

• 论 著 •

## 皮损组织不同前处理方法对海分枝杆菌培养结果的影响\*

林素香<sup>1</sup>, 向 耘<sup>2△</sup>, 易素芬<sup>1</sup>, 田文芳<sup>1</sup>, 唐喜军<sup>1</sup>

珠海市中西医结合医院: 1. 检验科; 2. 皮肤科, 广东珠海 519000

**摘 要:**目的 探讨直接接种法、研磨后消化法和消化后研磨法对海分枝杆菌培养结果的影响。方法 采集 2022 年 6 月至 2024 年 3 月于该院皮肤科就诊的 122 例疑似海分枝杆菌感染患者皮损组织标本, 其中浅表皮型 44 例, 皮下组织型 78 例。分别采用直接接种法、研磨后消化法和消化后研磨法处理标本, 分析 3 种方法对海分枝杆菌培养阳性检出率和污染率的影响。结果 浅表皮肤型海分枝杆菌培养的阳性检出率为 47.7% (21/44), 皮下组织型培养的阳性率为 67.9% (53/78)。采用研磨结合消化法处理皮肤或皮下组织标本均较直接接种法的阳性检出率高, 污染率低, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。浅表皮肤型标本研磨后消化法较消化后研磨法的阳性检出率高, 污染率低, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 皮下组织型研磨后消化法较消化后研磨法阳性检出率高, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。3 种前处理方法的海分枝杆菌初培养时间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。结论 对皮肤组织标本采用研磨后消化的前处理方法, 对皮下组织标本采用研磨后消化或消化后研磨法的前处理方法, 可明显提高海分枝杆菌培养的阳性检出率, 同时降低杂菌污染率。

**关键词:** 标本前处理; 海分枝杆菌; 培养

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2025.12.001

中图法分类号: R446.5

文章编号: 1673-4130(2025)12-1409-05

文献标志码: A

**Effects of different pretreatment methods on the culture results of *Mycobacterium marinum* in tissue specimens\***LIN Suxiang<sup>1</sup>, XIANG Yun<sup>2△</sup>, YI Sufen<sup>1</sup>, TIAN Wenfang<sup>1</sup>, TANG Xijun<sup>1</sup>

1. Department of Clinical Laboratory; 2. Department of Dermatology, Zhuhai Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Zhuhai, Guangdong 519000, China

**Abstract:** **Objective** To explore the effects of different methods on the culture results of *Mycobacterium marinum*, including direct inoculation, grinding followed by digestion, and digestion followed by grinding. **Methods** From June 2022 to March 2024, 122 patients with suspected *Mycobacterium marinum* infection were collected from the Department of Dermatology in this hospital, including 44 cases with superficial skin type and 78 cases with subcutaneous tissue type. Direct inoculation, grinding followed by and digestion followed by grinding were used respectively to analyze the effects of these three methods on the positive detection rate and contamination rate of *Mycobacterium marinum* culture. **Results** The culture positive detection rate of *Mycobacterium marinum* in superficial skin type and in subcutaneous tissue type were 47.7% (21/44) and 67.9% (53/78), respectively. The use of grinding combined with digestion method for processing skin or subcutaneous tissue specimens results in a higher positive detection rate and a lower contamination rate compared with the direct inoculation method, with statistically significant differences ( $P < 0.05$ ). For superficial skin type specimens, the grinding followed by digestion method had a higher positive detection and a lower contamination rate than the digestion followed by grinding method, with statistically significant differences ( $P < 0.05$ ). For subcutaneous tissue samples, the grinding followed by digestion method had a higher positive detection rate compared to the digestion followed by grinding method, but the difference was not statistically significant ( $P > 0.05$ ). There were no significant differences in the primary culture time of *Mycobacterium marinum* among the three pretreatment methods ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** The pretreatment of skin tissue samples with grinding followed by digestion, and the pretreatment of subcutaneous tissue samples with grinding followed by digestion or digestion followed by grinding can significantly improve the positive rate of *Mycobacterium mari-*

\* 基金项目: 广东省珠海市医学科研项目 (2220009000105); 广东省珠海市社会发展领域科技计划项目 (2220004000094)。

作者简介: 林素香, 女, 副主任技师, 主要从事微生物检验研究。△ 通信作者, E-mail: xiangyun\_1982@126.com。

num culture and reduce the contamination rate of miscellaneous bacteria.

**Key words:** specimen pre-treatment; *Mycobacterium marinum*; culture

海分枝杆菌是一种缓慢生长型非结核分枝杆菌,广泛存在于淡水、半咸水、咸水等水环境中,它是鱼类、两栖类、爬行动物及人类的致病菌<sup>[1-2]</sup>。人四肢皮肤和软组织的海分枝杆菌感染常因鱼虾刺伤、接触污染源或物品等而引起,临床表现包括感染区域皮肤表面的斑块、溃疡或皮下结节、脓肿等<sup>[3-5]</sup>。皮损组织中的海分枝杆菌分离培养是诊断海分枝杆菌感染的重要依据,也是进行药物敏感试验的重要前提。然而,海分枝杆菌生长缓慢,最适生长温度偏低<sup>[6]</sup>,且皮损组织结构致密不利于目的菌释放。此外,标本载菌量少且容易被污染,导致目前临床常规的细菌培养方式下海分枝杆菌阳性检出率低,常造成误诊、漏诊等<sup>[7-8]</sup>。因此,本研究探讨不同标本前处理方法对皮损组织中海分枝杆菌检出率及污染率的影响,以期为临床微生物实验室提供参考。

1 材料与方法

**1.1 标本来源** 采集 2022 年 6 月至 2024 年 3 月于本院皮肤科就诊的疑似海分枝杆菌感染患者皮损组织。病例纳入标准:(1)有相关暴露史,如被鱼虾刺伤或在皮肤破损处直接接触污染的水或物品;(2)临床表现为皮肤、皮下或深部侵袭的感染病灶。排除标准:已通过菌株鉴定明确诊断为非海分枝杆菌感染的患者。送检组织根据皮损部位分为浅表皮肤型和皮下组织型。浅表皮肤型临床表现为皮肤表面的斑块、结节、溃疡等,皮损可沿淋巴管排列;皮下组织型则表现为皮下结节、坏死、脓肿,病变甚至累及腱鞘、滑膜及骨骼等。共纳入 122 例患者,其中男 65 例,女 57 例。浅表皮肤型患者 44 例,皮下组织型患者 78 例。

**1.2 仪器与试剂** VITEK MS 质谱仪(型号:VITEK MS,法国生物梅里埃公司);电热恒温培养箱(型号:DNP-9272,上海精宏实验设备有限公司);旋转混合器(型号:XH-B/崇康付 356);台式高速冷冻离心机(型号:H2050R,湘仪离心机仪器有限公司);组织研磨器(型号:DS1000,湖北新纵科)。氢氧化钠(NaOH,分析纯)购自天津市永大化学试剂有限公司;柠檬酸三钠、磷酸二氢钾、磷酸二氢钠均购自天津市大茂化学试剂有限公司。采用氢氧化钠分析纯和柠檬酸三钠配制 4% NaOH 溶液为消化液,采用磷酸二氢钾、磷酸二氢钠配制磷酸盐缓冲液。

1.3 方法

**1.3.1 标本采集及分组** 采集手术切除可疑病变组织存放于无菌无核酸的 5 mL 冻存管,标本及时送检。按照取材部位将皮损组织分为浅表皮肤型和皮下组织型两种类型。根据纳入和排除标准筛选的病例,剔

除同个患者重复送检的标本,将所有纳入的皮损组织标本使用无菌手术刀及眼科剪尽量剪碎后,均分三等份,随机分为直接接种组、研磨后消化组及消化后研磨组 3 种不同标本前处理方式,所有分组的标本均在微生物室Ⅱ级生物安全柜中进行。具体分组的前处理方式包括:(1)直接接种法。取剪碎后组织直接接种于哥伦比亚血平板上。(2)研磨后消化法。标本加入适量的无菌生理盐水(0.2~0.5 mL)后使用组织研磨器进行研磨(4 500 r/min,每次 45 s,1~2 次)。研磨后组织匀浆加入 4% NaOH 消化 20 min(常温条件下),4 000 r/min 离心 20 min 后弃上清,留取离心浓缩物 1~2 mL 用于接种。(3)消化后研磨法。加入 4% NaOH 消化 20 min 后 4 000 r/min 离心 20 min 后弃上清,沉淀物再经组织研磨器研磨(4 500 r/min,每次 45 s,1~2 次),研磨后匀浆直接用于接种。

**1.3.2 标本接种与培养** 将由以上不同前处理方式处理的标本分别接种于血平板上,每份标本平行接种 3 个平板,32 ℃普通培养箱进行培养。任何一种前处理方法培养出阳性结果即认定该标本培养阳性。

**1.3.3 观察结果及判定** 所有平板接种后连续观察 4 周。前 2 周每日观察菌落生长情况,第 3 周开始每周观察并记录菌落生长情况。从接种日算起,将首次观察到培养基平板有海分枝杆菌菌落生长所需的时间确定为初期生长时间,结果判定为阳性;连续观察 4 周仍未见菌落生长的或其他污染菌生长,判定为阴性。同一份标本的一个或多个接种血平板上生长可疑菌落,经鉴定为海分枝杆菌时,判定为检出。检出率计算公式:阳性检出率=(阳性份数/标本总数)×100%。以标本的份数为计算单位,同一份标本的 2 个或 3 个接种血平板污染时认为是污染,若只有单个接种血平板污染则不认为是污染。污染率计算公式:污染率=(污染份数/标本总数)×100%。

**1.3.4 菌落鉴定** 所有有菌落生长的平板上,挑取可疑单个菌落,均匀涂布于靶板。自然干燥后,加入 1 μL 基质液,采用 VITEK MS 质谱仪进行菌种鉴定。根据鉴定结果,若菌种为海分枝杆菌,则判定为检出,若菌种鉴定为非海分枝杆菌,则判定为污染。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS23.0 统计软件进行分析,计数资料采用  $\chi^2$  检验进行分析,非正态分布的计量资料采用 Kruskal-Wallis 秩和检验进行分析。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

**2.1 基本情况** 浅表皮肤型及皮下组织型患者临床特征比较,见表 1。浅表皮肤型患者临床表现为皮肤

表面的斑块、结节、溃疡等，皮损可沿淋巴管排列(图 1);皮下组织型则表现为皮下结节、坏死、脓肿，病变甚至累及腱鞘、滑膜及骨骼等(图 2)。

表 1 浅表皮肤型与皮下组织型患者临床特征比较

| 临床特征                     | 浅表皮肤型( <i>n</i> = 44)   | 皮下组织型( <i>n</i> = 78)                       |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|
| 性别[ <i>n</i> (%)]        |                         |                                             |
| 男                        | 25(56.82)               | 40(51.28)                                   |
| 女                        | 19(43.18)               | 38(48.72)                                   |
| 年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁) | 46.11 ± 13.80           | 54.99 ± 10.92                               |
| 外伤史                      | 44 例均为鱼刺伤               | 67 例为鱼刺伤, 5 例虾蟹刺伤, 3 例为伤口接触鱼塘水, 3 例被鱼塘里物体刺伤 |
| 病程                       | 2 周至 36 个月, 中位病程 6 个月   | 5 d 至 12 个月, 中位病程 2 个月                      |
| 临床表现                     | 以皮肤斑块为主, 可伴糜烂、溃疡或沿淋巴管排列 | 以皮下结节、脓肿为主                                  |
| 标本性状                     | 质地致密、坚硬                 | 质地疏松、柔软                                     |



注: A 为皮肤斑块; B 为淋巴管型, 皮损沿淋巴管线状排列。

图 1 浅表皮肤型病例

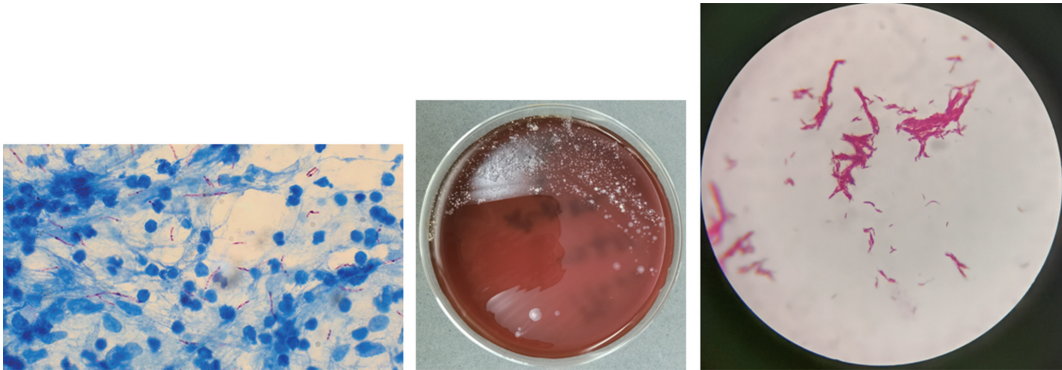
**2.2 抗酸染色镜检及培养结果** 临床标本抗酸染色镜检: 可见抗酸阳性, 菌体粗大、长短不一、不同形态的分枝杆菌, 可见 Y 型分枝, 部分菌体可见一至数个深染颗粒(图 3A)。临床标本接种于血平板上, 32 ℃ 下孵育培养, 第 7 天至第 13 天可见灰白色、凸起、表

面稍干燥粗糙、不溶血的菌落(图 3B); 菌落直接抗酸染色镜检可见抗酸阳性分枝杆菌(图 3C), 采用 VITEK MS 质谱仪进行细菌鉴定, 鉴定结果为海分枝杆菌。



注: A 为皮下脓肿; B 为肌腱周围包裹异常增生组织。

图 2 皮下组织型病例



注: A 为皮下组织型的坏死组织直接抗酸染色镜检( $\times 1\,000$ ); B 为血平板上菌落形态(32 ℃, 血培养第 9 天); C 为血平板上菌落抗酸染色镜下形态( $\times 1\,000$ )。

图 3 海分枝杆菌菌落形态及镜下形态

**2.3 同种类型组织标本不同标本前处理海分枝杆菌检出情况** 浅表皮肤型及皮下组织型标本 3 种前处理方法的海分枝杆菌的检出情况见表 2。浅表皮肤型标本中, 直接接种法的阳性检出率为 6.8%(3/44), 先

研磨后消化法的检出率为 47.7%(21/44), 先消化后研磨法的检出率为 27.3%(12/44), 先研磨后消化法的检出率显著高于直接接种法和先消化后研磨法, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。在污染率方面, 浅表皮

肤型标本采用直接接种法的污染率高达 95.5%(42/44),而先研磨后消化法与先消化后研磨法的污染率分别为 15.9%(7/44)和 59.1%(26/44),先研磨后消化法污染率明显低于直接接种和先消化后研磨法,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。皮下组织型标本直接接种法的阳性检出率为 37.2%(29/78),先研磨后消化法检出率为 66.7%(52/78),先消化后研磨法检出率 59.0%(46/78)。先研磨后消化法和先消化后研磨法的阳性率均显著高于直接接种法(66.7% *vs.* 37.2% 和 59.0% *vs.* 37.2%),差异有统计学意义( $P<0.05$ ),而先研磨后消化法和先消化后研磨法差异无统计学意义( $P>0.05$ )。在污染率方面,先研磨后消化法和先消化后研磨法分别为 8.9%(7/78)和 19.2%(15/78),均显著低于直接接种法[47.4%(37/78)],差异有统计学意义( $P<0.05$ )。先研磨后消化法的阳性检出率略高于先消化后研磨法(66.7% *vs.* 59.0%),但差异无统计学意义( $P>0.05$ );同样,先研磨后消化法的污染率低于消化后研磨法(8.9% *vs.* 19.2%),差异无统计学意义( $P>0.05$ )。因此,在标本前处理方面,先研磨后消化标本在提高检出率和降低污染率方面均优于其他两种方法。

**2.4 不同类型组织标本海分枝杆菌的总检出率** 皮下组织型的总检出率[(67.9%(53/78)]高于浅表皮肤型[47.7%(21/44)],差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

**2.5 组织标本不同前处理方法处理后的海分枝杆菌的初生长时间** 由于 3 组不同处理方法的初生长时间数据呈非正态分布,故采用成组设计的多个标本秩和检验进行统计分析,Kruskal-Wallis 检验结果显示,3 种不同处理方法的海分枝杆菌初生长时间差异无统计学意义( $H=2.58,P=0.28$ )。见表 2。

| 表 2 组织标本不同处理方法处理后的海分枝杆菌初生长时间 |                 |     |     |     |     |                               |
|------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| 组别                           | 不同初生长时间的菌株数量(株) |     |     |     |     | 初生长时间<br>( $\bar{x}\pm s,d$ ) |
|                              | 3 d             | 1 周 | 2 周 | 3 周 | 4 周 |                               |
| 直接接种法                        | 0               | 12  | 20  | 0   | 0   | 8.00±1.14                     |
| 研磨后消化法                       | 0               | 16  | 57  | 0   | 0   | 8.34±1.07                     |
| 消化后研磨法                       | 0               | 20  | 38  | 0   | 0   | 8.12±1.03                     |

### 3 讨 论

海分枝杆菌是一种重要的人鱼共患致病菌,属于光产色缓慢生长型非结核分枝杆菌<sup>[9]</sup>,它能在所有适合分枝杆菌生长的培养基中生长<sup>[10]</sup>,其中最常用的是罗氏培养基。本研究在临床实践中发现,海分枝杆菌在哥伦比亚血平板中能生长,且其初生长时间与罗氏培养基相比无明显差异,且哥伦比亚血平板在临床更易获得。海分枝杆菌的初生长较为缓慢,初代培养通

常需要 1~2 周,其最适生长温度为 30~33 ℃<sup>[11]</sup>,这与一般细菌不同。因此,在临床实践中,培养时间不足或在 35 ℃ 的常规培养条件下,均易导致海分枝杆菌培养被误判为阴性而被丢弃,造成临床的漏诊或误诊。尽管分子生物学诊断的灵敏性和特异性都很高<sup>[12]</sup>,但由于海分枝杆菌试剂盒研发较少、实验条件要求高及费用昂贵,这些因素限制了其在临床上的应用。目前,分离培养仍然是临床上最常用,也是检测非结核分枝杆菌最灵敏的技术之一<sup>[13]</sup>。培养出的菌种是后续进行药物敏感性试验、分枝杆菌菌种鉴定、基因分型及各种基础研究的前提,因此,提高培养方法的诊断效率具有重要现实意义。

海分枝杆菌感染在人群中的发病率相对较低<sup>[14-18]</sup>,并且通常以散发病例形式出现<sup>[19-21]</sup>。近年来,在沿海和湖泊地区出现了聚集性发病现象。人们常因鱼虾刺伤或有创皮肤接触污染源或物品而感染海分枝杆菌,临床表现多样,常见于四肢,尤其是手、上肢,包括皮肤丘疹、斑块、溃疡或皮下结节、坏死、脓肿等。在某些情况下,皮损沿淋巴管呈线状排列;而在侵袭型病例中,可能累及滑膜、腱鞘、肌腱、骨关节等<sup>[4-5,22-23]</sup>。对于那些表现为皮肤表面斑块、溃疡的病例,病变通常较为局限,患者免疫功能往往较好。然而,由于组织标本致密,不易释放目的菌,细菌载量低且易受表皮正常菌群污染,导致培养阳性率较低。相比之下,皮下异常增生或坏死组织来源的标本较为疏松,细菌载量高,不易污染,因此培养阳性率相对较高。本研究中,浅表皮肤型的总阳性率为 47.7%,皮下组织型的培养阳性率为 67.9%。本研究依据临床皮损及送检组织标本的特点,将标本分为浅表皮肤型和皮下组织型两组,以比较不同前处理方式对二者培养阳性率的影响,目前尚鲜见类似的研究报道。

为了提高培养阳性率,可以根据送检组织的致密性以及被污染的可能性,选择适宜的前处理方法,如研磨、消化、研磨后消化或者消化后研磨等。研磨的目的是通过物理方法释放目标菌,而消化的作用则包括化学去污以去除其他细菌的污染,以及消化纤维蛋白来释放目标菌。本研究旨在探讨研磨结合消化与直接接种法的对比结果,以及研磨和消化的先后顺序对培养结果的影响。有研究发现,对于皮下组织型标本,研磨后消化法和消化后研磨法相比直接接种法能显著提高阳性检出率,差异有统计学意义( $P<0.05$ );尽管研磨后消化法的阳性检出率略高于消化后研磨法,但差异并无统计学意义( $P>0.05$ );对于浅表皮肤型标本,研磨后消化和消化后研磨法相比直接接种法同样能显著提高阳性检出率,研磨后消化法相比消化后研磨法能更明显地提高阳性检出率,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。分析可能的原因是,皮肤斑块中

的海分枝杆菌含菌量较低,而污染菌含菌量较多且复杂,未经过研磨的消化主要作用于斑块表面,可能导致包裹在组织内的污染菌消化不彻底。通过研磨释放出来后,这些污染菌可能导致污染概率增高。而先研磨后消化则有利于释放污染菌,提高消化效率。对于皮下组织型的标本,海分枝杆菌含菌量较高,污染菌含菌量较少,且多数来源于外伤口或因取材操作导致其附着于组织标本表面,这些污染菌容易被消化去除。因此,对于皮下组织型标本,研磨后消化法和消化后研磨法的培养阳性率差异不大。

综上所述,针对临床送检的不同性状标本,需要采取不同的标本前处理方法。对于浅表皮肤型标本,建议先进行研磨后消化;而对于皮下组织型标本,采用研磨后消化法或消化后研磨法均能有效提高培养阳性率。本研究的标本前处理方法,可为微生物实验室技术人员在培养海分枝杆菌时提供参考依据。然而,仍然有部分皮损组织标本或者活力较差的菌未能培养出来,有可能与培养基的营养条件、碱浓度和消化时间有关,本研究使用的是血平板、4% NaOH、消化 20 min,具体原因有待进一步研究。灵敏度较高的分子生物学靶向扩增或测序诊断也是未来研究的方向。

## 参考文献

- [1] HASHISH E, MERWAD A, ELGAML S, et al. Mycobacterium marinum infection in fish and man: epidemiology, pathophysiology and management: a review [J]. Vet Quart, 2018, 38(1): 35-46.
- [2] TEBRUEGGE M, CURTIS N. Mycobacterium marinum infection[J]. Adv Exp Med Biol, 2011, 719: 201-210.
- [3] HOLDEN I K, KEHRER M, ANDERSEN A B, et al. Mycobacterium marinum infections in Denmark from 2004 to 2017: a retrospective study of incidence, patient characteristics, treatment regimens and outcome[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 6738.
- [4] 秦绪艳, 孙凤兰, 闫静, 等. 鱼刺伤肉芽肿四例分析[J]. 中国麻风皮肤病杂志, 2021, 37(12): 790-792.
- [5] 杨璐, 李建建, 刘婷, 等. 海分枝杆菌皮肤感染的临床和病理特点: 附 12 例分析[J]. 皮肤性病诊疗学杂志, 2024, 31(4): 219-225.
- [6] 顾安康, 张宇. 海分枝杆菌的研究进展[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(10): 1048-1052.
- [7] LØNNBERG A S, SEERSHOLM N, NIELSEN S L, et al. Mycobacterium marinum is difficult to diagnose [J]. Ugeskrift Laeger, 2012, 174(50): 3176-3177.
- [8] TENBRICK P, BEER M, BEER K. Treatment of biopsy and culture negative Mycobacterium marinum: diagnostic and therapeutic considerations [J]. J Drugs Dermatol, 2014, 13(2): 204-220.

- [9] SHARMA S K, UPADHYAY V. Epidemiology, diagnosis & treatment of non-tuberculous mycobacterial diseases[J]. Indian J Med Res, 2020, 152(3): 185-226.
- [10] DELGHANDI M R, EL-MATBOULI M, MENANTE-AU-LEDOUBLE S. Mycobacteriosis and infections with non-tuberculous mycobacteria in aquatic organisms: a review[J]. Microorganisms, 2020, 8(9): 1368.
- [11] AUBRY A, MOUGARI F, REIBEL F, et al. Mycobacterium marinum[J]. Microbiol Spectr, 2017, 5(2): 10.
- [12] 武迪, 陈世玖, 王成, 等. 海分枝杆菌和溃疡分枝杆菌二重 PCR 检测方法的建立及应用[J]. 中国现代医学杂志, 2018, 28(4): 45-50.
- [13] 中华医学会结核病学分会. 非结核分枝杆菌病诊断与治疗指南(2020 年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2020, 43(11): 918-946.
- [14] EL AMRANI M H, ADOUI M, PATEY O, et al. Upper extremity Mycobacterium marinum infection[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2010, 96(6): 706-711.
- [15] AUBRY A, CHOSIDOW O, CAUMES E, et al. Sixty-three cases of Mycobacterium marinum infection: clinical features, treatment, and antibiotic susceptibility of causative isolates[J]. Arch Intern Med, 2002, 162(15): 1746-1752.
- [16] BENTON J, KARKANEVATOS A. Preseptal cellulitis due to Mycobacterium marinum[J]. J Laryngol Otol, 2007, 121(6): 606-608.
- [17] LILLIS J V, ANSDELL V E, RUBEN K, et al. Sequelae of World War II: an outbreak of chronic cutaneous non-tuberculous mycobacterial infection among Satowanese islanders[J]. Clin Infect Dis, 2009, 48(11): 1541-1546.
- [18] YACISIN K, HSIEH J L, WEISS D, et al. Outbreak of non-tuberculous mycobacteria skin or soft tissue infections associated with handling fish: New York City, 2013-2014[J]. Epidemiol Infect, 2017, 145(11): 2269-2279.
- [19] 张欣然, 赵晴, 于长平, 等. 累及皮肤和肌腱的难治性海分枝杆菌感染一例[J]. 中国麻风皮肤病杂志, 2024, 40(5): 352-354.
- [20] 廖钟敏, 马春光, 韩建德, 等. 海分枝杆菌感染误诊为坏疽性脓皮病报告 1 例[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(11): 1381-1383.
- [21] 张素平, 曹立颖, 黄巧妹, 等. 临床药师参与 5 例海分枝杆菌感染患者治疗的回顾性分析[J]. 中国医院药学杂志, 2023, 43(15): 1726-1730.
- [22] 暴芳芳, 刘红, 张福仁. 海分枝杆菌感染的历史与现状[J]. 中国麻风皮肤病杂志, 2020, 36(11): 690-696.
- [23] 姚梦园, 槐鹏程, 朱佳明, 等. 2019-2021 年山东省某医院海分枝杆菌感染病例的流行病学特征分析[J]. 中华皮肤科杂志, 2023, 56(4): 294-300.