

感染性眼病患者病原菌分布特征分析

付名丰^{1,2,3}, 胡莹^{1,2,3}, 占璐璐^{1,2,3}, 应后群^{1,2,3,4}

引用:付名丰,胡莹,占璐璐,等.感染性眼病患者病原菌分布特征分析.国际眼科杂志,2026,26(4):694-699.

基金项目:国家自然科学基金项目(No.82360416);江西省卫生健康委科技计划项目(No.202611618);上饶市科技计划项目(No.20251CZDX52)

作者单位:¹(334000)中国江西省上饶市中心医院检验科;²(334000)中国江西省上饶市,南昌大学第二附属医院上饶医学中心检验科;³(334000)中国江西省上饶市,江西医学高等专科学校第一附属医院检验科;⁴(330006)中国江西省南昌市,南昌大学第二附属医院检验科

作者简介:付名丰,男,本科,主管技师,研究方向:临床微生物检验学。

通讯作者:应后群,男,博士,副主任技师,研究方向:科室管理、临床检验学. yinghouqun2013@163.com

收稿日期:2025-08-27 修回日期:2026-03-03

摘要

目的:分析上饶市中心医院2020-2024年期间感染性眼病患者的病原菌分布特征,为临床精准防控并制定有效策略提供依据。

方法:回顾性分析2020年5月至2024年12月间临床送检的感染性眼病患者角膜、泪道、结膜及眼内液等微生物培养标本,进行病原学培养和鉴定。

结果:本研究最终纳入447例患者,其中男250例,女197例,年龄 58.5 ± 17.1 岁。眼部标本447例中,培养阳性样本146例,阳性率为32.7%。在培养阳性样本中男性患者占比63.7%(93/146);51-70岁年龄段眼部感染患者数达60.3%(88/146);而农民工是眼部感染主要人群,占比95.9%(140/146);与其它致病原因相比,外伤是导致眼部感染的主要诱因($P < 0.01$)。眼部细菌感染中,革兰阳性球菌占61.2%,泪道、结膜、眼内以葡萄球菌为主,角膜以肺炎链球菌为主,革兰阴性菌以铜绿假单胞菌为主。真菌感染91.8%发生在角膜,镰刀菌属占45.9%为首要病原。

结论:眼部感染病原菌分布具有明显组织特异性,外伤是角膜真菌感染的主要诱因,临床应重视眼部外伤患者,特别是对从事农业劳动眼部感染患者尽早开展真菌检查。

关键词:眼部感染;病原菌分布;细菌;真菌;镰刀菌

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.4.24

Pathogenic bacteria distribution in patients with infectious eye diseases

Fu Mingfeng^{1,2,3}, Hu Ying^{1,2,3}, Zhan Lulu^{1,2,3}, Ying Houqun^{1,2,3,4}

Foundation items: National Natural Science Foundation of China (No.82360416); Science and Technology Plan Project of Jiangxi

Provincial Health Commission (No.202611618); Science and Technology Plan Project of Shangrao City (No.20251CZDX52)

¹Department of Clinical Laboratory, Shangrao Central Hospital, Shangrao 334000, Jiangxi Province, China; ²Department of Clinical Laboratory, Shangrao Medical Center, the Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Shangrao 334000, Jiangxi Province, China; ³Department of Clinical Laboratory, the First Affiliated Hospital of Jiangxi Medical College, Shangrao 334000, Jiangxi Province, China; ⁴Department of Clinical Laboratory, the Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China

Correspondence to: Ying Houqun. Department of Clinical Laboratory, Shangrao Central Hospital, Shangrao 334000, Jiangxi Province, China; Department of Clinical Laboratory, Shangrao Medical Center, the Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Shangrao 334000, Jiangxi Province, China; Department of Clinical Laboratory, the First Affiliated Hospital of Jiangxi Medical College, Shangrao 334000, Jiangxi Province, China; Department of Clinical Laboratory, the Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China. yinghouqun2013@163.com

Received:2025-08-27 Accepted:2026-03-03

Abstract

• AIM: To analyze the characteristics of pathogenic bacteria in patients with infectious eye diseases at Shangrao Central Hospital from 2020 to 2024, providing a basis for the precise clinical prevention and control and the development of effective strategies.

• METHODS: A retrospective analysis was carried out on clinical specimens including the cornea, lacrimal duct, conjunctiva, and intraocular fluid samples, from patients with infectious eye diseases between May 2020 and December 2024. All the specimens underwent microbiological cultures and identification.

• RESULTS: A total of 447 patients enrolled ultimately in this study, including 250 males and 197 females, with an average age of 58.5 ± 17.1 y. Among the 447 ocular specimens, bacterial infection was confirmed in 146 cases (32.7%). Of these positive samples, male patients accounted for 63.7% (93/146) and patients aged 51-70 y had the highest infection rate (88/146, 60.3%). Furthermore, migrant workers represented the predominant demographic affected by ocular infections, accounting for an overwhelming majority at 95.9% (140/146). When compared to other etiologies of disease, trauma emerged as the primary cause of ocular infections ($P < 0.01$). In cases of bacterial ocular infections, Gram-positive cocci comprised approximately 61.2%, with *Staphylococcus* identified as the principal pathogen affecting the lacrimal duct, conjunctivae, and intraocular fluid. *Streptococcus pneumoniae* was found to be the

main pathogen associated with corneal infections. Gram-negative bacteria were predominantly *Pseudomonas aeruginosa*. Fungal infections were observed in an alarming rate of 91.8% among corneal specimens. *Fusarium* was identified as the leading fungal pathogen responsible for these cases at a proportion of 45.9%.

• **CONCLUSION:** The distribution of pathogenic bacteria causing ocular infections demonstrates obvious tissue specificity. Trauma is identified as a major inducement of corneal fungal infection. Clinically, it is essential to pay particular attention to patients with ocular trauma, especially those engaged in agricultural labor who present with ocular infections, and fungal tests should be conducted as early as possible.

• **KEYWORDS:** eye infections; pathogen distribution; bacteria; fungi; *Fusarium*

Citation: Fu MF, Hu Y, Zhan LL, et al. Pathogenic bacteria distribution in patients with infectious eye diseases. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026,26(4):694-699.

0 引言

感染性眼病是眼科常见多发病^[1],而眼外伤、角膜异物、眼部手术等因素可导致细菌、真菌、病毒等病原微生物感染诱发的眼结膜炎、角膜炎、角膜溃疡等眼病;当病原体一旦侵入玻璃体、房水时可致患者眼内炎,甚至失明^[2]。早期诊断感染性眼病病原体并指导临床对症治疗,对提高患者疗效至关重要^[3]。而近年来广谱抗菌药物的滥用和局部眼用抗菌药物长期不规范使用,导致眼部致病菌谱变化和耐药菌株出现,给临床治疗带来了严峻挑战^[4]。与此同时,眼部感染病原菌谱流行病学特征还受地域、环境及人群因素影响,不同地区甚至相同地区不同时期的致病菌谱均有差异^[5]。因此掌握感染性眼病临床特征和感染病原体谱对该病的及时诊断和有效治疗具有重要意义^[3,6]。上饶市为农业主导区,眼部外伤高发,但眼部病原菌谱的地域性特征尚未明确,目前未见本地区眼部感染病原菌研究资料,为此我们通过回顾性分析2020-2024年眼部感染病原菌资料,深入分析其临床特征,明确病原体种类对眼部感染性疾病的影响,为临床实现早期精确诊断,并及时采取治疗措施提供重要参考。

1 对象和方法

1.1 对象 筛选2020年5月至2024年12月期间上饶市中心医院临床送检眼相关微生物培养样本的眼科住院患者,其纳入标准如下:(1)临床诊断为角膜炎、角膜溃疡、急性慢性泪囊炎、泪小管炎、结膜炎、眼内炎等感染性眼部疾病;(2)标本为角膜组织、泪道分泌物、房水、玻璃体液等眼部标本;(3)年龄 ≥ 13 岁,能够且愿意配合取样操作。排除标准:送检非眼部样本和非感染性眼病的眼部样本患者。本研究经上饶市中心医院医学科研伦理委员会批准(批准文号:赣医专附院医研伦审2025第008号),所有参与者及其监护人均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 临床资料收集 通过医院电子病例系统(HIS)提取纳入患者病史资料,统计分析其性别分布、年龄分布、住址分布、职业性质、入院诊断、致病原因。通过检验信息系统(LIS)提取纳入患者采样时间、样本类型、微生物

培养结果等信息。

1.2.2 标本采集 纳入患者所有眼部微生物送检样本均由高年资眼科医生规范采集,结膜/角膜刮取物采集前先用表面麻醉滴眼液(使用无防腐剂的制剂),对角膜进行麻醉,撑开眼睑后,选择角膜溃疡的边缘或基底部分进行刮取,以采集尽可能多的标本,并立即接种于血琼脂平板中;对结膜囊分泌物的采集使用预湿润的植绒拭子由内眦部开始从内向外旋转轻拭结膜囊和睑结膜表面,避免接触睫毛和睑缘,尽量避免使用麻醉剂,分泌物采集完后立即接种于血琼脂平板;泪囊由专业医师挤压泪囊或手术切开泪囊取液;房水采集时,使用1 mL无菌注射器,在角膜缘处平行于虹膜平面穿刺进入前房,抽取0.1 mL房水。采集完毕后,立即进行床旁接种及涂片制作,并将房水接种于血培养瓶中,进行增菌培养。

1.2.3 标本培养和菌株鉴定 标本接种于血琼脂平板(BAP)、巧克力平板(BAH)及真菌培养基马铃薯平板(PDA),BAP和BAH放置于5% CO₂ 孵箱35℃培养2-5 d,PDA放置28℃孵箱3-10 d观察结果。所有分离出的菌落严格按照《全国临床检验操作规程》(第4版)中临床微生物常规鉴定程序进行菌种鉴定,采用DL-96 II系统对细菌进行鉴定;真菌鉴定则根据菌落形态特征及颜色、菌落生长速度、镜下分生孢子的形态及菌丝的特点进行鉴定,部分仅能鉴定至菌属。

统计学分析:采用统计学软件SPSS26.0进行分析,计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher精确检验进行分析, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入人群基本特征 依据纳入和排除标准,本研究最终纳入447例患者,其中男250例,女197例;年龄13-89(平均 58.5 ± 17.1)岁。上述眼部感染患者447例都已送检眼部微生物培养样本,其中送检角膜分泌物252例,泪道分泌物75例,结膜分泌物47例及眼内液73例。在上述447例眼部感染患者标本中,培养阳性146例,总阳性率为32.7%。2020-2024年细菌培养阳性率依次为29.4%(15/51)、18.8%(13/69)、36.2%(38/105)、55.1%(43/78)、25.7%(37/144),不同年份间培养阳性率差异具有统计学意义($\chi^2 = 27.911, P < 0.01$)。男性培养阳性率显著高于女性(37.2% vs 26.9%, $\chi^2 = 5.311, P = 0.021$);51-70岁年龄段眼部感染阳性样本数最高,占比60.3%(88/146),培养阳性率为35.9%;不同职业人群眼部感染样本阳性率比较具有统计学意义($\chi^2 = 33.274, P < 0.01$),其中农民工为主要患病人群,占比95.9%(140/146),培养阳性率为39.0%;有外伤史患者眼部培养阳性率也显著高于无外伤史者($\chi^2 = 17.124, P < 0.01$),见表1。

2.2 病原菌标本分布状况 培养阳性的眼部感染送检样本146例中,88例角膜分泌物样本培养阳性,占比高达60.3%,其次是29例泪道分泌物样本培养阳性占比19.9%,16例结膜分泌物和13例眼内液样本培养阳性,其分别占比11.0%和8.9%。在角膜分泌物培养样本中,真菌检出率明显高于细菌检出率(22.2% vs 12.7%, $\chi^2 = 7.930, P < 0.01$),但在泪道分泌物和结膜分泌物及眼内液样本中细菌检出率则都明显高于真菌检出率(均 $P < 0.01$),见表2。

2.3 眼部感染细菌分布 培养阳性的样本146例中,细菌共检出85例,占比58.2%,其中革兰阳性(G+)和阴性

(G-)菌检出阳性数分别为52例(61.2%)和33例(38.8%)。在G+菌中,金黄色葡萄球菌(SA)和凝固酶阴性葡萄球菌(CNS)构成比最高,其占比都为18.8%,其次为肺炎链球菌(11.8%)。而培养阳性率位列前三的G-菌分别为铜绿假单胞菌(10.6%)、沙雷氏菌(7.1%)和肺炎克雷伯菌(4.7%),其余构成比都≤4.7%。32例角膜分泌物培养阳性菌株中G+菌与G-菌二者占比均为50%,其中G+球菌以肺炎链球菌为主要菌种(占该部位25%),而G-杆菌中沙雷氏菌(15.6%)、铜绿假单胞菌(12.5%)和鲍曼不动杆菌(12.5%)显著高于其他菌种。泪道分泌物中

检出的27株菌仍以G+球菌为主(48.1%),但菌种分布与角膜存在显著不同,SA构成比占首位(22.2%),而肺炎链球菌降至7.4%。G-杆菌中铜绿假单胞菌保持14.8%的高构成比,枸橼酸杆菌排第二,占比11.1%。在结膜分泌物中的14株细菌显示G+球菌占优势(78.6%),其中SA占比高达50.0%,CNS占28.6%。G-杆菌在此部位构成比较低(21.4%),且无优势菌种显现。12例眼内液检出的细菌构成依然显示G+球菌(66.7%)为主要致病菌,并且以CNS为首要致病菌,该菌种占比达50.0%,而在眼内液中G-菌检出较少且无分布特征,见表3。

表1 眼部感染患者447例送检样本培养阳性率分析

例(%)

参数	类别(例数)	阳性率	阴性率	χ^2	P
性别	男(250)	93(37.2)	157(62.8)	5.311	0.021
	女(197)	53(26.9)	144(73.1)		
年龄(岁)	≤50(104)	20(19.2)	84(80.8)	11.377	<0.01
	51-70(245)	88(35.9)	157(64.1)		
	≥71(98)	38(38.8)	60(61.2)		
职业	农民工(359)	140(39.0)	219(61.0)	33.274	<0.01
	其他职业(88)	6(6.8)	82(93.2)		
致病原因	有外伤史(279)	111(39.8)	168(60.2)	17.124	<0.01
	无外伤史(168)	35(20.8)	133(79.2)		
年份	2020年(51)	15(29.4)	36(70.6)	27.911	<0.01
	2021年(69)	13(18.8)	56(81.2)		
	2022年(105)	38(36.2)	67(63.8)		
	2023年(78)	43(55.1)	35(44.9)		
	2024年(144)	37(25.7)	107(74.3)		

表2 眼部感染患者447例中的细菌和真菌检出率分析

例(%)

标本种类	例数	细菌(株)检出率	真菌(株)检出率
角膜分泌物	252	32(12.7)	56(22.2)
泪道分泌物	75	27(36.0)	2(2.7)
结膜分泌物	47	14(29.8)	2(4.3)
眼内液	73	12(16.4)	1(1.4)

表3 眼部感染细菌培养阳性样本85例中的细菌分布及构成比

例(%)

菌属	例数(构成比)	角膜分泌物	泪道分泌物	结膜分泌物	眼内液
G+球菌	46(54.1)	14(43.8)	13(48.1)	11(78.6)	8(66.7)
SA	16(18.8)	1(3.1)	6(22.2)	7(50.0)	2(16.7)
CNS	16(18.8)	3(9.4)	3(11.1)	4(28.6)	6(50.0)
肺炎链球菌	10(11.8)	8(25.0)	2(7.4)	0	0
草绿色链球菌	3(3.5)	1(3.1)	2(7.4)	0	0
微球菌	1(1.2)	1(3.1)	0	0	0
G+杆菌	6(7.1)	2(6.2)	3(11.1)	0	1(8.3)
G-杆菌	33(38.8)	16(50.0)	11(40.7)	3(21.4)	3(25.0)
铜绿假单胞菌	9(10.6)	4(12.5)	4(14.8)	1(7.1)	0
沙雷氏菌属	6(7.1)	5(15.6)	1(3.7)	0	0
肺炎克雷伯菌	4(4.7)	0	1(3.7)	1(7.1)	2(16.7)
枸橼酸杆菌	4(4.7)	1(3.1)	3(11.1)	0	0
鲍曼不动杆菌	4(4.7)	4(12.5)	0	0	0
奇异变形杆菌	3(3.5)	1(3.1)	0	1(7.1)	1(8.3)
pma	1(1.2)	1(3.1)	0	0	0
其它肠杆菌	2(2.4)	0	2(7.4)	0	0
合计	85(100.0)	32(100.0)	27(100.0)	14(100.0)	12(100.0)

注:pma为嗜麦芽窄食单胞菌。

2.4 眼部感染真菌分布 培养阳性的样本 146 例中,真菌共检出 61 例,占比 41.8%,其中镰刀菌属(图 1A) 28 例(45.9%)为首要致病真菌,其次是弯孢菌属(图 1B)、念珠菌属和拟青霉菌属(图 1C)并列第二,占比均为 8.2%;曲霉菌属排第三占比 6.6%。在 61 株真菌中,有 56 株分离来自角膜,占真菌总数的 91.8%,其中镰刀菌属 28 株(45.9%)全部分离自角膜;而在泪道、结膜和眼内三部位分离的真菌较少仅占 8.2%,见表 4。

2.5 主要 G+球菌耐药性分析 对眼部感染样本分离到的前三位 G+球菌进行耐药性分析,结果显示 SA 对阿米卡星、万古霉素、利奈唑胺等均有较高敏感性,耐药性低;对青霉素、克林霉素、阿奇霉素、克拉霉素、红霉素等敏感性较低,耐药率均 >60%;SA 对左氧氟沙星的耐药率为 31.3%,CNS 对左氧氟沙星的耐药率为 62.5%;SA 对苯唑西林耐药率为 37.5%,CNS 对苯唑西林耐药率为 56.3%;肺炎链球菌对青霉素、左氧氟沙星、万古霉素、利奈唑胺敏感性较高;而对克林霉素、红霉素、四环素耐药率均 >80%,见表 5。

3 讨论

眶蜂窝织炎、结膜炎、泪囊炎、睑缘炎、角膜炎、眼内炎等感染性眼病严重影响患者的视力健康^[7]。此类疾病的病原菌谱具有显著的地域特异性,受环境因素及人群特征影响显著^[8],然而目前尚未见江西省内感染性眼部病原菌谱的相关研究。本研究通过收集 2020 年 5 月至 2024 年

12 月上饶市中心医院眼部感染病原菌培养阳性患者 146 例资料进行分析,发现眼部感染病原菌患者男性占比显著高于女性,农民工群体占比高达 95.9%,51-70 岁中老年人构成主要感染群体。与 Liu 等^[9]报道的中国北方地区感染人群年龄分布(40-60 岁占 59.4%)相比,本研究人群年龄峰值后移,我们分析认为,这种差异可能源于江西省作为农业大省的地域特点,该年龄段是本地农业劳动的主要人群,因长期户外劳作导致眼外伤发生率较高,从而增加了病原菌感染风险^[10]。统计证实,有眼外伤史者的病原菌感染率显著高于无外伤史者。这一结果提示,农业生产中的植物性外伤及环境暴露是眼部感染发生的重要因素,建议在农忙季节加强护目镜等防护装备的使用,以降低感染风险。

本研究显示,眼部培养样本的病原菌阳性检出率为 32.7%,与近年来国内报道的眼部感染病原菌阳性检出率基本一致^[11-12];通过改进采样技术、增加样本量、采用多种培养基以及延长培养时间,能够显著提升传统培养方法的阳性检出率^[2]。我们发现,眼部不同解剖结构样本的阳性率存在明显差异,并且菌种分布也呈现多样化特征。本研究数据表明,角膜样本中真菌阳性检出率显著高于细菌检出率,与马小倩等^[13]研究结论相吻合。这一分布特征可能源于以下原因:(1)农民在劳作时易发生植物源性角膜外伤,农作物表面附着的真菌孢子可通过创口直接侵入角膜基质;(2)本地区温暖湿润的气候为环境中真菌的增

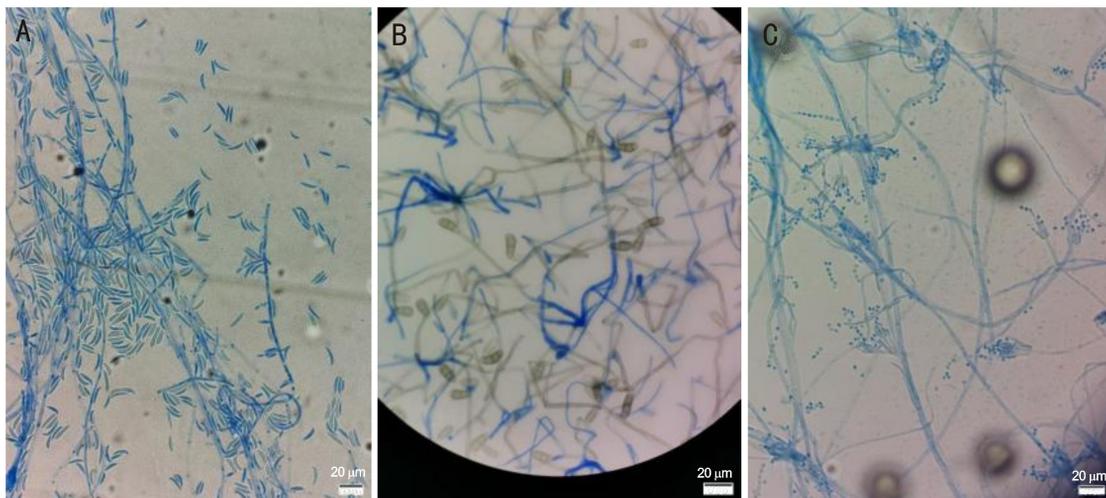


图 1 眼部感染培养阳性人群 146 例中检出率位列前三的典型真菌图 A:茄病镰刀菌;B:新月弯孢霉菌;C:拟青霉菌。

表 4 眼部感染真菌培养阳性样本 61 例中真菌分布及构成比

菌属	例数(构成比)	角膜分泌物	泪道分泌物	结膜分泌物	眼内液
镰刀菌属	28(45.9)	28(50.0)	0	0	0
弯孢菌属	5(8.2)	4(7.1)	0	1(50.0)	0
链格孢属	2(3.3)	1(1.8)	0	0	1(100.0)
离蠕孢属	3(4.9)	3(5.4)	0	0	0
拟青霉菌属	5(8.2)	5(8.9)	0	0	0
念珠菌属	5(8.2)	4(7.1)	1(50.0)	0	0
曲霉菌属	4(6.6)	3(5.4)	1(50.0)	0	0
刺盘孢属	3(4.9)	3(5.4)	0	0	0
枝顶孢	1(1.6)	1(1.8)	0	0	0
其他丝状真菌	5(8.2)	4(7.1)	0	1(50.0)	0
合计	61(100.0)	56(100.0)	2(100.0)	2(100.0)	1(100.0)

表5 眼部感染样本分离到的前三位 G+球菌耐药率分析
例(%)

抗生素	SA(16例)	CNS(16例)	肺炎链球菌(10例)
青霉素	14(87.5)	15(93.8)	0
苯唑西林	6(37.5)	9(56.3)	
阿米卡星	0	0	
庆大霉素	0	4(25.0)	
左氧氟沙星	5(31.3)	10(62.5)	0
莫西沙星	2(12.5)	4(25.0)	
复方新诺明	1(6.3)	4(25.0)	3(30.0)
克林霉素	13(81.3)	10(62.5)	9(90.0)
阿奇霉素	13(81.3)	13(81.3)	
克拉霉素	13(81.3)	13(81.3)	
红霉素	11(68.8)	13(81.3)	10(100.0)
万古霉素	0	0	0
利奈唑胺	0	0	0
氯霉素	1(6.3)	0	
四环素	5(31.3)	5(31.3)	8(80.0)
头孢呋辛			3(30.0)

殖提供了理想条件,显著提升了真菌性角膜炎的发病风险。值得注意的是,泪道、结膜及眼内液样本呈现出差异化的病原谱特征,即泪道样本细菌检出率明显高于真菌,其与既往研究结果一致^[14],可能与泪道特殊的解剖结构相关,其相对封闭的骨性管道更易形成细菌生物膜并引发慢性泪囊炎^[15]。结膜囊持续暴露于外界环境,且富含腺体分泌物为细菌定植提供营养,为此本研究结膜样本检出则以细菌为主。眼内液样本中细菌检出率显著高于真菌,这可能与眼内炎多由术后感染或血行播散所致有关,而此类感染途径更倾向于细菌性病原体^[16]。本研究发现不同眼部组织的解剖结构感染病原谱存在差异,因此,建议临床诊疗中建立以解剖部位为导向的病原学预判模型,结合区域微生物流行特征,制定精细化的抗菌治疗策略。

本研究对85例眼部感染病原学培养阳性样本进行细菌谱分析,结果显示G+菌检出率显著高于G-菌,该分布特征与既往研究^[11,17]具有一致性。泪道、结膜及眼内感染样本中以葡萄球菌属检出为主,此发现与其他地区研究吻合^[18]。不同的是,本研究发现泪道和结膜感染病例中SA占首位,这与吕自新^[19]报道的表皮葡萄球菌优势分布存在差异。在眼内感染样本中,CNS占据绝对优势,这一结果与张茵等^[20]报道的眼科术后感染性眼内炎以表皮葡萄球菌为主高度相似,其成因可能与该菌种能在眼内植入物中形成独特生物膜密切相关^[21-22]。在角膜细菌感染病例中,肺炎链球菌检出率居首位,与眼部其他部位以葡萄球菌为主的菌群分布特征形成鲜明对比。现有研究证实,肺炎链球菌引发的化脓性眼部感染具有病程进展迅速、临床预后较差等特点^[23-25]。因此鉴于肺炎链球菌的高侵袭特性,临床医师需对角膜化脓性感染病例实施早期诊断与干预。

检出的33株G-杆菌分布呈现显著特征:角膜和泪道为主要感染部位,而结膜与眼内组织的检出率较低。其中铜绿假单胞菌在眼部感染的革兰阴性杆菌中占首位,这一结果分布特征与既往研究具有一致性^[17,26]。致病原因可能与眼部外伤后铜绿假单胞菌对角膜的特异性黏附有关,

该菌通过表达黏附素与受损角膜基质结合,继而启动生物膜形成及急性感染进程。本研究发现角膜检出的G-杆菌以铜绿假单胞菌和沙雷氏菌及鲍曼不动杆菌为主。这一分布特征可能与临床经验性用药的选择压力相关,即在微生物培养结果回报前, β -内酰胺类抗生素的广泛使用可能筛选出耐药菌株。因此,针对细菌性角膜炎及泪囊炎,在获得药敏试验结果前需制定合理的经验性治疗方案,建议覆盖上述高发致病菌并考虑区域耐药监测数据。

本研究纳入的61例眼部真菌感染病例中,角膜源性感染病例占比达91.8%,表明角膜组织易受真菌感染。病原学分析表明,镰刀菌属检出率位居首位。且该属菌株均分离自角膜感染病例,这一结果与真菌性角膜炎病原谱系的研究结论高度吻合^[27]。我们发现,暗色孢科真菌(包括弯孢菌属、链格孢属及离蠕孢属)在角膜感染真菌谱中成为第二优势菌群,此分布特征与国内其他地区研究中曲霉属列为次位病原体的报道存在显著差异^[27-28],提示本地区植物源性真菌的致病谱系呈现显著的地域特异性。流行病学调查数据显示,近年来眼部真菌感染发病率呈显著上升趋势,其高危群体主要集中于开放性眼外伤患者及长期角膜接触镜配戴者,该趋势与丝状真菌性角膜炎的流行特征具有显著相关性^[29]。为此,对于植物性眼外伤患者,需建立真菌感染预警机制,特别是针对镰刀菌属及暗色孢科真菌的快速检测,并实施规范化外伤处理流程,以有效预防继发性严重眼部并发症。

本研究药敏试验结果显示,以检出率最高的SA、CNS和肺炎链球菌为代表的G+球菌,对万古霉素及利奈唑胺的敏感性均为100%;SA对庆大霉素和阿米卡星等氨基糖苷类药物保持较高敏感性,此结果与D'Oria等^[30]研究氨基糖苷类药物可作为眼部G+球菌感染的首选治疗药物保持一致。值得注意的是,SA和CNS对左氧氟沙星的耐药率>30%,较10a前刘艳丽等^[15]报道的葡萄球菌对左氧氟沙星<10%的耐药率显著上升。这可能与左氧氟沙星等喹诺酮类滴眼液长期作为首选药物大量使用导致耐药增加有关,因此临床亟需规范抗菌药物应用^[31]。同时,耐苯唑西林金黄色葡萄球菌和耐苯唑西林凝固酶阴性葡萄球菌检出率较高,提示本地区眼部感染中耐药G+球菌的流行趋势需引起临床高度重视。耐苯唑西林金黄色葡萄球菌和耐苯唑西林凝固酶阴性葡萄球菌对 β -内酰胺类抗生素普遍耐药^[32],故临床治疗时应避免经验性选用 β -内酰胺类药物。肺炎链球菌对青霉素、左氧氟沙星、万古霉素及利奈唑胺仍保持高度敏感,但对克林霉素、红霉素、四环素等药物的耐药率均超过80%,提示临床治疗肺炎链球菌感染时需规避耐药抗生素,以降低治疗失败风险。建议临床在未获药敏结果前,应结合本地区病原菌耐药特征及患者眼部解剖部位制定初始治疗方案,并尽早开展病原学检查与药敏试验^[33],实现精准用药,从而有效遏制耐药菌株的产生与传播。

本研究是本地区首次报道眼部感染病原菌分布特征,但也存在如下局限性:(1)本研究为单中心回顾性研究,样本量有限,未来需多中心大样本研究进一步验证。(2)本研究仅仅分析感染性眼病病原体检出情况,但因资源限制,未开展全部病原体药敏分析及毒力基因检测,致使抗菌药物选择指导价值受限。(3)因检测条件的局限,可能存在厌氧菌和非典型病原体的漏检。我们仅仅分析2020-2024年度眼部细菌和真菌感染特点,未包含病毒和

寄生虫检测结果,后续研究需完善多种病原体联合检测体系,以更全面阐明感染性眼病的病原谱特征。

本研究系统分析近年来本地区眼部感染的流行病学特征及病原学分布规律,发现中老年男性农民工为主要感染人群,眼外伤是导致眼部感染最为重要的危险因素;葡萄球菌属是泪道、结膜及眼内感染的优势菌种,而肺炎链球菌为角膜细菌感染的主要病原菌;铜绿假单胞菌常见于角膜和泪道感染;而镰刀菌属和暗色孢科真菌是导致角膜感染的最主要致病真菌。为此,本地区应重点加强高风险人群眼部防护和早期干预,临床应建立基于解剖部位和区域流行病学的感染性眼病精准诊疗策略。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:付名丰论文选题与修改,数据审编,初稿撰写;胡莹数据搜集调查,文献检索;占璐璐数据审编,试验操作;应后群选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

- [1] Teweldemedhin M, Gebreyesus H, Atsbaha AH, et al. Bacterial profile of ocular infections: a systematic review. *BMC Ophthalmol*, 2017, 17(1):212.
- [2] 郑美琴, 郑钦象, 楼永良, 等. 规范病原学诊断路径促进感染性眼病精准医疗. *中国临床新医学*, 2021, 14(3):231-237.
- [3] Garg P, Roy A, Roy S. Update on diagnostic approaches to infectious eye diseases. *Lancet Infect Dis*, 2022, 22(6):e159-e168.
- [4] 洪晶. 关注我国眼部细菌种类分布及其耐药性的变化趋势. *中华眼科杂志*, 2021, 57(10):721-723.
- [5] Ahmadikia K, Aghaei Gharebolagh S, Fallah B, et al. Distribution, prevalence, and causative agents of fungal keratitis: a systematic review and meta-analysis (1990 to 2020). *Front Cell Infect Microbiol*, 2021, 11:698780.
- [6] Singh RB, Das S, Chodosh J, et al. Paradox of complex diversity: Challenges in the diagnosis and management of bacterial keratitis. *Prog Retin Eye Res*, 2022, 88:101028.
- [7] Petrillo F, Pignataro D, Di Lella FM, et al. Antimicrobial susceptibility patterns and resistance trends of *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci strains isolated from ocular infections. *Antibiotics*, 2021, 10(5):527.
- [8] 北京医学会检验分会. 感染性眼病的病原微生物实验室诊断专家共识. *中华检验医学杂志*, 2022, 45(1):14-23.
- [9] Liu JM, Wei ZY, Cao K, et al. Trends of ocular fungal infections in North China (2001-2020). *J Infect Public Health*, 2023, 16(1):71-77.
- [10] Ler D, Pidro A, Miokovic AP. Challenging case of treating fungal keratitis. *Rom J Ophthalmol*, 2022, 66(1):69-74.
- [11] 周丹, 王远芳, 邓劲, 等. 某三甲医院2012-2021年眼部细菌感染病原菌分布及耐药性分析. *四川大学学报(医学版)*, 2024, 55(1):204-209.
- [12] 朱俊峰, 谢晓露, 夏红和, 等. 眼部感染性疾病病原菌分布及耐药性分析. *汕头大学医学院学报*, 2023, 36(1):1-5.
- [13] 马小倩, 刘昭升, 吴护平. 178例真菌性角膜炎的回顾性分析.

中国眼耳鼻喉科杂志, 2023, 23(1):73-76.

- [14] 陈宇, 赵雅, 王林. 慢性泪囊炎微生物分布及其耐药性. *检验医学杂志*, 2024, 39(3):256-259.
- [15] 刘艳丽, 赵堪兴, 于建国, 等. 慢性泪囊炎感染患者的病原菌与药敏分析. *中华医院感染学杂志*, 2016, 26(4):895-897.
- [16] 贾佩佩, 曹晓禄, 尹会苏, 等. 519例感染性眼内炎的临床及微生物学特征. *中华医院感染学杂志*, 2025, 35(3):390-394.
- [17] 毛丽萍, 王大选, 黄晓彤, 等. 致眼部感染病原菌及其耐药性分析. *中国微生物学杂志*, 2015, 27(3):341-344.
- [18] 沈丽冬, 沈惠, 金焯, 等. 208例慢性泪囊炎患者病原菌检出情况及药敏试验结果分析. *浙江医学*, 2025, 47(1):64-67, 71.
- [19] 吕自新. 综合性医院眼科感染患者病原菌的分布特征及其耐药性分析. *抗感染药学*, 2022, 19(1):40-43.
- [20] 张茵, 马清敏, 牛佳琳, 等. 眼科术后感染性眼内炎的回顾性分析. *国际眼科杂志*, 2024, 24(12):2016-2019.
- [21] Konduri R, Saiabhilash CR, Shivaji S. Biofilm-forming potential of ocular fluid *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* on ex vivo human corneas from attachment to dispersal phase. *Microorganisms*, 2021, 9(6):1124.
- [22] 蒋萌, 张明. 抗 VEGF 药物玻璃体内注射诱发感染性眼内炎的研究现状. *眼科新进展*, 2023, 43(7):580-584.
- [23] Singh PK, Donovan DM, Kumar A. Intravitreal injection of the chimeric phage endolysin Ply187 protects mice from *Staphylococcus aureus* endophthalmitis. *Antimicrob Agents Chemother*, 2014, 58(8):4621-4629.
- [24] Sanders ME, Taylor S, Tullos N, et al. Passive immunization with Pneumovax® 23 and pneumolysin in combination with vancomycin for pneumococcal endophthalmitis. *BMC Ophthalmol*, 2013, 13(1):8.
- [25] 魏丹丹, 吴丽丽, 刘盼盼, 等. 肺炎链球菌引起的化脓性眼部感染致盲2例. *实验与检验医学*, 2017, 35(1):76-77, 83.
- [26] 董欣然, 胡玉, 郑昕雨, 等. 中国南方与西北地区慢性泪囊炎细菌谱的差异. *眼科学报*, 2025, 40(1):12-19.
- [27] 马莉莉, 乔妍, 李太娇, 等. 真菌性角膜炎流行病学及病原学特征. *中华医院感染学杂志*, 2025, 35(2):241-244.
- [28] 叶霞, 刘震, 王施鲲. 东南沿海地区外伤性真菌性角膜炎病因学及临床分析. *东南国防医药*, 2022, 24(5):495-499.
- [29] Donovan C, Arenas E, Ayyala RS, et al. Fungal keratitis: Mechanisms of infection and management strategies. *Surv Ophthalmol*, 2022, 67(3):758-769.
- [30] D'Oria F, Buonamassa R, Rizzo T, et al. Bacterial isolates and antimicrobial susceptibility pattern of ocular infection at a tertiary referral hospital in the South of Italy. *Eur J Ophthalmol*, 2023, 33(1):370-376.
- [31] 郑思强, 刘琳, 范神栋, 等. 尿路感染中常见病原菌及其特殊类型对抗菌药物的耐药情况. *中华全科医学*, 2023, 21(11):1852-1855.
- [32] 郭燕, 丁丽, 胡付品, 等. 2024年CHINET中国细菌耐药监测. *中国感染与化疗杂志*, 2025, 25(6):597-607.
- [33] 朱群仙, 王晓莉, 张键, 等. 细菌感染性眼病患者病原菌、药敏结果及治疗效果研究. *中国病原生物学杂志*, 2025, 20(7):899-902.