

• 论 著 •

采用 Allergy Lateral Flow Assay 检测 过敏原特异性 IgE 抗体的性能评价*

陈辉雄^{1,2}, 胡海圣^{1,3}, 罗文婷^{1,3}, 吴泽鸿^{1,3}, 孙宝清^{1,3△}

(1. 广州医科大学, 广东广州 510120; 2. 深圳市龙岗区人民医院, 广东深圳 518172;
3. 广州医科大学附属第一医院变态反应科/呼吸疾病国家重点实验室, 广东广州 510120)

摘要:目的 Allergy Lateral Flow Assay (ALFA) 是一种便捷、小巧的过敏原检测新技术, 本研究以荧光酶联免疫全定量 ImmunoCAP 法为“金标准”, 旨在探讨 ALFA 的检验效能及在中国南方地区的应用价值。
方法 利用 ALFA 技术与 ImmunoCAP 技术检测 100 例过敏性疾病患者血清屋尘螨、粉尘螨、热带无爪螨、猫毛皮屑、狗毛皮屑、蟑螂和艾蒿 sIgE 水平。
结果 以 ImmunoCAP 法为“金标准”, 结果显示, ALFA 检测粉尘螨的一致性最高($\kappa=0.56, P<0.05$), 其次是屋尘螨($\kappa=0.43, P<0.05$); 同时, ALFA 检测粉尘螨(87.6%)、猫毛皮屑(73.7%)和屋尘螨(87.6%)的总一致率均较高。经受试者工作特征曲线分析显示, ALFA 诊断螨类过敏原的曲线下面积均大于 0.90 ($P<0.05$)。对于屋尘螨、粉尘螨和猫毛皮屑过敏原, ALFA 与 ImmunoCAP 系统的 sIgE 检测结果具有强相关性 ($r_1>0.8, P<0.05$)。
结论 ALFA 具有良好的诊断效能, 可满足临床检测要求, 因其无须昂贵的检测仪器和检测费用, 可为基层医院临床筛查应用提供新的选择。

关键词: Allergy Lateral Flow Assay; ImmunoCAP; 过敏原

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2020.02.004 中图法分类号: R446.6

文章编号: 1673-4130(2020)02-0141-05 文献标识码: A

Application value of Allergy Lateral Flow Assay in detecting allergen-specific IgE*

CHEN Huixiong^{1,2}, HU Haisheng^{1,3}, LUO Wenting^{1,3}, WU Zehong^{1,3}, SUN Baoqing^{1,3△}

(1. Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 510120, China;
2. Longgang District People's Hospital, Shenzhen, Guangdong 518172, China; 3. State Key Laboratory of Respiratory Disease/Department of Allergy, the First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 510120, China)

Abstract: **Objective** Allergy Lateral Flow Assay (ALFA) is a convenient and compact new allergen detection technology. This study uses the fluorescent enzyme-linked immunoquantitative ImmunoCAP method as the gold standard to explore the efficacy of ALFA and its application value in southern China.
Methods ALFA technique and ImmunoCAP technique were used to detect the levels of sIgE in serum dust mites, dust mites, tropical gnaws, cat fur, dog fur, cockroaches and mugwort in 100 patients with allergic diseases.
Results Based on the ImmunoCAP system, the results showed that ALFA detected the highest consistency of dust mites ($\kappa=0.56, P<0.05$), followed by house dust mites ($\kappa=0.43, P<0.05$). At the same time, ALFA detected dust mites(87.6%), cat fur shavings (73.7%) and house dust mites (87.6%) had higher overall compliance rates. ROC curve analysis showed that the area under the curve of ALFA diagnosis of mites allergens was greater than 0.90 ($P<0.05$). For household dust mites, dust mites and cat litter allergens, ALFA had a strong correlation with the sIgE test results of the ImmunoCAP system ($r_1>0.8, P<0.05$).
Conclusion ALFA has good diagnostic performance and can meet the requirements of clinical testing. It can provide new choices for clinical screening applications in primary hospitals because it does not require expensive testing instruments and testing costs.

Key words: Allergy Lateral Flow Assay; ImmunoCAP; allergen

* 基金项目: 广医大高水平大学建设科研教学学术提升项目(B185004118)。

作者简介: 陈辉雄, 男, 副主任技师, 主要从事免疫学方面的研究。△ 通信作者, E-mail: sunbaoqing@vip.163.com。

本文引用格式: 陈辉雄, 胡海圣, 罗文婷, 等. 采用 Allergy Lateral Flow Assay 检测过敏原特异性 IgE 抗体的性能评价[J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41(2): 141-145.

由 IgE 介导的过敏反应尤为常见,如哮喘、过敏性鼻炎和食物过敏等^[1-3]。目前,过敏的检测主要有体内皮肤试验和体外血清学检测 2 种,1959 年 EBRUSTER 首次报道使用皮肤点刺试验作为 I 型过敏反应的一线检测方法^[4],至今在许多国家仍被医生首选为可靠的检测方法。但皮肤点刺的使用较为受限,如易受操作者技术熟练程度的影响,结果判读带有主观性而不能标准化及易使患者出现不良反应,包括皮疹、肿胀、恶心,甚至过敏性休克等^[5-6]。而体外 sIgE 试验不受皮肤、药物的影响,且安全性较好^[7],因此,体外检测 sIgE 是寻找临床相关过敏原的安全快捷手段,对于过敏性疾病的诊断、治疗和预防有着重要作用。体外 ImmunoCAP 系统(Thermo Fisher, Uppsala, Sweden),因其良好的可靠性、重复性及全自动的技术,被视为体外 sIgE 检测方法的“金标准”^[8],但该系统需要精密的仪器与熟练的操作技术,这不仅增加了患者的检测费用,还难以在医疗条件落后的地区开展。因此,寻找简单、快速及性价比高的过敏原 sIgE 筛查技术,使基层易于建立并减轻患者的经济负担有着重要的帮助。胶体金法已经广泛用于资源缺乏或非实验室环境中的定性、半定量和定量监测,监测范围包括生物医学、植物检疫、兽医、饲料/食品、环境中的病原体、药和代谢物等。作为过敏原检测胶体金法新工艺的代表, Allergy Lateral Flow Assay (ALFA, Dr. Focke Laboratorien GmbH, Neuss, Germany)具有小巧、价廉等特点,且能根据需求灵活地替换过敏原并包被在一个开放式结构的 Basis Set 侧流装置上^[9]。由于该技术较新且国内外这方面的研究较少,因此,本研究以 ImmunoCAP 系统为“金标准”,使用 ALFA 技术对中国南方地区过敏性疾病患者进行过敏原检测,探讨 ALFA 的检验效能及在中国南方的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入 2017 年 8—12 月广州医科大学附属第一医院变态反应科/呼吸疾病国家重点实验室生物资源库 100 例过敏性疾病患者为研究对象,所有患者均签署知情同意书,经广州医科大学附属第一医院伦理委员会批准,伦理号为 GYFY-2016-73。患者纳入标准为:(1)年龄 1~75 岁;(2)具有过敏相关病史或临床症状,如喘息、呼吸困难,慢性的咳嗽,过敏性鼻炎如打喷嚏、流鼻涕、鼻塞或鼻痒,皮肤过敏如出现风团、瘙痒或荨麻疹;(3)经 ImmunoCAP 检测血清屋尘螨、粉尘螨、热带无爪螨、猫毛皮屑、狗毛皮屑、蟑螂和艾蒿 sIgE 至少 1 种为阳性(≥ 0.35 kU/L)。排除标准:正在进行特异性免疫治疗,或合并有免疫缺陷、寄生虫感染、恶性肿瘤及免疫相关疾病的患者。

1.2 方法 所有患者均使用含分离凝胶的真空采血管抽取静脉血 5 mL,3 000 r/min 离心 10 min,取上层血清标本置于-80 ℃冰箱长期存储待测。分别同

时使用 ImmunoCAP 和 ALFA 技术对患者血清进行屋尘螨、粉尘螨、热带无爪螨、猫毛皮屑、狗毛皮屑、蟑螂及艾蒿过敏原 sIgE 的检测,均根据厂家的仪器说明书进行操作。2 种检测系统根据 sIgE 水平划分等级区间:0 级(≤ 0.34 kU/L)、1 级(0.35~0.69 kU/L)、2 级(0.70~3.49 kU/L)、3 级(3.50~17.49 kU/L)、4 级(17.50~49.99 kU/L)、5 级(50.00~99.99 kU/L)和 6 级(≥ 100.0 kU/L)。

1.3 统计学处理 使用 SPSS23.0 (IBM Corp., Armonk, NY) 进行数据分析。ALFA 诊断效能如特异度、灵敏度、阳性和阴性预测值的计算是以 ImmunoCAP 为“金标准”。总一致性=(两者均阳性数+两者均阴性数) $\times 100$ /总测试数。由于检测例数较少时,会影响总体一致性比率,因此,检测的总体一致性结果通过 Cohen's Kappa Analysis 检测一致性,Kappa 指数解读如下:一致性很好(0.80~1.00)、一致性好(0.60~0.79)、中等(0.40~0.59),一般(0.20~0.39)和差(<0.20)。Weighted Cohen's Kappa 分析用于 sIgE 等级之间的一致性检测,一致性系数分别以“ κ ”和“ κ_w ”表示;Intra-class Correlation Analysis 和 Kendall's Tau Analysis 分别用于 sIgE 水平和 sIgE 等级之间关系的分析;相关系数分别以“ r_1 ”和“ r_κ ”表示, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 研究入组了 100 例过敏性疾病患者,年龄 8.3~41.0 岁,平均年龄为 24.5 岁,女性占 39%。其中 27%为哮喘患者,30%为过敏性鼻炎患者,22%为同时合并鼻炎和哮喘患者,19%为食物过敏患者,2%为过敏性皮炎患者。

2.2 ALFA 与 ImmunoCAP 定性检测结果一致性情况 以 ImmunoCAP 为“金标准”,粉尘螨(92.7%, $\kappa=0.56$)的总一致率最好,其次为猫毛皮屑(73.7%, $\kappa=0.43$),最差的为蟑螂(50.0%, $\kappa=0.07$)。见表 1。

表 1 ALFA 与 ImmunoCAP 定性检测结果一致性情况		
过敏原	总一致率(%)	κ (95%CI)
屋尘螨	87.6	0.27(0.02~0.56) ^a
粉尘螨	92.7	0.56(0.18~0.94) ^a
热带无爪螨	66.0	0.26(0.04~0.49)
猫毛	73.7	0.43(0.20~0.67) ^a
狗毛	55.6	0.13(0.12~0.38)
蟑螂	50.0	0.07(0.09~0.23)
艾蒿	55.8	0.09(0.21~0.38)

注:一致性分析,^a $P<0.05$ 。

2.3 ALFA 检测过敏原的诊断效能 0.35 kU/L 做阳性临界值时,ALFA 检测粉尘螨的 Youden 指数最高,这时灵敏度为 94.1%,特异度为 75.0%,而热带无爪螨、猫毛皮屑和屋尘螨的 Youden 指数范围在

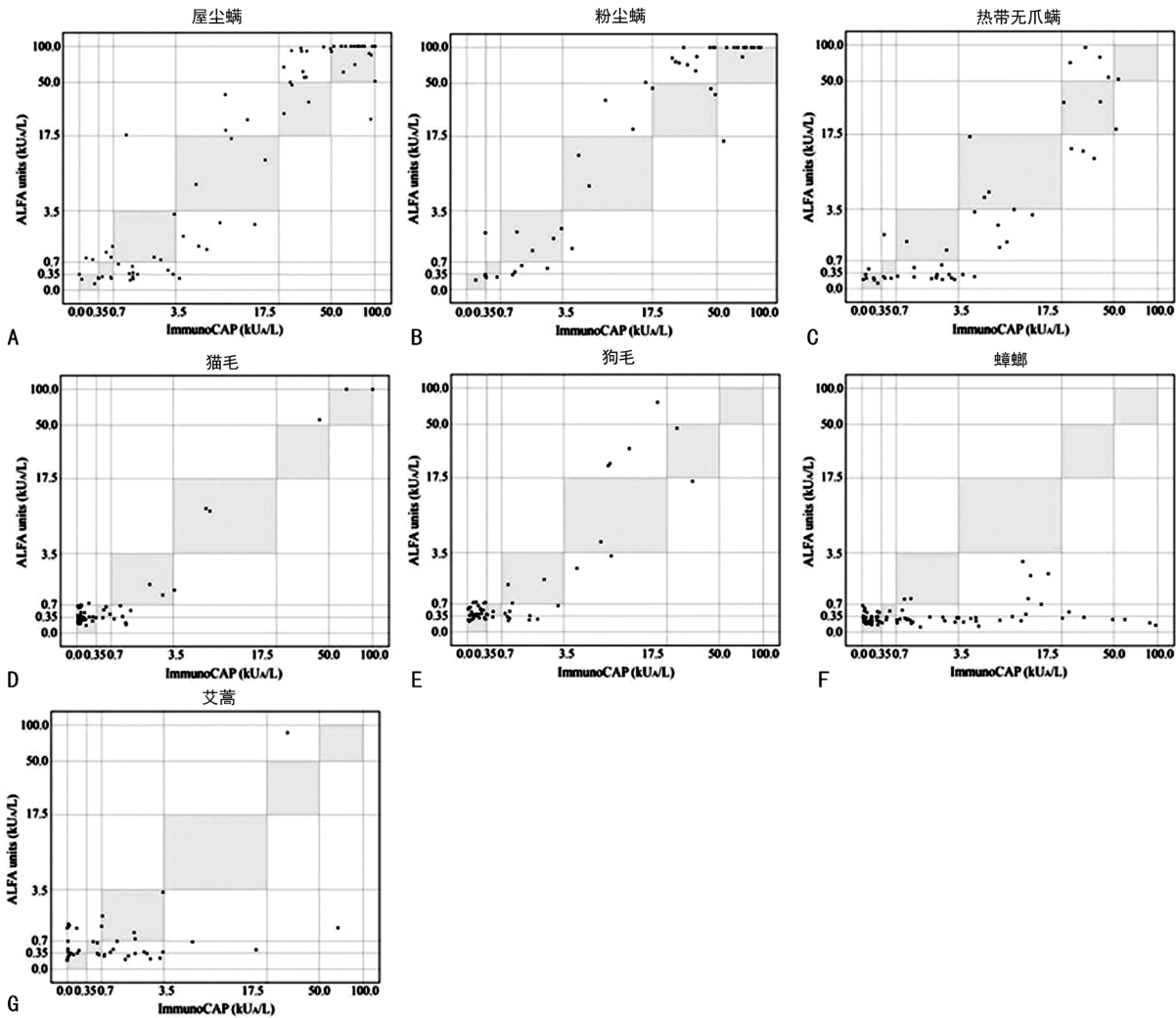
0.40~0.48。另外,ALFA 检测尘螨的阳性预测值均在 90% 以上(96.2%~98.0%),且在检测猫毛皮屑时有较高的阴性预测值(85.3%)。绘制受试者工作特

征曲线分析显示,粉尘螨、屋尘螨的曲线下面积均大于 0.90($P<0.05$);而热带无爪螨和猫毛皮屑的曲线下面积分别为 0.86 和 0.79($P<0.05$)。见表 2。

表 2 ALFA 检测过敏原的诊断效能

项目	灵敏度(%)	特异度(%)	Youden 指数	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	曲线下面积
屋尘螨	90.1	50.0	0.40	96.5	25.0	0.90 ^a
粉尘螨	94.1	75.0	0.69	98.0	50.0	0.93 ^a
热带螨	62.5	85.7	0.48	96.2	28.6	0.86 ^a
猫毛	72.2	74.4	0.47	56.5	85.3	0.79 ^a
狗毛	66.7	46.7	0.13	50.0	63.6	0.67 ^a
蟑螂	25.0	82.4	0.07	64.7	45.9	0.56
艾蒿	61.5	47.1	0.09	64.0	44.4	0.53

注:^a $P<0.05$ 。



注:A 表示屋尘螨;B 表示粉尘螨;C 表示热带无爪螨;D 表示猫毛;E 表示狗毛;F 表示蟑螂;G 表示艾蒿。

图 1 ALFA 与 ImmunoCAP 定量检测 sIgE 水平散点图

2.4 ALFA 与 ImmunoCAP 检测结果相关性分析 分析 ALFA 与 ImmunoCAP 检测各过敏原的等级相关性显示,两方法学检测粉尘螨、屋尘螨过敏原 sIgE 的相关性最强($r_k>0.8, P<0.05$),其次为热带无爪螨($r_k=0.72, P<0.05$),而猫毛皮屑($r_k=0.55$)

和狗皮屑($r_k=0.43$)相关性较弱($P<0.05$)。同时,ALFA 与 ImmunoCAP 检测屋尘螨、粉尘螨和猫毛皮屑时 sIgE 水平相关性均较好($r_1>0.8$),而热带无爪螨($r_1=0.69, P<0.05$)相关性稍差,狗毛皮屑($r_1=0.58, P<0.05$)相关性最弱。见图 1、表 3。

表 3	ALFA 与 ImmunoCAP 检测结果相关系数	
过敏原	Kendall 分析(95%CI)	Intra-class 分析(95%CI)
屋尘螨	0.82(0.76~0.87) ^a	0.89(0.83~0.92) ^a
粉尘螨	0.81(0.71~0.87) ^a	0.86(0.77~0.92) ^a
热带无爪螨	0.72(0.50~0.80) ^a	0.68(0.49~0.81) ^a
猫毛	0.55(0.28~0.72) ^a	0.97(0.94~0.98) ^a
狗毛	0.43(0.13~0.62) ^a	0.58(0.37~0.73) ^a
蟑螂	0.11(−0.07~0.31)	0.002(−0.22~0.23)
艾蒿	0.15(−0.12~0.44)	0.37(0.08~0.60) ^a

注:经 Kendall 及 Intra-class 相关性分析,^a*P*<0.05。

3 讨 论

ALFA 技术在检测过敏原时仅使用少量的血清/血浆,且能在面板上灵活更换个性化的多种过敏原进行快速检测。基于以上特点,使用胶体金法的 ALFA 检测系统已在欧洲地区广泛使用,且欧洲地区已有研究对梯牧草、蜜蜂毒液和大黄蜂毒液过敏原 sIgE 的诊断效能评价,研究显示,与 ImmunoCAP 法比较,ALFA 系统诊断以上 3 种过敏原均有良好的灵敏度和特异度(98.2%/100.0%,100.0%/83.0%,82.0%/97.0%)^[10-11]。sIgE 致敏谱可由于地域、种族、文化、饮食和生活方式等出现差异^[12],因此,本研究评价 ALFA 系统对中国南方地区常见的吸入性过敏原 sIgE 的诊断效能。

ALFA 与 ImmunoCAP 在诊断粉尘螨和猫毛皮屑过敏原 sIgE 致敏的总一致率(92.7%/73.7%)、阳性符合率(94.1%/72.2%)及阴性符合率(75.0%/74.4%)最好,而屋尘螨的总一致率也高达 87.6%,但 κ 值仅为 0.27,由于屋尘螨是亚洲地区的优势过敏原,多数患者均合并屋尘螨阳性,导致该研究纳入的屋尘螨阴性例数少,这可能导致 κ 值下降。

目前,国际习惯将 sIgE 的阳性临界值定义为 0.35 kU/L^[13],以 ImmunoCAP 作为“金标准”对照,评价新型检测系统在该临界值的诊断效能有一定必要性,ALFA 系统在该临界值下诊断屋尘螨、粉尘螨、热带无爪螨和猫毛皮屑 sIgE 致敏的 Youden 指数均>0.40,其中以粉尘螨效果最佳(Youden 指数=0.67),且这 4 种过敏原曲线下面积均在 0.80~0.95(*P*<0.05),提示 ALFA 系统对以上过敏原具有较好的诊断价值。

相比 ImmunoCAP 系统,ALFA 系统对狗皮屑、蟑螂和艾蒿的诊断效能较差。分析原因有 2 点:(1)由于过敏原粗提物,都是来自于自然界中的动物、植物或微生物,而地域及自然环境的差异都会导致来源于自然界的过敏原致敏蛋白成分含量和活性的不同,如本研究使用中的狗过敏原,ALFA 系统中过敏原粗体物主要致敏蛋白为狗皮脂,而 ImmunoCAP 主要为狗毛,所以导致检测出现差异。(2)过敏原提取物没

有国际化标准,各原料和诊断试剂生产商都靠建立自己的室内参考品来进行质量控制,如蟑螂目前缺乏单一具有免疫显性的过敏原,而且多种蟑螂过敏原的 IgE 应答模式复杂,导致蟑螂提取物难以标准化生产^[14-15]。因此,临床医生对患者进行诊断时不能仅仅依赖过敏原检测结果,应结合患者病史及体格检查等进行综合性诊断,减少漏诊及误诊情况的出现。

粉尘螨、屋尘螨和猫毛皮屑有较好的等级一致性(κ >0.60),但当以±1 个级别视为是一致等级时,狗毛皮屑等级一致率达 87.0%,而艾蒿和蟑螂也有 62.8%和 57.7%,提示 ALFA 定位是快速筛查型的检测方法,应用±1 级别的解读更有意义。在实际临床应用中,解读过敏原等级探讨致敏严重程度时,应根据临床需求场景进行具体解读,如需要进行特异性免疫治疗的患者,结合具体的特定等级显得十分必要,而对于仅是筛查过敏原的患者,等级的一致性重视程度可以弱化。要注意的是,对于解读低阳性等级时,则需考虑结果对患者临床症状及病史进行综合性判定。

本研究首次应用 ALFA 系统检测中国南方地区患者致敏情况,并与 ImmunoCAP 系统进行比较,对推动我国过敏原检测技术的发展具有重要意义,但该研究也存在不足之处,由于某些过敏原标本的高阳性级别(>5 级)在临床上难以获取,使得样本以低阳性为主。

4 结 论

综上所述,ALFA 作为一种快速方便的筛查型检测方法,由于无须昂贵的检测仪器,小巧便捷,易于建立,价廉可靠,非常适合在社区医院、乡村医院等医疗条件不足的地区推广,使过敏原诊断在落后区域得以应用,让这些地区的患者能及时了解自身过敏情况,做到早诊断早预防,避免发展为更严重的慢性疾病如哮喘等。

参考文献

[1] ZENG G,LUO W,WU Z,et al. A cross-sectional observational study on allergen-specific IgE positivity in a southease coastal versus a southwest inland region of china[J]. Sci Rep,201,7(1):9593.

[2] SUN B Q,CHEN D H,ZHENG P Y,et al. Allergy-related evidences in relation to serum ige:data from the china state key laboratory of respiratory disease,2008 — 2013 [J]. Biomed Environ Sci,2014,27(7):495-505.

[3] 郑佩燕,简幸仪,黄惠敏,等. 广州地区过敏疾病患者 15 种常见过敏原分布规律分析[J]. 贵州医科大学学报,2015,40(11):1197-1201.

[4] CHEN X,GUAN W J,SUN S X,et al. Effects of intranasal cellulose powder on asthma control in children with mild-to-moderate perennial allergic rhinitis: a randomized,placebo-controlled trial[J]. Am J Rhinol Aller-

- gy, 2019, 2019; 1945.
- [5] ZENG G, HU H, ZHENG P, et al. The practical benefit of Phadiatop test as the first-line in vitro allergen-specific immunoglobulin E (sIgE) screening of aeroallergens among Chinese asthmatics: a validation study [J]. *Ann Transl Med*, 2018, 6(8): 151
- [6] HU H, LUO W, WU Z, et al. A pilot study on the allergen-specific IgE to molecular components on polysensitized miteallergic asthmatic patients in Guangzhou, China [J]. *Mol Immunol*, 2019, 105(1): 38-45.
- [7] HUANG Z, LUO W, ZOU X, et al. Application of biochip microfluidic technology to detect serum allergen-specific immunoglobulin E (sIgE) [J]. *J Vis Exp*, 2019, (146): e59100.
- [8] 黄志锋, 胡海圣, 邹湘玮, 等. 采用 ImmunoCAP 法和 EUROline 法检测血清 IgE 的对比分析 [J]. *医学研究生学报*, 2018, 31(12): 1276-1280.
- [9] LUCASSEN R, SCHULTE-PELKUM J, CSUVARSZKI C, et al. Evaluation of a novel rapid test system for the detection of allergic sensitization to timothy grass pollen against established laboratory methods and skin prick test [J]. *J Allergy (Cairo)*, 2010, 2010. pii: 524084.
- [10] HU H, HUANG H, ZHENG P, et al. The sensitization characteristics of adult Chinese patients diagnosed with chronic respiratory diseases [J/OL]. *Asian Pac J Allergy Immunol*, 2019. [2019-09-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=The+sensitization+charac->teristics+of+adult+Chinese+patients+diagnosed+with+chronic+respiratory+diseases. DOI: 10. 12932/AP-161118-0441. [published online ahead of print Jun 4, 2019].
- [11] PFENDER N, LUCASSEN R, OFFERMANN N, et al. Evaluation of a novel rapid test system for the detection of specific IgE to hymenoptera venoms [J]. *J Allergy (Cairo)*, 2012, 2012; 862023.
- [12] PARK K H, LEE J, SIM D W, et al. Comparison of singleplex specific IgE detection immunoassays: ImmunoCAP phadia 250 and immulite 2000 3g allergy [J]. *Ann Lab Med*, 2018, 38(1): 23-31.
- [13] PAGANELLI R, ANSOTEGUI I J, SASTRE J, et al. Specific IgE antibodies in the diagnosis of atopic disease: clinical evaluation of a new in vitro test system, UniCAPTM, in six European allergy clinics [J]. *Allergy*, 1998, 53(8): 763-768.
- [14] SLATER J E, JAMES R, PONGRACIC J A, et al. Biological potency of German cockroach allergen extracts determined in an inner city population [J]. *Clin Exp Allergy*, 2007, 37(7): 1033-1039.
- [15] 胡海圣, 罗文婷, 吴世权, 等. 烟曲霉致敏的呼吸道疾病患者对其他真菌致敏的 sIgE 水平及相关性分析 [J]. *国际呼吸杂志*, 2016, 36(10): 721-725.

(收稿日期: 2019-06-13 修回日期: 2019-10-05)

(上接第 140 页)

- markers among first-time blood donors in Libreville (Gabon) between 2004 and 2016 [J]. *BMC Public Health*, 2019, 19(1): 167.
- [4] TESFAZGHI M T, ANDERSON N W, GRONOWSKI A M, et al. Clinical performance of the BioPlex 2200 syphilis total & RPR assay at a tertiary medical center with a high rate of syphilis [J]. *J Clin Microbiol*, 2019, 57(1): e01487-1518.
- [5] 虞玲, 隋俊, 黄菁, 等. 不同方法检测梅毒螺旋体抗体的效果对照研究 [J/CD]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2016, 8(12): 142-144.
- [6] 张争鸣. ECL、RPR、TPPA、胶体金法检测梅毒的方法学比较 [J]. *湖南师范大学学报(医学版)*, 2018, 15(1): 39-42.
- [7] 金月兰, 顾伟鸣, 杨阳, 等. 化学发光免疫分析法与梅毒螺旋体明胶凝集试验检测梅毒螺旋体特异性抗体的比较 [J]. *中华检验医学杂志*, 2008, 31(11): 1229-1230.
- [8] 陆鸿燕, 刘海燕, 秦剑秋, 等. TRUST、TP-ELISA、TPPA 三种检测梅毒方法的比较及应用评价 [J]. *应用预防医学*, 2018, 24(1): 77-78.
- [9] 贾伟, 褚福祿, 张杰, 等. TPPA、ELISA、RPR 三种方法检测梅毒的灵敏度及特异度对比 [J]. *中国性科学*, 2017, 26(5): 75-77.
- [10] 马开富. CMIA 与 ELISA、TPPA、TRUST 检测梅毒的方法学比较 [J]. *国际检验医学杂志*, 2012, 33(16): 1994-1996.
- [11] 张晓红, 张倩, 周学红, 等. 化学发光法检测梅毒特异性抗体在临床筛查试验中的应用评价 [J]. *中华检验医学杂志*, 2014, 37(10): 780-783.
- [12] 贾敏利, 田慧芳, 王瑞军. 三种常用的不同血清学诊断方法对梅毒螺旋体抗体的检测效果分析 [J]. *中国性科学*, 2017, 26(5): 72-74.
- [13] SONMEZ C, SEZEN F, KILIC S. Performance evaluation of nine different syphilis serological tests in comparison with the FTA-abs test [J]. *J Immunolog Meth*, 2019, 464(1): 9-14.
- [14] 卞成蓉, 卢珊珊, 宋英伟, 等. 老年患者梅毒螺旋体特异性抗体生物学假阳性结果分析 [J]. *标记免疫分析与临床*, 2017, 24(9): 967-972.
- [15] 潘兰. 四种梅毒血清检测方法比较分析 [J]. *当代医学*, 2011, 17(28): 8-10.
- [16] 车欣, 杨慧. 3 种不同梅毒检验方法检测梅毒螺旋体的结果准确率比较 [J]. *中国医药指南*, 2018, 16(3): 87-88.
- [17] 黄声凯, 李学祥, 崔婵娟, 等. 化学发光微粒子免疫分析法在梅毒感染筛查中的效能分析 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2018, 28(24): 2945-2948.

(收稿日期: 2019-05-25 修回日期: 2019-09-28)