

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20221976

· 论 著 ·

## 某三级综合性医院下呼吸道医院感染直接经济损失研究

付应敏<sup>1</sup>, 黄继峥<sup>2</sup>, 周彩凤<sup>1</sup>, 张晴晴<sup>1</sup>, 牛克<sup>1</sup>, 江秀<sup>1</sup>

(1. 临泉县人民医院医院感染管理科, 安徽 阜阳 236400; 2. 阜阳市第二人民医院医院感染管理科, 安徽 阜阳 236400)

**[摘要]** **目的** 了解下呼吸道医院感染的直接经济损失。**方法** 采用回顾性调查方法, 选取阜阳市某三级综合性医院 2018 年 5 月 1 日—2020 年 5 月 31 日住院患者中 50 例下呼吸道医院感染患者为病例组, 采用病例 1:1 配对研究的方法, 设置配对条件, 将同期未发生下呼吸道医院感染且未发生其他部位医院感染、入院及出院第一诊断相同的 50 例住院患者设为对照组, 比较下呼吸道医院感染造成的直接经济损失。**结果** 病例组住院总费用、日均住院费用中位数分别为 64 858.5、2 128.6 元; 对照组为 26 728.0、1 477.5 元, 下呼吸道医院感染造成的直接经济损失为 38 130.5 元/例, 主要为药费、其他(材料)费、诊疗费、护理费, 其中药费最高。病例组各分项医疗费用中除手术费外, 其他均高于对照组, 差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。病例组和对照组比较, 增加的主要费用为抗菌药物费用、炎症指标费用、影像学检查费用, 中位数差值分别为 2 962.0、180.0、444.0 和 1 288.5 元, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.01$ )。住院日数病例组为  $(29.3 \pm 15.2)$  d, 对照组为  $(14.9 \pm 7.5)$  d, 两组比较差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。**结论** 下呼吸道医院感染造成的直接经济损失严重, 总费用及日均住院费用均增加, 且延长住院时间, 应高度重视, 并及早采取预防与控制措施。

**[关键词]** 下呼吸道感染; 医院感染; 经济损失; 住院费用

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2

## Direct economic loss of lower respiratory tract healthcare-associated infection in a tertiary general hospital

FU Ying-min<sup>1</sup>, HUANG Ji-zheng<sup>2</sup>, ZHOU Cai-feng<sup>1</sup>, ZHANG Qing-qing<sup>1</sup>, NIU Ke<sup>1</sup>, JIANG Xiu<sup>1</sup> (1. Department of Healthcare-associated Infection Management, Linquan County People's Hospital, Fuyang 236400, China; 2. Department of Healthcare-associated Infection Management, Fuyang Second People's Hospital, Fuyang 236400, China)

**[Abstract]** **Objective** To understand the direct economic loss of lower respiratory tract (LRT) healthcare-associated infection (HAI). **Methods** 50 patients with LRT HAI in a tertiary general hospital in Fuyang City from May 1, 2018 to May 31, 2020 were selected as case group, a 1:1 matching study was adopted, 50 inpatients who had no LRT HAI and no other sites HAI during the same period, had the same initial diagnosis at admission and discharge were in control group, direct economic loss caused by LRT HAI was compared. **Results** The median of total hospitalization expense and average daily hospitalization expense in case group were 64 858.5 Yuan and 2 128.6 Yuan respectively; in control group were 26 728.0 Yuan and 1 477.5 Yuan respectively. The direct economic loss caused by LRT HAI was 38 130.5 Yuan/case, mainly expense of medicine, other (material), diagnosis and treatment, and nursing, expense of medicine was the highest. Except for the operation expense, the other medical expenses in case group were all higher than those in control group, differences were all significant (all  $P < 0.05$ ). Compared with control group, the main increased expenses in case group were antimicrobial agents, inflammatory indicators and imaging examination. Differences of median were 2 962.0, 180.0, 444.0 and 1 288.5 Yuan respectively, differences

[收稿日期] 2021-10-08

[基金项目] 阜阳市“新型冠状病毒肺炎”科研课题(FY2020xg06)

[作者简介] 付应敏(1984-),女(汉族),安徽省阜阳市人,主管护师,主要从事医院感染管理研究。

[通信作者] 黄继峥 E-mail: hjzh\_ly@126.com

were all significant (all  $P < 0.01$ ). Length of hospitalization stay in case group and control group were ( $29.3 \pm 15.2$ ) days and ( $14.9 \pm 7.5$ ) days respectively, there was significant difference between two groups ( $P < 0.001$ ).

**Conclusion** Direct economic loss caused by LRT HAI is serious, the total expense and daily average hospitalization expense increased, and length of hospital stay is prolonged, much attention should be paid, prevention and control measures should be taken as early as possible.

**[Key words]** lower respiratory tract infection; healthcare-associated infection; economic loss; hospitalization expense

医院感染为住院患者在医院内获得的感染,包括在住院期间发生的感染和在医院内获得、出院后发生的感染;但不包括入院前已开始或入院时已处于潜伏期的感染<sup>[1]</sup>。而下呼吸道感染在 5 种最常见的医院感染(下呼吸道感染、泌尿道感染、上呼吸道感染、手术部位感染、皮肤软组织感染)中发病率相对较高,且有研究<sup>[2]</sup>证明呼吸系统的医院感染患者相对其他部位感染产生的住院费用最高,贾会学等<sup>[3]</sup>对全国 68 所综合性医院医院感染造成的经济损失调查中显示下呼吸道感染排名第二。我国为优化医疗资源,已推广单病种付费、疾病诊断相关组(diagnosis-related groups, DRGs)付费“定额包干、超支自付、结余归己”的医疗保险支付方式,以控制医疗成本和支出,预示着单病种、DRGs 范围内由医院感染造成的直接经济损失将逐步转为医院自行买单的模式。基于此,本研究比较分析 50 例下呼吸道感染直接经济损失,以期提示医院管理者及医务人员重视下呼吸道感染的防控,及早采取积极有效的干预措施。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 采用回顾性调查方法,选取阜阳市某三级综合性医院 2018 年 5 月 1 日—2020 年 5 月 31 日(期间收费标准相同)住院患者中 50 例下呼吸道感染病例为病例组,对同期 50 例未发生下呼吸道感染且未发生其他部位医院感染的住院患者设为对照组,进行 1:1 配对研究。配对条件:(1)入院科室、出院科室、性别、入院及出院第一诊断与病例组相同;(2)年龄与病例组接近( $\pm 5$ 岁);(3)每例患者仅可作一次对照;(4)当出现符合标准的对照病例个数

较多时,选择年龄最接近的或出院第二诊断也相匹配;(5)对于因植物人导致长期( $>3$ 个月)住院患者、入院即存在感染的患者不纳入。

1.2 诊断标准 医院感染诊断标准依据卫生部 2001 年颁布的《医院感染诊断标准(试行)》进行判定。

1.3 研究方法 利用医院感染信息管理系统(汉思),从临床医生上报的医院感染病例中筛选出 2018 年 5 月 1 日—2020 年 5 月 31 日所有的下呼吸道感染病例,严格按照卫生部 2001 年颁布的《医院感染诊断标准(试行)》进行判定,根据匹配条件选择对照病例。回顾性调查两组患者住院费用和住院日数,分析两组患者的住院总费用、日均住院费用、各项分类费用及平均住院日数。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析,计数资料比较采用  $\chi^2$  检验;计量资料中两组年龄呈偏态分布,采用独立样本  $t$  检验,用均数  $\pm$  标准差表示;住院日数呈正态分布,采用独立样本  $t$  检验,用均数  $\pm$  标准差表示;住院费用等呈偏态分布,用四分位间距(QR)描述两组数据变化程度大小,利用配对秩和检验法进行比较。 $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 基本资料 病例组中男性 31 例,女性 19 例,年龄( $64.64 \pm 12.24$ )岁;对照组中男性 31 例,女性 19 例,年龄( $63.18 \pm 12.37$ )岁;两组患者年龄、入院时诊断个数、其他诊断相同个数、是否手术方面比较,差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),可以纳入统计学分析研究。见表 1。

**表 1** 两组患者基本资料比较

**Table 1** Comparison of basic data between two groups of patients

因素	病例组(n=50)	对照组(n=50)	t/χ <sup>2</sup>	P
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	64.64 ± 12.24	63.18 ± 12.37	0.593	0.554
入院诊断个数			1.980	0.159
<3	19	26		
≥3	31	24		
其他诊断相同个数			0.000	1.000
≤1	25	25		
≥2	35	35		
手术			0.000	1.000
是	31	31		
否	19	19		

2.2 住院总费用及各分项费用比较 病例组和对照组住院总费用的中位数分别为 64 858.5、26 728.0 元,差值为 38 130.5 元,两组比较差异有统计学意义( $P < 0.001$ );除手术费用外,病例组药费及其他共 7 项分类费用均高于对照组(均  $P < 0.001$ );病例组和对照组手术费用中位数分别为 3 166.5、1 627.5 元,两组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );平均每例下呼吸道医院感染直接经济损失为 38 130.5 元,主要经济损失为药费 12 725.5 元、其他(材料)费 7 722.5 元、诊疗费 7 498.0 元、护理费 4 318.0 元、化验费 2 494.5 元。见表 2。

**表 2** 两组患者住院总费用及各分类费用比较(元)

**Table 2** Comparison of total hospitalization expense and each expense between two groups of patients (Yuan)

费用类别	病例组		对照组		M 差值	Z	P
	M	QR	M	QR			
总费用	64 858.5	52 094.3	26 728.0	31 013.5	38 130.5	-5.450	<0.001
护理费	5 559.5	4 898.3	1 241.5	1 828.0	4 318.0	-6.349	<0.001
手术费	3 166.5	4 346.3	1 627.5	3 679.0	1 539.0	-1.581	0.114
诊疗费	9 648.0	5 642.0	2 150.0	3 721.3	7 498.0	-6.642	<0.001
检查费	4 040.0	4 017.5	1 886.0	2 745.5	2 154.0	-4.498	<0.001
化验费	3 963.5	3 270.3	1 469.0	1 117.8	2 494.5	-6.511	<0.001
药费	19 077.5	17 714.0	6 352.0	8 345.5	12 725.5	-5.336	<0.001
床位费	2 558.0	1 961.8	416.0	1 007.3	2 142.0	-5.870	<0.001
其他(材料)费	11 624.0	14 383.5	3 901.5	12 346.5	7 722.5	-3.481	<0.001

2.3 日均住院费用、药费占比比较 病例组和对照组日均住院费用为 2 128.6、1 477.5 元,差异有统计学意义( $P < 0.01$ );病例组和对照组药费占比为 30.5%、30.8%,两组比较差异无统计学意义

( $P > 0.05$ );病例组 50 例患者住院日数为(29.3 ± 15.2)d,对照组 50 例患者住院日数为(14.9 ± 7.5)d,两组比较差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。见表 3。

**表 3** 两组患者日均住院费用、药占比及住院日数比较

**Table 3** Comparison of the average daily hospitalization expense, medicine proportion and length of stay between two groups of patients (Yuan)

项目	病例组		对照组		M 差值	Z/t	P
	M	QR	M	QR			
日均住院费用(元)	2 128.6	1 896.5	1 477.5	1 644.0	651.1	-2.795	0.005
药费占比(%)	30.5	10.2	30.8	20.4	-0.3	0.310	0.756
住院日数( $\bar{x} \pm s$ , d)	29.3 ± 15.2		14.9 ± 7.5		-	6.027	<0.001

2.4 不同科室下呼吸道感染的经济损失 内科、外科系统每例患者由下呼吸道感染造成的平均经济损失分别为 18 571.0、37 392.0 元,两组比较,差异有

统计学意义( $P < 0.01$ );重症监护病房(ICU)每例患者由下呼吸道感染造成的平均经济损失为 35 376.0 元,两组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 4。

表 4 不同科室患者下呼吸道医院感染经济损失情况(元)

Table 4 Comparison of economic loss of LRT HAI in patients in different departments (Yuan)

项目	病例组		对照组		M 差值	Z	P
	M	QR	M	QR			
内科系统(n=32)	23 760.0	82 620.5	5 189.0	3 304.0	18 571.0	-3.66	<0.001
外科系统(n=52)	67 178.5	33 409.0	29 786.5	14 533.0	37 392.0	-5.17	<0.001
ICU(n=16)	72 489.5	62 573.5	37 113.5	33 770.8	35 376.0	-1.89	0.059

2.5 增加主要费用项目比较 病例组和对照组比较,每例下呼吸道感染患者增加的平均抗菌药物费用、病原学检查费用、炎症指标检测费用、影像学检查费用分别为 2 962.0、180.0、444.0、1 288.5 元,两

组比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.001$ );而病例组与对照组其他治疗费用的中位数分别为 2 171.5、1 757.5 元,两组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 5。

表 5 两组患者增加的主要费用项目比较(元)

Table 5 Comparison of the main increased expense items between two groups of patients (Yuan)

费用类别	病例组		对照组		M 差值	Z	P
	M	QR	M	QR			
抗菌药物费用	3 205.5	4 747.5	243.5	1 985.5	2 962.0	-5.235	<0.001
病原学检查费用	180.0	200.0	0.0	90.0	180.0	-7.154	<0.001
炎症指标检测费用	557.0	1 214.8	113.0	390.0	444.0	-4.819	<0.001
影像学检查费用	2 807.0	3 361.0	1 518.5	2 085.8	1 288.5	-3.441	<0.001
其他治疗费用	2 171.5	2 336.3	1 757.5	3 444.0	414.0	-0.772	0.440

### 3 讨论

医院感染不仅给患者带来身心痛苦,也加重患者经济负担<sup>[4]</sup>。本研究显示,病例组患者产生的医疗费用中,总费用为 64 858.5 元,对照组患者总费用为 26 728.0 元,平均每例下呼吸道感染病例经济损失为 38 130.5 元,高于相关研究<sup>[5-7]</sup>报道的 7 965、22 980.01、8 572.16 元/例,与张小螺等<sup>[8]</sup>报道的 42 494.6 元/例相近。这可能与纳入研究的患者疾病严重程度、地区经济发展水平等不同有关。本研究显示,内科系统、外科系统每例患者由下呼吸道感染造成的平均经济损失分别为 18 571、37 392 元,两组比较差异有统计学意义;而 ICU 每例患者由下呼吸道感染造成的平均经济损失为 35 376 元,两组比较差异无统计学意义,可能与本研究纳入的 ICU 患者数量有限有关。

国内外多项研究<sup>[9-13]</sup>显示,医院感染患者医疗费用增加以药费、诊疗费、化验费等为主。本研究在下呼吸道感染增加的医疗费用中,除手术费用外,其他各项费用病例组均高于对照组。病例组增加最多的为药费,其次为其他(材料)费、诊疗费、护理费、化验费等,其中增加的抗菌药物费用、病原学检查费用、炎症指标检测费用、影像学检查费用比较,差异有统计学意义。分析原因可能是发生下呼吸道感染后病情加重,需要抗菌药物治疗、病原学送检、其他耗材使用等一系列感染治疗与相关感染控制措施落实有关。

国外研究<sup>[14]</sup>报道,医院感染大大延长患者平均住院日。本研究显示,2018 年 5 月 1 日—2020 年 5 月 31 日下呼吸道感染病例组平均住院日为 29.3 d,对照组平均住院日为 14.9 d,平均住院日延长 14.4 d,与刘宏等<sup>[15]</sup>报道的 13 d、张小螺等<sup>[8]</sup>报道的 12 d 接近,与国内外报道<sup>[16-17]</sup>基本一致。患者住院日数的增

加,不仅降低了医院病床周转率,占用紧张、有限的医疗资源<sup>[7]</sup>,更降低了医院的社会效益和经济效益<sup>[18]</sup>。

综上所述,医院感染不仅延长患者平均住院日,增加患者住院费用,同时也降低病床周转率导致医院经济收益受损<sup>[19]</sup>。下呼吸道医院感染给患者及医院造成的直接经济负担比较严重。本研究中病例组住院总费用、日均住院费用、住院日数与对照组比较,差异均有统计学意义,且药费、其他(材料)费、诊疗费等增加较为突出,医院应将药费、其他(材料)费、诊疗费等作为控制直接医疗成本的重要切入点。医院应加强医院感染的主动监测与连续监控,做到主动筛查,对疑似下呼吸道感染病例及时预警,尽早抗感染药物使用前送检标本进行药敏试验,做到规范、合理地使用抗菌药物,缩短患者住院日数。同时,医务人员应根据本研究结果估算下呼吸道医院感染造成的经济损失比例,及时进行患者感染风险评估,提早干预,将感染预防的关口前移,以降低感染率,节约医疗成本。然而,本研究还存在一定的局限性,完整的医院感染经济负担除直接医疗费用,还有直接非医疗费用如患者本人及家属的误工费或护工、保洁等人员的工资,以及其他无形的经济负担等,由于回顾性调查的局限性,本研究仅对下呼吸道医院感染造成的直接经济损失中的直接医疗费用体现出的经济负担进行评估,实际由下呼吸道感染造成的其他直接经济损失更高。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参 考 文 献]

[1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 医院感染暴发控制指南: WS/T 524—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.  
State Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Guideline of control of healthcare associated infection outbreak: WS/T 524 - 2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.

[2] 向珮莹, 莫泽均, 王艳, 等. 神经外科清洁手术患者医院感染的经济损失[J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(5): 423 - 426.  
Xiang PY, Mo ZX, Wang Y, et al. Economic loss due to healthcare-associated infection in patients undergoing clean neurosurgical operation[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2018, 17(5): 423 - 426.

[3] 贾会学, 侯铁英, 李卫光, 等. 中国 68 所综合医院医院感染的经济损失研究[J]. 中国感染控制杂志, 2016, 15(9): 637

- 641.  
Jia HX, Hou TY, Li WG, et al. Economic loss due to healthcare-associated infection in 68 general hospitals in China[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2016, 15(9): 637 - 641.

[4] Titsworth WL, Hester J, Correia T, et al. Reduction of catheter-associated urinary tract infections among patients in a neurological intensive care unit: a single institution's success[J]. J Neurosurg, 2012, 116(4): 911 - 920.

[5] 赵洪海, 刘云平, 赵琦, 等. 急性脑血管病并发医院感染经济损失的病例对照[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(14): 3548 - 3550.  
Zhao HH, Liu YP, Zhao Q, et al. A case-control study on economic loss of acute cerebrovascular disease complicated with nosocomial infection [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2019, 39(14): 3548 - 3550.

[6] 胡世芸, 吴婧皎, 杨雪松, 等. 肝衰竭医院感染直接经济损失研究[J]. 中国感染控制杂志, 2019, 18(9): 859 - 862.  
Hu SY, Wu JJ, Yang XS, et al. Direct economic cost of liver failure-related healthcare-associated infection [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2019, 18(9): 859 - 862.

[7] 戚本松, 范艳存. 内蒙古某综合医院住院患者医院感染直接经济损失研究[J]. 中国卫生资源, 2018, 21(3): 232 - 234.  
Xian BS, Fan YC. Study on direct economic loss of nosocomial infection among inpatients in a general hospital of Inner Mongolia[J]. Chinese Health Resources, 2018, 21(3): 232 - 234.

[8] 张小螺, 傅建国, 秦芹. 脑卒中术后医院感染肺炎的直接经济损失研究[J]. 现代医用影像学, 2019, 28(12): 2747 - 2749.  
Zhang XL, Fu JG, Qin Q. Study on direct economic loss of nosocomial pneumonia after stroke[J]. Modern Medical Imaging, 2019, 28(12): 2747 - 2749.

[9] 王娟. 重症医学科下呼吸道医院感染直接经济损失病例比较分析[J]. 现代诊断与治疗, 2021, 32(4): 635 - 637.  
Wang J. Comparative analysis of direct economic loss cases of lower respiratory tract nosocomial infection in intensive care department[J]. Modern Diagnosis & Treatment, 2021, 32(4): 635 - 637.

[10] 钟晓, 肖丽华, 吴庆飞, 等. 基于倾向性评分匹配及广义线性模型的医院感染经济损失研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(1): 130 - 134.  
Zhong X, Xiao LH, Wu QF, et al. Research of economic loss due to nosocomial infection based on propensity score matching and generalized linear model[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2020, 30(1): 130 - 134.

[11] Puchter L, Chaberny IF, Schwab F, et al. Economic burden of nosocomial infections caused by vancomycin-resistant *Enterococci*[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2018, 7: 1.

[12] Moses S. Charlson comorbidity index[EB/OL]. (2016 - 04 - 16)[2020 - 10 - 27]. <https://fpnotebook.com/prevent/Exam/ChrlsnCmrbdyIndx.htm>.

[13] 何艳华. 老年住院患者医院感染造成的医疗费用分析[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2019, 7(25): 183.  
He YH. Analysis of medical expenses caused by nosocomial

infection in elderly inpatients[J]. Cardiovascular Disease Electronic Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2019, 7(25): 183.

- [14] Vrijens F, Hulstaert F, Van de Sande S, et al. Hospital-acquired, laboratory-confirmed bloodstream infections: linking national surveillance data to clinical and financial hospital data to estimate increased length of stay and healthcare costs[J]. J Hosp Infect, 2010, 75(3): 158 - 162.
- [15] 刘宏, 贺凤义, 马永辉, 等. 神经外科手术部位感染的经济损失[J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(7): 619 - 622.
- Liu H, He FY, Ma YH, et al. Economic loss due to surgical site infection in neurosurgery department[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2018, 17(7): 619 - 622.
- [16] 王桂明, 张开刚, 李学军, 等. 神经外科患者手术部位感染的直接经济损失评价[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(11): 2542 - 2544.
- Wang GM, Zhang KG, Li XJ, et al. Evaluation of direct economic losses due to surgical site infections in patients of neurosurgery department[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2015, 25(11): 2542 - 2544.
- [17] Zhou J, Ma XJ. Cost-benefit analysis of craniocerebral surgical site infection control in tertiary hospitals in China[J]. J Infect Dev Ctries, 2015, 9(2): 182 - 189.
- [18] De Angelis G, Murthy A, Beyersmann J, et al. Estimating

the impact of healthcare-associated infections on length of stay and costs[J]. Clin Microbiol Infect, 2010, 16(12): 1729 - 1735.

- [19] 赵瑶, 乔美珍, 陈凯, 等. 预防颅脑手术患者术后颅内感染的成本效益分析[J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(5): 427 - 431.
- Zhao Y, Qiao MZ, Chen K, et al. Cost-benefit analysis on prevention of intracranial infection in patients after craniocerebral operation[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2018, 17(5): 427 - 431.

(本文编辑:陈玉华)

**本文引用格式:**付应敏, 黄继峥, 周彩凤, 等. 某三级综合性医院下呼吸道医院感染直接经济损失研究[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(2): 153 - 158. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20221976.

**Cite this article as:** FU Ying-min, HUANG Ji-zheng, ZHOU Cai-feng, et al. Direct economic loss of lower respiratory tract health-care-associated infection in a tertiary general hospital[J]. Chin J Infect Control, 2022, 21(2): 153 - 158. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20221976.