

• 论 著 •

大芬戈尔德菌致皮肤软组织感染 4 例及文献回顾*

时琰丽¹, 韩 玉², 李 东¹, 李雪清¹, 王 杉¹, 崔彦超¹, 鲁炳怀^{3△}
(民航总医院:1. 检验科;2. 皮肤科, 北京 100123;3. 中日友好医院呼吸与重症
医学科/临床微生物室与感染实验室, 北京 100029)

摘要:**目的** 总结大芬戈尔德菌皮肤软组织感染的临床特点、实验室培养方法及治疗转归。**方法** 回顾性分析民航总医院 2016 年 5 月至 2019 年 8 月检出的 4 例大芬戈尔德菌感染病例的临床资料、实验室检查方法、抗菌药物治疗及结局,并查阅国内外相关文献进行分析。**结果** 4 例大芬戈尔德菌感染病例发病时间均较长(2 周至半年),感染初期均无明显症状,起病隐匿,脓肿增长迅速,无外伤史,1 例发热(38.5℃)。感染部位有不同程度肿胀、疼痛、破溃等。除 1 例有基础疾病(糖尿病),其余均无明显诱因。分别抽取 4 例患者皮下脓液、乳腺脓液等行厌氧培养,结果均为大芬戈尔德菌,应用抗菌药物克林霉素、红霉素和阿莫西林/克拉维酸治疗 1~3 周,愈合好转。**结论** 大芬戈尔德菌可致皮肤软组织感染,自多种临床标本中检出,临床医生应充分认识到厌氧菌感染的临床意义,尤其是当普通细菌培养结果为阴性时,应考虑到厌氧菌感染的可能。

关键词: 皮肤软组织感染; 大芬戈尔德菌; 厌氧培养
DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2020.04.004 **中图法分类号:**R753
文章编号:1673-4130(2020)04-0398-05 **文献标识码:**A

Four cases of skin and soft tissue infections caused by *Finegoldia magna* and literature review*
SHI Yanli¹, HAN Yu², LI Dong¹, LI Xueqing¹, WANG Shan¹, CUI Yanchao¹, LU Binghui^{3△}
(1. Department of Clinical Laboratory; 2. Department of Dermatology, Civil Aviation General Hospital, Beijing 100123, China; 3. Department of Respiratory and Critical Medicine/Clinical Microbiology Room and Infection Laboratory, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China)

Abstract:**Objective** To summarize the clinical features, laboratory culture methods and treatment outcomes of skin and soft tissue infections of *Finegoldia magna*. **Methods** The clinical data, laboratory examination methods, antimicrobial treatment and outcome of 4 cases of *Finegoldia magna* infection detected in civil aviation general hospital from May 2016 to August 2019 were analyzed retrospectively, and the relevant literature at home and abroad was consulted for analysis. **Results** The onset time of 4 cases of *Finegoldia magna* infection was relatively long (2 weeks to half a year). There were no obvious symptoms in the early stage of infection, the onset was hidden, the abscess increased rapidly, there was no history of trauma, and 1 case had fever (38.5℃). The infected area has swelling, pain, and ulceration to varying degrees. Except for one case with underlying disease (diabetes), there was no obvious cause. Subcutaneous pus and mammary pus were collected from 4 patients for anaerobic culture, and the results were all *Finegoldia magna*. After treatment with clindamycin, erythromycin and amoxicillin/clavulanic acid for 1 to 3 weeks, the healing was improved. **Conclusion** *Finegoldia magna* can cause skin and soft tissue infection. The clinical significance of anaerobe infection should be fully recognized by clinicians, especially when the culture result of common bacteria is negative, the possibility of anaerobe infection should be considered.

Key words: skin and soft tissue infection; *Finegoldia magna*; anaerobic culture

大芬戈尔德菌,曾称为大消化链球菌,为专性厌氧革兰阳性球菌(GPAC),可定植于皮肤、口腔、上呼吸道、胃肠道、泌尿生殖道的黏膜^[1]。大芬戈尔德菌是一种条件致病菌,可以导致严重的感染,例如骨、关节、糖尿病足感染、乳腺脓肿、其他皮肤软组织感染、感染性心内膜炎、颈部和颌下腺感染等^[1-2]。现将民

* 基金项目:首都临床特色应用研究项目(Z171100001017118)。
作者简介:时琰丽,女,主管技师,主要从事临床微生物方面的研究。 △ 通信作者,E-mail:zs25041@126.com。
本文引用格式:时琰丽,韩玉,李东,等.大芬戈尔德菌致皮肤软组织感染 4 例及文献回顾[J].国际检验医学杂志,2020,41(4):398-402.

航总医院确诊的 4 例大芬戈尔德菌感染病例的临床特征及诊疗过程报道如下,并回顾国内外相关文献,探讨大芬戈尔德菌感染的临床特点及治疗转归。

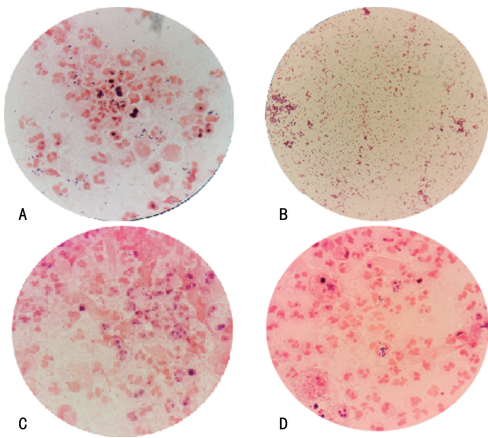
1 资料与方法

1.1 一般资料 收集民航总医院 2016 年 5 月至 2019 年 8 月大芬戈尔德菌感染病例 4 例,其中皮下脓肿 3 例,乳腺脓肿 1 例。男女比例 3 : 1,年龄(24~60 岁)。质控菌株包括大肠埃希菌 ATCC 25922、金黄色葡萄球菌 ATCC 25923、铜绿假单胞菌 ATCC 27853。

1.2 仪器与试剂 革兰染液购自中国珠海贝索公司;哥伦比亚血平皿、巧克力平皿购自中国郑州安图公司;厌氧培养仪购自荷兰 Anoxomat Mark II 公司;微生物鉴定板购自法国梅里埃 Vitek2-Compact 公司。

1.3 方法 将临床抽取的皮下脓液、乳腺脓液等直接涂片革兰染色,可见大量白细胞,细胞内外均可见成簇革兰阳性球菌,并有吞噬现象。标本接种哥伦比亚血平皿、巧克力平皿及中国兰平皿,放置 35℃,5% CO₂ 环境下 48 h 未生长。同时接种哥伦比亚血平皿厌氧培养中 24 h,可见光滑、凸起、灰白色、不透明、不溶血的小菌落,直径 0.5~1.0 mm,革兰染色镜检菌体呈圆形,多成双或短链状排列。触酶阴性,经鉴定仪 ANC 卡鉴定为大芬戈尔德菌,鉴定率为 99%。扩增细菌 16s rRNA 基因,PCR 产物测序后 DNA 序列

Genebank 进行比对分析。见图 1。



注:A 表示病例 1 直接涂片革兰染色图;B 表示病例 2 直接涂片革兰染色图;C 表示病例 3 直接涂片革兰染色图;D 表示病例 4 直接涂片革兰染色图。

图 1 4 例病例脓液直接涂片革兰染色图(×1 000)

2 结 果

2.1 临床特点 4 例大芬戈尔德菌感染病例发病时间均较长(2 周至半年),感染初期均无明显症状,起病隐匿,脓肿增长迅速,均无外伤史,仅 1 例发热(38.5℃)。感染部位有不同程度肿胀、疼痛、破溃等。除 1 例有基础疾病(糖尿病),其余均无明显诱因。见表 1。

表 1 本院 4 例大芬戈尔德菌临床感染特征及诊疗过程

编号	性别	年龄 (岁)	发病时间	临床资料	送检标本	手术治疗	抗菌药物治疗	时间	结局
1	女	24	前胸皮下肿物 约 3 周	无明显自觉症状,增长迅速,无发热,否认外伤史,5 年前前胸起类似脓肿,自行破溃后好转,后反复 发作,逐渐加重。1 年前于当地医院行“脓肿摘除 术”好转	皮下脓肿 抽吸物	脓肿切开 引流术	克林霉素	1 周	治愈
2	女	26	左肩背部皮下 肿物半年余	初期无明显诱因出现皮下肿胀,自觉无症状,2 周 前因手指按压局部,次日在原位出现 5 cm 大小皮 下肿物,肿胀伴胀痛	皮下脓肿 抽吸物	脓肿切开 引流术	红霉素	2 周	治愈
3	女	45	2 周	右乳肿块,伴压痛、发红、发热,左乳可见少量红色 溢液	乳腺脓液	外科切开 引流术	克林霉素	2 周	治愈
4	男	60	背部皮下肿物 1 月余	糖尿病史 15 年,1 月前无明显诱因背部开始肿胀 疼痛,肿物逐渐增大至 7 cm×6 cm 大小,触及有 波动感,发热,最高 38.5℃	背部皮下 脓肿抽吸 物	外科切开 引流术	阿莫西林/ 克拉维酸	3 周	治愈

2.2 实验室检查 感染部位标本送检微生物厌氧培养,均检出大芬戈尔德菌,未做药敏试验。病例 1 超声显示:胸部正中紧邻皮下可见范围 5.6 cm×4.4 cm×1.5 cm 混合回声,外形欠规则,边界尚清,内透声差,局部探头加压可见部分内容物流动,周边

软组织层肿胀,回声增强,血流增多。

2.3 抗菌药物治疗及转归 4 例患者均进行了脓肿切开引流术,同时使用克林霉素、红霉素、阿莫西林克拉维酸等治疗 1~3 周后,好转治愈。

2.4 文献回顾 回顾 12 例大芬戈尔德菌临床感染

特征及诊疗过程,发现感染部位分别在膝关节、乳腺、心内膜、腕关节、腿足部、纵隔、起搏器等。一般有关节置换术、主动脉瓣修复术、酗酒、吸毒等诱因。男女比例为 3∶1,平均发病年龄 53 岁。临床表现多为发热,感染部位肿胀、胀痛,局部红斑,破溃流脓等表现。

送检感染部位伤口分泌物、术中组织、乳腺脓液、关节渗出液等标本微生物培养,均培养出大芬戈尔德菌。12 例病例中血培养阳性 2 例(16.7%),阴性 4 例,未送检 6 例。见表 2。

表 2 大芬戈尔德菌临床感染特征及诊疗过程回顾(*n* = 12)

序号	性别	年龄 (岁)	诱因	基础疾病	感染部位	临床表现	血培养	送检标本	手术治疗	抗菌药物治疗	时间
1 ^[1]	男	44	慢性酗酒	无	双腿、颈部、腹部	疲劳、食欲减退 体质量下降、双腿脓肿样 病变、颈部、腹部肿块	未送	颈 部、腹 部肿块		阿莫西林	—
2 ^[2]	男	60	吸食海洛 因、酗酒	慢性右腕 病病史	右腕关节	红斑、右手腕疼痛肿胀、活 动受限	未送		CT 下 吸 脓引流	克林霉素	7 周
3 ^[3]	女	46	无	纤维囊性 乳 腺 10 年	乳腺	左侧乳房疼痛结节性病 变	未送	乳腺脓液	引流	阿莫西林/克拉维酸	10 d
4 ^[4]	男	83	无	阿尔茨海 默 痴 呆 症、高血 压	起搏器	发烧、恶心、呕吐、出现红 斑	阴性	拭子	庆大霉素 冲洗	氨苄西林/舒巴坦	3 周
5 ^[5]	男	45	主动脉瓣 膜置换术 后	无	心内膜	发烧、胸痛、呼吸困难	阴性	术中组织	主动脉修 复术	哌拉西林/他唑巴坦 美罗培南	4 周 4 周
6 ^[6]	男	50	冠状动脉 搭桥术	高血 压、 高血 脂、 心肌梗死	纵隔	发热、胸骨裂开中度疼痛、 局部红斑	阴性	纵隔术中 组织	纵隔广泛 清创引流	阿莫西林/甲硝唑	6 周
7 ^[7]	男	52	主动脉瓣 膜置换术 后	轻度左心 室 损 伤、 房 颤、甲 状腺功能 亢 进、阻 塞性睡眠 呼吸暂停 和自闭症 糖尿病		出汗、背痛、全身虚弱、嗜 睡	阳性		替换感染 瓣膜	万古霉素 甲硝唑	19 d 8 周
8 ^[8]	女	36	狗咬伤		小腿	小腿红斑肿胀、发热、发 冷、恶心、呕吐、腹痛	未送	伤口拭子	截肢术	克林霉素/青霉素 G	30 d
9 ^[9]	男	35	右膝关节 强直松懈 时	髌骨骨折 复位内固 定术后	膝关节	右膝关节强直髌骨周围 压痛阳性	阴性	关节渗出 液		青霉素钠/头孢西丁钠	4 周
10 ^[10]	女	72	全膝关节 置换手术	无	膝关节	左膝关节肿胀、浮髌试验 阳性	未送	术中关节 液假体	左膝假体 取出旷置 术	万古霉素	—
11 ^[11]	女	56	无	左乳脓肿 切除术	乳腺	左乳肿块伴压痛、发红、发 热、乳头溢液	未送	乳腺脓液	切开引流 冲洗	克林霉素阿莫西林/克 拉维酸	—
12 ^[12]	男	53	无	高血压		左足皮肤红肿流脓、破溃 1 周	阳性	创面分泌 物	负压封闭 引流术	甲硝唑哌拉西林/他唑 巴坦	2 周

注：—表示此项无数据。

3 讨 论

大芬戈尔德菌是皮肤中最常见的革兰阳性厌氧菌之一,可以从各种临床标本中分离出来^[3]。大芬戈尔德菌的毒力因子使之成为 GPAC 中具较强致病性

的条件致病菌^[4],也是术后及假体植入物相关脓毒性关节炎病因中最常见的病原体之一,占有 GPAC 感染的 20%~40%^[2]。

大芬戈尔德菌感染的诊断主要根据从感染部位

获得的足够标本进行培养,菌种鉴定相对困难^[3]。此菌最适生长温度 37℃,血平皿培养 48 h 后形成灰白色、光滑、轻微凸起、不透明、不溶血的小菌落,菌落直径为 0.5~1.2 mm,有糖果气味。某些菌种在孵育 48 h 后,革兰染色易染成阴性,菌体呈球形或卵圆形,成双、短链、长链或成堆排列^[6]。

有研究表明,免疫抑制和营养不良是公认的致病原因^[1]。皮肤表面的大芬戈尔德菌、微球菌和棒状杆菌属有助于保护宿主免受更多病原微生物的定植。然而,当宿主的免疫防御机制被破坏或微生物平衡被破坏时,这些细菌就会成为机会病原体并引起感染^[10]。在过去的几十年中,抗菌药物的广泛使用使正常菌群受到干扰。此外,老龄化、引进国外材料和设备(人工心脏瓣膜、关节置换、导管等)及免疫抑制剂的大量使用,导致包括厌氧菌在内的条件致病菌引起的临床感染急剧增加^[13]。有报道称在皮肤软组织感染中,气性坏疽、乳腺脓肿、坏死性蜂窝织炎、肛周和直肠周围脓肿、糖尿病坏疽、创伤后感染、痤疮等厌氧菌感染的概率为 70%~100%,伤口感染、脓肿、蜂窝织炎、坏死性筋膜炎、咬伤、糖尿病足部感染、感染的褥疮等厌氧菌感染的概率为 40%~70%,脓疱病厌氧菌感染概率为 15%~45%^[15]。从非产褥期乳腺脓肿中分离出的主要厌氧菌为大芬戈尔德菌^[3]。

有研究表明大芬戈尔德菌引起的感染性心内膜炎送检血培养均为阴性,只有送检相关的组织标本,才能获得病原菌^[16]。而在纵膈炎患者中,67%的患者血液培养为阴性,血培养阴性的原因可能主要有以下几方面:(1)培养的技术条件所限;(2)与感染的类型和部位有关;(3)病原菌的特性所决定;(4)经验用抗菌药物治疗^[17]。

在全球范围内,厌氧菌的抗菌药物耐药性日益增加。90%以上的大芬戈尔德菌对青霉素敏感,而且一般对其他β-内酰胺类抗菌药物也敏感^[18]。然而,对克林霉素、甲硝唑和喹诺酮类抗菌药物有不同程度耐药^[19-20]。克林霉素在 GPAC 中的耐药率在 7%~20%,而且对于大芬戈尔德菌还有升高^[18]。所以对大芬戈尔德菌引起的感染要谨慎使用克林霉素,做药敏试验对临床正确使用和选择药物会有很大的帮助。常规治疗最重要的是引流、清创,同时经验给予抗菌药物治疗。对于特殊部位的厌氧菌感染或经验给药疗效不佳时,可进行做药敏试验,如菌血症、脑脓肿、心内膜炎、骨髓炎、关节感染、假体感染等^[15]。表 2 总结的 12 例病例大多使用了克林霉素和β-内酰胺类抗菌药物,全部治愈。目前的研究表明,5~7 d 的抗菌药物治疗对于临床治疗简单的皮肤软组织感染是足够的,但一般都治疗 2 周^[21]。本文中 4 例及文献回顾中 12 例大芬戈尔德菌感染病例平均抗菌药物治疗时

间为 4 周,延长疗程以确保感染症状得到完全缓解^[2]。这是因为大芬戈尔德菌生长缓慢,并且容易产生对抗菌药物的耐药性,感染后会导致病程延长,慢性感染伤口中的大芬戈尔德菌也会减慢伤口愈合的过程^[5]。

冼伟等^[22]研究表明,皮肤软组织感染主要以革兰阳性球菌、革兰阴性菌和真菌为主,从 327 例皮肤感染患者的标本中检出 392 株细菌,未检出厌氧菌。可见国内微生物实验室对于厌氧菌的检测能力还有待提高。临床标本中厌氧菌检出率低的原因可能有以下几方面:(1)厌氧培养需要厌氧产气袋或厌氧培养仪等,成本高,许多实验室尚未常规开展;(2)由于厌氧菌一般长得缓慢、菌落小,有些厌氧菌需要生长 3~5 d;(3)标本送检过程中未考虑到厌氧菌存在,标本采集运送时接触空气或低温运送,厌氧菌容易死亡。因此,微生物实验室人员需要提高主动服务意识,由于临床医生经常只开普通培养,许多脓液、伤口分泌物的等标本没有做直接涂片革兰染色仅仅直接接种血平皿,当需氧培养 48 h 不生长时,就会报告“无细菌生长”,容易造成厌氧菌的漏检。本文报道的 4 例病例,虽然医生未开医嘱,但都加做了直接涂片革兰染色和厌氧培养,并在镜下发现大量白细胞及革兰阳性球菌,同时厌氧培养也有细菌生长,经鉴定为大芬戈尔德菌。所以微生物实验室人员要定期到临床宣教,加强主动服务意识,认识到直接涂片染色的重要性,便于区分伤口污染(显示大量上皮细胞)和感染(同时显示细菌和炎症细胞),还可以判断标本中是否有菌,快速给临床报告。

4 结 论

综上所述,通过从不同的临床标本中经过纯培养分离出大芬戈尔德菌,此菌的临床意义已得到清楚的证实。但是大多数厌氧菌生长缓慢,菌落很小,因此很容易被漏检和忽略,导致厌氧菌在临床感染病例中分离率很低。微生物实验室应采用正确的培养方法、选择合适的培养条件,才能准确找到病原菌,缩短诊断时间,及早使用正确的抗菌药物治疗。

参考文献

- [1] BASU P, WILLIAMS A, O'BRIEN M T, et al. A case of *Fin goldia magna* (formerly *Peptostreptococcus magnus*) infection mimicking disseminated malignancy[J]. Int J Infect Dis, 2016, 53(1): 12-14.
- [2] ARSENE C, SASTE A, SOMIAH M, et al. A case of septic arthritis of the wrist due to *fin goldia magna*[J]. Case Rep Infect Dis, 2014; 793053.
- [3] COBO F, RODRÍGUEZ-GRANGER J, SAMPEDRO A, et al. Breast abscess due to *Fin goldia magna* in a non-puerperal women[J]. Anaerobe, 2017, 47: 183-184.

- [4] HOSSEINI D S H, OSORIO G. Case of pacemaker pocket infection caused by *Finegoldia magna* [J]. *Anaerobe*, 2017, 47: 135-136.
- [5] KHETAM H, ZIV S, LIRAN S, et al. Infective endocarditis caused by *Finegoldia magna* following aortic dissection repair: a case report and data evaluation [J]. *Am J Case Rep*, 2014, 15: 554-558.
- [6] SOLEN K, MATTA M, ANNIE B H, et al. Postoperative mediastinitis due to *Finegoldia magna* with negative blood cultures [J]. *J Clin Microbiol*, 2009, 47(12): 4180-4182.
- [7] BO S, SANNA B, BENGT H, et al. *Finegoldia magna* isolated from orthopedic joint implant-associated infections [J]. *J Clin Microbiol*, 2017, 55(11): 3283-3291.
- [8] SUNGSIL L, KYOUNG H R, CHANG K K, et al. A case of necrotizing fasciitis due to *streptococcus agalactiae*, *arcanobacterium haemolyticum*, and *Finegoldia magna* in a dog-bitten patient with diabetes [J]. *Korean J Lab Med*, 2008, 28(3): 191-195.
- [9] 范宁, 朱超, 王苗, 等. 膝关节强直术后大芬戈尔德菌感染 1 例及文献复习 [J]. *中国感染控制杂志*, 2018, 17(12): 1089-1097.
- [10] MURPHY E C, MÖRGELIN M, REINHARDT D P, et al. Identification of molecular mechanisms used by *Finegoldia magna* to penetrate and colonize human skin [J]. *Mol Microbiol*, 2014, 94(2): 403-417.
- [11] 成祥君, 马金霞, 刘根焰, 等. 大芬戈尔德菌合并贪婪丙酸杆菌致非哺乳期乳腺炎一例 [J]. *临床检验杂志*, 2017, 35(12): 954-955.
- [12] 栾亮, 王璐, 褚美玲, 等. 左足软组织感染伴嗜脓菌和大芬戈尔德菌血症一例 [J]. *中华临床感染病杂志*, 2019, 12(3): 214-216.
- [13] INGA-MARIA F, KARLSSON C, MATTHIAS M, et al. Identification of a novel protein promoting the colonization and survival of *Finegoldia magna*, a bacterial commensal and opportunistic pathogen [J]. *Mol Microbiol*, 2008, 70(3): 695-708.
- [14] 陈东科, 孙长贵. 实用临床微生物学检验与图谱 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 505-507.
- [15] NAGY E, BOYANOVA L, JUSTESEN U S, et al. How to isolate, identify and determine antimicrobial susceptibility of anaerobic bacteria in routine laboratories [J]. *Clin Microbiol Infect*, 2018, 24(11): 1139-1148.
- [16] HUSSEIN K, SAVIN Z, SHANI L, et al. Infective endocarditis caused by *Finegoldia magna* following aortic dissection repair: a case report and data evaluation [J]. *Am J Case Rep*, 2014, 15(15): 554-558.
- [17] KERNÉIS S, MATTA M, HOÏ A B, et al. Postoperative mediastinitis due to *Finegoldia magna* with negative blood cultures [J]. *J Clin Microbiol*, 2009, 47(12): 4180-4182.
- [18] SCHUETZ A N. Antimicrobial resistance and susceptibility testing of anaerobic bacteria [J]. *Clin Infect Dis*, 2014, 59(5): 698-705.
- [19] WYBO I, VAN D B D, SOETENS O, et al. Fourth Belgian multicentre survey of antibiotic susceptibility of anaerobic bacteria [J]. *J Antimicrob Chemother*, 2014, 69(1): 155-161.
- [20] JEVERICA S, KOLENC U, MUELLER-PREMRU M, et al. Evaluation of the routine antimicrobial susceptibility testing results of clinically significant anaerobic bacteria in a Slovenian tertiary-care hospital in 2015 [J]. *Anaerobe*, 2017, 47: 64-69.
- [21] WALSH T L, CHAN L, KONOPKA CI, et al. Appropriateness of antibiotic management of uncomplicated skin and soft tissue infections in hospitalized adult patients [J]. *BMC Infect Dis*, 2016, 16(1): 721-728.
- [22] 洗伟, 杨凡, 李东明, 等. 皮肤及皮肤结构感染细菌种类及耐药性分析 [J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(11): 829-833.

(收稿日期: 2019-10-13 修回日期: 2019-12-19)

(上接第 397 页)

- [21] BINGHUI L, YANLI S, SHUCHEN Z, et al. Use of MALDI-TOF mass spectrometry for rapid identification of group B streptococcus on chromID strepto B agar [J]. *Int J Infect Dis*, 2014, 27: 44-48.
- [22] MATAJIRA C E, MORENO L Z, GOMES V T, et al. Evaluation of protein spectra cluster analysis for *Streptococcus* spp. identification from various swine clinical samples [J]. *J Vet Diagn Invest*, 2017, 29(2): 245-249.
- [23] KARPANOJA P, HARJU I, RANTAKOKKO-JALAVA K, et al. Evaluation of two matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry systems for identification of viridans group streptococci [J]. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 2014, 33(5): 779-788.
- [24] 顾丹霞, 余涛, 张晓飞, 等. MALDI Biotyper 和 VITEK MS 基质辅助激光解析电离飞行时间质谱对链球菌鉴定的比较研究 [J]. *中华检验医学杂志*, 2015, 38(2): 98-101.
- [25] SANTOS I C, HILDENBRAND Z L, SCHUG K A. Applications of MALDI-TOF MS in environmental microbiology [J]. *The Analyst*, 2016, 141(10): 2827-2837.
- [26] SPRAGGINS J M, RIZZO D G, MOORE J L, et al. Next-generation technologies for spatial proteomics: Integrating ultra-high speed MALDI-TOF and high mass resolution MALDI FTICR imaging mass spectrometry for protein analysis [J]. *Proteomics*, 2016, 16(11/12): 1678-1689.

(收稿日期: 2019-10-08 修回日期: 2019-12-23)