

• 临床研究 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.03.022

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20241111.1726.018\(2024-11-12\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20241111.1726.018(2024-11-12))尿液分离耐万古霉素屎肠球菌患者的临床特征及
尿路感染的危险因素分析叶梦敏,刘平娟,易思婷[△]

(中山大学附属第一医院医学检验科,广州 510080)

[摘要] **目的** 探讨尿液分离耐万古霉素屎肠球菌(VRE-fm)患者的临床特征,分析发生尿路感染的危险因素,为临床 VRE-fm 的预防和治疗提供科学依据。**方法** 回顾性分析该院 2017 年 1 月至 2023 年 6 月从尿液中分离 VRE-fm 菌株的 60 例患者的临床资料及其 VRE-fm 菌株的药敏结果,根据是否发生尿路感染分为感染组($n=46$)和非感染组($n=14$)。采用单因素及多因素 logistic 回归分析发生 VRE-fm 尿路感染的危险因素。**结果** 60 例尿液分离 VRE-fm 菌株患者中,女性 43 例(71.7%), ≥ 65 岁 36 例(60.0%),有留置导尿管病史 42 例(70.0%),住院时间中位数为 26.5 d。VRE-fm 体外药敏试验结果显示,替考拉宁耐药率为 95%,利奈唑胺和替加环素耐药率均为 1.7%。多因素 logistic 回归分析结果显示,尿沉渣 WBC >5 个/HP 是发生 VRE-fm 尿路感染的独立危险因素($P<0.05$)。**结论** 尿液分离 VRE-fm 的尿路感染多发生于女性、年龄较大的患者,并且与留置导尿管病史明显相关。

[关键词] 耐万古霉素屎肠球菌;尿路感染;临床特征;危险因素**[中图法分类号]** R446.12**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2025)03-0683-06Analysis of clinical characteristics and risk factors of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* isolated from urineYE Mengmin, LIU Pingjuan, YI Siting[△]

(Department of Laboratory Medicine, The First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong 510080, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the clinical characteristics and risk factors of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* (VRE-fm) isolated from urine, and to provide a scientific basis for the prevention and treatment of VRE-fm in clinic. **Methods** The clinical data and drug sensitivity results of 60 patients with VRE-fm strains isolated from urine in this hospital from January 2017 to June 2023 were retrospectively analyzed. The patients were divided into the infection group ($n=46$) and the non-infection group ($n=16$) according to the status of urinary tract infection. Univariate and multivariate logistic regression were used to analyze the risk factors of urinary tract infection caused by VRE-fm. **Results** Among the 60 patients with VRE fm strain isolated from urine, 43 cases (71.7%) were female, 36 cases (60.0%) were ≥ 65 years old, 42 cases (70.0%) had a history of indignant catheter, and the median length of hospitalization was 26.5 days. The results of in vitro VRE-fm drug sensitivity test showed that the resistance rate of Teicoplanin was 95%, and the resistance rate of linezolid and tigacycline were 1.7%. Multivariate logistic regression analysis showed that urinary sludge white blood cell count > 5 /HP was an independent risk factor for VRE-fm urinary tract infection ($P<0.05$). **Conclusion** Urine-isolated VRE-fm infections were more common in female, older patients and were significantly associated with a history of indwelling catheters.

[Key words] vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*; urinary tract infection; clinical characteristics; risk factors

尿路感染(urinary tract infection, UTI)是尿路上皮细胞被病原菌侵入产生的炎症反应,是临床最常见

[△] 通信作者, E-mail: yisiting1993@163.com。

的泌尿系统感染疾病之一^[1],常见的临床表现为尿频、尿急、尿痛。肠球菌(*Enterococci*)是临床上引起尿路感染的病原菌中最常见的革兰氏阳性球菌^[2]。肠球菌属于条件致病菌,可引起尿路感染、皮肤和软组织感染、血流感染和感染性心内膜炎等^[3-4]。临床上引起院内感染的肠球菌主要为粪肠球菌和屎肠球菌^[5]。万古霉素属于糖肽类抗生素,是临床治疗肠球菌感染最常用的强效抗生素之一,主要通过和细胞壁合成前体的肽聚糖前体末端的氨基酸残基(D-丙氨酸-D-丙氨酸)相结合,阻碍下一步的转糖基化及转肽化反应,从而抑制细胞壁的合成,同时万古霉素也可以通过影响细胞膜的通透性和抑制细菌 RNA 的合成来阻碍细菌的生长繁殖^[6]。然而,近年来由于万古霉素使用不规范及细菌耐药基因变异等,已经出现耐万古霉素的肠球菌(*Vancomycin-resistant Enterococci*, VRE)。VRE 的耐药基因分型主要通过连接酶基因簇的差异来命名,目前可分为 van A~N 共 9 大基因簇,其中最常见耐药基因为 van A 和 van B,也是临床分离粪肠球菌和屎肠球菌中最常见的耐药基因^[7]。VRE 菌株的出现对临床治疗和感控防治产生极大的挑战,目前临床分离率最高的 VRE 菌株为耐万古霉素屎肠球菌(*Vancomycin-resistant Enterococcus faecium*, VRE-fm)^[8]。据 2022 年全国耐药监测网报道,我国屎肠球菌对万古霉素耐药率为 1.7%,较 2021 年上升了 0.5 个百分点,其中北京市最高(11.7%),其次为广东省(8.0%)。目前,关于广东地区临床分离 VRE-fm 的相关研究较少,尚未有从尿液标本分离 VRE-fm 的相关报道,因此本研究回顾性分析本院从尿液标本中分离 VRE-fm 菌株患者的临床特征及继发感染的危险因素,旨在为临床多重耐药菌的预防和治疗提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析本院 2017 年 1 月至 2023 年 6 月从尿培养标本中分离 VRE-fm 菌株的 60 例患者的临床资料,剔除同一患者重复分离的菌株,根据是否发生尿路感染分为感染组($n=46$)和非感染组($n=14$),其中尿路感染临床诊断标准^[9-10]为患者出现尿频、尿急、尿痛、排尿困难等尿路刺激症状,或有肋脊角压痛、下腹部疼痛、肾区叩痛,伴或不伴发热,并具有下列情况之一:(1)清洁中段尿沉渣 WBC >5 个/高倍镜视野(high-power field, HP);(2)临床已诊断为尿路感染,或抗菌治疗有效而认定的尿路感染。本研究已通过本院伦理委员会批准(审批号:伦审[2022]041 号)。

1.2 方法

1.2.1 资料收集

收集患者的临床资料,主要包括性别、年龄、住院时间、入住 ICU 病史、基础疾病、侵入性操作情况、感染前抗菌药物暴露情况及实验室相关检测指标等。

1.2.2 细菌鉴定和药敏试验检测方法

尿培养标本按照《全国临床检验操作规程》进行分离培养,分离菌株通过基质辅助激光解析电离飞行时间质谱仪 VITEK-MS(法国生物梅里埃公司)或全自动微生物鉴定药敏分析仪 VITEK2(法国生物梅里埃公司)进行鉴定。药敏检测方法为 VITEK2 GP639(法国生物梅里埃公司)药敏卡,药敏判断标准参考美国临床和实验室标准协会(CLSI)2023 年 M100 文件的判断标准,其中万古霉素(*Vancomycin*, VAN)最低抑菌浓度(MIC)为 $\geq 32 \mu\text{g/mL}$ 。替加环素(*Tigecycline*, TGC)的敏感性判定参照美国食品药品监督管理局标准,敏感折点为 $\leq 0.25 \text{ mg/L}$,无中介及耐药折点。质控菌株为粪肠球菌 ATCC29212(国家卫生部临检中心)。

1.3 统计学处理

使用世界卫生组织耐药监测系统(WHONET)5.6 软件进行菌株及药敏统计分析,并使用 SPSS23.0 软件进行数据统计分析。不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,比较采用秩和检验;计数资料以 $n(\%)$ 表示,比较采用 χ^2 或者 Fisher 确切概率法。将单因素中 $P<0.10$ 的变量纳入多因素分析(采用二分类 logistic 回归模型)。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料

60 例患者中女 43 例(71.7%);中位年龄 68 岁, ≥ 65 岁 36 例(60.0%);患者有留置尿管病史 42 例(70.0%)。ICU 和内科科室分别占 33.7% 和 32.7%,外科科室和急诊科分别占 17.3% 和 16.3%。

2.2 体外药敏试验结果

60 株 VRE-fm 菌株对利奈唑胺和替加环素的敏感性较好,耐药率均为 1.7%;对氨苄西林、左氧氟沙星和青霉素 G 的耐药率均为 100.0%;对替考拉宁耐药率为 95.0%,见表 1。

2.3 VRE-fm 菌株对利奈唑胺和替加环素的 MIC 分布比较

将 60 株 VRE-fm 菌株对利奈唑胺和替加环素两种抗生素的 MIC 值进行交叉耐药分析,发现 1 株对替加环素非敏感而对利奈唑胺敏感,1 株对利奈唑胺耐药而对替加环素敏感,见图 1。

2.4 尿液标本分离 VRE-fm 患者发生尿路感染的单因素分析

尿沉渣 WBC >5 个/HP 和尿培养细菌定量结果 $>10^4$ CFU/mL 是患者发生 VRE-fm 尿路感染的危险因素($P<0.05$),见表 2。

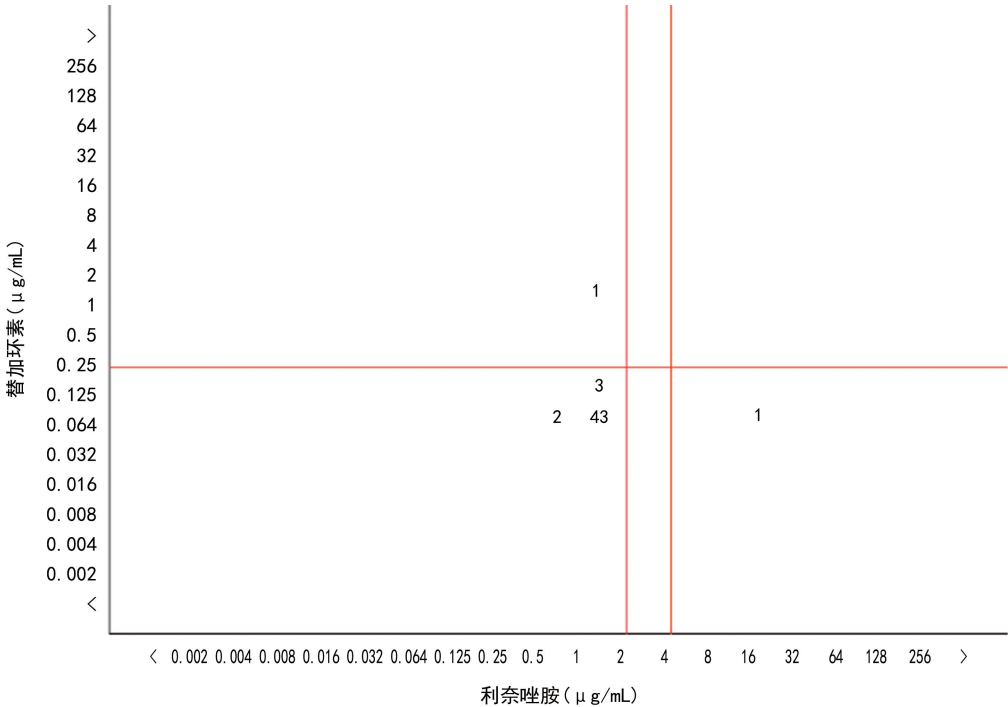
2.5 尿液标本分离 VRE-fm 患者发生尿路感染的多因素分析

尿沉渣 WBC >5 个/HP 是发生 VRE-fm 尿路感染的独立危险因素($P<0.05$),见表 3。

表 1 尿培养标本中分离 VRE-fm 菌株的药敏结果分析($n=60$)

抗生素	耐药菌株数量(n)	耐药率(%)	MIC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)	MIC ₉₀ ($\mu\text{g/mL}$)	MIC 范围($\mu\text{g/mL}$)
氨苄西林	60	100.0	32.000	32.000	32.000~32.000
左氧氟沙星	60	100.0	8.000	8.000	8.000~8.000
万古霉素	60	100.0	32.000	256.000	2.000~512.000
青霉素 G	60	100.0	64.000	64.000	32.000~64.000
替考拉宁	57	95.0	32.000	32.000	2.000~32.000
高浓度庆大霉素	54	90.0			
红霉素	54	90.0	8.000	8.000	0.250~8.000
利奈唑胺	1	1.7	2.000	2.000	1.000~2.000
替加环素	1	1.7	0.125	0.125	0.120~2.000

MIC₅₀、MIC₉₀ 分别表示抑制 50%、90%受试菌生长所需的 MIC。



数字代表两种药物药敏表型的菌株数量,各线条表示药物敏感折点。

图 1 利奈唑胺和替加环素 MIC 分布比较图

表 2 尿液标本分离 VRE-fm 患者发生尿路感染的单因素分析

项目	总计($n=60$)	非感染组($n=14$)	感染组($n=46$)	χ^2/Z	P
男[$n(\%)$]	17(28.3)	5(35.7)	12(26.1)		0.511
≥65 岁[$n(\%)$]	36(60.0)	9(64.3)	27(58.7)	0.140	0.709
入院前 3 个月住院史[$n(\%)$]	36(60.0)	7(50.0)	29(63.0)	0.761	0.383
入住 ICU 病史[$n(\%)$]	29(48.3)	8(57.1)	21(45.7)	0.568	0.451
住院时间[d, $M(Q_1,Q_3)$]	26.5(16.0,53.8)	23.5(11.5,60.5)	26.5(17.5,52.2)	-0.594	0.552
基础疾病[$n(\%)$]					
泌尿系统疾病	36(60.0)	8(57.1)	28(60.9)	0.062	0.803
呼吸系统疾病	44(73.3)	13(92.9)	31(67.4)		0.086
心血管疾病	32(53.3)	7(50.0)	25(54.3)	0.082	0.775
血液系统疾病	17(28.3)	6(42.9)	11(23.9)		0.190
高血压	34(56.7)	9(64.3)	25(54.3)	0.432	0.511

续表 2 尿液标本分离 VRE-fm 患者发生尿路感染的单因素分析

项目	总计(<i>n</i> = 60)	非感染组(<i>n</i> = 14)	感染组(<i>n</i> = 46)	χ^2/Z	<i>P</i>
糖尿病	25(41.7)	8(57.1)	17(37.0)	1.799	0.180
实体肿瘤	16(26.7)	5(35.7)	11(23.9)		0.492
基础疾病≥3 种	48(80.0)	12(85.7)	36(78.3)		0.713
侵入性操作[<i>n</i> (%)]					
深静脉置管	40(66.7)	11(78.6)	29(63.0)		0.347
气管插管	28(46.7)	9(64.3)	19(41.3)	2.278	0.131
鼻胃管	33(55.0)	9(64.3)	24(52.2)	0.636	0.425
导尿管	42(70.0)	11(78.6)	31(67.4)		0.520
手术史	20(33.3)	3(21.4)	17(37.0)		0.347
血液透析	12(20.0)	2(14.3)	10(21.7)		0.713
抗菌药物暴露[<i>n</i> (%)]					
β 内酰胺类复合药物	52(86.7)	14(100.0)	38(82.6)		0.179
碳青霉烯类	25(41.7)	5(35.7)	20(43.5)	0.266	0.606
头孢菌素	12(20.0)	3(21.4)	9(19.6)		1.000
喹诺酮类	10(16.7)	2(14.3)	8(17.4)		1.000
糖肽类	10(16.7)	4(28.6)	6(13.0)		0.222
感染前使用≥2 种抗菌药物	24(40.0)	6(42.9)	18(39.1)	0.062	0.803
实验室指标					
外周血 WBC 计数[<i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃), ×10 ⁹ /L]	7.9(5.4,11.2)	7.0(5.5,13.8)	8.1(5.3,10.4)	−0.463	0.643
外周血 NLR[<i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃)]	6.0(3.6,10.3)	8.3(3.5,17.9)	5.5(3.6,9.4)	−1.206	0.228
PCT[<i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃), ng/mL]	0.3(0.1,0.8)	0.3(0.1,0.5)	0.3(0.1,1.0)	−0.052	0.958
低白蛋白血症[<i>n</i> (%)]	19(31.7)	5(35.7)	14(30.4)		0.749
尿沉渣 WBC>5 个/HP[<i>n</i> (%)]	49(81.7)	4(28.6)	45(97.8)	−0.594	<0.001
尿培养细菌定量结果>10 ⁴ CFU/mL[<i>n</i> (%)]	36(60.0)	5(35.7)	31(67.4)	4.488	0.034

表 3 VRE-fm 尿路感染的多因素 logistic 回归分析

项目	β	<i>SE</i>	<i>Wald</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
呼吸系统疾病	−1.554	1.526	1.037	0.309	0.211	0.011~4.210
尿沉渣 WBC>5 个/HP	5.758	1.816	10.053	0.002	316.858	9.014~11 137.568
尿培养细菌定量结果>10 ⁴ CFU/mL	2.010	1.274	2.491	0.115	7.462	0.615~90.542

3 讨 论

尿路感染是世界范围内严重的公共卫生问题,粪肠球菌和屎肠球菌是尿路感染中最常见的病原菌,约占肠球菌感染的 95%^[11]。近年来,VRE 的分离率不断上升,且大部分都是 VRE-fm^[12]。VRE-fm 菌株通常对多种抗菌药物具有耐药性,使临床治疗面临更大的挑战。有研究显示,VRE-fm 感染会使患者面临更高的医疗费用,同时与患者更长的住院时间和更高的死亡率相关^[13]。

本研究结果显示,尿液标本中分离 VRE-fm 的患者中,≥65 岁老年患者占 60%,可能与老年患者免疫力相对低下且大部分老年患者合并多种基础疾病有关^[14]。本研究中女性患者占比均明显高于男性患者,这是因为生理结构上女性的尿道较短,病原体利用较

短的尿道作为尿道口和膀胱之间的桥梁从而导致尿路感染的发生,而男性的尿路在解剖学上对尿路感染更有抵抗能力^[15]。目前临床可用于治疗 VRE-fm 尿路感染的药物有限,包括利奈唑胺、替加环素,然而,本研究中尿液分离的 VRE-fm 已出现对利奈唑胺和替加环素非敏感的菌株,这使临床在治疗 VRE-fm 感染时面临更大的挑战。

尿液分离 VRE-fm 患者中,感染组的住院时间比非感染组长,虽然差异无统计学意义,但是 SMOUT 等^[16]发现,患者住院时间的延长可以增加患者之间及患者与医护人员之间的接触,从而增加 VRE-fm 传播和感染的风险。本研究结果显示,大部分发生 VRE-fm 尿路感染的患者都存在合并基础疾病或侵入性处置等危险因素,除呼吸系统疾病外,感染组和非感染

组在上述临床情况比较差异无统计学意义。留置导尿管是住院患者发生医院内尿路感染最常见的危险因素,特别是在长期入住重症监护室的患者中^[17]。本研究结果显示,尿液标本中分离 VRE-fm 的 60 例患者中有 42 例(70.0%)留置导尿管,而感染组中有 67.4% 患者留置导尿管,提示临床需要加强导尿管患者的护理及感控防治工作。临床诊断尿路感染的金标准是在出现临床症状时检测病原体,通过中段尿培养来检测病原体和估算细菌量,但是国内外相关文献或微生物实验室标准尚未对提示尿路感染的最低菌量做出定义或统一标准^[18],本研究单因素分析中感染组与非感染组尿培养细菌定量结果 $>10^4$ CFU/mL 占比比较,差异有统计学意义。进一步多因素 logistic 回归分析结果显示,尿沉渣 WBC >5 个/HP 是患者发生 VRE-fm 尿路感染的独立危险因素。尿沉渣中的 WBC 是由细菌或真菌引起的尿路感染的主要标志,也是机体面对尿路感染时尿路发生免疫反应的主要标志^[19],因此尿沉渣 WBC >5 个/HP 可以作为区分尿培养中出现 VRE-fm 是尿路感染还是定植的指标。

近几年来,VRE-fm 的感染防控问题一直备受关注。全球医疗机构采用接触预防措施以遏制包括 VRE-fm 分离株在内的多重耐药菌的传播,然而近年来 VRE-fm 出现逐渐增加的趋势,表明接触预防措施并不能抑制全球 VRE-fm 感染的飙升趋势,尤其是 VRE-fm 在社区中的检出率^[20]。YAN 等^[14]和 DA-VIS 等^[21]认为大多数 VRE-fm 感染的患者有多种基础疾病和免疫功能低下的情况,当这些患者出院时,其肠腔内通常存在 VRE-fm 的定植,从而导致 VRE-fm 菌株的隐匿扩散,当这些患者再次入住其他医院时,将导致医院间 VRE-fm 的传播,因此对于高危人群进行肠道 VRE-fm 的主动筛查可有助于减少 VRE-fm 的传播。

本研究中尿液分离 VRE-fm 菌株多来自老年女性患者,VRE-fm 菌株仅对利奈唑胺和替加环素的敏感性好,尿沉渣 WBC >5 个/HP 是评估患者发生 VRE-fm 尿路感染的独立危险因素。提示需要进一步加强 VRE-fm 的耐药监测和万古霉素等糖肽类抗菌药物的使用管理,注重留置导尿管患者的护理措施,以预防及减少 VRE-fm 尿路感染的发生。本研究也存在一定的局限性,单中心样本量较小,可能会导致结果和结论的偏倚,后期拟纳入更多中心的数据进行研究;同时,本研究没有对 VRE-fm 菌株做进一步的基因及同源性分析,拟在下一步研究中深入。

参考文献

[1] 王艳侠. 微生物检验在尿路感染预防和诊疗中的应用 [J]. 实用检验医师杂志, 2022, 14(4): 373-

376.
 [2] 全国细菌耐药监测网. 全国细菌耐药监测网 2021 年泌尿外科患者分离细菌耐药监测报告 [J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(10): 1202-1209.
 [3] WEINER L M, WEBB A K, LIMBAGO B, et al. Antimicrobial-resistant pathogens associated with healthcare-associated infections; summary of data reported to the national healthcare safety network at the centers for disease control and prevention, 2011—2014 [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2016, 37(11): 1288-1301.
 [4] LIN P Y, CHAN S Y, STERN A, et al. Epidemiological profiles and pathogenicity of Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* clinical isolates in Taiwan, China [J]. Peer J, 2023, 11: e14859.
 [5] SENGUPTA M, SARKAR R, SARKAR S, et al. Vancomycin and Linezolid-resistant *Enterococcus* isolates from a tertiary care center in India [J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(5): 945.
 [6] RAZA T, ULLAH S R, MEHMOOD K, et al. Vancomycin resistant *Enterococci*: a brief review [J]. J Pak Med Assoc, 2018, 68(5): 768-772.
 [7] HOLLENBECK B L, RICE L B. Intrinsic and acquired resistance mechanisms in *Enterococcus* [J]. Virulence, 2012, 3(5): 421-433.
 [8] ARIAS C A, MURRAY B E. The rise of the *Enterococcus*: beyond vancomycin resistance [J]. Nat Rev Microbiol, 2012, 10(4): 266-278.
 [9] 尿路感染诊断与治疗中国专家共识编写组. 尿路感染诊断与治疗中国专家共识(2015 版): 复杂性尿路感染 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2015, 36(4): 241-244.
 [10] 中国女医师协会肾脏病与血液净化专委会. 中国女性尿路感染诊疗专家共识 [J]. 中华医学杂志, 2017, 97(36): 2827-2832.
 [11] GONZÁLEZ DE LLANO D, MORENO-ARRIBAS M V, BARTOLOMÉ B. Cranberry polyphenols and prevention against urinary tract infections: relevant considerations [J]. Molecules, 2020, 25(15): 3523.
 [12] EICHEL V M, LAST K, BRÜHWASSER C, et al. Epidemiology and outcomes of Vancomycin-resistant *Enterococcus* infections: a systematic review and meta-analysis [J]. J Hosp Infect, 2023, 141: 119-128.
 [13] AZZAM A, ELKAFAS H, KHALED H, et al.

Prevalence of Vancomycin-resistant *Enterococci* (VRE) in Egypt (2010–2022): a systematic review and meta-analysis [J]. J Egypt Public Health Assoc, 2023, 98(1): 8.

[14] YAN M Y, HE Y H, RUAN G J, et al. The prevalence and molecular epidemiology of Vancomycin-resistant *Enterococcus* (VRE) carriage in patients admitted to intensive care units in Beijing, China [J]. J Microbiol Immunol Infect, 2023, 56(2): 351–357.

[15] DIELUBANZA E J, SCHAEFFER A J. Urinary tract infections in women [J]. Med Clin North Am, 2011, 95(1): 27–41.

[16] SMOUT E, PALANISAMY N, VALAPPIL S P. Prevalence of vancomycin-resistant *Enterococci* in India between 2000 and 2022: a systematic review and meta-analysis [J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2023, 12(1): 79.

[17] MARRA A R, SAMPAIO CAMARGO T Z, GONÇALVES P, et al. Preventing catheter-associated urinary tract infection in the zero-tolerance era [J]. Am J Infect Control, 2011, 39(10): 817–822.

[18] SCHMIEMANN G, KNIEHL E, GEBHA-RDT K, et al. The diagnosis of urinary tract infection: a systematic review [J]. Dtsch Arztebl Int, 2010, 107(21): 361–367.

[19] POLONI J A T, ROTTA L N. Urine sediment findings and the immune response to pathologies in fungal urinary tract infections caused by *Candida* spp [J]. J Fungi (Basel), 2020, 6(4): 245.

[20] TANG Y F, LIN Y S, SU L H, et al. Increasing trend of healthcare-associated infections due to Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* (VRE-fm) paralleling escalating community-acquired VRE-fm infections in a medical center implementing strict contact precautions: an epidemiologic and pathogenic genotype analysis and its implications [J]. J Microbiol Immunol Infect, 2023, 56(5): 1045–1053.

[21] DAVIS E, HICKS L, ALI I, et al. Epidemiology of Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* and *Enterococcus faecalis* colonization in nursing facilities [J]. Open Forum Infect Dis, 2020, 7(1): ofz553.

(收稿日期: 2024-08-05 修回日期: 2024-12-22)
(编辑: 成 卓)

(上接第 682 页)

入路联合固定融合治疗腰椎退行性疾病的早期并发症分析[J]. 临床骨科杂志, 2018, 21(5): 528–533.

[15] 刘爽, 王晓波, 孙懿君, 等. 单侧椎弓根螺钉联合对侧经椎板关节突螺钉内固定与双侧椎弓根螺钉内固定治疗腰椎退行性疾病疗效的 meta 分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2021, 31(6): 510–519.

[16] 张兴, 李永超, 柯荣军, 等. 经椎板间入路与椎间孔入路椎间孔镜手术治疗巨大型腰椎间盘突出症的比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(1): 74–76.

[17] 侯继春, 曹杨. 经椎间孔腰椎椎间融合结合不同椎弓根螺钉固定在单节段腰椎及邻近节段的生物力学特征[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(27): 4297–4304.

[18] 钟谔伟, 陈嘉裕, 刘展亮. 经椎板间入路脊柱内镜下腰椎微创手术的临床应用[J]. 外科研究与新技术, 2023, 12(2): 86–88.

[19] 马亮, 许永涛, 余远举. 腰椎融合联合上一节段棘突间动态固定的有限元分析[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(23): 3647–3653.

[20] 叶建东, 程哲, 王剑龙. 腰椎融合术 3 种内固定方式的生物力学特点[J]. 医用生物力学, 2021, 36(2): 208–215.

[21] DEGUCHI M. Biomechanical evaluation of translaminar facet joint fixation. A comparative study of poly-L-lactide pins, screws, and pedicle fixation [J]. Spine, 1998, 23(12): 1307–1312.

[22] 张昊, 胡亚威, 营新民, 等. 两种不同椎弓根螺钉内固定术式对腰椎稳定性影响的生物力学对比研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2016, 34(2): 220–223.

[23] 曾忠友, 吴宏飞. 单侧椎弓根螺钉联合对侧椎板关节突螺钉内固定椎间融合术的研究进展[J]. 脊柱外科杂志, 2022, 20(4): 279–282, 285.

[24] 李坤, 陈志龙, 余国庆, 等. 3D 导航引导与徒手椎板关节突螺钉置钉在单节段腰椎融合手术中的应用比较[J]. 骨科, 2021, 12(6): 493–498.

[25] 刘晏东, 邓强, 张凯东, 等. 机器人辅助单边双通道内镜行腰椎减压融合内固定术的回顾性研究[J]. 重庆医科大学学报, 2023, 48(11): 1344–1350.

(收稿日期: 2024-05-11 修回日期: 2024-10-25)
(编辑: 姚 雪)