

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20246092

· 论 著 ·

## 2010—2022 年中国甲真菌病致病菌空间分布的系统综述

廖德君<sup>1,2</sup>, 曹冰莹<sup>1,2</sup>, 杨 茜<sup>1,2</sup>, 黄 琳<sup>1,2</sup>, 杨政敏<sup>1</sup>

(1. 黔南民族医学高等专科学校基础医学部, 贵州 都匀 558000; 2. 黔南州人体寄生虫病研究重点实验室, 贵州 都匀 558000)

**[摘 要]** **目的** 分析中国甲真菌病致病菌的种类, 并系统研究其空间分布特征。**方法** 检索中国知网期刊全文数据库(CNKI)和 PubMed 数据库相关文献进行系统综述, 检索时限为 2010—2022 年。**结果** 最终纳入 57 篇文献, 涵盖中国的 23 个省、直辖市和自治区。共有 17 292 株致病菌被纳入研究, 其种类至少有 28 个属 60 种。其中, 皮肤癣菌(DMPs)占比 59.1%(10 223 株), 酵母菌占比 35.1%(6 063 株), 非皮肤癣菌(NDMs)占比 5.8%(1 006 株)。最主要的致病菌是红色毛癣菌(44.9%, 7 765 株), 其次为白念珠菌(13.7%, 2 371 株)。DMPs 呈现北方普遍高于南方, 其构成比呈现随着地理位置的南迁逐渐下降的地域分布特点, 酵母菌则呈现与 DMPs 相反分布特点, NDMs 呈散在分布。此外, DMPs 在积温低、降雨少的气候大区占据明显优势, 酵母菌在积温高、降雨多的气候大区则分布较多, NDMs 呈散在分布。**结论** 中国甲真菌病致病菌主要为 DMPs, 其中红色毛癣菌是中国最主要的甲真菌病致病菌。致病菌种类的空间分布特征随地理位置和气候的变化而变化。

**[关 键 词]** 甲真菌病; 致病菌; 空间分布; 系统综述

**[中图分类号]** R756.4

## A systematic review of the spatial distribution of onychomycosis pathogens in China from 2010 to 2022

LIAO De-jun<sup>1,2</sup>, CAO Bing-ying<sup>1,2</sup>, YANG Xi<sup>1,2</sup>, HUANG Lin<sup>1,2</sup>, YANG Zheng-min<sup>1</sup> (1. Department of Basic Medical Science, Qiannan Medical College for Nationalities, Duyun 558000, China; 2. Key Laboratory of Human Parasitic Diseases in Qiannan Prefecture, Duyun 558000, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the type of onychomycosis pathogens in China, and systematically study their spatial distribution characteristics. **Methods** Relevant literatures in China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and PubMed from 2010 to 2022 were systematically reviewed. **Results** A total of 57 literatures were included in the analysis, covering 23 provinces, municipalities and autonomous regions in China. A total of 17 292 strains of pathogens were included in the study, with at least 28 genus and 60 species. Dermatophytes (DMPs), yeast, and on-dermatophyte molds (NDMs) accounted for 59.1% ( $n = 10\ 223$ ), 35.1% ( $n = 6\ 063$ ), and 5.8% ( $n = 1\ 006$ ), respectively. The most common pathogen was *Trichyton rubrum* (44.9%,  $n = 7\ 765$ ), followed by *Candida albicans* (13.7%,  $n = 2\ 371$ ). The regional distribution of DMPs in the North was generally higher than that in the South, and the constituent ratio of DMPs gradually decreased with the geographical migration to the South. The distribution of yeast was opposite to that of DMPs, distribution of NDMs was scattered. In addition, DMPs was dominant in the climate regions with low accumulated temperature and less rainfall, yeast was more distributed in the climate regions with high accumulated temperature and more rainfall, distribution of NDMs was scattered. **Conclusion** The main pathogen causing onychomycosis in China is DMPs, among which *Trichyton rubrum* is the

**[收稿日期]** 2024-01-31

**[基金项目]** 贵州省卫生健康委科学技术基金项目(gzwbkj2023-578); 黔南州科技计划项目(黔南科合[2021]26号); 黔南民族医学高等专科学校科研基金资助项目(Qnyz202109)

**[作者简介]** 廖德君(1986-), 男(壮族), 广西壮族自治区来宾市人, 讲师, 主要从事病原生物与医学免疫相关研究。

**[通信作者]** 曹冰莹 E-mail: bingying1115@qq.com

most important pathogen of onychomycosis in China. The spatial distribution of pathogens varies with geographical location and climate.

[Key words] onychomycosis; pathogen; spatial distribution; systematic review

甲真菌病(onychomycosis)是最常见的指(趾)甲疾病,呈全球分布,在世界范围内的患病率为 5.5%,占临床上所有指甲疾病的 50%<sup>[1-2]</sup>。甲真菌病由皮肤癣菌(dermatophytes, DMPs)、酵母菌和非皮肤癣菌(non-dermatophyte molds, NDMs)侵犯甲板(和)甲床所致。从全球范围看,甲真菌病的致病菌中 DMPs 占比最高,其次为酵母菌,占比最低的是 NDMs。DMPs 以红色毛癣菌最多见,酵母菌以白念珠菌和近平滑念珠菌多见,NDMs 以曲霉属、短帚霉、青霉属等多见<sup>[3]</sup>。甲真菌病致病菌的分布与地理环境、气候及人群特征等密切相关,其分布特征不断发生变化。为了解当前我国甲真菌病致病菌的分布情况,本文系统回顾了 2010—2022 年我国公开发表的有关甲真菌病致病菌的文献资料,从空间分布的角度分析甲真菌病致病菌的分布特征。

## 1 资料与方法

1.1 文献纳入与排除标准 纳入标准:①研究对象为我国常住居民,性别、年龄、民族、职业不限;②研究地址为我国境内各地的研究;③鉴定方法为培养法或分子生物学方法;④研究中 DMPs 和酵母菌基本被鉴定到种;⑤研究中 NDMs 至少鉴定到属;⑥发表时间 2010—2022 年。排除标准:①研究类型为综述、案例报道、重复发表的文献及其他不相关的研究;②数据明显有误的研究;③致病菌种属鉴定明显不全的研究;④研究地址不明或跨省份的研究;⑤致病菌鉴定数量少于 50 株的研究。

1.2 文献检索 文献检索库为中国知网期刊全文数据库(CNKI)和 PubMed 数据库,CNKI 数据库的检索策略:篇名 & 关键词 & 摘要 = 甲真菌病 or 甲癣 or 浅部真菌,PubMed 数据库的检索策略:(onychomycosis [title/abstract] or tinea unguium [title/abstract]) and (China [title/abstract] or Chinese [title/abstract])。检索 2010—2022 年发表在国家各类期刊及国际期刊有关我国各地甲真菌病致病菌分布研究的相关文献,根据纳入与排除标准确定所需文献,检索出的相关文献下载全文。

1.3 文献筛选与内容提取 文献筛选程序:首先通

过阅读文献的题目和摘要排除非相关研究,然后下载相关研究的全文;再由 2 位研究人员分别精读全文并根据文献标准进行二次筛选;最后,合并 2 位研究人员的筛选结果,经讨论决定纳入相关研究。文献的主要研究内容:①研究地址、研究名称、作者和发表时间;②致病菌鉴定总数;③致病菌种类及数量。

1.4 数据处理 所有数据均双人录入 WPS Office 表格文件,各类构成比的计算均不考虑权重而直接合并。

## 2 结果

2.1 文献检索与筛选结果 通过初步检索共检出文献 1 075 篇,阅读题目和摘要排除不符合条件的文献 961 篇,研究纳入 114 篇文献并下载全文,进一步阅读全文最终纳入文献 57 篇,全部为中文文献,并根据研究需要提取文献的相关数据。纳入的 57 篇文献研究地域涵盖了我国 9 个气象大区的 23 个省、直辖市和自治区,共计 17 292 株致病菌被纳入研究。见表 1。

2.2 甲真菌病致病菌种类 综合 2010—2022 年我国各省、自治区、直辖市的研究文献,显示我国甲真菌病的致病菌包括 DMPs 4 个属 13 种,酵母菌 6 个属 20 种,NDMs 18 个属 27 种(含 4 个未定种)和未定种属的 NDMs 3 种,见表 2。不考虑权重合并计算各致病菌的构成比,结果显示:所有调查地区的致病菌中 DMPs 占比 59.1%(10 223/17 292),酵母菌占比 35.1%(6 063/17 292),NDMs 占比 5.8%(1 006/17 292);占比排名前 5 位的依次为红色毛癣菌(44.9%,7 765 株)、白念珠菌(13.7%,2 371 株)、须癣毛癣菌(9.7%,1 679 株)、近平滑念珠菌(6.6%,1 146 株)、热带念珠菌(4.5%,775 株)。在 DMPs 中,红色毛癣菌占绝对优势(76.0%,7 765/10 223),其次为须癣毛癣菌(16.4%,1 679/10 223);在酵母菌中,以念珠菌属最多见(88.1%,5 340/6 063),其中占比最高的是白念珠菌(39.1%,2 371/6 063);在 NDMs 中,以曲霉属(47.9%,482/1 006)和青霉属(26.5%,267/1 006)多见,见表 3。

表 1 文献纳入数量与致病菌鉴定数量基本情况

Table 1 Basic condition of the number of included literatures and the number of identified pathogens

气象划区	省份	文献		致病菌		气象划区	省份	文献		致病菌	
		数量(篇)	构成比(%)	鉴定株数	构成比(%)			数量(篇)	构成比(%)	鉴定株数	构成比(%)
新疆	新疆	2	3.5	181	1.1		浙江	5	8.8	1 617	9.4
内蒙	内蒙古	1	1.8	87	0.5		福建	4	7.0	1 107	6.4
东北	吉林	1	1.8	50	0.3		江西	1	1.8	96	0.6
西北	陕西	1	1.8	284	1.6	华中		4	7.0	560	3.2
华北		10	17.5	4 673	27.0	河南	1	1.8	50	0.3	
	北京	2	3.5	1 228	7.1	湖北	2	3.5	243	1.4	
	河北	2	3.5	1 642	9.5	湖南	1	1.8	267	1.5	
	山西	2	3.5	275	1.6	华南		16	28.0	6 204	35.9
	天津	4	7.0	1 528	8.8	广东	13	22.8	4 891	28.3	
华东		18	31.6	4 445	25.8	海南	3	5.2	1 313	7.6	
	山东	2	3.5	381	2.2	西南		4	7.0	808	4.6
	江苏	3	5.2	757	4.4	四川	1	1.8	50	0.3	
	安徽	1	1.8	172	1.0	云南	2	3.5	543	3.1	
	上海	2	3.5	315	1.8	重庆	1	1.8	215	1.2	
						合计		57	100	17 292	100

注:气象划区参照国家气象局 2021 年 12 月 31 日印发的《气象地理区划规范》划分。

表 2 2010—2022 年我国甲真菌病致病菌的种属

Table 2 The genera and species of onychomycosis pathogens in China, 2010 - 2022

分类	属	种
DMPs(4 个属)		
	毛癣菌属( <i>Trichopyton</i> )	7 种:红色毛癣菌、须癣毛癣菌、紫色毛癣菌、断发毛癣菌、猴毛癣菌、疣状毛癣菌、玫瑰色毛癣菌
	奈尼兹皮菌属( <i>Nannizzia</i> )	2 种:石膏样小孢子菌、粉小孢子菌
	小孢子菌属( <i>Microsporum</i> )	3 种:歪斜小孢子菌、铁锈色小孢子菌、犬小孢子菌
	表皮癣菌属( <i>Epidermophyton</i> )	1 种:絮状表皮癣菌
酵母菌(6 个属)		
	念珠菌属( <i>Candida</i> spp.)	12 种:白念珠菌、克柔念珠菌、热带念珠菌、近平滑念珠菌、光滑念珠菌、季也蒙念珠菌、高里念珠菌、都柏林念珠菌、乳酒念珠菌、黏状念珠菌、解脂念珠菌、小丘念珠菌
	红酵母属( <i>Rhodotorula</i> spp.)	1 种:红酵母
	毛孢子菌属( <i>Trichosporon</i> spp.)	3 种:毛孢子菌、阿萨希丝酵母菌、黏性丝孢酵母
	酵母属( <i>Saccharomyces</i> )	1 种:酿酒酵母菌
	隐球菌属( <i>Cryptococcus</i> spp.)	1 种:罗伦特隐球菌
	马拉色菌属( <i>Malassezia</i> spp.)	2 种:球形马拉色菌、糠秕马拉色菌
NDMs(18 个属)		
	着色真菌属( <i>Fonsecaea</i> spp.)	2 种:菲氏着色霉、卡氏枝孢瓶霉
	地霉属( <i>Geotrichum</i> spp.)	1 种:白地霉
	毛霉属( <i>Mucor</i> spp.)	1 种:毛霉
	曲霉属( <i>Aspergillus</i> spp.)	6 种:白曲霉、黄曲霉、黑曲霉、烟曲霉、土曲霉、聚多曲霉
	外瓶霉属( <i>Exophiala</i> spp.)	1 种:威尼克何德霉
	帚霉属( <i>Scopulariopsis</i> spp.)	1 种:短帚霉

续表 2 (Table 2, Continued)

分类	属	种
	枝孢霉属( <i>Cladosporium</i> spp.)	2 种: 球孢枝孢霉、枝孢样枝孢霉
	青霉属( <i>Penicillium</i> spp.)	2 种: 马尔尼菲篮状菌、产黄青霉
	镰刀霉属( <i>Fusarium</i> spp.)	2 种: 茄病镰刀菌、尖孢镰刀菌
	柱顶孢霉属( <i>Acremonium</i> spp.)	1 种: 对半新柱顶孢
	Sporothrix 属	1 种: 申克氏孢子丝菌
	柯达菌属( <i>Kodamaea</i> spp.)	1 种: 奥默柯达酵母
	弯孢霉属( <i>Curvularia</i> spp.)	1 种: 新月弯孢菌
	拟盘多毛孢属( <i>Pestalotiopsis</i> spp.)	1 种: 橄榄小孢拟盘多毛孢
	毛壳菌属( <i>Chaetomium</i> spp.)	未定种
	木霉属( <i>Trichoderma</i> spp.)	未定种
	链格孢属( <i>Ahernaria</i> spp.)	未定种
	金孢霉属( <i>Geomyces</i> spp.)	未定种
	未定种属的 NDMs	3 种: 接合菌纲类真菌、透明丝孢霉、指霉

表 3 我国甲真菌病主要致病菌的种类构成基本情况

Table 3 Basic condition of species constituent of main pathogens causing onychomycosis in China

致病菌	株数	占比(%)	同类中占比(%)
DMPs	10 223	59.1	100
红色毛癣菌( <i>T. rubrum</i> )	7 765	44.9	76.0
须癣毛癣菌/石膏样毛癣菌( <i>T. mentagrophytes</i> )	1 679	9.7	16.4
紫色毛癣菌( <i>T. violaceum</i> )	51	0.3	0.5
断发毛癣菌( <i>T. tonsurans</i> )	87	0.5	0.8
絮状表皮癣菌( <i>Epidermophyton floccosum</i> )	264	1.5	2.6
石膏样小孢子菌( <i>Microsporum gypseum</i> )	142	0.8	1.4
铁锈色小孢子菌( <i>Microsporon ferrugineum</i> )	16	0.1	0.2
犬小孢子菌( <i>Microsporum canis</i> )	124	0.7	1.2
其他及未鉴定的 DMPs	95	0.5	0.9
酵母菌	6 063	35.1	100
白念珠菌( <i>C. albicans</i> )	2 371	13.7	39.1
克柔念珠菌( <i>C. krusei</i> )	327	1.9	5.4
热带念珠菌( <i>C. tropicalis</i> )	775	4.5	12.8
近光滑念珠菌( <i>C. parapsilosis</i> )	1 146	6.6	18.9
光滑念珠菌( <i>C. glabrata</i> )	721	4.2	11.9
其他及未鉴定的酵母菌	723	4.2	11.9
NDMs	1 006	5.8	100
曲霉属( <i>Aspergillus</i> spp.)	482	2.8	47.9
镰刀菌属( <i>Fusarium</i> spp.)	63	0.4	6.3
青霉属( <i>Penicillium</i> spp.)	267	1.5	26.5
链格霉属( <i>Alternaria</i> spp.)	9	0.1	0.9
其他及未鉴定的 NDMs	185	1.1	18.4
合计	17 292	100	-

注: 构成比计算均未考虑权重。

2.3 甲真菌病致病菌的地域分布 整体看,大部分气象大区以 DMPs 为首要致病菌,如新疆(94.4%)、西北(79.9%)、内蒙古(72.4%)、华中(69.1%)、华北(68.8%)、华东(68.6%)、西南(62.8%)及东北(56.0%);酵母菌的占比随着地理位置南迁而逐渐增高,如从福建(34.1%,12.2%~42.9%<sup>[4-7]</sup>)到广东(48.4%,14.3%~66.7%<sup>[8-20]</sup>)再到海南(66.2%,53.3%~73.0%<sup>[21-23]</sup>),且华南两省的酵母菌占比均已超过 DMPs 成为该地区的首要致病菌,平均占比为 52.2%;NDMs 的地区分布未发现有明显规律,呈现散在分布的特点,见表 4。此外,同一省份不同地区的致病菌分布也有明显差异,如云南昆明以 DMPs 为优势菌(72.6%,320/418)<sup>[24]</sup>,而大理则以酵母菌为优势菌(94.4%,118/125)<sup>[25]</sup>。在占比最高的前 5 种致病菌中,红色毛癣菌的流行区域最广,见于所有的调查地区;白念珠菌见于除四川外的所有调查地区;须癣毛癣菌见于除江西外的所有调查地区,主要见于新疆(44.2%,28.6%~51.2%<sup>[26-27]</sup>)、重庆(21.9%<sup>[28]</sup>)、湖北(21.4%,7.4%~35.2%<sup>[29-30]</sup>)、河北(20.3%,17.1%~20.6%<sup>[31-32]</sup>)、陕西(15.1%<sup>[33]</sup>)、内蒙古(13.8%<sup>[34]</sup>)、山东(11.8%,9.2%~16.7%<sup>[35-36]</sup>)、广东(11.0%,1.8%~17.5%<sup>[8-20]</sup>)

和湖南(10.9%)<sup>[37]</sup>等地;近光滑念珠菌主要见于吉林(14.0%)<sup>[38]</sup>,广东(13.3%,0~37.3%<sup>[8-20]</sup>),海南(8.8%~22.2%)<sup>[21-23]</sup>和湖南(12.2%)<sup>[37]</sup>等地;热带念珠菌主要见于广东(7.3%,1.8%~11.9%<sup>[8-20]</sup>),福建(6.7%,1.1%~8.3%<sup>[4-7]</sup>)和海南(6.3%~11.6%<sup>[21-23]</sup>)等地。

2.4 甲真菌病致病菌的气候大区分布 按现行的中国气候区划名称与代码气候带和气候大区(GB/T 17297—1998)国家标准划分,调查地区共涵盖了 8 个气候大区。各气候大区均分离出 DMPs、酵母菌和 NDMs,不同气候大区之间的致病菌分布各具特征。在中温带亚湿润气候大区、中温带亚干旱气候大区、中温带干旱气候大区、暖温带亚湿润气候大区、北亚热带湿润气候大区和中亚热带湿润气候大区 6 个气候大区中,DMPs 为优势菌,其占比均超过 60%;在南亚热带湿润气候大区中,致病菌以 DMPs (46.8%)和酵母菌(47.0%)为主,68.8%(11/16)的研究调查<sup>[6-16]</sup>中两类致病菌的占比均≥30%;在边缘热带湿润气候大区中,甲真菌病致病菌则以酵母菌(66.2%)为主,DMPs 次之(27.6%)。NDMs 在各气候大区呈散在分布特点。见表 5。

表 4 我国甲真菌病致病菌种类的地域分布及构成

Table 4 Regional distribution and constituent of pathogens causing onychomycosis in China

气象划区	调查区域及相应文献	菌株总数	致病菌种类及构成比(株数,%)
新疆	新疆(乌鲁木齐 <sup>[26-27]</sup> )	181	DMPs(171,94.4):红色毛癣菌(68,37.6)、须癣毛癣菌(80,44.2)、紫色毛癣菌(3,1.6)、断发毛癣菌(13,7.2)、铁锈色小孢子菌(1,0.6)、犬小孢子菌(2,1.1)、其他[含未鉴定(4,2.2)] 酵母菌(5,2.8);白念珠菌(5,2.8) NDMs(5,2.8);曲霉属(1,0.6)、其他[含未鉴定(4,2.2)]
内蒙	内蒙古(呼伦贝尔 <sup>[34]</sup> )	87	DMPs(63,72.4):红色毛癣菌(43,49.4)、须癣毛癣菌(12,13.8)、絮状表皮癣菌(5,5.7)、石膏样小孢子菌(1,1.1)、犬小孢子菌(2,2.3) 酵母菌(11,12.6);念珠菌(6,6.9)、克柔念珠菌(1,1.1)、热带念珠菌(3,3.4)、光滑念珠菌(1,1.1) NDMs(13,14.9);曲霉属(6,6.9)、青霉属(7,8.0)
东北	吉林(长春 <sup>[38]</sup> )	50	DMPs(28,56.0):红色毛癣菌(26,52.0)、须癣毛癣菌(2,4.0) 酵母菌(22,44.0);白念珠菌(1,2.0)、热带念珠菌(2,4.0)、近光滑念珠菌(7,14.0)、其他[含未鉴定(12,24.0)] NDMs(0) -
西北	陕西(延安 <sup>[33]</sup> )	284	DMPs(227,79.9):红色毛癣菌(178,62.7)、须癣毛癣菌(43,15.1)、紫色毛癣菌(2,0.7)、絮状表皮癣菌(4,1.4) 酵母菌(57,20.1);白念珠菌(44,15.5)、克柔念珠菌(4,1.4)、光滑念珠菌(6,2.1)、其他[含未鉴定(3,1.1)] NDMs(0) -
华北	河北(石家庄 <sup>[31]</sup> 、张家口 <sup>[32]</sup> ),北京 <sup>[39-40]</sup> ,山西(太原 <sup>[41-42]</sup> ),天津 <sup>[43-46]</sup>	4 673	DMPs(3214,68.8):红色毛癣菌(2 550,54.6)、须癣毛癣菌(462,9.9)、紫色毛癣菌(5,0.1)、断发毛癣菌(39,0.8)、絮状表皮癣菌(114,2.4)、石膏样小孢子菌(1,<0.1)、铁锈色小孢子菌(2,<0.1)、犬小孢子菌(38,0.8)、其他[含未鉴定(3,0.1)] 酵母菌(1 203,25.7);白念珠菌(647,13.8)、克柔念珠菌(114,2.4)、热带念珠菌(84,1.8)、近光滑念珠菌(153,3.3)、光滑念珠菌(77,1.6)、其他[含未鉴定(128,2.7)] NDMs(256,5.5);曲霉属(156,3.3)、青霉属(62,1.4)、其他[含未鉴定(38,0.8)]

续表 4 (Table 4, Continued)

气象划区	调查区域及相应文献	菌株总数	致病菌种类及构成比(株数,%)
华东	福建(厦门 <sup>[4,7]</sup> 、三明 <sup>[5]</sup> 、泉州 <sup>[6]</sup> ), 山东(青岛 <sup>[35-36]</sup> ), 江苏(南京 <sup>[47-49]</sup> ), 安徽(合肥 <sup>[50]</sup> ), 浙江(杭州 <sup>[51]</sup> 、金华 <sup>[52]</sup> 、温州 <sup>[53]</sup> 、台州 <sup>[54]</sup> 、嘉兴 <sup>[55]</sup> ), 上海 <sup>[56-57]</sup> 、江西(南昌 <sup>[58]</sup> )	4 445	DMPs(3 050,68.6): 红色毛癣菌(2 530,56.9)、须癣毛癣菌(312,7.0)、紫色毛癣菌(24,0.5)、断发毛癣菌(31,0.7)、絮状表皮癣菌(40,0.9)、石膏样小孢子菌(34,0.8)、犬小孢子菌(32,0.7)、其他[含未鉴定(47,1.1)] 酵母菌(1 123,25.3): 白念珠菌(594,13.4)、克柔念珠菌(53,1.2)、热带念珠菌(144,3.2)、近平滑念珠菌(114,2.6)、光滑念珠菌(98,2.2)、其他[含未鉴定(120,2.7)] NDMs(272,6.1): 曲霉属(112,2.5)、青霉属(86,1.9)、其他[含未鉴定(74,1.7)]
华中	湖北(武汉 <sup>[29]</sup> 、潜江 <sup>[30]</sup> ), 湖南(郴州) <sup>[37]</sup> 、河南(周口) <sup>[59]</sup>	560	DMPs(387,69.1): 红色毛癣菌(232,41.4)、须癣毛癣菌(83,14.8)、絮状表皮癣菌(20,3.6)、石膏样小孢子菌(10,1.8)、铁锈色小孢子菌(2,0.4)、犬小孢子菌(27,4.8)、其他[含未鉴定(13,2.3)] 酵母菌(150,26.8): 白念珠菌(59,10.5)、热带念珠菌(24,4.3)、近平滑念珠菌(11,2.0)、光滑念珠菌(39,7.0)、其他[含未鉴定(17,3.0)] NDMs(23,4.1): 曲霉属(15,2.6)、青霉属(6,1.1)、其他[含未鉴定(2,0.4)]
华南	广东(广州 <sup>[8-9,17-18]</sup> 、中山 <sup>[10]</sup> 、佛山 <sup>[11-13,19]</sup> 、江门 <sup>[14,20]</sup> 、珠海 <sup>[15-16]</sup> ), 海南(海口) <sup>[21-23]</sup>	6 204	DMPs(2 576,41.5): 红色毛癣菌(1 832,29.5)、须癣毛癣菌(633,10.2)、紫色毛癣菌(12,0.2)、断发毛癣菌(3,0.1)、絮状表皮癣菌(54,0.9)、石膏样小孢子菌(23,0.4)、犬小孢子菌(6,0.1)、其他[含未鉴定(13,0.2)] 酵母菌(3 238,52.2): 白念珠菌(979,15.8)、克柔念珠菌(113,1.8)、热带念珠菌(491,7.9)、近平滑念珠菌(851,13.7)、光滑念珠菌(395,6.4)、其他[含未鉴定(409,6.6)] NDMs(390,6.3): 曲霉属(172,2.8)、青霉属(86,1.4)、其他[含未鉴定(132,2.1)]
西南	云南(昆明 <sup>[24]</sup> 、大理 <sup>[25]</sup> ), 重庆 <sup>[28]</sup> 、四川(成都) <sup>[60]</sup>	808	DMPs(507,62.8): 红色毛癣菌(306,37.9)、须癣毛癣菌(52,6.4)、紫色毛癣菌(5,0.6)、断发毛癣菌(1,0.1)、絮状表皮癣菌(27,3.3)、石膏样小孢子菌(73,9.0)、铁锈色小孢子菌(11,1.4)、犬小孢子菌(17,2.1)、其他[含未鉴定(15,1.9)] 酵母菌(254,31.4): 白念珠菌(36,4.5)、克柔念珠菌(42,5.2)、热带念珠菌(27,3.3)、近平滑念珠菌(10,1.2)、光滑念珠菌(105,13.0)、其他[含未鉴定(34,4.2)] NDMs(47,5.8): 曲霉属(20,2.5)、青霉属(20,2.5)、其他[含未鉴定(7,0.9)]

注:致病菌构成比计算未考虑权重,因构成比计算保留至小数点后三位,可致构成比之和误差±0.1%。

表 5 我国甲真菌病 DMPs、酵母菌和 NDMs 在各气候大区的分布情况

Table 5 Distribution of DMPs, yeast and NDMs causing onychomycosis in different climatic regions of China

气候带和气候大区名称	代码	涵盖地区	文献数量(篇)	构成比(平均构成比,构成比范围)		
				DMPs(%)	酵母菌(%)	NDMs(%)
中温带干旱气候大区	12D	新疆(乌鲁木齐)	2	94.4,91.1~96.0	2.8,0~8.9	2.8,0~4.0
中温带亚干旱气候大区	12C	河北(张家口)	1	60.4 <sup>a</sup>	37.6 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>
中温带亚湿润气候大区	12B	吉林(长春)、内蒙古(呼伦贝尔)	2	66.4,56.0~72.4	24.1,12.6~44.0	9.5,0~14.9
暖温带亚湿润气候大区	13B	山东(青岛)、山西(太原)、北京、河南(周口)、天津、河北(石家庄)、陕西(延安)	13	74.4,52.6~91.6	19.4,7.8~31.8	6.2,0~15.6
北亚热带湿润气候大区	21A	上海、浙江(嘉兴)、浙江(杭州)、湖北(武汉、潜江)、安徽(合肥)、江苏(南京)	10	71.0,51.5~100	21.8,0~30.1	7.2,0~19.3
中亚热带湿润气候大区	22A	重庆、云南(昆明、大理)、四川(成都)、福建(三明)、浙江(金华、温州、台州)、江西(南昌)、湖南(郴州)	10	65.5,4.8~91.7 69.3,53.6~91.7 <sup>b</sup>	29.6,5.2~94.4 25.5,5.2~41.0 <sup>b</sup>	4.9,0.8~14.0 5.2,0.9~14.0 <sup>b</sup>
南亚热带湿润气候大区	23A	广东(广州、中山、江门、珠海、佛山)、福建(泉州、厦门)	16	46.8,22.1~84.4	47.0,12.2~66.7	6.2,0.6~23.8
边缘热带湿润气候大区	31A	海南(海口)	3	27.6,24.9~29.6	66.2,53.3~73.0	6.2,2.2~17.1

注:致病菌构成比计算未考虑权重;a 表示不包括构成比范围,b 表示不含云南(大理)。

### 3 讨论

本研究纳入了我国 2010—2022 年 57 项调查, 涵盖 23 个省、直辖市和自治区, 共计 17 292 株致病菌, 经鉴定后发现这些致病菌可分为 DMPs 4 个属 13 种、酵母菌 6 个属 20 种、NDMs 18 个属 27 种(含 4 个未定种)和 3 种未知种属的 NDMs, 表明我国甲真菌病致病菌的种类极具多样性。与国内流行病学调查结果一致<sup>[61]</sup>。但由于排除了不符合标准的文献, 会导致我国甲真菌病致病菌种类的统计少于实际数量。

国内研究<sup>[62-63]</sup>表明, 我国甲真菌病的主要致病菌是 DMPs 和酵母菌, 其中 DMPs 占比超过 60%。本研究结果显示, 17 292 株致病菌中 DMPs、酵母菌和 NDMs 占比分别为 59.1%、35.1%、5.8%, 尽管此结果未考虑权重, 但仍说明我国甲真菌病的主要致病菌是 DMPs 和酵母菌, 提示我国近三十年来甲真菌病致病菌的分布未发生明显变化。此外, 本研究结果显示, 红色毛癣菌、须癣毛癣菌和絮状表皮毛癣菌是我国甲真菌病的常见三大皮肤癣菌, 与冯蛟等<sup>[64]</sup>的报道基本一致; 白念珠菌是致甲真菌病酵母菌常见的菌种, 其次为近平滑念珠菌(6.6%), 与国外研究结果<sup>[65-69]</sup>接近; 致病菌中 NDMs 占比较低, 与全球占比估计值 6.9%<sup>[70]</sup>相符; 其中曲霉属是最常见的, 其次是青霉属和镰刀菌属, 与英国以短帚霉为最常见的致甲真菌病 NDMs 的情况不同<sup>[61]</sup>。

本研究显示我国甲真菌病致病菌地区分布差异较大, 呈现以下特征: DMPs 分布呈现北方普遍高于南方, 其构成比呈现随着地理位置的南迁逐渐下降的特点; 酵母菌则呈现与 DMPs 相反的分布特点, 华南地区酵母菌占比为 52.2%, 并且继续呈现随着地理位置的南迁逐渐升高的趋势; NDMs 呈散在分布, 无明显分布特征。

本研究发现, 红色毛癣菌是我国甲真菌病致病菌中 DMPs 最常见的致病菌。须癣毛癣菌是第二大致病菌, 其中新疆须癣毛癣菌占比(44.2%, 80/181)高于红色毛癣菌(37.6%, 68/181), 与研究<sup>[71]</sup>报道须癣毛癣菌是新疆地区浅部真菌感染最常见的致病菌结果相符。此外, 须癣毛癣菌在重庆、湖北、河北、陕西、内蒙古、山东、广东和湖南等地区的占比超过 10%。白念珠菌和近平滑念珠菌是占比前二位的酵母菌, 其中白念珠菌是致病酵母菌中最常见菌种, 几乎见于所有调查地区, 与前述两项国内

研究<sup>[62-63]</sup>相符; 在广东、吉林、海南、湖南等地区近平滑念珠菌是常见的酵母菌之一。值得注意的是, 广东省内多个研究<sup>[8, 11, 14, 16]</sup>的致病菌种类及其占比与湖南(郴州)<sup>[37]</sup>接近, 推测与湖南(郴州)外出务工人员流动有关。另外, 云南昆明<sup>[24]</sup>和大理<sup>[25]</sup>两地致病菌分布截然不同, 提示致病菌的分布与人群特征有关。总之, 我国甲真菌病致病菌的地区分布存在巨大差异, 这可能与地理、气候、生态环境、人群特征(如民族, 人居环境与生活习惯等), 以及致病菌的生物学特性等有关。

本研究对各气候大区的致病菌分布情况进行分析, 结果显示, DMPs 在积温低、降雨少的气候大区占据优势, 酵母菌在积温高、降雨多的气候大区分布较多, 此与全球的研究<sup>[3]</sup>结果相符。即使个别地区的致病菌气候分布特征与其不相符, 也可用当地的人居环境和(或)人群特征进行解释。如积温低、降雨不多的吉林长春地区的酵母菌占比高达 44%, 比国内许多其他积温较高、降雨多的气候大区报道的占比更高, 其原因可能与当地人们在漫长的冬季里需穿厚实保暖但透气性不佳的鞋子, 导致足部长期处于温暖潮湿的环境有关。而在同样寒冷但更干旱的新疆地区酵母菌的占比却非常低, 可能与气候湿度、民族及其生活习惯有关。国外研究<sup>[72-74]</sup>结果发现, 某些气候炎热潮湿的国家或者地区的 NDMs 占比高达 50% 以上, 但本研究没有足够的证据说明我国的 NDMs 分布与气候有关。

本研究对 2010—2022 年我国甲真菌病致病菌的种类及空间分布特征进行了较为全面的分析, 但仍存在一些不足。首先, 因研究纳入的文献异质性过高而无法合并计算出令人信服的相关效应量, 且无法通过亚组分析等方法降低文献的异质性, 最终只能进行定性描述。其次, 检索文献数据库仅为中国知网和 PubMed 两大数据库, 可能存在代表性不足的问题。第三, 由于未要求非皮肤癣菌鉴定至种水平, 对其空间分布的分析止于属的水平。第四, 为保证文献的数量和地区覆盖范围, 未将调查机构、调查方法、人群特征(如性别、年龄、民族、职业、某些基础疾病等)、标本种类(指/趾甲)及鉴定技术等影响因素列为文献的筛选条件, 因此文中没有分析和讨论这些因素对结果的影响。

总之, 我国甲真菌病致病菌的种类及空间分布在各地区及各大气候区差异明显, 可能与地理环境、地区气候及人群特征有关。当前, 越来越多的研究人员致力于通过甲真菌病致病菌的流行病学研究来

探索该病的诊治与防控措施。虽然甲真菌病致病菌流行病学研究仍存在代表性不足等问题,仍需通过扩大调查规模和规范调查方法来解决。目前的研究仍然可以为当前的防治工作提供病原流行病学证据,有利于进一步探索分析该病的危险因素,寻找更适合我国甲真菌病防控的有效方法。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参 考 文 献]

- [1] Gupta AK, Versteeg SG, Shear NH. Onychomycosis in the 21st century: an update on diagnosis, epidemiology, and treatment[J]. *J Cutan Med Surg*, 2017, 21(6): 525 - 539.
- [2] Leung AKC, Lam JM, Leong KF, et al. Onychomycosis: an updated review[J]. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov*, 2020, 14(1): 32 - 45.
- [3] Sigurgeirsson B, Baran R. The prevalence of onychomycosis in the global population - a literature study[J]. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2014, 28(11): 1480 - 1491.
- [4] 宋维芳, 李正. 厦门地区儿童甲真菌病临床及病原菌分析[J]. *实用皮肤病学杂志*, 2015, 8(1): 11 - 13.  
Song WF, Li Z. Clinical and pathogenic fungi analysis of pediatric onychomycosis in Xiamen region[J]. *Journal of Practical Dermatology*, 2015, 8(1): 11 - 13.
- [5] 江园萍, 罗秀招, 范垂前, 等. 三明地区 326 例甲真菌病的致病菌分析[J]. *海峡预防医学杂志*, 2014, 20(5): 86 - 87.  
Jiang YP, Luo XZ, Fan CQ, et al. Analysis of causative agents of 326 cases of nail fungal disease in Sanming area[J]. *Strait Journal of Preventive Medicine*, 2014, 20(5): 86 - 87.
- [6] 王丽纳, 朱焱, 庄永灿, 等. 福建省泉州地区 428 例甲真菌病的致病菌分析[J]. *皮肤性病诊疗学杂志*, 2017, 24(3): 184 - 187.  
Wang LN, Zhu Y, Zhuang YC, et al. Analysis of causative agents of 428 cases of nail fungal disease in Quanzhou, Fujian Province[J]. *Journal of Diagnosis and Therapy on Dermato-Venereology*, 2017, 24(3): 184 - 187.
- [7] 李正, 宋维芳. 厦门地区甲真菌病临床特点及真菌学分析[J]. *临床军医杂志*, 2014, 42(6): 614 - 616.  
Li Z, Song WF. Clinical characteristics of onychomycosis and mycological analysis in Xiamen area[J]. *Clinical Journal of Medical Officers*, 2014, 42(6): 614 - 616.
- [8] 尹颂超, 张青, 谭永芳, 等. 805 例甲真菌病真菌培养结果分析[J]. *中国真菌学杂志*, 2013, 8(4): 214 - 216.  
Yin SC, Zhang YQ, Tan YF, et al. Analysis of pathogenic fungi of 805 cases with onychomycosis[J]. *Chinese Journal of Mycology*, 2013, 8(4): 214 - 216.
- [9] 张晓辉, 黄怀球, 冯佩英, 等. 广州市 185 株甲真菌病病原菌构成分析[J]. *皮肤性病诊疗学杂志*, 2010, 17(1): 18 - 20.  
Zhang XH, Huang HQ, Feng PY, et al. The analysis of causative pathogens of 185 onychomycosis in Guangzhou[J]. *Journal of Diagnosis and Therapy on Dermato-Venereology*, 2010, 17(1): 18 - 20.
- [10] 李锦芳, 郑永平. 真菌镜检与真菌培养对甲真菌病的诊断分析[J]. *黑龙江医药*, 2021, 34(2): 406 - 408.  
Li JF, Zheng YP. Diagnostic analysis of nail fungal diseases by fungal microscopy and fungal culture[J]. *Heilongjiang Medicine Journal*, 2021, 34(2): 406 - 408.
- [11] 何艳嫦, 凌步致, 姚镇华. 佛山地区甲真菌病感染情况的调查研究[J]. *实用医技杂志*, 2012, 19(1): 9 - 10.  
He YC, Ling BZ, Yao ZH. Investigation of pathogenic fungi of onychomycosis in Foshan[J]. *Journal of Practical Medical Techniques*, 2012, 19(1): 9 - 10.
- [12] 黄英河, 梁海东, 赵伟峰, 等. 顺德地区 421 例甲真菌病致病菌分离培养分析[J]. *首都食品与医药*, 2016, 23(20): 27 - 28.  
Huang YH, Liang HD, Zhao WF, et al. Culture analysis of 421 cases of onychomycosis of pathogenic fungi isolated in Shunde area[J]. *Capital Food Medicine*, 2016, 23(20): 27 - 28.
- [13] 赵伟峰, 黄英河, 莫柳娟. 广东省顺德地区 750 例浅部真菌病及其致病菌种分析[J]. *皮肤性病诊疗学杂志*, 2017, 24(4): 267 - 270.  
Zhao WF, Huang YH, Mo LJ. Analysis of 750 cases of superficial fungal diseases in Shunde, Guangdong Province and their analysis of pathogenic species[J]. *Journal of Diagnosis and Therapy on Dermato-Venereology*, 2017, 24(4): 267 - 270.
- [14] 伍福恒, 林珠玲, 陈立新. 江门地区 813 例甲真菌病真菌培养结果分析[J]. *中国实用医药*, 2020, 15(20): 208 - 210.  
Wu FH, Lin ZL, Chen LX. Analysis of fungal culture results of 813 cases of nail fungal disease in Jiangmen area[J]. *China Practical Medicine*, 2020, 15(20): 208 - 210.
- [15] 沈守星, 刘小凤, 徐刚, 等. 珠海地区甲真菌病病原菌分布[J]. *国际检验医学杂志*, 2014, 35(19): 2693 - 2694.  
Shen SX, Liu XF, Xu G, et al. Distribution of nail fungal disease pathogens in Zhuhai area[J]. *International Journal of Laboratory Medicine*, 2014, 35(19): 2693 - 2694.
- [16] 纪青, 向耘. 珠海市甲真菌病的流行病学研究[J]. *中国民族民间医药*, 2015, 24(4): 106 - 107.  
Ji Q, Xiang Y. Epidemiologic study of nail fungal diseases in Zhuhai[J]. *Chinese Journal of Ethnopharmacology*, 2015, 24(4): 106 - 107.
- [17] 范建宁. 甲真菌病临床类型与病原学及中医体质类型构成分析[D]. 广州: 广州中医药大学, 2015.  
Fan JN. Analysis of the causative pathogenic fungi and the constitutional type of TCM in onychomycosis patients[D]. Guangzhou: Guangzhou University of Chinese Medicine, 2015.
- [18] 戴淑文, 张良, 杜德荣. 某院 68 例甲真菌病患儿临床表现及致病菌分布情况分析[J]. *中国实用医药*, 2022, 17(27): 126 - 129.  
Dai SW, Zhang L, Du DR. Clinical manifestations and distribution of pathogenic bacteria in 68 children with onychomycosis in a hospital[J]. *China Practical Medicine*, 2022, 17(27): 126 - 129.

- 126 - 129.
- [19] 汤勇军, 莫惠芳, 钟卫红, 等. 佛山市禅城区糖尿病病人真菌病流行病学调查[J]. 中国中西医结合皮肤性病学杂志, 2010, 9(3): 155 - 157.
- Tang YJ, Mo HF, Zhong WH, et al. Epidemiological investigation of the onychomycosis in diabetic patients in Chancheng district of Foshan[J]. Chinese Journal of Dermatovenereology of Integrated Traditional and Western Medicine, 2010, 9(3): 155 - 157.
- [20] 张焕梅, 李育林, 黄海花, 等. 江门地区老年甲真菌病及易感因素流行病学分析[J]. 中国热带医学, 2013, 13(7): 853 - 854, 909.
- Zhang HM, Li YL, Huang HH, et al. Epidemiological analysis of pathogenic bacterium in senile onychomycosis cases and predisposing factors in Jiangmen[J]. China Tropical Medicine, 2013, 13(7): 853 - 854, 909.
- [21] 郑文爱, 乔凤, 唐小正, 等. 351 株甲真菌病病原菌临床分布及体外药敏试验[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(9): 829 - 834.
- Zheng WA, Qiao F, Tang XZ, et al. Clinical distribution and *in vitro* drug susceptibility testing of 351 strains of onychomycosis pathogens [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(9): 829 - 834.
- [22] 郑文爱, 唐小正, 王芳乾, 等. 甲真菌病 979 例真菌培养结果分析[J]. 临床皮肤科杂志, 2016, 45(10): 700 - 702.
- Zheng WA, Tang XZ, Wang FQ, et al. Analysis of fungal culture results of 979 cases of nail fungal diseases[J]. Journal of Clinical Dermatology, 2016, 45(10): 700 - 702.
- [23] 郑才玲, 郑文爱. 甲真菌病临床疑似病例荧光染色、直接镜检、真菌培养检出率的比较[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2020, 34(7): 842 - 845.
- Zheng CL, Zheng WA. Comparison of fluorescence staining, direct microscopy and fungal culture detection rate in clinical suspected cases of onychomycosis[J]. The Chinese Journal of Dermatovenereology, 2020, 34(7): 842 - 845.
- [24] 林松发, 黄云丽, 程露, 等. 2011—2014 年昆明地区甲真菌病回顾性调查分析[J]. 皮肤病与性病, 2015, 37(5): 281 - 282.
- Lin SF, Huang YL, Cheng L, et al. Retrospective survey analysis of nail fungal disease in Kunming 2011 - 2014 [J]. Dermatology and Venereology, 2015, 37(5): 281 - 282.
- [25] 罗凡. 513 例浅部真菌病及其致病菌种的分析[D]. 大理: 大理大学, 2021.
- Luo F. Analysis of 513 cases of superficial mycoses and its pathogenic fungi strains[D]. Dali: Dali University, 2021.
- [26] 贾玉琦, 帕丽达·阿布利孜. 822 例浅部真菌病及其致病菌种分析[J]. 中国真菌学杂志, 2014, 9(6): 331 - 334.
- Jia YQ, Paride A. Analysis of superficial mycosis and pathogenic fungi in 822 cases [J]. Chinese Journal of Mycology, 2014, 9(6): 331 - 334.
- [27] 米拉, 帕丽达·阿布利孜, 刘旭, 等. 260 例浅部真菌病及致病菌种分析[J]. 中国微生物学杂志, 2011, 23(7): 637 - 640.
- Mi L, Paride A, Liu X, et al. Analysis on 260 cases of superficial mycosis and its causative agents[J]. Chinese Journal of Microecology, 2011, 23(7): 637 - 640.
- [28] 娄方璐, 王禹毅, 郑文豪, 等. 甲真菌病患者真菌感染情况及机体免疫状况分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2017, 12(11): 1108 - 1111.
- Lou FL, Wang YY, Zheng WH, et al. Analysis of the prevalence of a mycotic infection in patients with onychomycosis and their immune status[J]. Journal of Pathogen Biology, 2017, 12(11): 1108 - 1111.
- [29] 康小平, 王胜强, 董明国, 等. 湖北地区 1 132 例铁路职工浅部真菌病及病原菌种类分析[J]. 皮肤性病诊疗学杂志, 2013, 20(2): 101 - 102, 129.
- Kang XP, Wang SQ, Dong MG, et al. Analysis on the compositions of superficial mycoses and pathogen among 1 132 railway workers in Hubei province [J]. Journal of Diagnosis and Therapy on Dermato-Venereology, 2013, 20(2): 101 - 102, 129.
- [30] 董兴军, 王文娟, 胡爱萍, 等. 湖北省潜江地区 156 例甲真菌病临床特点及病原学分析[J]. 皮肤性病诊疗学杂志, 2015, 22(3): 236 - 237, 240.
- Dong XJ, Wang WJ, Hu AP, et al. Clinical characteristics of 156 cases of onychomycosis in Qianjiang area of Hubei Province and the pathogenetic analysis [J]. Journal of Diagnosis and Therapy on Dermato-Venereology, 2015, 22(3): 236 - 237, 240.
- [31] 朱敬先, 郝宏艺, 李力翠, 等. 对石家庄地区 106 例甲真菌病的病原学及临床资料分析[J]. 中国真菌学杂志, 2012, 7(6): 352 - 355.
- Zhu JX, Hao HY, Li LC, et al. Analysis of etiology and clinical data of 106 onychomycosis cases in Shijiazhuang [J]. Chinese Journal of Mycology, 2012, 7(6): 352 - 355.
- [32] 吴远慧, 冯冬梅, 王世宁, 等. 2019—2021 年河北北方学院附属第一医院浅部真菌病病原菌分布及药敏分析[J]. 现代药物与临床, 2022, 37(5): 1090 - 1095.
- Wu YH, Feng DM, Wang SN, et al. Distribution and drug sensitivity analysis of pathogenic fungi of superficial mycosis in the First Affiliated Hospital of Hebei North University from 2019 to 2021 [J]. Drugs & Clinic, 2022, 37(5): 1090 - 1095.
- [33] 马小娜, 张辉, 韩晓虹, 等. 延安地区浅部真菌病 1 422 例临床分析[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2016, 30(9): 908 - 910.
- Ma XN, Zhang H, Han XH, et al. Clinical analysis of 1 422 cases of superficial mycoses in Yan'an area [J]. The Chinese Journal of Dermatovenereology, 2016, 30(9): 908 - 910.
- [34] 白云花, 曹玉杰, 刘忍立, 等. 内蒙古呼伦贝尔地区甲真菌病的临床分型及致病真菌分析[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2015, 29(7): 686 - 688.
- Bai YH, Cao YJ, Liu RL, et al. Study on clinical classification and causative agent of onychomycosis in Hulunbuir [J]. The Chinese Journal of Dermatovenereology, 2015, 29(7): 686 - 688.
- [35] 王莹莹, 王君, 韩莎莎, 等. 青岛地区甲真菌病致病菌种分析[J]. 青岛大学医学院学报, 2016, 52(1): 31 - 32, 36.
- Wang YY, Wang J, Han SS, et al. Onychomycosis in Qing-

- dao area: an analysis of its pathogenic fungi[J]. *Acta Academiae Medicinae Qingdao Universitatis*, 2016, 52(1): 31 - 32, 36.
- [36] 袁飞飞, 陈官芝, 王宗岭, 等. 浅部真菌病及其致病菌种分析[J]. *青岛大学学报(医学版)*, 2020, 56(4): 477 - 480.  
Yuan FF, Chen GZ, Wang ZL, et al. An analysis of superficial mycosis and its pathogenic fungi[J]. *Journal of Qingdao University (Medical Sciences)*, 2020, 56(4): 477 - 480.
- [37] 罗宏. 湖南郴州地区某医院甲真菌病 305 例临床病原菌分析[J]. *中国皮肤性病学杂志*, 2012, 26(7): 611 - 612, 624.  
Luo H. Analysis of pathogenic fungi strains in 305 cases of onychomycosis in Hunan Chenzhou[J]. *The Chinese Journal of Dermatovenereology*, 2012, 26(7): 611 - 612, 624.
- [38] 王冰. 2011 年吉林省甲真菌病流行病学分析[D]. 长春: 吉林大学, 2012.  
Wang B. Epidemiological survey of onychomycosis in Jilin Province in 2011[D]. Changchun: Jilin University, 2012.
- [39] 刘春玲, 刘方, 张迪, 等. 1 229 例甲真菌病致病菌分离培养结果分析[J]. *中国中西医结合皮肤性病学杂志*, 2013, 12(5): 295 - 297.  
Liu CL, Liu F, Zhang D, et al. Analysis of pathogenic fungi of onychomycosis from 1 229 cases[J]. *Chinese Journal of Dermatovenereology of Integrated Traditional and Western Medicine*, 2013, 12(5): 295 - 297.
- [40] 梁晓博, 李廷慧, 胡蓉, 等. 637 例甲真菌病临床类型及致病真菌分析[J]. *中国真菌学杂志*, 2012, 7(5): 287 - 289.  
Liang XB, Li TH, Hu R, et al. Clinical investigation and pathogenic fungus analysis of 637 onychomycosis cases[J]. *Chinese Journal of Mycology*, 2012, 7(5): 287 - 289.
- [41] 刘昕. 2 型糖尿病合并甲真菌病患者易感因素及病原菌分析[D]. 太原: 山西医科大学, 2015.  
Liu X. Research of predisposing factors and pathogen among onychomycosis patients with type 2 diabetes mellitus[D]. Taiyuan: Shanxi Medical University, 2015.
- [42] 郝树媛, 陈丽芳, 刘金华, 等. 235 例甲真菌病流行病学分析[J]. *中国真菌学杂志*, 2010, 5(3): 165 - 167.  
Hao SY, Chen LF, Liu JH, et al. Epidemiological study of 235 cases with onychomycosis[J]. *Chinese Journal of Mycology*, 2010, 5(3): 165 - 167.
- [43] 赵卫红. 226 例甲真菌病真菌培养结果分析[J]. *华北煤炭医学院学报*, 2011, 13(4): 495.  
Zhao WH. Analysis of fungal culture results in 226 cases of onychomycosis[J]. *Journal of North China Coal Medical College*, 2011, 13(4): 495.
- [44] 李桂珍, 刘亚红, 陈雪雯. 天津 4 000 例皮肤真菌病及病原菌分析[J]. *中国麻风皮肤病杂志*, 2010, 26(8): 602.  
Li GZ, Liu YH, Chen XW. Analysis of 4 000 cases of skin fungal diseases and pathogens in Tianjin[J]. *China Journal of Leprosy and Skin Diseases*, 2010, 26(8): 602.
- [45] 聂振华, 孔祥君, 刘亚红, 等. 天津地区浅部真菌病及致病病原菌分析[J]. *中国中西医结合皮肤性病学杂志*, 2010, 9(2): 100 - 102.  
Nie ZH, Kong XJ, Liu YH, et al. Analysis on superficial mycosis and pathogenic fungi in Tianjin[J]. *Chinese Journal of Dermatovenereology of Integrated Traditional and Western Medicine*, 2010, 9(2): 100 - 102.
- [46] 占志萍, 聂振华. 甲真菌病 719 例临床及致病真菌分析[J]. *中国皮肤性病学杂志*, 2010, 24(4): 324 - 325.  
Zhan ZP, Nie ZH. Clinical investigation on 719 cases of onychomycosis and analysis of pathogenic fungus[J]. *The Chinese Journal of Dermatovenereology*, 2010, 24(4): 324 - 325.
- [47] 董小平, 陈欢, 刘海波, 等. 南京地区 734 例甲真菌病临床及致病菌分析[J]. *中国真菌学杂志*, 2022, 17(5): 391 - 393.  
Dong XP, Chen H, Liu HB, et al. Clinical investigation and analysis of pathogenic fungi on 734 cases of onychomycosis in Nanjing[J]. *Chinese Journal of Mycology*, 2022, 17(5): 391 - 393.
- [48] 刘芳, 孔庆涛, 王雪连, 等. 甲真菌病临床特点及致病菌谱的研究[J]. *临床误诊误治*, 2012, 25(10): 88 - 92.  
Liu F, Kong QT, Wang XL, et al. Clinical characteristics and pathogenic bacteria profile of onychomycosis[J]. *Clinical Misdiagnosis & Mistherapy*, 2012, 25(10): 88 - 92.
- [49] 闫玮, 陈伟, 胡素泉, 等. 南京地区 305 例甲真菌病临床及致病菌分析[J]. *实用皮肤病学杂志*, 2014, 7(1): 13 - 15.  
Yan W, Chen W, Hu SQ, et al. Clinical investigation and analysis of pathogenic fungus on 305 cases of onychomycosis in Nanjing[J]. *Journal of Practical Dermatology*, 2014, 7(1): 13 - 15.
- [50] 苏梅. 合肥地区甲真菌病致病菌的变化趋势[J]. *安徽医药*, 2010, 14(6): 679 - 680.  
Su M. Changing trends of the causative agent of nail fungal diseases in Hefei area[J]. *Anhui Medical and Pharmaceutical Journal*, 2010, 14(6): 679 - 680.
- [51] 马国群, 戴唯. 761 例甲真菌病病原菌分离培养分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2011, 21(3): 617 - 618.  
Ma GQ, Dai W. Isolation and culture of causative pathogens for 761 cases of onychomycosis[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2011, 21(3): 617 - 618.
- [52] 翁生良, 张优拉. 77 例儿童甲真菌病临床特征及病原学分析[J]. *浙江临床医学*, 2020, 22(6): 896 - 897, 902.  
Weng SL, Zhang YL. Clinical characteristics and aetiological analysis of 77 cases of nail fungal disease in children[J]. *Zhejiang Clinical Medical Journal*, 2020, 22(6): 896 - 897, 902.
- [53] 吴玲剑, 裘晓乐, 陈彬, 等. 浙江省温州地区甲真菌病临床及病原菌分析[J]. *现代实用医学*, 2013, 25(11): 1287 - 1288.  
Wu LJ, Qiu XL, Chen B, et al. Clinical and pathogenic bacteria analysis of nail fungal diseases in Wenzhou, Zhejiang Province[J]. *Modern Practical Medicine*, 2013, 25(11): 1287 - 1288.
- [54] 顾丽娟, 朱雪飞, 喻长法, 等. 沿海地区甲真菌病原菌构成分析[J]. *中国卫生检验杂志*, 2012, 22(12): 3005 - 3006, 3008.  
Gu LJ, Zhu XF, Yu CF, et al. The analysis of causative pathogens of onychomycosis in coastal area[J]. *Chinese Journal of Health Laboratory Technology*, 2012, 22(12): 3005 -

3006, 3008.

- [55] 毛小红, 姚丹燕, 倪依晓. 468 例甲真菌病临床类型及病原菌分析[J]. 中国微生物学杂志, 2015, 27(2): 215-216, 222. Mao XH, Yao DY, Ni YX. Clinical types and pathogenic fungus analysis of 468 onychomycosis cases[J]. Chinese Journal of Microecology, 2015, 27(2): 215-216, 222.
- [56] 何文婧, 高志琴, 徐红, 等. 82 株甲真菌病致病菌分布及药敏结果分析[J]. 中国真菌学杂志, 2016, 11(5): 289-291, 295. He WJ, Gao ZQ, Xu H, et al. Distribution of 82 strains of nail fungal disease causative organisms and analysis of drug sensitivity results[J]. Chinese Journal of Mycology, 2016, 11(5): 289-291, 295.
- [57] 马越娥, 李秀丽, 顾俊瑛, 等. 甲真菌病 400 例致病真菌分析[J]. 中国麻风皮肤病杂志, 2014, 30(4): 233-234. Ma YE, Li XL, Gu JY, et al. Analysis of pathogenic fungal strains in 400 patients of onychomycosis[J]. China Journal of Leprosy and Skin Diseases, 2014, 30(4): 233-234.
- [58] 罗云鹏, 占萍, 李智华, 等. 105 例甲真菌病临床及致病菌分析[J]. 实验与检验医学, 2012, 30(1): 88, 99. Luo YP, Zhan P, Li ZH, et al. Clinical and pathogenic bacteria analysis of 105 cases of nail fungal disease[J]. Experimental and Laboratory Medicine, 2012, 30(1): 88, 99.
- [59] 王喜民. 甲真菌病 80 例的流行病学分析[J]. 中外医疗, 2011, 30(15): 114-115. Wang XM. Epidemiologic analysis of 80 cases of nail fungal disease[J]. China & Foreign Medical Treatment, 2011, 30(15): 114-115.
- [60] 陈伟, 阳眉, 梅晓锋, 等. 成都地区 838 例真菌培养阳性标本病原学特点分析[J]. 四川医学, 2012, 33(5): 769-771. Chen W, Yang M, Mei XF, et al. 838 cases of eumycete-culture positive clinical specimens characteristic analysis in Chengdu region[J]. Sichuan Medical Journal, 2012, 33(5): 769-771.
- [61] 王爱平, 余进, 万喆, 等. 国内多中心甲真菌病病原菌流行病学调查[J]. 中国真菌学杂志, 2015, 10(4): 197-202. Wang AP, Yu J, Wan Z, et al. Multi-center epidemiological survey of pathogenic fungi of onychomycosis in China[J]. Chinese Journal of Mycology, 2015, 10(4): 197-202.
- [62] 余进, 李若瑜. 国内甲真菌病病原学的流行病学调查[J]. 中国真菌学杂志, 2006, 1(1): 63-64, 46. Yu J, Li RY. Epidemiological investigation of the etiology of onychomycosis in China[J]. Chinese Journal of Mycology, 2006, 1(1): 63-64, 46.
- [63] Song G, Zhang MJ, Liu WD, et al. Epidemiology of onychomycosis in Chinese mainland: a 30-year retrospective study[J]. Mycopathologia, 2022, 187(4): 323-331.
- [64] 冯姣, 曾梅华, 陈军, 等. 甲癣的病原学研究进展[J]. 中国真菌学杂志, 2013, 8(2): 120-123. Feng J, Zeng MH, Chen J, et al. Advances in reasearch etiology of tinea unguium[J]. Chinese Journal of Mycology, 2013, 8(2): 120-123.
- [65] Rather S, Keen A, Shah FY, et al. Candidal onychomycosis: clinicoepidemiological profile, prevailing strains, and antifungal susceptibility pattern—a study from a tertiary care hospital[J]. Indian J Dermatol, 2021, 66(2): 132-137.
- [66] Landreau A, Simon L, Delaunay P, et al. Superficial fungal infections in the south of France—is fusariosis the next emergent onychopathy?[J]. Med Mycol, 2023, 61(2): myad015.
- [67] Maraki S, Mavromanolaki VE. Epidemiology of onychomycosis in Crete, Greece: a 12-year study[J]. Mycoses, 2016, 59(12): 798-802.
- [68] Gregoriou S, Mpali N, Vrioni G, et al. Epidemiology of onychomycosis in an academic nail unit in South Greece during a three-year period[J]. Skin Appendage Disord, 2020, 6(2): 102-107.
- [69] Gelotar P, Vachhani S, Patel B, et al. The prevalence of fungi in fingernail onychomycosis[J]. J Clin Diagn Res, 2013, 7(2): 250-252.
- [70] Gupta AK, Wang T, Cooper EA, et al. A comprehensive review of nondermatophyte mould onychomycosis: epidemiology, diagnosis and management[J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2024, 38(3): 480-495.
- [71] 李甘雨, 杨涛, 林昶. 基于文献计量学的 2010—2020 年中国不同地区浅部真菌病的致病菌菌种分析[J]. 贵州科学, 2021, 39(6): 58-62. Li GY, Yang T, Lin C. Bibliometric analysis of pathogenic fungi of superficial mycosis in different regions of China from 2010 to 2020[J]. Guizhou Science, 2021, 39(6): 58-62.
- [72] Bunyaratavej S, Prasertworonun N, Leeyaphan C, et al. Distinct characteristics of *Scytalidium dimidiatum* and non-dermatophyte onychomycosis as compared with dermatophyte onychomycosis[J]. J Dermatol, 2015, 42(3): 258-262.
- [73] Ranawaka RR, Nagahawatte A, Gunasekara TA, et al. Randomized, double-blind, comparative study on efficacy and safety of itraconazole pulse therapy and terbinafine pulse therapy on nondermatophyte mold onychomycosis: a study with 90 patients[J]. J Dermatolog Treat, 2016, 27(4): 364-372.
- [74] Ungpakorn R, Lohaprathan S, Reangchainam S. Prevalence of foot diseases in outpatients attending the Institute of Dermatology, Bangkok, Thailand[J]. Clin Exp Dermatol, 2004, 29(1): 87-90.

(本文编辑:左双燕)

**本文引用格式:**廖德君,曹冰莹,杨茜,等. 2010—2022 年中国甲真菌病致病菌空间分布的系统综述[J]. 中国感染控制杂志, 2024, 23(12): 1526-1536. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20246092.

**Cite this article as:** LIAO De-jun, CAO Bing-ying, YANG Xi, et al. A systematic review of the spatial distribution of onychomycosis pathogens in China from 2010 to 2022[J]. Chin J Infect Control, 2024, 23(12): 1526-1536. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20246092.