

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.14.026

大肠埃希菌泌尿系统感染患者临床分布及药物敏感性分析*

龙炫辉 邓宁波 许睿 陈锦文[△] 唐文志

(广东省中医院珠海医院检验科 广东 珠海 519015)

摘要目的:探讨大肠埃希菌引起泌尿系统感染患者的临床分布情况及其药物敏感性分析,为临床诊断及合理使用抗菌药物提供理论性依据。**方法:**选取2015年1月至2020年12月期间诊治的2052例大肠埃希菌泌尿系统感染患者为研究对象,使用MALDI-TOF MS全自动微生物鉴定质谱仪对细菌进行鉴定,应用VITEK 2 Compact全自动微生物鉴定及药敏分析仪进行药物敏感性分析。**结果:**2052例大肠埃希菌泌尿系统感染患者中泌尿外科患者占比最高,为17.50%,其次为肾病科患者,占12.87%。其中检出803株产ESBLs的大肠埃希菌,泌尿外科占比最高,为18.56%,其次是肾病科占13.95%,内分泌科占11.71%,重症医学科10.09%。2052株大肠埃希菌整体药敏分析结果显示,大肠埃希菌对美罗培南、亚胺培南、阿米卡星、哌拉西林/他唑巴坦、呋喃妥因、米诺环素、头孢西丁等药物敏感率高,均>90%,头孢唑啉、环丙沙星、左氧氟沙星、氨苄西林/舒巴坦、复方新诺明、氨苄西林敏感率低,均<50%,其中氨苄西林敏感率最低,只有28.17%。**结论:**大肠埃希菌泌尿系统感染主要发生在泌尿外科,产ESBLs大肠埃希菌整体检出率较高,临床应重视泌尿系统感染患者的尿细菌培养及药物敏感性分析,尽量避免仅凭经验性用药,根据药物敏感性结果合理选择抗菌药物。

关键词:大肠埃希菌;泌尿系统感染;临床分布;药物敏感性

中图分类号:R691.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2021)14-2721-05

Analysis of Clinical Distribution and Drug Sensitivity of Patients with Urinary System Infection of *Escherichia Coli**

LONG Xuan-hui, DENG Ning-bo, XU Rui, CHEN Jin-wen[△], TANG Wen-zhi

(Department of Clinical Laboratory, Zhuhai Hospital of Guangdong Provincial Hospital of traditional Chinese Medicine, Zhuhai, Guangdong, 519015, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the clinical distribution and drug sensitivity of patients with urinary tract infection caused by *escherichia coli*, and to provide theoretical basis for clinical diagnosis and rational use of antibiotics. **Methods:** 2052 patients with urinary tract infection caused by *escherichia coli* from January 2015 to December 2020 were selected as the research objects. The bacteria were identified by MALDI-TOF MS automatic microbial identification mass spectrometer, and the drug sensitivity was analyzed by VITEK 2 Compact automatic microbial identification and drug sensitivity analyzer. **Results:** Among 2052 cases of *Escherichia coli* urinary system infection patients, urology patients accounted for the highest proportion at 17.50%, followed by nephrology patients at 12.87%. Among them, 803 strains of ESBLs-producing *escherichia coli* were detected, and the urology department accounted for the highest proportion at 18.56%, followed by the nephrology department with 13.95%, the endocrinology department with 11.71%, and the Intensive care unit with 10.09%. The results of the overall drug sensitivity analysis of 2052 strains of *escherichia coli* showed that the sensitivity rates of *escherichia coli* to meropenem, imipenem, amikacin, piperacillin/tazobactam, nitrofurantoin, minocycline and cefoxitin were high, all >90%, and the sensitivity rate of cefazolin, ciprofloxacin, levofloxacin, ampicillin/sulbactam, compound trimethoprim and ampicillin were low, all <50%, while the ampicillin was the lowest, only 28.17%. **Conclusions:** Urinary tract infection of *escherichia coli* mainly occurs in urology department. The overall detection rate of ESBLs-producing *escherichia coli* is high. Clinical attention should be paid to the urinary bacterial culture and drug sensitivity analysis of patients with urinary tract infection, try to avoid only empirical medication, and reasonably choose antibiotics according to the results of drug sensitivity.

Key words: *Escherichia coli*; Urinary tract infection; Clinical distribution; Drug sensitivity

Chinese Library Classification(CLC): R691.3 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2021)14-2721-05

前言

泌尿系统感染是指由于病原微生物在泌尿系统任何部位生长、繁殖而引起的尿路感染性疾病^[1,2]。有文献报道高达

* 基金项目:广东省医学科学技术研究基金项目(A2018522)

作者简介:龙炫辉(1986-),男,硕士,主管技师,研究方向:临床微生物学细菌耐药机制,E-mail:longlongh@126.com

[△] 通讯作者:陈锦文(1973-),男,本科,主管技师,研究方向:临床微生物真菌鉴定,E-mail:656338656@qq.com

(收稿日期:2021-01-07 接受日期:2021-01-31)

20.8%~40.0%的院内感染为尿路感染^[3,4]。大肠埃希菌是尿路感染最重要的病原菌,占泌尿系统感染病原菌的57%~86%^[5,6]。临床上大肠埃希菌的分离率也在逐年上升,根据中国细菌耐药监测网(CHINET)公布的2019年度三级医院细菌耐药监测数据显示肠杆菌科占有分离菌的43.1%,其中大肠埃希菌为44.2%,而尿液标本是主要检出来源^[7]。由于抗菌药物的广泛使用,经验性用药及不规范治疗诱导细菌耐药性的产生,耐药机制及表型也发生多样性变化,泌尿系统感染的耐药性大肠埃希菌分离率增加,导致常规抗菌药疗效减低,极大增加了临床治疗难度,延误病情^[8,9]。因此本研究分析我院2015年1月至2020年12月尿液标本分离出大肠埃希菌的泌尿系统感染患者分布情况及菌株对抗生素的敏感性特点,以期临床诊断及合理使用抗生素提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2015年1月至2020年12月在我院就诊的患者尿液标本中分离出的大肠埃希菌2052株,同一患者多次分离相同菌株不重复计入。菌株纳入标准为:按2016年《SEIMC指南:尿路感染的诊断和治疗》^[10]标准诊断指标判定为泌尿系感染的患者于清晨取中段尿细菌培养菌落计数 ≥ 10 万cfu/mL。

1.2 试剂和仪器

血琼脂培养基、麦康凯培养基、M-H琼脂培养基(广州市迪景微生物科技有限公司);AST-GN13肠杆菌药敏分析卡(生物梅里埃公司,法国)、VITEK 2 Compact全自动微生物鉴定及药敏分析仪(生物梅里埃公司,法国)、VITEK MS微生物鉴定质谱仪(生物梅里埃公司,法国)。

1.3 方法

(1)标本接种:按照《全国临床检验操作规程(第4版)》中的相关规范进行接种,用一次性10 μ L定量接种环采取鱼骨划线法分别接种于血琼脂培养基和麦康凯培养基,置于35 $^{\circ}$ C,5%二氧化碳培养箱内孵育培养24~48小时。(2)细菌鉴定:从血平板上挑取单个菌落均匀地涂抹于靶板上,加入1 μ L基质液,待完全干燥后放入VITEK MS质谱仪进行细菌鉴定。(3)药敏试验:采用最小抑菌浓度法,按照AST-GN13肠杆菌药敏分析卡说明书的要求配制细菌悬液,使用VITEK 2 Compact全自动微生物鉴定及药敏分析仪进行药敏分析。当仪器检测提示产ESBLs时再采用头孢他啶(CAZ)和头孢他啶/克拉维酸(CD02)、头孢噻肟(CTX)和头孢噻肟/克拉维酸(CD03)两组纸片对产ESBLs菌株进行验证,当CD02或CD03任一复合制剂的抑菌圈与相应单药抑菌圈直径相差 ≥ 5 mm即判定该菌产ESBLs。质控菌株为ATCC25922,按照按美国临床和实验室标准协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)CLSI M100第30版执行标准进行结果判读。

1.4 统计学方法

采用WHONET5.6进行数据分析,计数资料用百分比(%)或例数表示。

2 结果

2.1 大肠埃希菌分布情况

剔除重复病例,共分离出2052株大肠埃希菌。按科室分布,泌尿外科分离出359株其占比例最高,为17.50%,其次为肾内科分离出264株,占12.87%,内分泌科分离出218株,占10.62%。门诊分离出168株,占8.19%,见表1。经产超广谱 β -内酰胺酶(ESBLs)确认试验验证,共检出803株产ESBLs的大肠埃希菌,其中以泌尿外科占比最高,为18.56%,其次是肾内科占13.95%,内分泌科占11.71%,重症医学科10.09%,见表2。

表1 大肠埃希菌泌尿系统感染患者的科室分布情况

Table 1 Department distribution of patients with urinary system infection of *Escherichia coli*

Department distribution	n	%
Urology department	359	17.50
Nephropathy department	264	12.87
Endocrine department	218	10.62
Outpatient department	168	8.19
Anorectal department	124	6.04
Orthopedics and traumatology department	122	5.95
Encephalopathy department	115	5.60
Gastroenterology department	102	4.97
Intensive care unit	96	4.68
Hepatology department	89	4.34
Encephalopathy surgery department	70	3.41
Gynecology ward	67	3.27
Emergency department	63	3.07
Acupuncture rehabilitation department	55	2.68
Cardiovascular department	42	2.05
Cardio-Thoracic Surgery department	40	1.95
Respiratory ward	37	1.80
Blood specialty department	21	1.02
Total	2052	100.00

2.2 大肠埃希菌对药物敏感性情况

2052株大肠埃希菌整体药敏分析结果显示,大肠埃希菌对美罗培南、亚胺培南、阿米卡星、哌拉西林/他唑巴坦、呋喃妥因、米诺环素、头孢西丁等药物敏感率高,均 $>90\%$,头孢唑啉、环丙沙星、左氧氟沙星、氨苄西林/舒巴坦、复方新诺明、氨苄西林敏感率低,均 $<50\%$,其中氨苄西林敏感率最低,只有28.19%。产ESBLs大肠埃希菌对头孢曲松、氨苄西林/舒巴坦、左氧氟沙星、环丙沙星敏感性低,均小于28%,其中头孢曲松敏感率仅1.74%,对美罗培南、亚胺培南、阿米卡星、哌拉西林/他唑巴坦、呋喃妥因敏感率高,均 $>93\%$,见表3。

2.3 门诊患者与住院患者药物敏感性分析

2052例大肠埃希菌泌尿系统感染患者中,231例为门诊(含急诊)患者,占11.26%,1821例为住院患者,占88.74%,从整体趋势上来看门诊患者分离的大肠埃希菌对常规药物敏感率高于住院患者,美罗培南、亚胺培南、哌拉西林/他唑巴坦、

表 2 产 ESBLs 大肠埃希菌泌尿系统感染患者的科室分布情况

Table 2 Department distribution of patients with urinary system infection of ESBLs-producing *Escherichia coli*

Department distribution	n	%
Urology department	149	18.56
Nephropathy department	112	13.95
Endocrine department	94	11.71
Intensive care unit	81	10.09
Orthopedics and traumatology department	71	8.84
Anorectal department	67	8.34
Gynecology ward	61	7.60
Gastroenterology department	41	5.11
Encephalopathy surgery department	25	3.11
Outpatient department	23	2.86
Acupuncture rehabilitation department	22	2.74
Hepatology department	16	1.99
Cardiovascular department	14	1.74
Respiratory ward	13	1.62
Emergency department	9	1.12
Encephalopathy department	5	0.62
Total	803	100.00

阿米卡星、呋喃妥因、头孢西丁、米诺环素等药物敏感率高,均 >91%,对氨苄西林敏感性最低,为 20.78%,其次为复方新诺明,敏感率为 42.42%,氨苄西林 / 舒巴坦,敏感率为 49.78%。住院患者分离的大肠埃希菌对美罗培南、亚胺培南、哌拉西林 / 他唑巴坦、阿米卡星、呋喃妥因、头孢西丁、米诺环素敏感率高,均 >90%,对环丙沙星、左氧氟沙星、头孢唑啉、氨苄西林 / 舒巴坦、复方新诺明、氨苄西林敏感率低,均 <48%,其中对氨苄西林敏感性最低,为 22.52%,其次为复方新诺明,敏感率为 44.26%,氨苄西林 / 舒巴坦敏感率为 47.39%,见表 4。

3 讨论

尿路感染是临床常见的感染性疾病,随着尿路留置导管、手术等侵入性治疗方法的普及,泌尿系统感染率也逐渐增多^[11-13]。引起尿路感染的病原菌有很多种,95%的尿路感染由细菌所致^[14,15],大肠埃希菌是引起社区和医院感染性尿道炎首要病原微生物,约 80%的社区获得性感染和 40%的医院感染是由大肠埃希菌引起的^[16-18]。尽管有国际准则或指南,但研究表明抗生素的不恰当应用仍司空见惯,临床医生在治疗尿路感染时通常在未获得尿培养的药敏结果之前就开始经验性选择抗生素进行抗菌治疗,由于抗生素不合理应用,导致尿路致病菌对抗生素耐药性增加^[19,20]。在世界范围内大肠埃希菌对绝大多数抗生素产生抗药性的速率正在增快,因此了解大肠杆菌对抗生素敏感性数据对于选择合适的经验性抗生素非常重要^[21-23]。因此本研究分析了本院 2052 例大肠埃希菌泌尿系统感染的临床分布

表 3 大肠埃希菌对抗菌药物的敏感率分析[n(%)]

Table 3 Analysis of sensitivity rate of *escherichia coli* to antibiotics[n(%)]

Antibiotics	Overall sensitivity(n=2052)	Negative sensitivity rate of ESBLs (n=1249)	Positive sensitivity rate of ESBLs (n=803)
Ampicillin	578(28.17)	393(31.47)	0(0.00)
Ampicillin/sulbactam	938(45.71)	705(56.45)	188(23.41)
Piperacillin/tazobactam	1967(95.86)	1209(96.80)	756(94.15)
Cefazolin	1023(49.85)	880(70.46)	0(0.00)
Cefepime	1437(70.03)	1096(87.75)	252(31.38)
ceftriaxone	1214(59.16)	1049(83.99)	14(1.74)
Ceftazidime	1555(75.78)	1130(90.47)	327(40.72)
Cefuroxime	1166(56.82)	1001(80.14)	5(0.62)
Cefoxitin	1862(90.74)	1149(91.99)	707(88.04)
Aztreonam	1557(75.88)	1152(92.23)	256(31.88)
Meropenem	2042(99.51)	1248(99.92)	799(99.50)
Imipenem	2042(99.51)	1248(99.92)	798(99.38)
Gentamicin	1357(66.13)	870(69.66)	461(57.41)
Tobramycin	1420(69.2)	877(70.22)	547(68.12)
Amikacin	1994(97.17)	1223(97.92)	767(95.52)
Ciprofloxacin	1013(49.37)	739(59.17)	210(26.15)
Levofloxacin	989(48.2)	711(56.93)	220(27.40)
Minocycline	1865(90.89)	1152(92.23)	705(87.8)
Compound sulfamethoxazole	906(44.15)	617(49.40)	256(31.88)
Nitrofurantoin	1921(93.62)	1176(94.16)	745(92.78)

表 4 门诊患者和住院患者大肠埃希菌对抗菌药物的敏感率分析[n(%)]

Table 4 Analysis of sensitivity rate of *Escherichia coli* to antibiotics between outpatients and inpatients[n(%)]

Antibiotics	Inpatients(n=1821)	Outpatients (including emergency)(n=231)
Ampicillin	410(22.52)	48(20.78)
Ampicillin/sulbactam	863(47.39)	115(49.78)
Piperacillin/tazobactam	1741(95.61)	225(97.4)
Cefazolin	899(49.37)	123(53.25)
Cefepime	1265(69.47)	171(74.03)
ceftriaxone	1065(58.48)	146(63.2)
Ceftazidime	1372(75.34)	182(78.79)
Cefuroxime	1017(55.85)	146(63.20)
Cefoxitin	1642(90.17)	215(93.07)
Aztreonam	1356(74.46)	157(67.97)
Meropenem	1805(99.12)	230(99.57)
Imipenem	1806(99.18)	229(99.13)
Gentamicin	1214(66.67)	140(60.61)
Tobramycin	1281(70.35)	139(60.17)
Amikacin	1757(96.49)	225(97.40)
Ciprofloxacin	884(48.54)	127(54.98)
Levofloxacin	861(47.28)	126(54.55)
Minocycline	1653(90.77)	210(90.91)
Compound sulfamethoxazole	806(44.26)	98(42.42)
Nitrofurantoin	1701(93.41)	203(87.88)

和抗生素敏感性特征,从科室分布上看大肠埃希菌泌尿系统感染以住院患者为主,占 88.74%,门急诊患者仅占 11.26%,其中泌尿外科分离出 359 株大肠埃希菌,占比最高,达总数的 17.50%,分析原因可能是留置导管等侵入性操作为泌尿外科及手术后的患者常用治疗手段,而发生泌尿系统感染中 80%与留置导尿管有关^[24,25]。

长期以来喹诺酮类药物是治疗泌尿系统感染常用药物,但大量研究显示从尿液标本分离出的大肠埃希菌对氟喹诺酮类药物耐药率越来越高^[27,28],本研究的药物敏感性试验也表明大肠埃希菌对环丙沙星、左氧氟沙星敏感性低,均小于 50%,因此不建议使用这些药物作为经验性用药治疗泌尿系统感染。近年来产广谱 β -内酰胺酶的大肠杆菌检出率显著增多, β -内酰胺酶是细菌产生的能水解 β -内酰胺类抗菌药物的灭活酶,从而使其失效,导致细菌对 β -内酰胺类抗生素(青霉素,头孢菌素)产生耐药性,使得治疗尿路感染更加困难^[29]。本研究分离出 803 株 ESBLs 大肠埃希菌,占 39.13%,产 ESBLs 菌株比非产 ESBLs 菌株的药物敏感率低,尤其是头孢类药物,因此临床使用头孢类药物作为经验性用药治疗的效果不佳,目前碳青霉烯类抗菌药物是治疗产 ESBLs 大肠埃希菌感染非常有效的药物^[30],本研究数据显示大肠埃希菌对美罗培南、亚胺培南敏感率高均大于 99%。分离出的 2052 株大肠埃希菌对氨苄西林、氨苄西林/舒巴坦、头孢唑林、复方新诺明敏感率低,分别为

28.17%、45.71%、49.85%、44.15%,因此这些药物不适合作为经验性抗生素的选择,而对哌拉西林/他唑巴坦、头孢西丁、阿米卡星、米诺环素敏感率高,均大于 90%,另外呋喃妥因敏感率为 93.62%,明显高于其他大部分抗生素,由于该药物血清浓度低而在尿液中浓度高,因此对大肠埃希菌引起的泌尿系统感染治疗效果较好。

综上所述,大肠埃希菌是引起泌尿系统感染的主要致病菌,了解大肠埃希菌对抗生素敏感性数据并对耐药性进行监测尤为重要,临床医生在使用抗生素之前必须进行细菌培养并做药物敏感性分析,根据药物敏感性结果合理选择抗菌药物,只有规范使用抗生素才是减少细菌耐药性的最有效的方法。

参考文献(References)

- [1] 王晓英,葛瑛,马小军.尿常规及尿培养与尿路感染诊断相关性探讨[J].中华内科杂志,2020,59(7):570-573
- [2] 杨美玲,刘浩,杨林,等.泌尿系统感染生物标志物研究进展[J].检验医学,2020,35(2):178-180
- [3] 刘敏,吴路遥.留置尿管相关性尿路感染的易感因素及预防护理研究[J].实用临床医药杂志,2018,22(8):121-124
- [4] 张涤华,廖康,钟小晴,等.1172 株门诊尿液培养病原菌分布及药物敏感性分析[J].中华肾脏病杂志,2020,36(7):519-525
- [5] Daoud N, Hamdoun M, Hannachi H, et al. Antimicrobial Susceptibility Patterns of *Escherichia coli* among Tunisian Outpatients with Community-Acquired Urinary Tract Infection (2012-2018)[J].

- Curr Urol, 2020, 14(4): 200-205
- [6] 曹梅,孙慕溱,张龙,等.社区泌尿系感染大肠埃希菌耐药性与整合子关系的研究[J].中华检验医学杂志, 2020, 43(4): 457-462
- [7] 胡付品,郭燕,朱德妹,等.2019年CHINET三级医院细菌耐药监测[J].中国感染与化疗杂志, 2020, 20(3): 233-243
- [8] De Lorenzis E, Alba AB, Cepeda M, et al. Bacterial spectrum and antibiotic resistance of urinary tract infections in patients treated for upper urinary tract calculi: a multicenter analysis [J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2020, 39(10): 1971-1981
- [9] 张淑华,马惠萍,王月玲,等.社区与住院泌尿系感染大肠埃希菌的耐药情况分析[J].中国消毒学杂志, 2019, 36(4): 313-314
- [10] de Cueto M, Aliaga L, Alos JJ, et al. Executive summary of the diagnosis and treatment of urinary tract infection: Guidelines of the Spanish Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (SEIMC)[J]. Enferm Infecc Microbiol Clin, 2017, 35(5): 314-320
- [11] 隋文君,郭馨营,刘向祎.肺炎克雷伯菌泌尿系统感染患者的临床分布和耐药性分析[J].国际检验医学杂志, 2020, 41(18): 2177-2180, 2185
- [12] 张晓晗.某地区尿培养中大肠埃希菌的耐药性分析[J].检验医学与临床, 2020, 17(19): 2875-2877
- [13] Klein RD, Hultgren SJ. Urinary tract infections: microbial pathogenesis, host-pathogen interactions and new treatment strategies [J]. Nat Rev Microbiol, 2020, 18(4): 211-226
- [14] 黄兴,董亮,张秀红,等.无锡市某医院老年女性10042份尿培养标本病原菌分布及耐药性分析 [J]. 现代预防医学, 2018, 45(17): 3182-3185
- [15] 王艳,吴俊,梁倩,等.2016-2018年北京某三甲医院中段尿培养的病原菌构成与耐药性分析[J].中国抗生素杂志, 2020, 45(7): 690-695
- [16] Urase T, Okazaki M, Tsutsui H. Prevalence of ESBL-producing *Escherichia coli* and carbapenem-resistant Enterobacteriaceae in treated wastewater: a comparison with nosocomial infection surveillance[J]. J Water Health, 2020, 18(6): 899-910
- [17] Richelsen R, Smit J, Schönheyder HC, et al. Outcome of community-onset ESBL-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* bacteraemia and urinary tract infection: a population-based cohort study in Denmark[J]. J Antimicrob Chemother, 2020, 75(12): 3656-3664
- [18] Matsui Y, Hu Y, Rubin J, et al. Multilocus sequence typing of *Escherichia coli* isolates from urinary tract infection patients and from fecal samples of healthy subjects in a college community [J]. Microbiologyopen, 2020, 9(6): 1225-1233
- [19] 蒋文艳,唐招平.下尿路感染患者尿液病原菌分布及耐药性分析[J].贵州医药, 2020, 44(8): 1279-1281
- [20] Hrbacek J, Cermak P, Zachoval R. Current Antibiotic Resistance Trends of Uropathogens in Central Europe: Survey from a Tertiary Hospital Urology Department 2011-2019 [J]. Antibiotics (Basel), 2020, 9(9): 630
- [21] 徐佳丽,潘峰.尿路感染的病原菌分布及耐药性分析[J].中国卫生检验杂志, 2020, 30(6): 713-715
- [22] Daoud N, Hamdoun M, Hannachi H, et al. Antimicrobial Susceptibility Patterns of *Escherichia coli* among Tunisian Outpatients with Community-Acquired Urinary Tract Infection (2012-2018)[J]. Curr Urol, 2020, 14(4): 200-205
- [23] Kim B, Seo MR, Kim J, et al. Molecular Epidemiology of Ciprofloxacin-Resistant *Escherichia coli* Isolated from Community-Acquired Urinary Tract Infections in Korea [J]. Infect Chemother, 2020, 52(2): 194-203
- [24] 刘华之,侯良,陈辉,等.2015-2017年医院多药耐药菌感染监测与预防研究[J].中华医院感染学杂志, 2019, 29(3): 465-468
- [25] 李媛媛.留置导尿管相关性感染的临床特征与危险因素分析[J].吉林医药学院学报, 2020, 41(1): 33-35
- [26] 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
- [27] Cheng P, Yang Y, Li F, et al. The prevalence and mechanism of fluoroquinolone resistance in *Escherichia coli* isolated from swine farms in China[J]. BMC Vet Res, 2020, 16(1): 258
- [28] Garoff L, Pietsch F, Huseby DL, et al. Population Bottlenecks Strongly Influence the Evolutionary Trajectory to Fluoroquinolone Resistance in *Escherichia coli* [J]. Mol Biol Evol, 2020, 37(6): 1637-1646
- [29] Koksál E, Tulek N, Sonmezer MC, et al. Investigation of risk factors for community-acquired urinary tract infections caused by extended-spectrum beta-lactamase *Escherichia coli* and *Klebsiella* species[J]. Invest Clin Urol, 2019, 60(1): 46-53
- [30] Fink DL, Collins S, Barret R, et al. Shortening duration of ertapenem in outpatient parenteral antimicrobial therapy for complicated urinary tract infections: A retrospective study [J]. PLoS One, 2019, 14(9): e223130