

DOI: 10.3969/j.issn.1672-9463.2026.02.015

北京市丰台区 65 岁以上老年人肌少症现状及影响因素分析

林庆¹ 李文佳² 段佳丽³ 于博³ 梁思雨⁴ 李怡然⁴ 周薇⁵ 赵敬敬⁶ 高一歌⁶ 胡浩杰⁶
李洁⁶ 喻颖杰^{3,7}

【摘要】目的 调查北京市丰台区 65 岁以上老年人肌少症现状, 并分析其影响因素。**方法** 使用方便抽样在丰台区 21 家社区中每个社区均抽取 100 名 65 岁及以上老年人, 联合肌少症五项评分 (SARC-F) 量表和肌少症五项评分联合小腿围 (SARC-CalF) 量表对老年人进行筛查, 使用调查问卷收集老年人饮食习惯、活动情况等方面的信息。采用二元 Logistic 回归分析各个因素与老年人肌少症之间的关系。**结果** 本研究共纳入 2 090 名老年人, 其中男性 896 人 (42.9%), 女性 1 194 人 (57.1%), 肌少症检出率为 21.8%。二元 Logistic 回归分析显示, 女性、高龄、独居、活动能力受限和牙齿全口/半口缺是肌少症的独立危险因素; 户外独立活动时间 ≥ 1 h/d 和文化程度在中学及以上是保护因素。**结论** 女性、高龄、独居、活动能力受限和牙齿状况不佳的老年人是肌少症的高危人群, 应加强对这些人群的早期筛查和干预。保持规律运动可能有助于预防肌少症的发生。

【关键词】 老年人 肌少症 影响因素

Analysis of the prevalence and influencing factors of sarcopenia in adults aged 65 years and older in Fengtai District, Beijing

Lin Qing¹, Li Wenjia², Duan Jiali³, Yu Bo³, Liang Siyu⁴, Li Yiran⁴, Zhou Wei⁵, Zhao Jingjing⁶, Gao Yige⁶, Hu Haojie⁶, Li Jie⁶, Yu Yingjie^{3,7}

¹Xincun Community Health Center, Fengtai District, Beijing 100071; ²Xingtai Xindu District Center for Disease Control and Prevention, Xingtai 054099; ³Institute of Nutrition and Food Hygiene, Beijing Center for Disease Prevention and Control, Beijing 100013; ⁴School of Public Health, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050017; ⁵Beijing Fengtai District Community Health Service Administration Center, Beijing 100071; ⁶Fengtai District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100070; ⁷School of Public Health, Capital Medical University, Beijing 100069

Corresponding author: Yu Yingjie, E-mail: 229381891@qq.com

【Abstract】Objective To survey the current status of sarcopenia in elderly people aged 65 and above in Fengtai District, Beijing, and analyze its influencing factors. **Methods** The convenient sampling was used to select 100 elderly people aged 65 and above from each of the 21 communities in Fengtai District. The participants were screened for sarcopenia using the sarcopenia five-item (SARC-F) scale and the SARC-F combined with calf circumference (SARC-CalF) scale. The survey questionnaire was used to collect information on the elderly individuals' dietary habits, activity status, and other aspects. Binary logistic regression was used to analyze the relationship between various factors and sarcopenia in elderly individuals. **Results** A total of 2 090 elderly individuals were included in this study, including 896 males (42.9%) and 1 194 females (57.1%).

作者单位: ¹北京市丰台区新村社区卫生服务管理中心, 北京 100071

²邢台市信都区疾病预防控制中心, 河北 邢台 054099

³北京市疾病预防控制中心营养与食品卫生所, 北京 100013

⁴河北医科大学公共卫生学院, 河北 石家庄 050017

⁵北京市丰台区社区卫生服务管理中心, 北京 100071

⁶北京市丰台区疾病预防控制中心, 北京 100070

⁷首都医科大学公共卫生学院, 北京 100069

通信作者: 喻颖杰, E-mail: 229381891@qq.com

The overall prevalence of sarcopenia was 21.8 %. Binary logistic regression showed that female, the elderly aged, living alone, limited mobility, and complete/partial edentulism were independent risk factors for sarcopenia. Conversely, outdoor independent activity time \geq 1 hour/day and educational level of middle school or above were protective factors. **Conclusion** Women, advanced-age elderly, those living alone, those with limited mobility, and those with poor dental conditions are high-risk groups for sarcopenia. Early screening and intervention should be strengthened for these populations. Maintaining regular exercise habits may help prevent the occurrence of sarcopenia.

【Key words】 Elderly individuals Sarcopenia Influencing factors

肌少症是一种与年龄相关的全身进行性骨骼肌疾病，其主要特征是骨骼肌质量和功能的下降^[1, 2]，该病不仅影响老年人的生活质量，还会导致骨折和过早死亡等不良结局的风险增加。目前，亚洲国家肌少症的整体患病率为 7.8 %~35.3 %^[3]。随着全球人口老龄化趋势的加剧，肌少症已经成为一个重大的公共卫生问题。近年来，有研究表明，肌少症的发生与衰老、遗传、激素、营养不良、生活方式、神经功能下降和促炎细胞因子水平关系密切^[4]。为了有效预防和控制肌少症，早期筛查和诊断显得尤为重要。通过筛查，可以及时发现肌少症的高危人群，并采取相应的干预措施，从而延缓或逆转骨骼肌质量的减少和功能的衰退。

目前，国内外普遍采用亚洲肌少症工作组 (AWGS) 推荐的诊断标准进行肌少症的诊断和筛查。筛查方法主要包括人体测量法、生物电阻抗分析 (BIA)、双能 X 线吸收法 (DXA)、磁共振成像 (MRI) 和计算机断层扫描 (CT) 等^[5, 6]。其中，DXA 被认为是评估骨骼肌质量的金标准，但因其设备昂贵、便携性差等限制了其在社区筛查中的应用^[7]。近年来，肌少症五项评分 (SARC-F) 量表因其简便易行、成本低廉的特点在社区筛查中得到广泛应用。研究显示，SARC-F 量表特异度较高 (84.03 %)，但灵敏度较低 (35.19 %)，而肌少症五项评分联合小腿围 (SARC-CalF) 量表则在 SARC-F 量表的基础上增加了小腿围围度的评分项，灵敏度增至 81.48 %^[8, 9]。为提高筛查效率，本研究结合了 SARC-F 量表和 SARC-CalF 量表进行筛查，二者之一为阳性便判定为阳性，显著提高了筛查的灵敏度。

本研究收集了北京市丰台区 65 岁以上社区老年人肌少症患病情况并探究肌少症的相关因素，为北京市老年人群肌少症防控工作提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选择北京市丰台区 2 090 名 65 岁及以上老年人作为研究对象。

1.2 方法

1.2.1 抽样方法 样本量估算： $n = [u^2 \times p \times (1-p)] / \delta^2 \times deff$ ，其中 $p=16\%$ ， $u=1.96$ ， $\delta=0.15p$ ， p 为中国社区老年人肌少症患病率^[10]。无效问卷和无应答率估计为 10.0 %，设计效应 $deff=2.0$ ，最终计算 $n=1 793$ 。丰台区所辖 21 家社区卫生服务中心全部参加此研究，在参加社区免费健康体检的 65 岁及以上无临床诊断认知障碍老年人中，以方便抽样的方式邀请其参加研究，性别基本均衡。每家社区调查 100 人，样本量达到 2 100 人，剔除身高、体质量、小腿围等异常值 10 人，有效样本 2 090 人（有效率 99.52 %），符合样本量估算要求。

1.2.2 纳入与排除标准 纳入标准：①年龄 \geq 65 周岁；②知情同意且自愿参与研究；③在社区居住时间 \geq 6 个月。排除标准：①存在严重认知功能障碍，无法理解和完成问卷；②近 3 个月内发生过严重疾病或手术；③存在严重的心、肝、肾功能不全等影响评估的疾病；④患有影响肌肉质量的疾病（如甲状腺功能亢进等）或长期使用影响肌肉代谢的药物（如糖皮质激素等）。

1.2.3 调查方法 SARC-F 量表简便易行，适合筛查；结合 SARC-CalF 量表可提高对肌肉功能的评估准确性，二者联合使用有助于全面评估老年人肌少症发病风险。使用 SARC-F 量表和 SARC-CalF 量表进行筛查，量表主要内容包括：肌肉力量、辅助行走、座椅起立、攀爬楼梯、跌倒次数、小腿围六个项目。此外，还通过问卷收集研究对象的一般情况（性别、年龄、是否独居）、健康指标（身高、体质量、体质量变化、牙齿状况、慢性病数量、服药情况、疲劳感）、饮食习惯、活动能力。小腿围由专业人员进行测量。测量方法：研

究对象坐于椅子上，双腿自然下垂，使用软尺从膝盖下方约 10 cm 处绕小腿一圈进行测量。本研究通过北京市疾病预防控制中心伦理审核（伦理号：2024023），所有调查对象均签署知情同意书。

1.2.4 判定标准 SARC-F 量表：包括肌肉力量、辅助行走、座椅起立、攀爬楼梯、跌倒次数 5 个条目，每个条目 0~2 分，总分 0~10 分，以 ≥ 4 分初筛为肌少症阳性。SARC-CalF 量表在 SARC-F 量表的基础上增加客观性指标小腿围，其中男性小腿围 >34 cm 记 0 分， ≤ 34 cm 计 10 分；女性小腿围 >33 cm 计 0 分， ≤ 33 cm 计 10 分。总分 0~20 分，总分 ≥ 11 分初筛为肌少症阳性。两种量表筛查结果其中一种为阳性则被判定为肌少症阳性。

1.2.5 质量控制

1.2.5.1 调查前准备 ①组建专业调查团队，包括社区医生和护士；②制定详细的调查手册和操作规程；③对调查人员进行统一培训，内容包括研究目的、调查方法、问卷填写、小腿围测量技术、数据录入等，考核合格后方可参与调查。

1.2.5.2 调查过程的质量控制 ①每个调查点配备 1 名质控员，负责现场监督和技术指导；②录入数据，由专人进行核查；③每天调查结束后检查问卷完整性，对缺失或可疑数据及时核实；④每周组织调查人员交流会，讨论调查中遇到的问题并统一处理方法。

1.2.5.3 数据质量控制 ①建立数据审核制度，包括形式审核、逻辑审核和对照审核；②对异常值和缺失值进行核实和处理。

1.3 统计学分析 用 SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析，计数资料以 n (%) 表示，采用 χ^2 检验，使

用二元 Logistic 回归分析老年人患肌少症的影响因素。双侧检验，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况 本研究有效样本 2 090 人，其中男性 896 人，占 42.9%。年龄以 65~80 岁为主（1 851 人），占有调查对象的 88.6%，其中又以 65~70 岁年龄段最为集中（963 人），约占所有调查对象的 46.1%；患有 3 种以上慢性疾病者 679 人（32.5%）；服药时间在 1 个月以上且药物种类大于 3 种者 969 人（46.4%）；独居老年人 325 人（15.6%）；有独立户外活动能力 1 971 人（94.3%）；牙齿有缺失或已使用义齿者 1 094 人（52.3%）；睡眠时间 ≥ 5 h/d 者 1 917 人（91.7%）；户外独立活动时间 ≥ 1 h/d 者 1 740 人（83.3%）；文化程度在中学及以上 1 823 人（87.2%）。见表 1。

肌少症阳性检出率为 21.8%（455/2 090），其中男性 18.1%（162/896）、女性 24.5%（293/1 194）。单因素分析结果显示，不同性别、年龄段、慢性病患病情况、服药情况、居住状态、活动能力、牙齿状况、睡眠时间、户外独立活动时间和文化程度的老年人肌少症患病率比较，差异均有统计学意义（ $P < 0.001$ ）。其中，女性肌少症发病率高于男性；随着年龄增长，肌少症发病率逐渐升高，尤其是 81 岁以上年龄段表现明显；患有 3 种以上慢性病、长期服用 3 种以上药物、独居、活动能力受限、牙齿状况不佳、睡眠时间不足、户外独立活动时间少和文化程度较低的老年人更容易患病。见表 1。

表 1 不同特征老年人肌少症阳性率比较[n(%)]

调查内容	样本量	肌少症	χ^2	P
性别			12.539	<0.001
男	896(42.9)	162(18.1)		
女	1 194(57.1)	293(24.5)		
年龄段			209.328	<0.001
65~70 岁	963(46.1)	127(13.2)		
71~75 岁	606(29.0)	109(18.0)		
76~80 岁	282(13.5)	90(31.9)		
≥ 81 岁	239(11.4)	129(54.0)		
患慢性病数 >3 种			22.788	<0.001
否	1 411(67.5)	265(18.8)		
是	679(32.5)	190(28.0)		
服药时间在 1 个月以上且药物种类 >3 种			31.789	<0.001
否	1 121(53.6)	191(17.0)		
是	969(46.4)	264(27.2)		

续表1

调查内容	样本量	肌少症	χ^2	<i>P</i>
是否独居			28.107	<0.001
否	1 765(84.4)	348(19.7)		
是	325(15.6)	107(32.9)		
活动能力			335.769	<0.001
独立户外活动	1 971(94.3)	349(17.7)		
需要依赖工具活动	105(5.0)	93(88.6)		
卧床	14(0.7)	13(92.9)		
牙齿状况			71.83	<0.001
正常	996(47.7)	139(14.0)		
用义齿	626(30.0)	168(26.8)		
全口/半口缺	468(22.4)	148(31.6)		
睡眠时间			25.668	<0.001
<5 h/d	173(8.3)	64(37.0)		
≥5 h/d	1 917(91.7)	391(18.8)		
户外独立活动时间			121.982	<0.001
<1 h/d	350(16.7)	154(44.0)		
≥1 h/d	1 740(83.3)	301(17.3)		
文化程度			70.483	<0.001
小学及以下	267(12.8)	111(41.6)		
中学及以上	1 823(87.2)	344(18.9)		

2.2 老年人肌少症影响因素二元 Logistic 回归分析
 将单因素分析中有统计学意义的变量纳入二元 Logistic 回归分析, 结果显示: 女性、高龄、独居、

活动能力受限和牙齿状况不佳是肌少症的独立危险因素; 而户外独立活动时间≥1 h/d 和文化程度在中学及以上是肌少症的保护因素。见表2。

表2 老年人肌少症危险因素的二元 Logistic 回归分析

影响因素	<i>B</i>	<i>S.E.</i>	Wald值	<i>P</i>	<i>OR</i>	95 % <i>CI</i>
性别						
男						
女	0.474	0.128	13.631	0.000	1.607	1.249~2.067
年龄段						
65~70岁						
71~75岁	0.146	0.153	0.917	0.338	1.158	0.858~1.562
76~80岁	0.752	0.175	18.525	0.000	2.120	1.506~2.986
≥81岁	1.193	0.192	38.570	0.000	3.296	2.262~4.803
患慢性病数>3种						
否						
是	-0.062	0.167	0.136	0.713	0.940	0.678~1.304
服药时间在1个月以上且药物种类>3种						
否						
是	0.265	0.161	2.714	0.099	1.304	0.951~1.788
是否独居						
否						
是	0.582	0.150	15.075	0.000	1.790	1.334~2.401
活动能力						
独立户外活动						
需要依赖工具活动	2.765	0.334	68.501	0.000	15.887	8.253~30.581
卧床	3.123	1.070	8.524	0.004	22.711	2.791~184.808

续表 2

影响因素	<i>B</i>	<i>S.E.</i>	<i>Wals</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	95 % <i>CI</i>
牙齿状况						
正常						
用义齿	0.469	0.146	10.356	0.001	1.598	1.201~2.126
全口/半口缺	0.581	0.157	13.688	0.000	1.788	1.314~2.432
睡眠时间						
<5 h/d						
≥5 h/d	-0.294	0.202	2.105	0.147	0.746	0.502~1.108
户外独立活动时间						
<1 h/d						
≥1 h/d	-0.504	0.157	10.316	0.001	0.604	0.444~0.822
文化程度						
小学及以下						
中学及以上	-0.394	0.172	5.282	0.022	0.674	0.482~0.944

3 讨论

调查结果显示,北京市丰台区老年人肌少症患病率为 21.77%,这一比例显著高于全国社区 60 岁以上老年人群的平均患病率 (17.00%)^[11],可能与本研究的调查对象年龄偏大,为 65 岁以上老年人有关。与上海和南昌的数据相比,我们发现上海地区部分护理院住院老年人中肌少症的总患病率为 25.34%,其中男性患病率为 22.05%,女性为 27.95%,而南昌地区 40 岁以上社区居民的肌少症患病率为 7.0%^[12, 13]。这些数据表明,不同地区、不同年龄、不同性别间的肌少症患病情况存在显著差异。

本研究通过对北京市丰台区 2 090 名 65 岁及以上老年人进行肌少症筛查,发现女性、高龄、独居、活动能力受限和牙齿状况不佳是肌少症的独立危险因素,而规律运动和较高文化程度则可能起到保护作用,这与既往研究结果基本一致^[14, 15]。研究发现,随着年龄增长,肌少症发生风险显著增加,与人体生理老化过程中骨骼肌质量和肌力的自然衰退相关^[16]。在不同性别分布中,女性较男性更易发生肌少症,Conforto 等^[17]的研究也发现女性绝经后会增加肌少症患病率增加,这可能与女性绝经后雌激素水平下降有关。一篇包含了 13 项研究的综述显示老年女性独居会增加患肌少症的风险^[18],本研究也发现独居老年人肌少症患病风险与不独居的老年人相比增加了 1.79 倍。一项在 5 003 名年龄 ≥60 岁参与者中进行的研究发现社会关系会影响老年人肌少症的发病

率,提示医疗服务提供者在关注独居老人身体功能的同时,也应重视其心理和认知健康,通过综合干预措施,可能有助于预防和管理肌少症的发生与发展^[19]。活动能力受限的老年人肌少症发病风险显著升高,这与 Gao 等^[20]纳入 68 项研究,共 98 502 例研究对象的综述得到的结果一致,有研究认为,这与残疾人因活动受限导致的骨骼肌废用性萎缩密切相关,而这种萎缩又会进一步加重其功能障碍,形成恶性循环^[21]。而牙齿状况不佳则可能影响营养摄入,特别是蛋白质等营养物质的摄入不足,从而增加肌少症发病风险^[22]。

本研究通过将 SARC-F 量表和 SARC-CalF 量表联合进行社区筛查,提高了肌少症的筛查效率,能够尽早地在老年人群中发现并预防肌少症的发生;同时从老年人性别、慢性病患病情况、用药、生活方式等多个方面探索与肌少症发生有关的危险因素和保护因素。其中,规律进行户外活动和较高的文化程度是肌少症的保护因素^[23, 24],较高的文化程度可能与更好的健康意识和自我管理能力有关。在非药物方法预防肌少症的研究中,也发现运动和营养可以预防肌少症的发生^[25]。而女性、高龄、独居、需要依赖工具活动和牙齿全口/半口缺则是肌少症的危险因素。这提示我们,需通过加强老年人群尤其是高龄独居女性人群的健康教育和干预,提高老年人对肌少症的认识;鼓励老年人参加体育锻炼,帮助老年人保持规律运动习惯;重视老年人口腔健康管理以及加强社区对独居老年人的照护服务,有助于预防和延缓肌少症的发生^[26]。

综上, 女性、高龄、独居、活动能力受限和牙齿状况不佳的老年人是肌少症的高危人群, 应加强对这类人群的早期筛查和干预, 且保持规律运动的良好习惯可能有助于预防肌少症的发生。

参 考 文 献

- 罗银秀, 张博林, 钊梦媛. 老年人肌少症筛查工具的研究进展 [J]. 天津护理, 2024, 32 (4): 483-486.
- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis [J]. *Age Ageing*, 2019, 48 (1): 16-31.
- 张燕, 王海鑫, 路秀文, 等. 肌少症的流行病学及影响因素研究 [J]. 中国临床保健杂志, 2022, 25 (5): 583-588.
- Sousa CR, Coutinho JFV, Marques MB, et al. Prevalence of characteristics associated with sarcopenia in elders: a cross-sectional study [J]. *Rev Bras Enferm*, 2023, 76 (2): e20220209.
- 马慧, 黄伟, 罗永丽, 等. 亚洲肌少症诊断研究进展 [J]. 内蒙古医学杂志, 2023, 55 (11): 1341-1345.
- Liu DQ, Wang SJ, Liu S, et al. Frontiers in sarcopenia: advancements in diagnostics, molecular mechanisms, and therapeutic strategies [J]. *Mol Aspects Med*, 2024, 97: 101270.
- Oba H, Matsui Y, Arai H, et al. Evaluation of muscle quality and quantity for the assessment of sarcopenia using mid-thigh computed tomography: a cohort study [J]. *BMC Geriatr*, 2021, 21 (1): 239.
- 余俊, 陈烟雨, 张琳, 等. 5种肌少症评估量表在骨肿瘤患者中的应用研究 [J]. 重庆医学, 2025, 54 (1): 121-126.
- 娄义姣, 王安素, 马炎, 等. 肌少症共识解读及研究现状 [J]. 全科护理, 2021, 19 (30): 4196-4200.
- 周洋, 高慧婷, 曲桂玉, 等. 社区老年人肌少症患病率及影响因素的 meta 分析 [J]. 职业与健康, 2023, 39 (11): 1539-1544.
- 江涛, 王新航, 张露艺, 等. 中国老年人肌少症患病率的 Meta 分析 [J]. 海南医学, 2022, 33 (1): 116-123.
- 张艳, 谈玉婷, 黄夕夏, 等. 上海市社区老年人肌少症患病率及相关危险因素分析 [J]. 老年医学与保健, 2018, 24 (6): 608-613.
- 于颖, 吕伟波, 程康耀, 等. 上海市城乡接合部社区老年人肌少症患病率及相关影响因素分析 [C]. //第四届上海国际护理大会论文汇编. 上海: 上海市护理学会, 2019: 325-326.
- Papadopoulou SK. Sarcopenia: a contemporary health problem among older adult populations [J]. *Nutrients*, 2020, 12 (5): 1293.
- 代肖. “健康小屋”内社区老年人群肌少症患病情况调查及相关因素分析 [D]. 合肥: 安徽医科大学, 2024.
- 郭宇, 赵前程, 李莹, 等. 老年肌少症及其营养干预研究进展 [J]. 食品工业科技, 2024, 45 (7): 370-377.
- Conforto R, Rizzo V, Russo R, et al. Advances in body composition and gender differences in susceptibility to frailty syndrome: role of osteosarcopenic obesity [J]. *Metabolism*, 2024, 161: 156052.
- Yang JQ, Huang J, Yang XG, et al. The association of living alone and social isolation with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis [J]. *Ageing Res Rev*, 2023, 91: 102043.
- Liu QQ, Huang YL, Jin YR, et al. Effects of loneliness and social isolation on sarcopenia among community-dwelling older adults: the mediating role of depressive symptoms and cognitive function [J]. *J Affect Disord*, 2025, 380: 308-316.
- Gao QQ, Hu KY, Yan CJ, et al. Associated factors of sarcopenia in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis [J]. *Nutrients*, 2021, 13 (12): 4291.
- 刘震超, 王猛, 郭思晗, 等. 肌少症与废用性肌萎缩 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2024, 30 (8): 1219-1223.
- Cereda E, Pisati R, Rondanelli M, et al. Whey protein, leucine- and vitamin-D-enriched oral nutritional supplementation for the treatment of sarcopenia [J]. *Nutrients*, 2022, 14 (7): 1524.
- Park S, Chang Y, Wolfe RR, et al. Prevention of loss of muscle mass and function in older adults during COVID-19 lockdown: potential role of dietary essential amino acids [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19 (13): 8090.
- Zazzara MB, Wells PM, Bowyer RCE, et al. 103 periodontal health and sarcopenia: cross-sectional evidence from a cohort of 2040 twin volunteers [J]. *Age Ageing*, 2021, 50 (Supplement1): i12-i42.
- Papadopoulou SK, Papadimitriou K, Voulgaridou G, et al. Exercise and nutrition impact on osteoporosis and sarcopenia—the incidence of osteosarcopenia: a narrative review [J]. *Nutrients*, 2021, 13 (12): 4499.
- Rodrigues F, Domingos C, Monteiro D, et al. A review on aging, sarcopenia, falls, and resistance training in community-dwelling older adults [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19 (2): 874.

(收稿: 2025-09-26)