阳性结果  $S/CO \geq 8$  时,TP-ELISA 假阳性率降到 13.08%,TPPA 效价从 1:80 到 1:1 280 全部覆盖;TRUST 阳性结果 273 例,占 TRUST 总体阳性结果的 60.26%,TRUST 阳性滴度从最低的 1:2 递增至最高的 1:128。随着 TP-ELISA 阳性检测结果  $S/CO$  的逐渐升高,TP-ELISA 与 TPPA、TRUST 的阳性符合率和阳性滴度也相应增高。经 Spearman 秩相关统计分析,其 TP-ELISA 阳性结果的  $S/CO$  值、TRUST 阳性滴度与 TPPA 效价之间呈正相关,关联系数  $r$  分别为 0.769、0.898。见表 2。

表 1 3 种方法检测 82 026 例梅毒抗体灵敏性和特异性

检测方法	阳性例数(n)	假阳性例数(n)	阴性例数(n)	假阴性例数(n)	灵敏性(%)	特异性(%)
TRUST	439	14	80 328	1 245	26.07	99.98
TP-ELISA	1 679	1 934	78 408	5	99.70	97.59
TPPA	1 684	0	80 342	0	100.00	100.00

注:灵敏性=梅毒患者阳性例数/梅毒患者总检测数,特异性=非梅毒患者阴性例数/非梅毒患者总检测数

表 2 3 种梅毒抗体血清学方法检测结果的相关性

TP-ELISA (S/CO)	TPPA						合计	TRUST							
	总计	1 : 80	1 : 160	1 : 320	1 : 640	1 : 1 280		总计	1 : 2	1 : 4	1 : 8	1 : 16	1 : 32	1 : 64	1 : 128
1~<2	483	3	0	0	0	0	486	486	0	0	0	0	0	0	0
2~<3	323	5	1	0	0	0	329	329	0	0	0	0	0	0	0
3~<4	246	7	2	1	0	0	256	254	1	1	0	0	0	0	0
4~<5	219	8	1	1	1	0	230	228	1	1	0	0	0	0	0
5~<6	183	11	7	4	3	1	209	207	1	1	0	0	0	0	0
6~<7	156	11	12	7	6	3	195	191	1	2	1	0	0	0	0
7~<9	97	9	17	33	13	9	178	175	1	1	1	0	0	0	0
9~<11	69	11	21	37	21	19	178	172	2	2	1	1	0	0	0
11~<14	57	7	36	59	78	67	304	295	1	1	6	1	0	0	0
14~<17	43	5	27	66	103	103	323	304	4	3	4	5	2	1	0
17~<21	37	2	14	87	132	132	429	296	6	14	27	34	23	17	12
≥21	21	2	19	68	169	169	501	228	6	27	120	48	16	24	32
合计	1 934	81	157	363	526	526	3 618	3 165	24	53	160	89	41	42	44

**2.3 TRUST 阳性样本与 TP-ELISA 阳性结果  $S/CO$  值相关性** 为进一步了解 TRUST 阳性样本与 TP-ELISA 阳性检测结果  $S/CO$  值之间的相关性,本研究先把 TPPA 确认后的阳性结果按 TRUST 和 TP-ELISA 分类统计,然后再以 TP-ELISA 检测结果  $S/CO$  值为横坐标轴,将 TP-ELISA 与 TRUST 阳性样本量作为纵坐标绘图,结果如图 1 所示。从图 1 可知,无论是 TRUST 还是 TP-ELISA 的阳性例数都是随  $S/CO$  值的增加而增加,然而,TP-ELISA 比 TRUST 更敏感,特别是在  $S/CO$  值比较低的阶段。

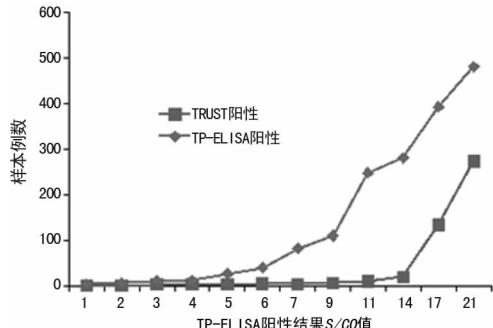


图 1 TRUST 阳性样本与 TP-ELISA 阳性结果  $S/CO$  值相关性

### 3 讨 论

人体感染梅毒螺旋体约 2 周后产生特异性抗体,首先产生的是 IgM 类抗体,经治疗后部分患者 IgM 型抗体转为阴性;4 周后产生 IgG 类抗体,即使通过正规治疗后, IgG 型抗体仍可由机体记忆细胞产生,且持续终生,而非特异性抗体比特异性抗体晚 1 周左右出现。梅毒螺旋体抗体血清学检测方法相应的分为检测特异性梅毒抗体和检测非特异性梅毒抗体两种,早期传统的梅毒筛查流程多采用美国疾病预防控制中心推荐的筛查方案,即血清标本先用非梅毒螺旋体抗原血清学试验进行筛查(如 TRUST),结果阳性者再进行梅毒螺旋体抗原血清学试验进行验证(如 TP-ELISA),这一流程方法特异性低、不能反应既往感染、需要手工操作和主观判读结果,不适合大批量样本检测<sup>[3-5]</sup>;近几年,国内外实验室多采用先行梅毒螺旋体抗原血清学试验初筛,初筛阳性再行非梅毒螺旋体抗原血清学试验复查的逆向检测流程,这一流程的缺点是初筛结果与复检结果不符,给医生和患者造成很大困惑<sup>[3-6]</sup>。

TP-ELISA 采用双抗原夹心法同时检测血清中的 IgM 型和 IgG 型特异性梅毒螺旋体抗体,阳性结果  $S/CO$  值与梅毒抗体滴度呈正相关。TP-ELISA 是当前实验室最广泛使用的梅毒抗体检测方法,常作为梅毒抗体检测的首选方法<sup>[7]</sup>。然而,TP-ELISA 易受其他非梅毒螺旋体感染、重组抗原纯度等的影响而存在一定的假阳性,梅毒抗体浓度过高时出现假阴性<sup>[8]</sup>;“钩状效应”指的是免疫检测中由于抗原和抗体浓度比例不合适而致检测结果呈现假阴性的现象<sup>[9]</sup>。从表 1 不难看出 TP-ELISA 筛查 82 026 例血清样本共计 5 例假阴性,其 TRUST 和 TPPA 均阳性,此类样本 TP-ELISA 检测结果  $S/CO$  随稀释倍数的增加而逐步增高,达到较高水平后又出现逐渐下降,提示双抗原夹心法仍存在钩状效应。有学者建议 TP-ELISA 的  $S/CO$  最佳诊断临界为 2,此时的敏感性和特异性分别为 98.75% 和 99.05%,如果将  $S/CO$  提高到 3 时,诊断特异性可高达 100.00%<sup>[10]</sup>。本研究将 TP-ELISA 阳性结果  $S/CO$  统计分析后,发现其阳性样本呈右偏态分布且  $S/CO > 15$  居多,假阳性样本则以  $S/CO = 3$  为临界点呈左偏态分布。当

TP-ELISA 的  $S/CO \leq 3$  时,与 TPPA、TRUST 的阳性符合率分别为 1.10%(9/815)、0.00%(0/815),且滴度较低;而当 TP-ELISA  $S/CO > 3$  时,TP-ELISA 与 TPPA、TRUST 的阳性符合率随着 TP-ELISA 的  $S/CO$  值增大而增高;与此同时,TPPA 和 TRUST 的阳性效价与 TP-ELISA 的  $S/CO$  值呈现同步升高趋势,与国内外绝大多数报道<sup>[11-12]</sup> 相符。

TRUST 属于非特异性梅毒血清学试验,检测原理是将心磷脂抗原结合到甲苯胺红载体上,在白色环状卡片上进行实验,检测血清中的抗心磷脂抗体(亦称为反应素)。本研究结果表明 TRUST 不但具有很高的特异性(99.98%),而且与 TPPA 有较高的符合率(96.91%)。TRUST 仅对梅毒一期末和二期梅毒敏感,在梅毒感染初期和终末期、潜伏期、神经性梅毒等情况下可呈假阴性,而在自身免疫性疾病、某些传染病、妊娠、老年患者及吸毒人员中存在较高的假阳性<sup>[13]</sup>;更重要的是 TRUST 滴度与梅毒病程相关,对现症梅毒表现出高灵敏性,从表 2 和图 1 可以直观看出,TRUST 的效价与 TPPA 滴度和 TP-ELISA 的  $S/CO$  有良好的一致性,因此临床常用 TRUST 效价变化动态了解患者梅毒的活动度,进而有助于疗效判定<sup>[7]</sup>,常规治疗中当 TRUST 转阴、效价下降或上升 4 倍,被认为治疗有效或需要重新制订诊疗方案,也可作为随访观察、复发或再感染的指标<sup>[14-15]</sup>。TPPA 是提取 Nichols 株梅毒螺旋体特异性抗原,包被红色明胶颗粒,进而检测梅毒特异性抗体。TPPA 因存在手工倍比稀释、价格昂贵、检测时间长、操作人员要求较高、主观判读结果等不足限制了使用范围<sup>[16]</sup>;同时,TPPA 具有高度敏感和特异、不受生物因素影响、无须特殊设备等特点,且试剂盒内的血清吸收剂可消除试验中的生物学假阳性反应,提高试验的特异性,已被美国疾病预防控制中心定为确诊方法,是目前国内外公认的梅毒血清学确证试验<sup>[17]</sup>。本研究采用 TPPA 作为确诊标准,TP-ELISA、TRUST 通过与 TPPA 比较获得特异性和敏感性,可以有效的避免假阴性和降低假阳性。

综上所述,单独使用任何一种特异性方法或者非特异性方法,都不可避免造成误诊或漏诊,给患者带来巨大的心理压力或者延误治疗,甚至引起医疗纠纷<sup>[18]</sup>。本院采用欧洲现行推荐梅毒筛查检测流程:一种特异性方法(TP-ELISA)和一种非特异性方法(TRUST)同时检测住院患者样本,若任一方法结果阳性,再用该方法进行双孔复检后仍为阳性者判定为初筛试验阳性,最后用 TPPA 确认。通过 3 种方法联合检测,特异性方法和非特异方法相结合可以相互补充,取长补短,避免漏检、误检,在提高诊断效率与工作效率的同时又可以为临床提供及时、准确、有效的检测结果。

### 参考文献

- [1] Li D, Yang X, Zhang Z, et al. Incidence of Co-infections of HIV, herpes simplex virus type 2 and syphilis in a large cohort of men who have sex with men in Beijing, China [J]. PLoS One, 2016, 11(1): e0147422.
- [2] 尚红,王毓三,申子瑜.全国临床检验操作规程[M].4 版.北京:人民卫生出版社,2014.
- [3] 毛远丽,陈霖.梅毒检测方法现状[J].中华检验医学杂志,2013,36(10):883-886.
- [4] Huang NL, Ye L, Schneider ME, et al. Development of a novel protein biochip enabling validation of immunological assays and detection of serum IgG and (下转第 1058 页)

IDA 的一种最有价值的非侵入性检查,对肝硬化并发 IDA 的诊断作为首选。从肝硬化患者止凝血试验和血小板参数测定结果分析,观察组 PT、INR、APTT、TT 均高于对照组,FIB、PLT 均明显降低,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。血液凝固是一个比较复杂的生理生化过程,其实质是通过一系列酶的作用,使血浆中液态的纤维蛋白变为固态的纤维蛋白丝,而这一过程是在肝脏内完成的。肝硬化患者由于肝细胞受损,使得血凝因子减少,PT、INR、APTT、TT 明显升高,FIB 均明显降低,说明肝硬化患者有大量的凝血因子消耗,这种情况常出现在疾病的晚期。PLT 降低也说明了肝功能存在异常<sup>[12]</sup>。

综上所述,对患者的 Alb、TBil 和血清 TBA 进行血常规分析,有助于患者乙型肝炎后肝硬化并发 IDA 的诊断,利用 SF、MCHC,结合 PLT、MPV 能反应血小板功能外,结合凝血指标的测定,对评估肝硬化患者肝脏的损坏程度具有一定的临床应用价值。

## 参考文献

- [1] 张艳婷,杨少奇,王鹤臻,等.宁夏回族自治区肝硬化病因分析[J].中华传染病杂志,2014,32(5):299-300.
- [2] 钱超,余建华,吴文静,等.乙型肝炎肝硬化患者红细胞参数及相关细胞因子检测分析[J].检验医学与临床,2013,10(5):526-527.
- [3] 王莉,于吉广,邹志强.血小板数量和功能与肝脏疾病的关系研究进展[J].中华传染病杂志,2013,31(9):571-574.

(上接第 1055 页)

- IgM antibodies against *Treponema pallidum*, pathogens in the patients with syphilis[J]. Biosens Bioelectron, 2016, 75:465-471.
- [5] Wang KD, Xu DJ, Su JR. Preferable procedure for the screening of syphilis in clinical laboratories in China[J]. Infect Dis, 2016, 48(1):1-6.
- [6] Tipple C, Taylor GP. Syphilis testing, typing, and treatment follow-up: a new era for an old disease[J]. Curr Opin Infect Dis, 2015, 28(1):53-60.
- [7] 孙红,朱安友,郭普,等. TP-ELISA、TRUST 和 TPPA 联合检测在梅毒诊断中的应用[J].蚌埠医学院学报,2015,40(10):1392-1394.
- [8] 王伦善,吕蓉,盛琪琪,等.梅毒抗体酶联免疫吸附试验 S/CO 比值与 TPPA 结果的相关性研究[J].中国输血杂志,2011,24(2):126-127.
- [9] Erickson JA, Grenache DG. A chromogranin A ELISA absent of an apparent high-dose hook effect observed in other chromogranin A ELISAs[J]. Clin Chim Acta, 2015, 452:120.
- [10] Liu C, Ou Q, Chen H, et al. The Diagnostic Value and Performance Evaluation of Five Serological Tests for the Detection of *Treponema pallidum*[J]. J Clin Lab Anal, 2014, 28(3):204-209.
- [11] Busse C, Navid MH, Strubel A, et al. Evaluation of a new

- [4] 余晓红,李重先,吕宏迪,等.动态检测乙肝肝纤维化患者血小板参数的临床意义[J].河北医药,2015,37(9):1341-1343.
- [5] 薛春娥.血清促红细胞生成素水平在缺铁性贫血患者临床意义的研究[D].石家庄:河北医科大学,2014.
- [6] 黄容海,贾哲,蒋力,等.腺苷钴胺治疗肝炎肝硬化贫血 84 例疗效分析[J/CD].中华实验和临床感染病杂志(电子版),2013,7(4):24-26.
- [7] Aoyama T, Oka S, Aikata H, et al. Small Bowel Abnormalities in Patients with Compensated Liver Cirrhosis[J]. Dig Dis Sci, 2013, 58(5):1390-1396.
- [8] Anderson ER, Shah YM. Iron homeostasis in the liver[J]. Compr Physiol, 2013, 3(1):315-330.
- [9] 向治纬,田江,田超,等.肝炎肝硬化合并缺铁性贫血患者的血液指标分析[J].广东医学,2015,36(6):875-877.
- [10] 彭明,余玲.肝硬化患者血清总胆汁酸(TBA)和 C 反应蛋白(CRP)检测在肝硬化诊断中的临床意义[J].四川医学,2013,34(12):1862-1863..
- [11] 赵俊暕,郭佳培.红细胞和血小板相关参数对肝硬化的应用价值[J].检验医学与临床,2015,12(6):816-818.
- [12] 徐晓明.血小板参数对慢性乙型肝炎肝硬化及肝功能评估的临床价值研究[J].中国医师进修杂志,2014,37(3):33-35.

(收稿日期:2016-11-11 修回日期:2017-01-23)

- recombinant antigen-based Virotech *Treponema pallidum* screen ELISA for diagnosis of syphilis[J]. Clin Lab, 2013, 59(5):523-529.
- [12] 王艳彬,韩卫,张慧贤,等.对无偿献血者梅毒 ELISA 检测阳性结果的确认及分析[J].临床血液学杂志,2015,28(12):693-694.
- [13] 于金涛.梅毒血清学检测 3 种方法性能及适用性比较[J].齐鲁医学杂志,2016,31(1):51-53.
- [14] Morshed MG, Singh AE. Recent trends in the serologic diagnosis of syphilis[J]. Clin Vaccine Immunol, 2015, 22(2):137-147.
- [15] 朱晴晖.抗 HCV 抗体和抗 TP 抗体筛查试验的假阳性问题不容忽视[J].检验医学,2015,30(12):1163-1166.
- [16] 陈兰兰,邵燕玲,王巧凤,等.自动化梅毒螺旋体抗体初筛实验的特异性及流程改进探讨[J].中华检验医学杂志,2013,36(10):891-894.
- [17] Jin HH, Jae-Woo C, Yeon PS, et al. Comparison of automated treponemal and nontreponemal test algorithms as first-Line syphilis screening assays[J]. Ann Lab Med, 2016, 36(1):23.
- [18] 吴立春,代黄梅,谷仕艳,等.13 万份住院肿瘤患者的梅毒血清学检测结果分析[J].现代预防医学,2016,43(3):765-768.

(收稿日期:2016-09-16 修回日期:2016-11-17)