



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*

周丹, 王远芳, 邓劲, 肖玉玲[△], 谢轶

四川大学华西医院 实验医学科(成都 610041)

【摘要】 目的 分析某三甲医院眼部细菌感染病原菌分布及耐药情况,为抗生素的合理使用提供参考。方法 对某三甲医院2012–2021年眼科送检样本分离出的细菌进行回顾性分析;对分离到的可疑菌株采用自动微生物鉴定及药敏分析系统及基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪进行鉴定;采用VITEK 2 Compact全自动微生物药敏分析系统进行药敏试验。结果 共收集眼科送检细菌培养样本1 556份,其中574份检出细菌生长,总阳性率为36.89%。所分离到的细菌中,革兰阳性球菌、革兰阳性杆菌、革兰阴性杆菌、革兰阴性球菌分别占比63.15%(377/597)、18.76%(112/597)、17.09%(102/597)、1.00%(6/597)。十年间不同年份分离的细菌中,革兰阳性球菌一直为眼部感染主要的致病菌。73.47%(277/377)的革兰阳性球菌分离自眼内炎患者,以表皮葡萄球菌为主,其次为草绿色链球菌,26.53%(100/377)的革兰阳性球菌分离自外眼感染患者,主要分离菌种为表皮葡萄球菌、草绿色链球菌、金黄色葡萄球菌。眼内炎和外眼感染耐甲氧西林表皮葡萄球菌分离率均超过70%。未检出对万古霉素、利奈唑胺和替加环素耐药的菌株。外眼感染患者分离到的表皮葡萄球菌对左氧氟沙星的耐药率(2/27, 7.41%)较低,而眼内炎感染患者分离到的表皮葡萄球菌对左氧氟沙星具有较高的耐药率(43/127, 33.86%),两者间耐药率差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 某三甲医院眼部感染细菌以革兰阳性球菌为主,表皮葡萄球菌是最常见菌种,其对苯唑西林有较高的耐药率,对万古霉素、利奈唑胺和替加环素保持高度敏感性。该医院表皮葡萄球菌导致的眼内炎可考虑采用万古霉素进行经验性治疗,再根据药敏结果调整治疗方案。但药敏试验折点的建立主要是基于血流感染的模型,眼部感染的治疗参考价值有限,需通过加大剂量或局部给药的方式才能在感染部位达到需要的药物分布浓度。

【关键词】 眼部感染,细菌性 抗菌药 耐药性

Distribution and Antibiotic Resistance Analysis of Ocular Bacterial Pathogens at a Tertiary Hospital From 2012 to 2021 ZHOU Dan, WANG Yuanfang, DENG Jin, XIAO Yuling[△], XIE Yi. Department of Laboratory Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

[△] Corresponding author, E-mail: xyl@scu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To analyze the distribution of ocular bacterial pathogens and their antibiotic resistance status at a tertiary-care hospital and to provide a reference for the appropriate use of antibiotics. **Methods** Retrospective analysis was conducted with bacteria isolated from the ophthalmic samples sent for lab analysis at a tertiary-care hospital from 2012 to 2021. The suspected bacterial strains were identified with automated systems for microbial identification and susceptibility analysis and matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometer. VITEK 2 Compact, an automated microbial identification and antibiotic susceptibility analysis system, was used for antimicrobial susceptibility testing. **Results** A total of 1 556 ophthalmology bacteria culture samples were collected, 574 of which showed bacterial growth, presenting an overall positive rate of 36.89%. Of the isolated bacteria, Gram-positive cocci, Gram-positive bacilli, Gram-negative bacilli, and Gram-negative cocci accounted for 63.15% (377/597), 18.76% (112/597), 17.09% (102/597), and 1.00% (6/597), respectively. Among the bacteria isolated in different years over the course of a decade, Gram-positive cocci always turned out to be the main cause of eye infections. Of the Gram-positive cocci, 73.47% (277/377) were isolated from patients with endophthalmitis, with the most important species being *Staphylococcus epidermidis*, which was followed by *Streptococcus viridans*. The rest, or 26.53% (100/377), of the Gram-positive cocci were isolated from patients with external eye infections, with the main isolated strains being *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus viridans*, and *Staphylococcus aureus*. More than 70% of *Staphylococcus epidermidis* isolated from both endophthalmitis and external eye infections were resistant to methicillin. No strains resistant to vancomycin, linezolid, or tigecycline were detected. *Staphylococcus epidermidis* isolated from patients with external eye infections had a low rate of resistance to levofloxacin (2/27 or 7.41%), whereas those isolated from patients with endophthalmitis had a higher resistance rate (43/127 or 33.86%). The difference in drug resistance rate between the two groups was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** The chief ocular bacterial pathogens identified in a tertiary-care hospital were Gram-positive cocci, among which, *Staphylococcus epidermidis* was the most common species. The *Staphylococcus epidermidis*

* 四川省科学技术厅重点研发项目(No. 2022YFS0096)资助

[△] 通信作者, E-mail: xyl@scu.edu.cn

出版日期: 2024-01-20

identified in the hospital had a high rate of resistance to oxacillin, but remained highly sensitive to vancomycin, linezolid, and tigecycline. The endophthalmitis caused by *Staphylococcus epidermidis* in the hospital can be treated empirically with vancomycin and then the treatment plan can be further adjusted according to the results of the drug susceptibility test. However, the establishment of the breakpoint of drug susceptibility test is mainly based on the model of bloodstream infection and has limited reference value for the treatment of eye infection. The required drug distribution concentration at the infection site can be achieved by dose increase or local administration.

【Key words】 Ocular infection, bacterial Anti-bacterial agents Drug resistance

感染性眼病主要由细菌、真菌等病原体感染引起,外伤、角膜异物、眼部手术等均为眼部感染的危险因素。眼睑、角膜、结膜等是眼部常见的感染部位,当病原体侵入房水、玻璃体等部位时可引起眼内炎^[1]。由于眼部多为无血管透明组织,局部免疫功能低下,病原体感染时会导致眼部局部炎症、眼部组织受损,若未及时治疗将会导致角膜穿孔和眼球萎缩,影响视力,严重者可引起失明^[2-3]。使用抗菌药物是治疗眼部细菌感染的方式之一,然而,抗菌药物的滥用是眼部感染细菌出现耐药性的危险因素^[4-5]。针对不同细菌感染合理使用抗菌药物,对于眼部感染的预后具有重要意义。

为给眼部感染的治疗和抗菌药物的合理使用提供数据支撑,本研究收集四川大学华西医院2012-2021年眼部细菌感染患者的临床资料,分别对外眼感染和眼内炎的主要细菌构成、外眼感染和眼内炎分离率最高的表皮葡萄球菌对不同抗生素的耐药性等进行回顾性分析,以期临床未获得细菌培养结果前的经验性治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2012年1月1日-2021年12月31日四川大学华西医院眼科送检的细菌培养标本,剔除同一患者重复菌株后纳入分析的样本为1556例。本研究经四川大学华西医院生物医学伦理审查委员会批准(2023年审1108号)。

1.2 培养、鉴定及药敏试验

标本采集:结膜、角膜、眼周病灶表面麻醉后刮取病变组织,也可用眼科专用拭子取病灶区分泌物;房水、玻璃体液等眼内液样本,在无菌条件下用注射器抽取或通过手术取材。

标本培养:对于分泌物或脓液,直接接种于血平板和巧克力平板(郑州安图生物)上,5%CO₂孵箱35℃孵育72h;对于组织,无菌操作剪碎后接种于血平板和巧克力平板上,5%CO₂孵箱35℃孵育72h;对于无菌穿刺获得的液体标本,无菌操作注入血培养瓶(需氧瓶或需氧瓶+厌氧瓶)后放入全自动血培养仪(BacT/ALERT 3D,法国生物梅里埃公司)孵育5d。

菌株鉴定:对于分离到的可疑菌株,采用自动微生物鉴定及药敏分析系统(VITEK 2 Compact,法国生物梅里埃公司)及基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱仪(MALDI-TOF, Bruker microflex,德国布鲁克公司)进行菌种鉴定。

药敏试验:采用自动微生物鉴定及药敏分析系统进行药敏试验,全自动药敏仪不能检测的菌株,采用微量肉汤稀释法、E-test法、纸片扩散法进行药敏试验。药敏结果参照美国临床和实验室标准协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)推荐标准进行结果判读^[6]。替加环素判断标准采用《多黏菌素类与替加环素及头孢他啶/阿维巴坦药敏方法和报告专家共识》^[7]。

质控菌株:金黄色葡萄球菌ATCC 25 923(纸片扩散法);金黄色葡萄球菌ATCC 29 213(稀释法)。

1.3 统计学方法

采用SPSS统计软件进行分析。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用卡方检验,所有检验均为双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 培养情况

共收集2012-2021年眼部培养样本1556份,其中574份样本检出细菌生长,总阳性率为36.89%。2012-2021年细菌培养阳性率依次为34.62%、37.12%、31.69%、39.01%、32.10%、34.94%、34.90%、43.68%、40.12%、38.75%(图1)。

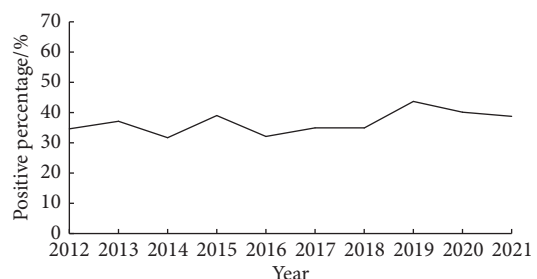


图1 不同年份眼部培养样本细菌阳性检出率
Fig 1 Positive detection rate of bacteria in ocular culture samples across different years

2.2 2012–2021年细菌分布情况

2012–2021年574份培养阳性样本共分离出细菌597株,其中革兰阳性球菌377株(63.15%),革兰阴性杆菌102株(17.09%),革兰阳性杆菌112株(18.76%),革兰阴性球菌6株(1.00%)。由图2可见,十年间不同年份分离的细菌中,革兰阳性球菌一直为眼部感染主要的致病菌。革兰阳性球菌中的主要菌属为葡萄球菌属,占总体分离细菌的39.87%(238/597),占革兰阳性球菌的63.13%(238/377),在所有菌属中排名第一;其次为链球菌属,占总体的19.26%(115/597)。革兰阳性球菌主要分离菌种依次为表皮葡萄球菌(40.07%,185/377)、草绿色链球菌(21.22%,80/377)、肺炎链球菌(7.96%,30/377)、金黄色葡萄球菌(6.90%,26/377)。在标本类型分布上,阳性标本分别来自于眼内液(386株,64.66%)、眼分泌物(147株,24.62%)、脓液(61株,10.22%)和组织(3株,0.50%)。

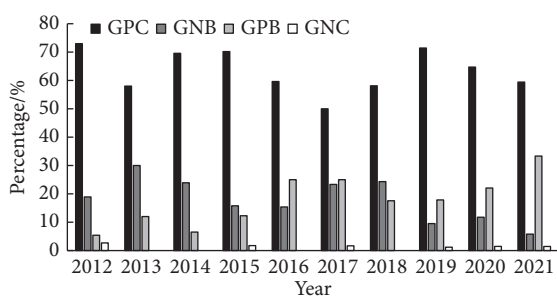


图2 不同年份眼部培养样本检出细菌分布差异

Fig 2 Differences in the distribution of bacteria detected in ocular culture samples across different years

GPC: Gram-positive coccus; GNB: Gram-negative bacillus; GPB: Gram-positive bacillus; GNC: Gram-negative coccus.

2.3 革兰阳性球菌在眼内炎患者和外眼感染患者中的分布情况

在分离到的377株革兰阳性球菌中,73.47%分离自眼内炎患者,26.53%分离于外眼感染患者(表1)。由图3可见,表皮葡萄球菌在眼内炎患者和外眼感染患者中分离

表1 眼内炎和外眼感染患者细菌分布情况

Table 1 Distribution of bacteria in patients with endophthalmitis and external eye infections

Species	<i>n</i>	Endophthalmitis/ strain (%)	External eye infection/strain (%)
GPC	377	277 (66.91)	100 (54.64)
GNB	102	59 (14.25)	43 (23.50)
GPB	112	74 (17.87)	38 (20.77)
GNC	6	4 (0.97)	2 (1.09)
Total	597	414 (100)	183 (100)

GPC: Gram-positive coccus; GNB: Gram-negative bacillus; GPB: Gram-positive bacillus; GNC: Gram-negative coccus.

率均排名第一位,但眼内炎感染患者表皮葡萄球菌分离率(53.43%,148/277)高于外眼感染患者(37.00%,37/100)($P < 0.05$)。在眼内炎感染患者中,肺炎链球菌分离率排名第三(9.03%,25/277);而在外眼感染患者中,金黄色葡萄球菌分离率排名第三(16.00%,16/100),高于眼内炎感染患者金黄色葡萄球菌分离率(3.61%,10/277)($P < 0.05$)。眼内炎和外眼感染患者的草绿色链球菌及肺炎链球菌分离率无明显差异($P > 0.05$)。

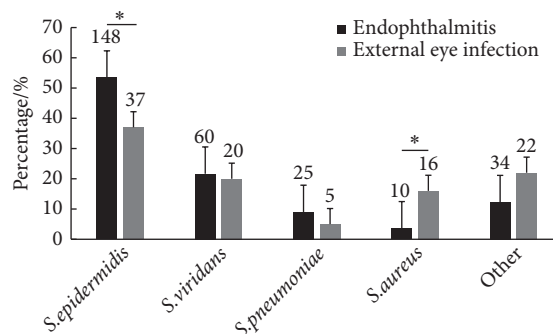


图3 眼内炎及外眼感染患者革兰阳性球菌分布情况

Fig 3 Distribution of gram-positive cocci in patients with endophthalmitis and external eye infection

* $P < 0.05$. The numbers above the columns are the numbers of strains.

2.4 眼内炎患者和外眼感染患者分离到的表皮葡萄球菌耐药性分析

结果见表2。眼内炎患者和外眼感染患者分离到的表皮葡萄球菌对万古霉素、利奈唑胺和替加环素均有较好的敏感性。眼内炎患者和外眼感染患者耐甲氧西林表皮葡萄球菌(methicillin resistant *Staphylococcus epidermidis*, MRSE)分离率均超过70%;眼内炎感染患者中,分离到2例苯唑西林耐药而头孢西丁筛选试验阴性的MRSE。本研究中,眼内炎和外眼感染患者分离到的表皮葡萄球菌对左氧氟沙星的耐药性有一定差异:外眼感染患者分离到的表皮葡萄球菌对左氧氟沙星的耐药率(2/27,7.41%)较低,而眼内炎感染患者分离到的表皮葡萄球菌对左氧氟沙星具有较高的耐药率(43/127,33.86%)($P < 0.05$)。除左氧氟沙星外,眼内炎和外眼感染患者分离到的表皮葡萄球菌对其余抗菌药物的耐药性差异无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

眼球是一个相对独立且结构复杂的器官,存在天然的生理屏障并有其独特的防御机制。即使是同一种病原菌,眼部感染和其他部位感染也会有不同的临床表现和预后。眼部与外界相通,眼表存在如葡萄球菌属、丙酸杆菌属等定植菌^[8-9]。但是在外伤、眼部手术消毒不彻底等

表 2 表皮葡萄球菌对抗菌药物的耐药率统计

Table 2 Antibiotic resistance rates of *Staphylococcus epidermidis* against antibacterial drugs

Antibiotic	Endophthalmitis (n=127)			External eye infection (n=27)		
	Susceptible/%	Intermediate/%	Resistance/%	Susceptible/%	Intermediate/%	Resistance/%
Penicillin	0.79	0.00	99.21	3.70	0.00	96.30
Oxacillin	23.62	0.00	76.38	29.63	0.00	70.37
Ciprofloxacin	52.76	7.08	40.16	59.26	14.81	25.93
Moxifloxacin	63.78	28.35	7.87	88.89	7.41	3.70
Levofloxacin	52.76	13.38	33.86	59.26	33.33	7.41*
Clindamycin	51.18	3.94	44.88	62.96	3.71	33.33
Erythromycin	26.77	0.00	73.23	29.63	0.00	70.37
Gentamicin	81.10	12.60	6.30	96.30	0.00	3.70
Linezolid	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Vancomycin	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Trimethoprim-sulfamethoxazole	46.46	0.00	53.54	48.15	0.00	51.85
Tetracycline	73.23	0.00	26.77	74.07	0.00	25.93
Tigecycline	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00

* $P < 0.05$, vs. the resistance of *Staphylococcus epidermidis* isolated from patients with endophthalmitis.

条件下,眼部定植菌及其他病原菌可进入结膜、玻璃体等部位,引起眼部感染^[10-14]。眼部感染分为外眼感染和眼内炎。常见的外眼感染为结膜炎、角膜炎等,主要应用抗生素滴眼液进行治疗。眼内炎由眼内感染、外伤、内眼术后感染所致,可累及玻璃体、视网膜等,可导致严重视力损伤^[15],通常采用综合治疗方式,包括手术、局部用药、全身用药等相结合。尽早明确感染类型和感染病原菌,选择合适的抗生素以及合理的给药方式,对眼部感染的治疗和预后具有重要的意义。

本研究眼部感染标本分离的细菌中,革兰阳性球菌中的葡萄球菌属分离率(39.87%)排名第一,这一结果与LEUNG等^[16]的研究结果(31%)相似;但我院葡萄球菌属分离率低于高雯^[17]报道的分离率(73.33%)以及国外一项8年回顾性研究^[18](53.4%),其原因可能为患者类型差异、地理分布不同等。表皮葡萄球菌是眼部分离率最高的菌种,其原因可能为表皮葡萄球菌为眼部常见定植菌,外伤、手术等条件下易进入结膜、玻璃体等部位导致感染。除此之外,可能与表皮葡萄球菌自身特点相关:表皮葡萄球菌易黏附于医疗材料或医疗器械表面并相互聚集形成生物膜^[19]。因此,术前严格消毒,彻底清除寄生于眼部周围的细菌,可有效降低眼内炎的发生概率^[20]。链球菌属在眼部感染细菌中分离率排名第二,主要病原菌为草绿色链球菌。草绿色链球菌在人体多部位均有定植,也是人体重要的条件致病菌。草绿色链球菌最常引起咽炎和扁桃体炎,也是感染性心内膜炎最常见的致病菌^[21]。本研究草绿色链球菌占眼部感染细菌的13.40%,占革兰阳性球菌的21.22%,说明除表皮葡萄球菌外,草绿色链球菌在眼部感染细菌中占比也比较高,需要警惕。

《感染性眼病的病原微生物实验室诊断专家共识》指

出:金黄色葡萄球菌和肺炎链球菌是感染性结膜炎常见的病原体;细菌性角膜炎以金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌、肺炎链球菌等感染为主;外源性眼内炎常见病原体包括葡萄球菌等,内源性眼内炎常见病原菌多来自血流感染,常见病原体包括肺炎链球菌、葡萄球菌、草绿色链球菌等^[22]。本研究中,眼内炎分离到的表皮葡萄球菌占比最高,其次为草绿色链球菌;外眼感染中,金黄色葡萄球菌的占比高于眼内炎($P < 0.05$)。本研究中眼内炎和外眼感染分离到的病原体与共识报道基本相符。在CAMILLE等^[18]的研究中,眼内炎主要与凝固酶阴性葡萄球菌(47.2%)相关,而金黄色葡萄球菌是结膜炎、角膜炎等外眼感染的主要病原菌;该研究报道的导致眼内炎和外眼感染的主要病原菌与本研究结果基本一致。

本研究分离的表皮葡萄球菌中,眼内炎患者和外眼感染患者MRSE分离率均超过70%。中国细菌耐药监测网(CHINET)近十年的监测数据显示,全国无菌体液中MRSE的检出率为74.2%~80.7%,同时我院MRSE总体检出率为76.8%,均与本研究数据接近。眼内炎感染患者分离到的表皮葡萄球菌对环丙沙星和左氧氟沙星的耐药率分别为40.16%和33.86%,外眼感染患者分离到的表皮葡萄球菌对环丙沙星和左氧氟沙星的耐药率分别为25.93%和7.41%,较2021年CHINET监测数据(环丙沙星54.9%、左氧氟沙星58.5%)低^[23],提示眼部标本分离的表皮葡萄球菌对氟喹诺酮的耐药率低于其他部位标本。表皮葡萄球菌耐药的原因有两方面:一是表皮葡萄球菌膜孔蛋白较少,抗菌药物难以进入细胞发挥作用;二是表皮葡萄球菌可以吸附钝化酶,加快抗菌药物的水解。万古霉素是眼科针对革兰阳性菌的最后一道防线,但是随着万古霉素的应用增加,其异质性耐药也有所增加,本研究

未发现对万古霉素耐药的表皮葡萄球菌。利奈唑胺的作用机制是抑制细菌蛋白质合成,不与其他抗生素发生交叉耐药,也不诱导细菌耐药产生^[24]。本研究结果显示表皮葡萄球菌对利奈唑胺敏感,但是眼科对该抗生素的应用较少,目前也没有合适的眼用剂型。

外眼感染和眼内炎的治疗方式包括药物治疗和手术治疗。外眼感染一般局部使用抗生素滴眼液,感染严重者可联合应用全身抗菌药物。细菌性角膜炎经验性治疗首选氟喹诺酮类或氨基糖苷类广谱抗菌滴眼液,主要给药途径包括局部滴眼及结膜下注射^[25]。《抗菌药物临床应用指导原则(2015版)》(<https://www.gov.cn/foot/site1/20150827/9021440664034848.pdf>)规定,病原不同、感染部位不同,选择的滴眼液不同,如金黄色葡萄球菌、肺炎链球菌等导致的细菌性角膜炎,宜采用左氧氟沙星滴眼液;金黄色葡萄球菌、肺炎链球菌导致的细菌性结膜炎,可采用红霉素、氧氟沙星和左氧氟沙星滴眼液。本研究中,外眼感染患者分离到的表皮葡萄球菌对左氧氟沙星耐药性较低,因此本院表皮葡萄球菌导致的外眼感染可考虑采用左氧氟沙星滴眼液进行经验性治疗。细菌性眼内炎多发生于外伤或内眼术后,经验性用药一般首选万古霉素^[26-27]。根据感染部位选择玻璃体腔给药、局部给药或全身给药。应在抗生素使用前进行病原菌培养,根据培养结果及药敏结果调整治疗方案。本研究中,表皮葡萄球菌对万古霉素具有较好的敏感性,因此本院表皮葡萄球菌导致的眼内炎可考虑采用万古霉素进行经验性治疗,再根据药敏结果调整治疗方案。需注意的是,药敏试验折点的建立主要是基于血流感染的模型,眼部感染的治疗参考价值有限,需通过加大剂量或局部给药的方式才能在感染部位达到需要的药物分布浓度。

本研究局限性:仅对眼部细菌感染病原菌分布进行分析,真菌、病毒、支原体、寄生虫等病原菌感染未进行统计分析;痤疮丙酸杆菌等厌氧菌分离率较低,按照革兰染色分类进行统计,未单独分析。仅对分离率最高的表皮葡萄球菌进行耐药性分析,其余菌种由于样本数较少,未进行耐药性分析。

综上所述,我院眼部样本分离到的主要菌属为葡萄球菌属和链球菌属,最主要菌种为表皮葡萄球菌,其次为草绿色链球菌。表皮葡萄球菌对苯唑西林有较高的耐药率,对利奈唑胺、万古霉素仍保持高度敏感性。为减少耐药菌的产生和传播,临床医生术前应严格消毒,根据药敏结果合理使用抗生素。对于危重患者经验用药时,应根据本院病原菌耐药情况、感染部位等慎重选用合适的抗生素剂型以及使用剂量。

* * *

作者贡献声明 周丹负责论文构思、数据审编、正式分析、调查研究、研究方法和初稿写作,王远芳负责数据审编、调查研究、提供资源和软件,邓劲负责数据审编、调查研究、提供资源和验证,肖玉玲负责论文构思、数据审编、经费获取、调查研究、研究方法、监督指导和审读与编辑写作,谢轶负责提供资源、监督指导和审读与编辑写作。所有作者已经同意将文章提交给本刊,且对将要发表的版本进行最终定稿,并同意对工作的所有方面负责。

Author Contribution ZHOU Dan is responsible for conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, and writing--original draft. WANG Yuanfang is responsible for data curation, investigation, resources, and software. DENG Jin is responsible for data curation, investigation, resources, and validation. XIAO Yuling is responsible for conceptualization, data curation, funding acquisition, investigation, methodology, supervision, and writing--review and editing. XIE Yi is responsible for resources, supervision, and writing--review and editing. All authors consented to the submission of the article to the Journal. All authors approved the final version to be published and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

Declaration of Conflicting Interests All authors declare no competing interests.

参 考 文 献

- [1] PENDELA V S, KUDARAVALLI P, CHHABRIA M, *et al.* Case report: a polymicrobial vision-threatening eye infection associated with polysubstance abuse. *Am J Trop Med Hyg*, 2020, 103(2): 672-674. doi: 10.4269/ajtmh.20-0202.
- [2] DOLFF S, KEHRMANN J, EISERMANN P, *et al.* Case Report: Thelazia callipaeda eye infection: The first human case in Germany. *Am J Trop Med Hyg*, 2020, 102(2): 350-351. doi: 10.4269/ajtmh.19-0483.
- [3] SARAYAR R, LESTARI Y D, SETIO A A, *et al.* Accuracy of artificial intelligence model for infectious keratitis classification: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*, 2023, 11: 1239231. doi: 10.3389/fpubh.2023.1239231.
- [4] 杨俭伟, 张宏彬, 史俊虎, 等. 河北地区外眼感染疑似患者病原菌体外生物膜形成和耐药模式分析. *中国病原生物学杂志*, 2021, 16(2): 218-223. doi: 10.13350/j.cjpb.210218.
YANG J W, ZHANG H B, SHI J H, *et al.* Analysis of in vitro biofilm formation by and patterns of drug resistance in pathogenic bacteria in patients with a suspected external eye infection in Hebei. *J Pathog Biol*, 2021, 16(2): 218-223. doi: 10.13350/j.cjpb.210218.
- [5] 李曙光, 廖康, 苏丹虹, 等. 2018年中国11所教学医院院内感染常见病原菌分布和耐药性. *中华医学杂志*, 2020, 100(47): 3775-3783. doi: 10.3760/cma.j.cn112137-20200430-01389.
LI S G, LIAO K, SU D H, *et al.* Analysis of pathogen spectrum and antimicrobial resistance of pathogens associated with hospital-acquired infections collected from 11 teaching hospitals in 2018. *Natl Med J China*, 2020, 100(47): 3775-3783. doi: 10.3760/cma.j.cn112137-20200430-01389.
- [6] Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. M100-S31. Wayne, PA: CLSI, 2021.
- [7] 王辉. 多黏菌素类与替加环素及头孢他啶/阿维巴坦药敏方法和报告

- 专家共识. *中华检验医学杂志*, 2020, 43(10): 964–972. doi: 10.3760/cma.j.cn114452-20200719-00619.
- WANG H. Expert consensus on polymyxins, tigecycline and ceftazidime/avibactam susceptibility testing. *Chin J Lab Med*, 2020, 43(10): 964–972. doi: 10.3760/cma.j.cn114452-20200719-00619.
- [8] LIN S, SUN B, SHI X, *et al.* Comparative genomic and pan-genomic characterization of *Staphylococcus epidermidis* from different sources unveils the molecular basis and potential biomarkers of pathogenic strains. *Front Microbiol*, 2021, 12: 770191. doi: 10.3389/fmicb.2021.770191.
- [9] KANG Y, LIN S, MA X, *et al.* Strain heterogeneity, cooccurrence network, taxonomic composition and functional profile of the healthy ocular surface microbiome. *Eye Vis (Lond)*, 2021, 8(1): 6. doi: 10.1186/s40662-021-00228-4.
- [10] MATSUURA K, MIYAZAKI D, SASAKI S I, *et al.* Conjunctival bacterial flora and antimicrobial susceptibility in bacterial pathogens isolated prior to cataract surgery. *Jpn J Ophthalmol*, 2020, 64(4): 423–428. doi: 10.1007/s10384-020-00746-z.
- [11] JAIN N, JINAGAL J, KAUR H, *et al.* Ocular infection caused by *Hormographiella aspergillata*: a case report and review of literature. *J Mycol Med*, 2019, 29(1): 71–74. doi: 10.1016/j.mycmed.2018.12.002.
- [12] LEAL S M, RODINO K G, FOWLER W C, *et al.* Practical guidance for clinical microbiology laboratories: diagnosis of ocular infections. *Clin Microbiol Rev*, 2021, 34(3): e00070-19. doi: 10.1128/CMR.00070-19.
- [13] WORETA A N, KEBEDE H B, TILAHUN Y, *et al.* Antibiotic susceptibility pattern and bacterial spectrum among patients with external eye infections at Menelik II Referral Hospital in Addis Ababa, Ethiopia. *Infect Drug Resist*, 2022, 15: 765–779. doi: 10.2147/IDR.S352098.
- [14] SHIN H, SONG J K, HONG J, *et al.* Surgical site infection caused by *Mycobacterium Septicum* following blepharoplasty. *J Craniofac Surg*, 2020, 31(3): e228–e230. doi: 10.1097/SCS.0000000000006096.
- [15] HUI Y. Intraocular lens removal or not during vitrectomy for acute infectious endophthalmitis after cataract surgery. *Int J Ophthalmol*, 2022, 15(6): 855–856. doi: 10.18240/ijo.2022.06.01.
- [16] LEUNG E H, KURIYAN A E, FLYNN H W, *et al.* Persistently vitreous culture-positive exogenous bacterial endophthalmitis. *Am J Ophthalmol*, 2016, 165: 16–22. doi: 10.1016/j.ajo.2016.02.017.
- [17] 高雯. 中国北方地区眼部细菌感染病原菌分布及抗生素敏感性的回顾性研究. 济南: 山东大学, 2020. doi: 10.27272/d.cnki.gshdu.2020.000335.
- GAO W. Ocular bacterial infections in northern China: a retrospective study of pathogen distribution and antibiotic sensitivity. Jinan: Shandong University, 2020. doi: 10.27272/d.cnki.gshdu.2020.000335.
- [18] CAMILLE A, FRANÇOIS L, DARIA V T, *et al.* Microbiology of eye infections at the Massachusetts Eye and Ear: an 8-year retrospective review combined with genomic epidemiology. *Am J Ophthalmol*, 2023, 255: 43–56. doi: 10.1016/j.ajo.2023.06.016.
- [19] 李颖佳, 蔡超妮, 刘子欣, 等. 西咪匹韦对表皮葡萄球菌及其生物膜的体外抑制作用. *中南大学学报(医学版)*, 2023, 48(6): 868–876. doi: 10.11817/j.issn.1672-7347.2023.220644.
- LI Y J, CAI C N, LIU Z X, *et al.* Inhibitory effects of simeprevir on *Staphylococcus epidermidis* and its biofilm *in vitro*. *J Cent South Univ (Med Sci)*, 2023, 48(6): 868–876. doi: 10.11817/j.issn.1672-7347.2023.220644.
- [20] GARG P, KHOR W, ROY A, *et al.* A survey of Asian Eye Institutions on perioperative antibiotic prophylaxis in cataract surgery. *Int Ophthalmol*, 2023, 43(11): 4151–4162. doi: 10.1007/s10792-023-02816-w.
- [21] WILSON W R, GEWITZ M, LOCKHART P B, *et al.* Prevention of viridans group streptococcal infective endocarditis: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 2021, 143(20): e963–e978. doi: 10.1161/CIR.0000000000000969.
- [22] 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. doi: 10.3760/cma.j.cn114452-20210728-00460.
- Laboratory Branch of Beijing Medical Association. Expert consensus on laboratory diagnosis of pathogenic microorganisms in ocular infectious diseases. *Chin J Lab Med*, 2022, 45(1): 14–23. doi: 10.3760/cma.j.cn114452-20210728-00460.
- [23] 胡付品, 郭燕, 朱德妹, 等. 2021年CHINET中国细菌耐药监测. *中国感染与化疗杂志*, 2022, 22(5): 521–530. doi: 10.16718/j.1009-7708.2022.05.001.
- HU F P, GUO Y, ZHU D M, *et al.* CHINET surveillance of antimicrobial resistance among the bacterial isolates in 2021. *Chin J Infect Chemother*, 2022, 22(5): 521–530. doi: 10.16718/j.1009-7708.2022.05.001.
- [24] HASHEMIAN S M R, FARHADI T, GANJPARVAR M. Linezolid: a review of its properties, function, and use in critical care. *Drug Des Devel Ther*, 2018, 12: 1759–1767. doi: 10.2147/DDDT.S164515.
- [25] 中华医学会眼科学分会角膜病学组. 感染性角膜病临床诊疗专家共识(2011年). *中华眼科杂志*, 2012, 48(1): 72–75. doi: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2012.01.019.
- Keratology Group, Ophthalmology Branch of Chinese Medical Association. Expert consensus on clinical diagnosis and treatment of infectious keratopathy (2011). *Chin J Ophthalmol*, 2012, 48(1): 72–75. doi: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2012.01.019.
- [26] 中华医学会眼科学分会眼底病学组, 中华医学会眼科学分会白内障及屈光手术学组, 中华医学会眼科学分会眼外伤学组, 等. 中国眼科手术后感染性眼内炎临床诊疗专家共识(2022年). *中华眼科杂志*, 2022, 58(7): 487–499. doi: 10.3760/cma.j.cn112142-20220301-00088.
- Chinese Vitreo-Retina Society of Chinese Medical Association, Chinese Cataract and Refractive Surgery Society, China Ocular Trauma Society, *et al.* Chinese expert consensus on the diagnosis and management of infectious endophthalmitis after ophthalmic surgery (2022). *Chin J Ophthalmol*, 2022, 58(7): 487–499. doi: 10.3760/cma.j.cn112142-20220301-00088.
- [27] 中华医学会眼科学分会眼外伤学组. 中国外伤性感染性眼内炎防治专家共识(2023年). *中华眼科杂志*, 2023, 59(2): 90–95. doi: 10.3760/cma.j.cn112142-20221018-00521.
- China Ocular Trauma Society. Chinese expert consensus on the prophylaxis and management of traumatic infectious endophthalmitis (2023). *Chin J Ophthalmol*, 2023, 59(2): 90–95. doi: 10.3760/cma.j.cn112142-20221018-00521.

(2022–12–13收稿, 2023–12–31修回)

编辑 余琳



开放获取

Open Access

© 2024 《四川大学学报(医学版)》编辑部 版权所有
Editorial Office of *Journal of Sichuan University (Medical Science)*