

2015—2023年苏州市学生肺结核时空分布特征

崔彩岩, 蒋骏, 王斐娴, 傅颖, 张晓龙

苏州市疾病预防控制中心, 江苏 苏州 215100

摘要: **目的** 分析2015—2023年江苏省苏州市学生肺结核时空分布特征, 为学校肺结核防控工作提供参考。**方法** 通过中国疾病预防控制中心信息系统和苏州市学校肺结核调查处置情况报表收集2015—2023年苏州市学生肺结核病例资料, 采用季节指数(SI)法分析学生肺结核的季节特征, 采用空间自相关和回顾性时空重排扫描分析学生肺结核时空聚集特征。**结果** 2015—2023年苏州市报告学生肺结核病例1 374例, 每月均有病例报告, 其中4—5月、7月、9—11月SI分别为100.69%、124.38%、108.98%、135.04%、106.61%和106.61%, 表示学生肺结核流行。空间自相关分析结果显示, 2019—2020年苏州市学生肺结核具有空间相关性(Moran's I 值为0.053和0.089, 均 $P<0.05$); 2015—2023年每年均存在高-高聚集区, 主要集中在横塘街道和狮山街道。回顾性时空重排扫描分析结果显示, I类聚集区1个, 为横塘街道, 聚集时间为2017年; II类聚集区有6个, 覆盖25个乡镇(街道)。**结论** 2015—2023年苏州市学生肺结核病例主要集中在夏秋季, 横塘街道和狮山街道为高发地区。

关键词: 肺结核; 学生; 季节指数; 时空分布

中图分类号: R521; R181.3

文献标识码: A

文章编号: 2096-5087(2025)01-0077-05

Spatio-temporal distribution of pulmonary tuberculosis among students in Suzhou City from 2015 to 2023

CUI Caiyan, JIANG Jun, WANG Feixian, FU Ying, ZHANG Xiaolong

Suzhou Center for Disease Control and Prevention, Suzhou, Jiangsu 215100, China

Abstract: Objective To analyze the spatio-temporal distribution of pulmonary tuberculosis (PTB) among students in Suzhou City, Jiangsu Province from 2015 to 2023, so as to provide the evidence for the prevention and control of PTB in schools. **Methods** Data of PTB cases among students in Suzhou City from 2015 to 2023 were collected from Chinese Disease Prevention and Control Information System and Suzhou Report of Investigation and Disposal of Tuberculosis in Schools. The seasonal incidence of PTB among students was analyzed using seasonal index (SI). The spatio-temporal clustering characteristics of PTB among students were analyzed using spatial autocorrelation and retrospective spatio-temporal permutation scanning. **Results** Totally 1 374 PTB cases among students were reported in Suzhou City from 2015 to 2023. PTB cases were reported in each month, and the SIs were 100.69%, 124.38%, 108.98%, 135.04%, 106.61% and 106.61% in April, May, July, September, October and November, respectively, indicating the prevalence of PTB among students. Spatial autocorrelation analysis showed there was a positive spatial correlation of PTB among students in 2019 and 2020 (Moran's $I=0.053$ and 0.089 , both $P<0.05$). From 2015 to 2023, there were high-high clustering sites mainly in Hengtang Street and Shishan Street. Retrospective spatio-temporal permutation scanning showed a primary cluster in Hengtang Street, with aggregation time in 2017, and 6 secondary clusters covering 25 towns (streets). **Conclusion** From 2015 to 2023, the PTB cases among students in Suzhou City were mainly concentrated in summer and autumn, and were predominantly clustered in Hengtang Street and Shishan Street.

Keywords: pulmonary tuberculosis; student; seasonal index; spatio-temporal distribution

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2025.01.017

基金项目: 苏州市重大疾病、传染病预防和控制关键技术项目(GWZX202001); 苏州市卫生青年骨干人才“全国导师制”培训项目(QNGG2022031)

作者简介: 崔彩岩, 硕士, 副主任医师, 主要从事结核病防控工作

通信作者: 张晓龙, E-mail: 250092706@qq.com

肺结核是由结核分枝杆菌引起的呼吸道传染病,容易在封闭、人群密集的环境中传播和扩散^[1]。近年来我国肺结核报告发病率逐年下降,但学生肺结核病例比例却逐年上升,且聚集性疫情时有发生^[2]。肺结核的发生不仅受到病原体特征的影响,还与社会经济和自然环境等因素密切相关,其分布呈现一定的聚集性和异质性^[3]。以往对学生肺结核的流行病学研究大多聚焦于较大地理尺度^[4-5],本研究分析2015—2023年江苏省苏州市学生肺结核时空分布特征,为学校肺结核防控工作提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源

2015—2023年苏州市学生肺结核病例资料来源于中国疾病预防控制中心信息系统和苏州市学校肺结核调查处置情况报表,收集病例诊断时所在学校地址。经纬度坐标来源于百度地图拾取坐标系统(<https://api.map.baidu.com/lbsapi/getpoint>)。苏州市矢量地图来源于国家基础地理信息中心。

1.2 方法

1.2.1 季节性分析

采用季节指数(seasonal index, SI)法分析学生肺结核季节特征^[6]。通过SI反映疾病12个月的发病规律,SI(%)=(各年同月平均发病数/各年月均发病数)×100%,>100%表示疾病流行。

1.2.2 空间聚集性分析

采用空间自相关分析学生肺结核空间聚集性^[7],包括全局空间自相关和局部空间自相关分析,通过Moran's *I*值评价空间聚集情况,采用蒙特卡洛模拟方法检验其显著性。Moran's *I*值介于-1~1之间,>0为正相关,越接近1表示分布越聚集;<0为负相关,越接近-1表示分布越离散。

1.2.3 时空聚集性分析

采用回顾性时空重排扫描分析学生肺结核发病聚集程度^[8]。以乡镇(街道)为空间单位,以年为时间单位进行回顾性时空重排扫描。回顾性时空重排扫描在建模过程中不需要人口数据,扫描的原理为建立动态的圆柱体扫描窗口,窗口的底面积(一定的地理区域)和高(一定的时间长度)是动态变化的,根据单位发病数计算圆柱体内预期发病数,采用泊松广义似然函数衡量圆柱体发病数是否异常,采用蒙特卡洛模拟产生模拟数据集计算*P*值。扫描统计量最大的窗口为I类聚集区,其他有统计学意义的窗口为II类聚集区。

1.3 统计分析

采用SPSS 19.0软件整理数据和统计分析。定性资料采用相对数描述。采用ArcGIS 10.8软件进行空间自相关分析。采用SaTScan 10.0.2软件进行回顾性时空重排扫描分析。以*P*<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2015—2023年苏州市学生肺结核发病概况

2015—2023年苏州市累计报告学生肺结核1374例,占全人群肺结核病例总数的4.86%(1374/28247)。2015—2019年苏州市报告学生肺结核病例逐年上升,由2015年的105例升至2019年的206例,年均增长率为18.35%;2019年后报告病例数逐年下降,2022年降至91例,年均递减率为23.84%;2023年再次升至119例。

2.2 季节特征

2015—2023年苏州市每月均有学生肺结核病例报告,其中4—5月、7月、9—11月的SI>100%,分别为100.69%、124.38%、108.98%、135.04%、106.61%和106.61%,表示学生肺结核流行。见图1。

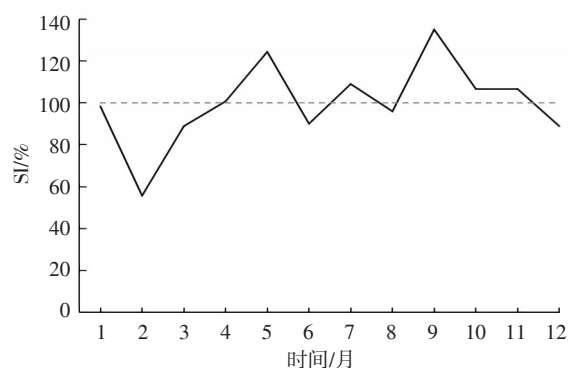


图1 2015—2023年苏州市学生肺结核季节分布

Figure 1 Seasonal distribution of pulmonary tuberculosis among students in Suzhou City from 2015 to 2023

2.3 空间聚集性

全局空间自相关分析结果显示,2019—2020年苏州市学生肺结核存在空间聚集性,Moran's *I*值分别为0.053($Z=2.118$, $P=0.034$)和0.089($Z=3.148$, $P=0.002$)。局部空间自相关分析结果显示,2015—2023年苏州市学生肺结核每年均存在高-高聚集区,高-高聚集区多分布在吴中区、高新区和姑苏区,以横塘街道、狮山街道、木渎镇及周边乡镇(街道)为主,其中横塘街道和狮山街道有7年为高-高聚集区,木渎镇有5年为高-高聚集区,

胥口镇有4年为高-高聚集区，金阊街道有3年为高-高聚集区。见表1。

2.4 时空聚集性

回顾性时空重排扫描分析结果显示，2015—2023

年苏州市学生肺结核存在7个可能的时空聚集区，共涉及乡镇（街道）26个。I类聚集区1个，为横塘街道，聚集时间为2017年；II类聚集区6个，覆盖25个乡镇（街道）。见表2。

表1 2015—2023年苏州市学生肺结核局部空间自相关分析结果

Table 1 Local spatial association of pulmonary tuberculosis among students in Suzhou City from 2015 to 2023

| 年份 | 高-高聚集区 | 高-低聚集区 | 低-高聚集区 | 低-低聚集区 |
|------|---|--------------|---|-----------------------------|
| 2015 | 横塘街道、白洋湾街道 | 梅李镇、莫城街道、杨舍镇 | 金阊街道、苏锦街道、枫桥街道、城南街道、郭巷街道、太湖街道、木渎镇、胜浦街道 | 常福街道、尚湖镇、沙溪镇 |
| 2016 | 狮山街道、横塘街道、胥口镇、太湖街道 | — | 横泾街道、香山街道 | 北桥街道 |
| 2017 | 狮山街道、横塘街道、木渎镇、城南街道、越溪街道、太湖街道、虎丘街道、金阊街道、平江街道、胥口镇、陆家镇 | 东南街道 | 白洋湾街道、沧浪街道、苏锦街道、吴门桥街道、枫桥街道、周市镇、城厢镇、江陵街道、郭巷街道、横泾街道、长桥街道、香山街道 | 碧溪街道、常福街道、董浜镇、海虞镇、莫城街道、虞山街道 |
| 2018 | 狮山街道、木渎镇、平江街道、胥口镇、金阊街道 | 杨舍镇 | 白洋湾街道、沧浪街道、苏锦街道、吴门桥街道、枫桥街道、郭巷街道、长桥街道、太湖街道、横塘街道、胜浦街道 | 碧溪街道、璜泾镇、沙溪镇、北桥街道 |
| 2019 | 横塘街道 | 杨舍镇 | 吴门桥街道、枫桥街道、胥口镇、太湖街道、木渎镇 | 碧溪街道、沙溪镇 |
| 2020 | 狮山街道、横塘街道、木渎镇、越溪街道 | 杨舍镇 | 沧浪街道、吴门桥街道、枫桥街道、张浦镇、城南街道、郭巷街道、甬直镇、胥口镇、长桥街道、太湖街道、胜浦街道、金鸡湖街道、娄葑街道 | 碧溪街道 |
| 2021 | 狮山街道、横塘街道、木渎镇、平江街道、双塔街道、枫桥街道、浒墅关镇、陆家镇、唯亭街道 | 杨舍镇 | 白洋湾街道、沧浪街道、金阊街道、苏锦街道、吴门桥街道、张浦镇、城南街道、郭巷街道、胥口镇、黄桥街道、澄阳街道、胜浦街道、金鸡湖街道、娄葑街道 | 碧溪街道、支塘镇、浮桥镇、沙溪镇 |
| 2022 | 狮山街道 | 杨舍镇 | 白洋湾街道、沧浪街道、金阊街道、苏锦街道、枫桥街道 | — |
| 2023 | 狮山街道、横塘街道、木渎镇、金阊街道、胥口镇 | 杨舍镇、琴川街道 | 白洋湾街道、沧浪街道、平江街道、苏锦街道、吴门桥街道、枫桥街道、张浦镇、城南街道、郭巷街道、甬直镇、长桥街道、太湖街道、香山街道、胜浦街道、金鸡湖街道 | 海虞镇、虞山街道、盛泽镇、震泽镇 |

表2 2015—2023年苏州市学生肺结核回顾性时空重排扫描分析结果

Table 2 Retrospective spatio-temporal permutation scanning of pulmonary tuberculosis among students in Suzhou City from 2015 to 2023

| 聚集类型 | 聚集乡镇（街道） | 聚集时间 | 发病数 | 预期发病数 | 统计量 | P值 |
|------|---------------------------------------|------------|-----|-------|--------|--------|
| I类 | 横塘街道 | 2017年 | 25 | 7.07 | 13.761 | <0.001 |
| II类 | 虎丘街道 | 2015年 | 21 | 5.83 | 11.817 | <0.001 |
| | 狮山街道、枫桥街道 | 2018—2019年 | 71 | 40.13 | 9.996 | 0.001 |
| | 碧溪街道、璜泾镇、浮桥镇、沙溪镇 | 2015年 | 7 | 0.76 | 9.336 | 0.001 |
| | 平望镇、盛泽镇 | 2022—2023年 | 12 | 2.58 | 9.073 | 0.002 |
| | 淀山湖镇、锦溪镇、千灯镇、张浦镇、周庄镇、黎里镇、同里镇、甬直镇、斜塘街道 | 2017年 | 40 | 20.33 | 7.545 | 0.014 |
| | 莫城街道、尚湖镇、辛庄镇、虞山街道、北桥街道、渭塘镇、漕湖街道 | 2022—2023年 | 11 | 2.88 | 6.648 | 0.046 |

3 讨论

2015—2023年苏州市共报告学生肺结核病例1 374例，占全人群肺结核病例总数的4.86%，低于

全国水平（5.44%）^[9]。2015—2019年苏州市学生肺结核病例数逐年上升，可能与2017年《学校结核病防控工作规范（2017版）》^[10]出台，将学校单个肺结核病例预警纳入国家自动预警系统，加大了主动

筛查和监测力度有关。2019—2022年苏州市学生肺结核病例数逐年下降,可能因为新生入学肺结核筛查工作的有效开展,家长和学生对预防性治疗肺结核重要性认识的转变^[11]。此外,可能与新型冠状病毒感染疫情防控期间采取的非药物干预措施有关^[12]。随着防控措施的调整,学校复课增加密切接触机会,2023年苏州市学生肺结核病例增加,提示苏州市学生肺结核疫情防控形势依然严峻,需持续关注并加强防控。

2015—2023年苏州市每月均有学生肺结核病例报告,其中4—5月、7月和9—11月学生肺结核流行,与长沙市^[13]和北京市大兴区^[14]的研究结果一致。4—5月学生肺结核病例数较多可能与毕业生体检发现大量病例有关;7月和9月病例数较多可能与征兵体检和新生入学体检进行肺结核筛查有关^[15]。10—11月学生肺结核流行可能因为部分学校开展新生入学体检工作较晚,导致学生肺结核病例发现延误,增加了肺结核疫情在学生中的传播风险。

2015—2023年苏州市学生肺结核存在空间聚集性。高-高聚集区主要集中在横塘街道、狮山街道、木渎镇和金阊街道等地区,进一步回顾性时空重排扫描分析结果显示横塘街道和狮山街道是学生肺结核的高发地区。可能与这些街道为苏州市老城区,高中、职业技术学校及高等院校分布相对集中有关^[16]。高中生处于肺结核高发年龄段,学习压力较大导致免疫力降低,肺结核的发病风险升高;职业技术学校可能存在肺结核防控措施落实不到位的情况,学生有熬夜、吸烟等不良生活方式,增加肺结核的发病风险^[17]。2018—2019年狮山街道和枫桥街道是学生肺结核聚集区,可能与该地区校区扩建,招生人数增加,但学校肺结核防控措施不完善有关^[18]。学生肺结核时空聚集性提示在制定学生肺结核防控措施时,需关注高发季节和地区的疫情动态。

综上所述,本研究采用空间自相关分析苏州市学生肺结核的聚集情况,在乡镇(街道)学生总数无法获取时采用回顾性时空重排扫描统计量探索聚集区和高发时间,对于明确高危人群和地区,及时采取防控措施具有重要意义。为减少苏州市学生肺结核疫情发生,应将Ⅰ类和Ⅱ类聚集区作为重点地区,规范新生入学肺结核筛查工作,强化病例管理,开展密切接触者筛查及预防性服药等工作,防止肺结核疫情在学校扩散和蔓延。

参考文献

- [1] BAO H D, LIU K, WU Z K, et al. Tuberculosis outbreaks among students in mainland China: a systematic review and meta-analysis [J/OL]. BMC Infect Dis, 2019, 19 (1) [2024-12-09]. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4573-3>.
- [2] 陈卉, 张灿有, 张慧, 等. 2004—2021年全国学校肺结核疫情分析 [J]. 中国防痨杂志, 2022, 44 (8): 768-776.
CHEN H, ZHANG C Y, ZHANG H, et al. Analysis on the epidemic situation of pulmonary tuberculosis in schools in China from 2004 to 2021 [J]. Chin J Antituberc, 2022, 44 (8): 768-776. (in Chinese)
- [3] 吴惠忠, 周芳静, 邹霞, 等. 2013—2017年广东省徐阳肺结核时空分布特征 [J]. 中国防痨杂志, 2019, 41 (12): 1283-1288.
WU H Z, ZHOU F J, ZOU X, et al. Spatiotemporal characteristics on smear-positive pulmonary tuberculosis during 2013-2017 in Guangdong, China [J]. Chin J Antituberc, 2019, 41 (12): 1283-1288. (in Chinese)
- [4] 廖龙, 陈慧娟, 方世林, 等. 贵州省 2011—2020年学生肺结核流行特征及其时空变化分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2023, 44 (6): 966-973.
LIAO L, CHEN H J, FANG S L, et al. Epidemiological characteristics and spatio-temporal distribution of pulmonary tuberculosis cases reported in students from Guizhou Province, 2011-2020 [J]. Chin J Epidemiol, 2023, 44 (6): 966-973. (in Chinese)
- [5] 王铂, 何爱伟, 赵剑喜, 等. 甘肃省 2018—2022年高中生肺结核时空流行状况 [J]. 中国学校卫生, 2023, 44 (12): 1889-1893.
WANG B, HE A W, ZHAO J X, et al. Spatial-temporal feature of tuberculosis among high school students in Gansu Province from 2018 to 2022 [J]. Chin J Sch Health, 2023, 44 (12): 1889-1893. (in Chinese)
- [6] 刘天, 黄继贵, 姚梦雷, 等. 发病季节性分析的7种常用方法比较 [J]. 预防医学, 2019, 31 (2): 187-190, 195.
LIU T, HUANG J G, YAO M L, et al. Comparison of 7 commonly methods for seasonal analysis of disease incidence [J]. China Prev Med J, 2019, 31 (2): 187-190, 195. (in Chinese)
- [7] 邓特, 黄勇, 顾菁, 等. 空间分析中空间自相关性的诊断 [J]. 中国卫生统计, 2013, 30 (3): 343-346.
DENG T, HUANG Y, GU J, et al. Diagnosis of spatial autocorrelation in spatial analysis [J]. Chin J Health Stat, 2013, 30 (3): 343-346. (in Chinese)
- [8] 李秀央, 陈坤. 扫描统计量的理论及其在空间流行病学中的应用 [J]. 中华流行病学杂志, 2008, 29 (8): 828-831.
LI X Y, CHEN K. Scan statistic theory and its application in spatial epidemiology [J]. Chin J Epidemiol, 2008, 29 (8): 828-831. (in Chinese)
- [9] 宋媛媛, 李涛, 夏辉, 等. 1997—2023年全国肺结核报告发病流行病学特征 [J]. 中国防痨杂志, 2024, 46 (10): 1198-1208.
SONG Y Y, LI T, XIA H, et al. Analysis of the epidemiological characteristics of national reported pulmonary tuberculosis incidence, 1997-2023 [J]. Chin J Antituberc, 2024, 46 (10): 1198-1208. (in Chinese)
- [10] 中华人民共和国教育部. 关于印发学校结核病防控工作规范

- (2017版)的通知 [EB/OL]. [2024-12-09]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/moe_943/s3285/201707/t20170727_310182.html.
- [11] 崔彩岩, 蒋骏, 张晓龙, 等. 2015—2022年苏州市学生肺结核病疫情变化趋势 [J]. 江苏预防医学, 2023, 34 (3): 278-280.
CUI C Y, JIANG J, ZHANG X L, et al. Trends in incidence of pulmonary tuberculosis among students in Suzhou City from 2015 to 2022 [J]. *Jiangsu J Prev Med*, 2023, 34 (3): 278-280. (in Chinese)
- [12] FLEISHER L A, SCHREIBER M, CARDO D, et al. Health care safety during the pandemic and beyond: building a system that ensures resilience [J]. *N Engl J Med*, 2022, 386 (7): 609-611.
- [13] 宋丽新, 熊姿, 王孝君, 等. 2013—2022年长沙市中小学生肺结核流行特征分析 [J]. 热带病与寄生虫学, 2023, 21 (2): 98-101.
SONG L X, XIONG Z, WNAG X J, et al. Analysis on the epidemiological characteristics of pulmonary tuberculosis among primary and secondary school students in Changsha City from 2013 to 2022 [J]. *J Trop Dis Parasitol*, 2023, 21 (2): 98-101. (in Chinese)
- [14] 崔虹艳, 侯文俊, 田飞飞, 等. 2016—2021年北京市大兴区学校肺结核疫情的流行病学特征 [J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22 (7): 782-787.
CUI H Y, HOU W J, TIAN F F, et al. Epidemiological characteristics of pulmonary tuberculosis epidemic in schools in Daxing District, Beijing, 2016-2021 [J]. *Chin J Infect Control*, 2023, 22 (7): 782-787. (in Chinese)
- [15] 张琳, 杜昕, 马煜, 等. 2016—2021年陕西省肺结核流行特征分析 [J]. 预防医学, 2024, 36 (8): 706-709.
ZHANG L, DU X, MA Y, et al. Epidemiological characteristics of pulmonary tuberculosis in Shaanxi Province from 2016 to 2021 [J]. *China Prev Med J*, 2024, 36 (8): 706-709. (in Chinese)
- [16] 张晓龙, 王斐娴, 傅颖, 等. 2015—2017年苏州市学校结核病聚集性疫情调查 [J]. 现代预防医学, 2019, 46 (14): 2634-2637.
ZHANG X L, WANG F X, FU Y, et al. Epidemic analysis of school tuberculosis outbreak in Suzhou City between 2015 and 2017 [J]. *Mod Prev Med*, 2019, 46 (14): 2634-2637. (in Chinese)
- [17] 成君, 赵雁林. 学校结核病防控工作中的问题与对策 [J]. 中国学校卫生, 2021, 42 (12): 1761-1764, 1767.
CHENG J, ZHAO Y L. Problem and solution for tuberculosis prevention and control in schools [J]. *Chin J Sch Health*, 2021, 42 (12): 1761-1764, 1767. (in Chinese)
- [18] 朱干霖, 徐青, 郭锋, 等. 2019—2022年苏州市高新区学校结核病流行病学特征分析及基于ARIMA模型的趋势预测 [J]. 职业与健康, 2024, 40 (13): 1810-1814.
ZHU G L, XU Q, GUO F, et al. Analysis on epidemiological characteristics of tuberculosis in schools and trend prediction based on ARIMA model in Suzhou High-tech District from 2019 to 2022 [J]. *Occup and Health*, 2024, 40 (13): 1810-1814. (in Chinese)
- 收稿日期: 2024-08-14 修回日期: 2024-12-09 本文编辑: 古兰芳

(上接第76页)

- es energy balance and the gut microbiota in C57BL/6J mice [J/OL]. *PLoS One*, 2014, 9 (2) [2024-12-14]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088904>.
- [11] PATAKY Z, GENTON L, SPAHR L, et al. Impact of hypocaloric hyperproteic diet on gut microbiota in overweight or obese patients with nonalcoholic fatty liver disease: a pilot study [J]. *Dig Dis Sci*, 2016, 61 (9): 2721-2731.
- [12] HOLM J B, RØNNEVIK A, TASTESEN H S, et al. Diet-induced obesity, energy metabolism and gut microbiota in C57BL/6J mice fed Western diets based on lean seafood or lean meat mixtures [J]. *J Nutr Biochem*, 2016, 31: 127-136.
- [13] O'KEEFE S J D. Diet, microorganisms and their metabolites, and colon cancer [J]. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2016, 13 (12): 691-706.
- [14] LARKE J A, BACALZO N, CASTILLO J J, et al. Dietary intake of monosaccharides from foods is associated with characteristics of the gut microbiota and gastrointestinal inflammation in healthy US adults [J]. *J Nutr*, 2023, 153 (1): 106-119.
- [15] PALMNÄS-BÉDARD M S A, COSTABILE G, VETRANI C, et al. The human gut microbiota and glucose metabolism: a scoping review of key bacteria and the potential role of SCFAs [J]. *Am J Clin Nutr*, 2022, 116 (4): 862-874.
- [16] WAN L T, LI L, ZHANG X, et al. Effects of palm olein and palm stearin on cecal and fecal microbiota of C57BL/6J mice under low and high fat intakes [J/OL]. *Food Chem*, 2023, 404 [2024-12-14]. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134693>.
- [17] RABIEI S, HEKMATDOOST A. New therapeutic agents to treat obesity and its related disorders: prebiotic, probiotic and synbiotic supplementation [J]. *Int J Food Sci Nutr*, 2019, 6 (1): 43-53.
- [18] LI D, LI Y J, YANG S J, et al. Diet-gut microbiota-epigenetics in metabolic diseases: from mechanisms to therapeutics [J/OL]. *Biomed Pharmacother*, 2022, 153 [2024-12-14]. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113290>.
- 收稿日期: 2024-06-04 修回日期: 2024-12-14 本文编辑: 高碧玲