

绿地空间暴露联合户外运动时长对江苏省 中小學生负性情绪的影响

汤佳雯¹, 张锡彦^{1,2}, 信义亮², 王艳², 杨文漪², 项耀², 王欣², 张静杨², 李佩璇², 杨婕^{1,2}

1. 南京医科大学公共卫生学院, 江苏 南京 210009; 2. 江苏省疾病预防控制中心儿童青少年健康促进所

摘要:目的 研究绿地空间暴露联合户外运动时长对江苏省中小學生负性情绪(抑郁、焦虑、压力)的影响。方法 进行以学校为单位的分层整群抽样, 根据经济状况随机选择江苏省 19 903 名符合标准的中小學生纳入本次研究。通过问卷调查, 收集研究对象的人口学资料及负性情绪信息; 将研究对象所在学校环境的归一化植被指数(NDVI)的年均值作为绿地空间测量值。采用 logistic 回归模型评估绿地空间暴露和户外运动时长与负性情绪的关联。结果 19 903 名研究对象抑郁、焦虑、压力症状的检出率分别为 13.2% (2 631 名)、21.9% (4 367 名)、9.7% (1 927 名); NDVI 的范围为(0.19, 0.52); 不论是地区还是性别亚组绿地空间暴露和户外运动时长单独或联合与负性情绪检出率的相关性总体上是相似的, 呈负向关联。结论 扩大绿地空间暴露范围与增加学生户外运动时长有助于缓解中小學生负性情绪, 推进绿地空间暴露的研究可为学校卫生心理服务提供有效措施。

关键词:绿地空间; 户外运动; 中小學生; 负性情绪; 回归模型

中图分类号: R179 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)20-4107-09

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202404547

Effect of green space exposure combined with outdoor exercise duration on negative emotions of primary and secondary school students, Jiangsu

TANG Jia-wen*, ZHANG Xi-yan, XIN Yi-liang, WANG Yan, YANG Wen-yi,

XIANG Yao, WANG Xin, ZHANG Jing-yang, LI Pei-xuan, YANG Jie

* School of Public Health, Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210009, China

Abstract: Objective To study the effects of green space exposure combined with outdoor exercise duration on negative emotions (depression, anxiety and stress) among primary and secondary school students in Jiangsu Province. **Methods** A total of 19 903 primary and secondary school students in Jiangsus Province who met the criteria were randomly selected for inclusion in this study. Through the questionnaire survey, the demographic data of the research subjects and the information of negative emotions were collected. The annual average value of the Normalized Vegetation Index (NDVI) of the school environment of the study subjects was used as the spatial measurement of green space. A logistic regression model was used to evaluate the association between green space exposure and outdoor exercise duration and negative emotions. **Results** The detection rates of depression, anxiety and stress were 13.2% (2 631), 21.9% (4 367) and 9.7% (1 927) of the 19 903 participants, respectively. The range of NDVI is (0.19, 0.52); The correlation between green space exposure and outdoor exercise duration, individually or in combination, and the detection rate of negative emotions was generally similar in both regional and gender subgroups. **Conclusion** Expanding the exposure of green space and increasing the time of outdoor exercise can help alleviate the negative emotions of primary and secondary school students, and the research on green space exposure can provide effective measures for school health and psychological services.

Keywords: Green space; Outdoor sports; Students; Negative emotions; Regression models

抑郁、焦虑、压力是常见的三种负性情绪, 中小學时期往往是青少年生理和心理成长的关键时期, 该过

程的健康积累很大程度的决定了成年后的健康状态。近年来, 中小學生负性情绪的发生率逐渐上升, 该现象成为社会各界关注的重要课题^[1]。

将绿地空间作为青少年心理健康暴露因素的研究甚少, 但其作为暴露因素已在多项研究中被证实为人群健康的保护因素^[2-3]。推动户外运动进校园是

基金项目: 江苏省重点研发计划(社会发展)专项(BE2021617)

作者简介: 汤佳雯(2000—), 女, 硕士在读, 研究方向: 公共卫生(儿童青少年心理健康)

通信作者: 杨婕, E-mail: july-summer@jscdc.cn

近期儿童青少年干预热点,适当户外运动有助于学生身心成长。为此,本研究分析江苏省中小学生绿地空间暴露联合户外运动与抑郁、焦虑、压力之间的关联,从而为今后有效解决青少年心理问题提供依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象 本研究使用 2022 年度江苏省儿童青少年心理健康监测和精准干预项目横断面调查数据,该调查覆盖了全省 13 个市。采用多阶段分层随机整群抽样方法,根据 2021 经济状况抽取城市 GDP 达 20 000 亿元以上的苏州市、10 000 ~ 20 000 亿元的南通市、10 000 亿元以下的连云港市,将苏州市 9 个区县、南通市 5 个区县、连云港市 6 个区县共 19 903 名符合标准的中小学生纳入本次研究并进行市级人数加权;将调查学校非毕业班年级中的小学四五年级、初中的初一初二二年级、高中与职业高中的高一高二二年级纳入本次研究,本次调查问卷已获得学校、学生及其监护人的知情同意。本研究已经通过南京医科大学附属脑科医院医学伦理委员会批准(批准文号:2022 - KY095 - 02)。

1.2 主要研究内容与方法

1.2.1 调查问卷 使用 2022 年江苏省儿童青少年心理健康监测和精准干预项目工作手册内容进行问卷调查,问卷内容包括人口学基本信息:性别、身高、体重、年龄、学段(小学、初中、高中、职业高中)、城乡(城区、郊区)、睡眠时间、户外运动时间(是否超过 2 小时)、是否养过宠物等信息。

采用流调中心用抑郁量表(CES - D scale),该量表是由 Radloff 等学者通过对大量临床文献及已有量表做因子分析提取而来,为评价当前抑郁症状的频率而设计^[4]。分数越高抑郁程度越高,中文版 CES - D 量表在以往的研究中已被使用且证实其可靠性^[5]。本次研究采用 CES - D 评分 ≥ 20 分作为是否存在抑郁症状的划分标准。

由于抑郁症状在本次研究中已经使用 CES - D 量表进行评估,则采用抑郁 - 焦虑 - 压力量表(Depression, Anxiety and Stress Scale - 21, DASS - 21)中的两个分量表来测量另外两种负性情绪(焦虑、压力)的状态,该量表是由 Lovibond 等学者^[6]编制的一套适用于中国青少年群体的自评量表,两个分量表分值越高代表越具有这种情绪;本次研究中采用焦虑量表评分 ≤ 7 分作为是否存在焦虑症状的划分标准,压力量表评分 ≤ 14 分作为是否存在压力症状的划分标准。

本次研究采用的 CES - D 量表与 DASS - 21 量表的两个分量表 Cronbach α 系数分别为 0.879 和

0.942, Bartlett 检验 $P < 0.001$, 其信度与效度良好。

1.2.2 绿地空间暴露 目前,绿地空间暴露采用美国国家航天航空局(NASA)官方提供的有关中分辨率成像光谱仪卫星监测的公共数据库进行匹配,对研究对象所在学校环境的归一化植被指数暴露(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)进行估计。NDVI 常作为评价和监测植被动态变化、土地覆盖变化、植被物候分析和生态环境监测的重要指标之一^[7]。通过各学校所在地理位置的经纬度,对该学校绿色暴露程度进行估计。

1.2.3 户外运动 根据调查问卷中“户外运动时长”将结果分为“户外运动超过 2 小时”和“户外运动不超过 2 小时”进行研究。户外运动有利于儿童青少年的身心健康,可以促进青少年骨骼肌肉的发育^[8]。有研究表明:增加户外运动时长有助于缓解青少年抑郁等负性情绪,并有利于培养其团队合作能力和社会适应能力^[9]。

1.2.4 质量控制 运用科学的方法选择调查学校和研究对象,严格按照工作手册进行工作安排。各调查人员在调查工作开展前接受统一培训。做好工作时的入校安排,加强现场技术指导和远程工作协助,做好质量控制的每一环。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 26.0 软件建立数据库并进行统计学描述分析,定性资料用百分率表示并用 χ^2 检验比较不同变量组间差异;符合正态分布的定量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示并运用独立样本 t 检验或方差分析比较上述指标的组间差异。运用 ArcMap 10.8 软件对 NASA 公共数据库进行处理并获得所需的各学校的 NDVI 年均值。以 2022 年问卷中 CESD 评分(是否存在抑郁症状)、DASS - 21 量表中的焦虑与压力评分(是否存在焦虑与压力症状)为因变量,以 NDVI 的年均值(分别以四分位数和连续变量的哑变量形式纳入模型)和问卷中户外运动时长(是否超过 2 小时)为自变量,采用多因素 logistic 回归模型分析绿地空间暴露和户外运动时长单独或联合与负性情绪之间的关联。建立模型进行混杂因素的调整,以监测点(城区和郊区)和性别分别进行分层分析,建立模型 1 控制年龄、性别、发育情况、体质指数、地区这些变量;模型 2 在模型 1 的基础上继续控制家庭类型、是否住宿、学段、父亲学历、母亲学历、被动吸烟(过去 7 天)、睡眠时长、是否养过宠物等变量;模型 3 在模型 2 的基础上继续控制户外运动时长或绿地空间暴露变量。为了建立绿地空间暴露和户外运动时长对负性情绪的联合关联,根据这两个变量的组合将参与者分为八组,应用多变量 logistic 回归模型对绿地空间暴露和户外运动时长之间的联合关联进行建模,模型 a 控制

了年龄、性别、发育情况、体质指数、地区等变量,模型 b 在模型 a 的基础上继续控制家庭类型、是否住宿、学段、父亲学历、母亲学历、被动吸烟、睡眠时长、是否养过宠物等变量。运用双侧检验,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况 本次研究共纳入 19 903 名研究对象,研究对象的年龄 $M(Q1, Q3)$ 为 13.1 (10.7, 15.6); 其中小学生人数占 35.4% (7 044 名); 男生占 52.0% (10 358 名); 城区学生占 52.0% (10 354 名); 睡眠时间均值为 (7.1 ± 2.2) 小时; 抑郁、焦虑、压力症状的检出率分别为 13.2% (2 631 名)、21.9% (4 367 名)、9.7% (1 927 名)。NDVI 的取值范围为 (0.19, 0.52), 其 $M(Q1, Q3)$ 为 0.25 (0.19, 0.28); 户外运动时长超过 2 小时的研究对象占 31.5% (6 271 名)。

2.2 不同特征的江苏省中小学生抑郁、焦虑、压力症状的比较 不同年龄、体质指数、睡眠时间、性别、城乡、学段、家庭类型、发育情况、父母学历的中小学生负性情绪均有差异, 中小学生是否住宿、是否养过宠物、是否被动吸烟 (过去 7 天) 也会使负性情绪产生差异, 差异均存在统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 1。

2.3 NDVI 或户外运动时长与江苏省中小学生抑郁、焦虑、压力症状的独立相关 以是否存在抑郁、焦虑、压力症状 (否 = 0, 是 = 1) 为因变量, 以 NDVI 的年均值 (分别以四分位数和连续变量的哑变量形式纳入模

型) 和户外运动时长是否超过 2 小时 (否 = 0, 是 = 1) 为自变量, 建立模型 1 和模型 2 进行混杂因素调整。

多因素 logistic 回归模型分析结果显示, 当以地区进行分层时, 在城区学校的学生, 与户外运动时长不超过 2 小时的中小學生相比, 运动时长超过 2 小时的中小學生 (模型 3: $OR_{抑郁} = 0.96, 95\% CI = 0.95 \sim 0.97$; $OR_{焦虑} = 0.96, 95\% CI = 0.95 \sim 0.97$; $OR_{压力} = 0.93, 95\% CI = 0.92 \sim 0.94$) 检出负性情绪的风险较低; 当以性别进行分层时, 与 NDVI 的 Q1 组相比, 女生 Q4 组压力症状风险相对较低, $OR(95\% CI)$ 值分别为 $OR_{压力} = 0.73, 95\% CI = 0.72 \sim 0.74$ 。见表 2 至表 4。模型系数的 Omnibus 综合检验来判断模型: 本法中模型 1-3 的 Omnibus 综合检验的 $P < 0.001$, 模型整体有意义。

2.4 NDVI 与户外运动时长与江苏省中小学生抑郁、焦虑、压力症状的联合关联 与“户外运动 $< 2h + Q1$ ”组的中小學生相比, “户外运动 $< 2h + Q4$ ”组的中小學生 (模型 b: $OR_{抑郁} = 0.77, 95\% CI = 0.76 \sim 0.78$; $OR_{焦虑} = 0.78, 95\% CI = 0.77 \sim 0.79$; $OR_{压力} = 0.69, 95\% CI = 0.68 \sim 0.70$) 和“户外运动 $\geq 2h + Q1$ ”组的中小學生 (模型 a: $OR_{抑郁} = 0.84, 95\% CI = 0.83 \sim 0.86$; $OR_{焦虑} = 0.93, 95\% CI = 0.91 \sim 0.94$; $OR_{压力} = 0.95, 95\% CI = 0.93 \sim 0.96$) 负性情绪的检出率更低。见图 1。模型系数的 Omnibus 综合检验来判断模型: 本法中模型 a-b 的 Omnibus 综合检验的 $P < 0.001$, 模型整体有意义。

表 1 不同特征的江苏省中小学生负性情绪检出率比较 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

Table 1 Comparison of the detection rate of negative emotions among primary and secondary school students in Jiangsu Province with different characteristics

特征	调查人数	抑郁症状		χ^2 t/F	P 值
		是 $n(\%) \bar{x} \pm s$	否 $n(\%) \bar{x} \pm s$		
年龄(岁)	19 903	14.0 \pm 2.4	13.0 \pm 2.5	32.0	<0.001
BMI(kg/m ²)	19 903	21.7 \pm 4.4	21.0 \pm 4.4	0.5	<0.001
睡眠时间(h)	19 903	7.1 \pm 2.2	8.1 \pm 1.9	18.9	<0.001
性别				4.8	0.029
男	10 358	1 317(50.1)	9 041(51.5)		
女	9 545	1 314(49.9)	8 231(47.7)		
城乡				62.9	<0.001
城区	10 354	1 558(59.2)	8 796(50.9)		
郊区	9 549	1 073(40.8)	8 476(49.1)		
学段				398.7	<0.001
小学	7 044	514(19.5)	6 530(37.8)		
初中	6 705	957(36.4)	5 748(33.3)		
高中	4 851	886(33.7)	3 965(23.0)		
职业高中	1 303	274(10.4)	1 029(6.0)		
家庭类型				43.4	<0.001
单亲家庭	3 177	495(18.8)	2 682(15.5)		
核心家庭	8 820	1 155(43.9)	7 665(44.4)		
大家庭	6 247	716(27.2)	5 531(32.0)		

(续表)

特征	调查人数	抑郁症状		χ^2 t/F	P 值
		是 n(%) $\bar{x} \pm s$	否 n(%) $\bar{x} \pm s$		
其他家庭	1 659	265(10.1)	1 394(8.1)	248.5	<0.001
发育情况(是否遗精/月经)					
否	10 915	1 068(40.6)	9 847(57.0)	118.6	<0.001
是	8 988	1 563(59.4)	7 425(43.0)		
是否住宿				21.7	<0.001
否	16 291	1 953(74.2)	14 338(83.0)		
是	3 612	678(25.8)	2 934(17.0)	36.0	<0.001
父亲学历					
小学及以下	1 008	182(6.9)	826(4.8)	478.1	<0.001
初中及以上	18 895	2 449(93.1)	16 446(95.2)		
母亲学历				29.2	<0.001
小学及以下	1 779	317(12.0)	1 462(8.5)		
初中及以上	18 124	2 314(88.0)	15 810(91.5)	29.2	<0.001
被动吸烟(过去 7 天)					
否	10 249	1 877(71.3)	8 327(48.5)	29.2	<0.001
是	9 654	754(28.7)	8 900(51.5)		
养过宠物				29.2	<0.001
否	6 749	770(29.3)	5 979(34.6)		
是	13 154	1 861(70.7)	11 293(65.4)		

特征	调查人数	焦虑症状		χ^2 t/F	P 值
		是 n(%) $\bar{x} \pm s$	否 n(%) $\bar{x} \pm s$		
年龄(岁)	19 903	13.7 \pm 2.5	12.9 \pm 2.5	2.4	<0.001
BMI(kg/m ²)	19 903	21.5 \pm 4.4	21.0 \pm 4.5	3.1	<0.001
睡眠时间(h)	19 903	7.4 \pm 2.1	8.1 \pm 1.9	27.0	<0.001
性别				27.0	<0.001
男	10 358	2 121(48.6)	8 237(53.0)	39.9	<0.001
女	9 545	2 246(51.4)	7 299(47.0)		
城乡				343.8	<0.001
城区	10 354	2 456(56.2)	7 898(50.8)		
郊区	9 549	1 911(43.8)	7 638(49.2)	27.2	<0.001
学段					
小学	7 044	1 069(24.5)	5 975(38.5)	268.3	<0.001
初中	6 705	1 551(35.5)	5 154(33.2)		
高中	4 851	1 388(31.8)	3 463(22.3)	143.4	<0.001
职业高中	1 303	359(8.2)	944(6.1)		
家庭类型				37.0	<0.001
单亲家庭	3 177	750(17.2)	2 427(15.6)		
核心家庭	8 820	1 910(43.7)	6 910(44.5)	45.7	<0.001
大家庭	6 247	1 280(29.3)	4 967(32.0)		
其他家庭	1 659	427(9.8)	1 232(7.9)	799.8	<0.001
发育情况(是否遗精/月经)					
否	10 915	1 919(43.9)	8 996(57.9)	52.8	<0.001
是	8 988	2 448(56.1)	6 540(42.1)		
是否住宿				37.0	<0.001
否	16 291	3 305(75.7)	12 986(83.6)		
是	3 612	1 062(24.3)	2 550(16.4)	45.7	<0.001
父亲学历					
小学及以下	1 008	299(6.8)	709(4.6)	799.8	<0.001
初中及以上	18 895	4 068(93.2)	14 827(95.4)		
母亲学历				52.8	<0.001
小学及以下	1 779	503(11.5)	1 276(8.2)		
初中及以上	18 124	3 864(88.5)	14 260(91.8)	52.8	<0.001
被动吸烟(过去 7 天)					
否	10 249	3 074(70.4)	7 175(46.2)	52.8	<0.001
是	9 654	1 299(29.6)	8 361(53.8)		
养过宠物				52.8	<0.001
否	6 749	770(29.3)	5 979(34.6)		
是	13 154	1 861(70.7)	11 293(65.4)		

(续表)

特征	调查人数	焦虑症状		χ^2 t/F	P 值
		是 n(%) $\bar{x} \pm s$	否 n(%) $\bar{x} \pm s$		
否	6 749	1 280(29.3)	5 469(35.2)		
是	13 154	3 087(70.7)	10 067(64.8)		
特征	调查人数	压力症状		χ^2 t/F	P 值
		是 n(%) $\bar{x} \pm s$	否 n(%) $\bar{x} \pm s$		
年龄(岁)	19 903	13.6 \pm 2.5	13.1 \pm 2.5	2.4	<0.001
BMI(kg/m ²)	19 903	21.6 \pm 4.5	21.0 \pm 4.4	0.02	<0.001
睡眠时间(h)	19 903	7.3 \pm 2.3	8.0 \pm 1.9	32.2	<0.001
性别				3.5	0.062
男	10 358	964(50.0)	9 394(52.3)		
女	9 545	963(50.0)	8 582(47.7)		
城乡				22.3	<0.001
城区	10 354	1 101(57.1)	9 253(51.5)		
郊区	9 549	826(42.9)	8 732(48.5)		
学段				114.8	<0.001
小学	7 044	489(25.4)	6 555(36.5)		
初中	6 705	680(35.3)	6 025(33.5)		
高中	4 851	616(32.0)	4 235(23.6)		
职业高中	1 303	142(7.4)	1 161(6.5)		
家庭类型				27.8	<0.001
单亲家庭	3 177	340(17.6)	2 837(15.8)		
核心家庭	8 820	817(42.4)	8 003(44.5)		
大家庭	6 247	558(29.0)	5 689(31.6)		
其他家庭	1 659	212(11.0)	1 447(8.0)		
发育情况(是否遗精/月经)				62.2	<0.001
否	10 915	893(46.3)	10 022(55.8)		
是	8 988	1 034(53.7)	7 954(44.2)		
是否住宿				36.6	<0.001
否	16 291	1 480(76.8)	14 811(82.4)		
是	3 612	447(23.2)	3 165(17.6)		
父亲学历				9.0	0.03
小学及以下	1 008	125(6.5)	883(4.9)		
初中及以上	18 895	1 802(93.5)	17 093(95.1)		
母亲学历				24.4	<0.001
小学及以下	1 779	231(12.0)	1 548(8.6)		
初中及以上	18 124	1 696(88.0)	16 428(91.4)		
被动吸烟(过去 7 天)				369.3	<0.001
否	10 249	1 393(72.3)	8 856(49.3)		
是	9 654	534(27.7)	9 120(50.7)		
养过宠物				16.6	<0.001
否	6 749	573(29.7)	6 176(34.4)		
是	13 154	1 354(70.3)	11 800(65.6)		

表 2 亚组人群中绿地空间暴露和户外运动时长与抑郁症状的独立关联

Table 2 Independent associations between green space and outdoor activities with depressive symptoms in subgroups

因素	抑郁症状					
	地区亚组					
	城区			郊区		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 1	模型 2	模型 3
NDVI 分组	0.41(0.37~0.46)	0.64(0.57~0.72)	0.64(0.57~0.72)	0.07(0.06~0.08)	0.10(0.09~0.11)	0.10(0.09~0.11)
Q1	1	1	1	1	1	1
Q2	0.79(0.77~0.80)	0.81(0.80~0.83)	0.81(0.80~0.83)	1.35(1.33~1.38)	1.17(1.15~1.19)	1.16(1.14~1.19)
Q3	0.71(0.70~0.72)	0.80(0.79~0.81)	0.80(0.79~0.81)	1.27(1.24~1.29)	1.15(1.13~1.17)	1.15(1.12~1.17)
Q4	0.81(0.79~0.82)	0.83(0.82~0.83)	0.87(0.85~0.88)	0.73(0.72~0.75)	0.77(0.75~0.78)	0.76(0.75~0.78)
户外运动分组						
不超过 2 小时	1	1	1	1	1	1

(续表)

因素	抑郁症状					
	性别亚组					
	男			女		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 1	模型 2	模型 3
超过 2 小时	0.96(0.95~0.97)	0.96(0.95~0.97)	0.96(0.95~0.97)	0.85(0.84~0.86)	0.91(0.89~0.92)	0.90(0.89~0.91)
NDVI	0.29(0.26~0.33)	0.30(0.27~0.34)	0.30(0.27~0.34)	0.12(0.11~0.14)	0.24(0.22~0.28)	0.24(0.21~0.27)
分组						
Q1	1	1	1	1	1	1
Q2	1.15(1.13~1.17)	1.09(1.07~1.11)	1.09(1.07~1.11)	0.90(0.88~0.91)	0.84(0.83~0.85)	0.84(0.82~0.85)
Q3	0.87(0.85~0.88)	0.87(0.85~0.88)	0.87(0.85~0.88)	0.83(0.82~0.84)	0.87(0.85~0.88)	0.86(0.85~0.88)
Q4	0.81(0.80~0.82)	0.84(0.83~0.86)	0.84(0.83~0.86)	0.68(0.67~0.70)	0.76(0.75~0.78)	0.76(0.75~0.77)
户外运动分组						
不超过 2 小时	1	1	1	1	1	1
超过 2 小时	0.99(0.98~0.99)	1.01(0.99~1.02)	1.00(0.99~1.01)	0.83(0.82~0.84)	0.88(0.87~0.89)	0.88(0.87~0.89)

注:模型 1 控制年龄、性别、发育情况、体质指数、地区这些变量;模型 2 在模型 1 的基础上继续控制家庭类型、是否住宿、学段、父亲学历、母亲学历、被动吸烟、睡眠时长、是否养过宠物等变量;模型 3 在模型 2 的基础上继续控制户外运动时长或绿地空间暴露变量。

表 3 亚组人群中绿地空间暴露和户外运动时长与焦虑症状的独立关联

Table 3 Independent associations between green space and outdoor activities with anxiety symptoms in subgroups

因素	焦虑症状					
	地区亚组					
	城区			郊区		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 1	模型 2	模型 3
NDVI	0.26(0.23~0.28)	0.40(0.36~0.45)	0.40(0.36~0.44)	0.06(0.05~0.06)	0.07(0.07~0.08)	0.10(0.09~0.11)
分组						
Q1	1	1	1	1	1	1
Q2	0.82(0.81~0.83)	0.82(0.81~0.83)	0.82(0.81~0.83)	1.06(1.05~1.08)	0.94(0.93~0.96)	0.94(0.93~0.95)
Q3	0.73(0.72~0.73)	0.80(0.79~0.81)	0.80(0.79~0.81)	1.29(1.27~1.31)	1.15(1.13~1.17)	1.14(1.13~1.16)
Q4	0.75(0.74~0.76)	0.79(0.78~0.80)	0.79(0.78~0.80)	0.70(0.69~0.71)	0.73(0.72~0.74)	0.72(0.71~0.73)
户外运动分组						
不超过 2 小时	1	1	1	1	1	1
超过 2 小时	0.96(0.95~0.97)	0.96(0.96~0.97)	0.96(0.95~0.97)	0.86(0.85~0.87)	0.90(0.89~0.91)	0.89(0.88~0.90)

因素	焦虑症状					
	性别亚组					
	男			女		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 1	模型 2	模型 3
NDVI	0.12(0.11~0.13)	0.12(0.11~0.13)	0.12(0.11~0.13)	0.12(0.11~0.13)	0.23(0.21~0.26)	0.23(0.21~0.25)
分组						
Q1	1	1	1	1	1	1
Q2	0.95(0.94~0.96)	0.89(0.88~0.90)	0.89(0.88~0.90)	0.88(0.87~0.89)	0.84(0.83~0.85)	0.84(0.83~0.85)
Q3	0.88(0.87~0.89)	0.87(0.86~0.88)	0.87(0.86~0.88)	0.88(0.87~0.89)	0.90(0.89~0.91)	0.90(0.89~0.91)
Q4	0.72(0.71~0.73)	0.74(0.73~0.75)	0.74(0.73~0.75)	0.68(0.67~0.69)	0.75(0.74~0.76)	0.74(0.73~0.75)
户外运动分组						
不超过 2 小时	1	1	1	1	1	1
超过 2 小时	0.94(0.93~0.95)	0.96(0.95~0.96)	0.95(0.94~0.96)	0.88(0.88~0.89)	0.94(0.93~0.94)	0.93(0.92~0.94)

注:模型 1 控制年龄、性别、发育情况、体质指数、地区这些变量;模型 2 在模型 1 的基础上继续控制家庭类型、是否住宿、学段、父亲学历、母亲学历、被动吸烟、睡眠时长、是否养过宠物等变量;模型 3 在模型 2 的基础上继续控制户外运动时长或绿地空间暴露变量。

表 4 亚组人群中绿地空间暴露和户外运动时长与压力症状的独立关联

Table 4 Independent associations between green space and outdoor activities with stress symptoms in subgroups

因素	压力症状					
	地区亚组					
	城区			郊区		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 1	模型 2	模型 3
NDVI	0.08(0.07~0.09)	0.16(0.14~0.19)	0.16(0.14~0.19)	0.06(0.05~0.06)	0.07(0.07~0.08)	0.07(0.06~0.08)
分组						
Q1	1	1	1	1	1	1
Q2	0.69(0.68~0.70)	0.69(0.68~0.71)	0.69(0.68~0.70)	1.06(1.05~1.08)	0.94(0.93~0.96)	0.94(0.93~0.95)

(续表)

因素	压力症状					
	地区亚组					
	城区			郊区		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 1	模型 2	模型 3
Q3	0.57(0.56~0.58)	0.65(0.64~0.66)	0.65(0.64~0.66)	1.29(1.27~1.31)	1.15(1.13~1.17)	1.14(1.13~1.16)
Q4	0.65(0.64~0.66)	0.71(0.70~0.72)	0.71(0.70~0.72)	0.70(0.69~0.71)	0.73(0.72~0.74)	0.72(0.71~0.73)
户外运动分组						
不超过 2 小时	1	1	1	1	1	1
超过 2 小时	0.92(0.91~0.93)	0.93(0.92~0.94)	0.93(0.92~0.94)	0.85(0.84~0.86)	0.91(0.89~0.92)	0.89(0.88~0.90)

因素	压力症状					
	性别亚组					
	男			女		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 1	模型 2	模型 3
NDVI	0.06(0.06~0.07)	0.07(0.07~0.09)	0.30(0.27~0.34)	0.13(0.11~0.15)	0.24(0.21~0.28)	0.24(0.21~0.27)
分组						
Q1	1	1	1	1	1	1
Q2	0.80(0.78~0.81)	0.74(0.72~0.75)	0.73(0.72~0.75)	0.80(0.80~0.82)	0.77(0.75~0.78)	0.77(0.75~0.78)
Q3	0.66(0.65~0.67)	0.65(0.64~0.66)	0.65(0.64~0.66)	0.76(0.74~0.77)	0.77(0.76~0.79)	0.77(0.76~0.79)
Q4	0.63(0.62~0.64)	0.65(0.64~0.66)	0.65(0.64~0.66)	0.66(0.65~0.67)	0.73(0.72~0.74)	0.73(0.72~0.74)
户外运动分组						
不超过 2 小时	1	1	1	1	1	1
超过 2 小时	0.95(0.94~0.97)	0.99(0.98~1.00)	0.98(0.96~0.99)	0.92(0.90~0.93)	0.99(0.97~0.99)	0.98(0.96~0.99)

注:模型 1 控制年龄、性别、发育情况、体质指数、地区这些变量;模型 2 在模型 1 的基础上继续控制家庭类型、是否住宿、学段、父亲学历、母亲学历、被动吸烟、睡眠时长、是否养过宠物等变量;模型 3 在模型 2 的基础上继续控制户外运动时长或绿地空间暴露变量。

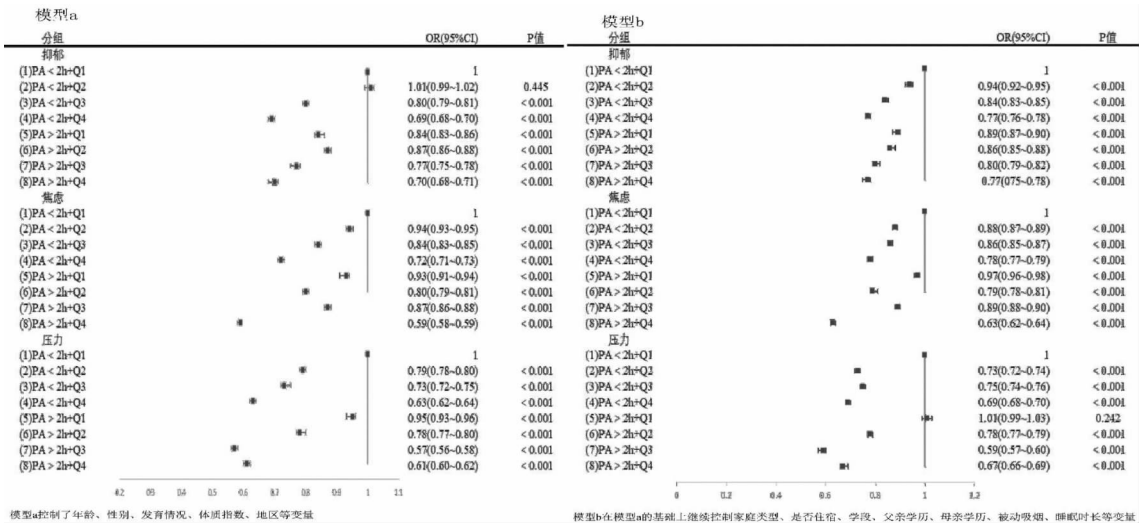


图 1 绿地空间暴露和户外运动与负性情绪的联合关联

Fig. 1 Joint association between green space exposure and outdoor exercise and negative emot

3 讨论

本文研究了绿地空间暴露和户外运动时长对江苏省中小学生负性情绪的影响。随着全球城市化进程的加快,世界各地的绿地空间面积将会有不同程度的减少^[10],绿地空间在城市规划和建设中的作用尤其突出且城市环境已被认定为影响人群健康的一个关键因素^[11-12],有研究表明目前开展的绿地空间暴露研究对急性、慢性健康效应都有一定的作用^[13]。目前,绿地空间暴露在国内外开展的多项调查中均有

展露,Tsomokos 等人发现绿地空间能够影响青少年的睡眠模式和睡眠健康^[14];我国学者发现我国青少年的血脂水平与学校周围的绿色空间暴露有关^[15];Mansouri 等人发现了居住环境绿地空间程度增加会降低 7-12 岁儿童哮喘的发病风险^[16]。此外,户外运动一直作为儿童青少年身心健康的热门干预措施^[17],在我们的研究中户外运动时长与江苏省中小学生的负性情绪存在直接关联,这与国外一项综述研究结果相一致^[9]。

在本次研究中,江苏省中小学生抑郁、焦虑、压力

症状的检出率分别为 13.2%、21.9%、9.7%，低于国内各项研究数据^[18]，这可能是由于江苏省作为我国东部地区发达省份之一，比较重视学生心理健康问题。研究结果显示，户外运动时长对女生负性情绪的效应更强，这可能与男女生心理构成情况不同有关；江苏省郊县地区学校就读学生当中，NDVI 对负性情绪的负向关联强于城区学校学生，这可能与江苏省城区城市化进程较快有关，郊县绿地面积大于城镇，郊县地区学生比城区学生更亲近绿地和自然环境；此外，研究结果显示户外运动时长 >2h 且 NDVI 越大越有利于中小学生心理健康的发展。为了谋求儿童青少年心理健康福祉，减少中小学生负性情绪危害，不论城区还是郊县地区，学校和家长需共同教育督促中小学生学习户外运动，尤其是绿地空间暴露相对较少的城区学校，学校等教育部门需要适当扩大学生绿地空间的暴露面积，促进中小学生心理健康发展。

本次调查将绿地空间暴露和户外运动时长联合研究时，绿地空间暴露较低且户外运动时长不足 2 小时的学生比绿地空间暴露较高且户外运动时长达到 2 小时的学生有更高的负性情绪检出率。大量研究表明，在整个儿童青少年时期加强户外运动和增强绿地空间暴露应该是降低心理疾病的重要干预措施^[19]。

本次研究基于江苏省 2022 年中小学生横断面调查数据，样本量较大，可信度较高，探索绿地空间暴露和户外运动时长与青少年负性情绪关联的相关成果可为后续的专业研究提供线索和理论依据。同时，本次研究也存在一定的局限性：所采用的横断面调查数据，难以推断 NDVI 和户外运动时长与中小学生负性情绪的因果关系；其次，NDVI 浓度值反映的是研究对象所在学校的绿地空间暴露情况，可能无法反映研究对象个体实际的暴露情况。

综上所述，绿地空间暴露和户外运动时长单独或联合与江苏省中小学生负性情绪检出率的相关性均存在负向关联。这一结论可为推进学校卫生心理服务提供有效措施，为研究人员后续揭示绿地面积和户外运动时长对负性情绪的影响及其机制提供有价值的信息。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] 国家卫生健康委,中宣部,中央文明办,等.关于印发健康中国行动——儿童青少年心理健康行动方案(2019—2022年)的通知[J].中华人民共和国国家卫生健康委员会公报,2019,(12):18-21.
The National Health Commission, the Propaganda Department of the CPC Central Committee, and the Central Civilization Office, et al.

Notice on printing and distributing the action plan for children and adolescents' mental health in Healthy China Initiative (2019 - 2022) [J]. Gazette of the National Health Commission of the People's Republic of China, 2019, (12):18-21. (In Chinese)

[2] Cardinali M, Beenackers MA, Van timmeren A, et al. The relation between proximity to and characteristics of green spaces to physical activity and health: A multi - dimensional sensitivity analysis in four European cities [J]. Environmental Research, 2024, 241: 117605.

[3] Venter ZS, Hassani A, Stange E, et al. Reassessing the role of urban green space in air pollution control [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2024, 121(6): e1988767175.

[4] Radloff LS. The use of the Center for Epidemiologic Studies Depression Scale in adolescents and young adults [J]. Journal of Youth and Adolescence, 1991, 20(2): 149-166.

[5] Wang X, Wang Y, Zhang X, et al. A large - scale cross - sectional study on mental health status among children and adolescents - Jiangsu province, China, 2022 [J]. China CDC Weekly, 2023, 5(32): 710-714.

[6] Lovibond PF, Lovibond SH. The structure of negative emotional states: comparison of the Depression Anxiety Stress Scales (DASS) with the Beck Depression and Anxiety Inventories [J]. Behaviour Research and Therapy, 1995, 33(3): 335-343.

[7] Pettorelli N, Vik JO, Mysterud A, et al. Using the satellite - derived NDVI to assess ecological responses to environmental change [J]. Trends in Ecology & Evolution, 2005, 20(9): 503-510.

[8] Sleurs H, Silva AI, Bijnens EM, et al. Exposure to residential green space and bone mineral density in young children [J]. JAMA Network Open, 2024, 7(1): e2350214.

[9] Rocliffe P, Adamakis M, O' keeffe BT, et al. The impact of typical school provision of physical education, physical activity and sports on adolescent mental health and wellbeing: a systematic literature review [J]. Adolescent Research Review, 2024, 9(2): 339-364.

[10] Venter ZS, Figari H, Krangle O, et al. Environmental justice in a very green city: Spatial inequality in exposure to urban Nature, air pollution and heat in Oslo, Norway [J]. Science of the Total Environment, 2023, 858(Pt 3): 160193.

[11] Massaro E, Schifanella R, Piccardo M, et al. Spatially - optimized urban greening for reduction of population exposure to land surface temperature extremes [J]. Nature Communications, 2023, 14(1): 2903.

[12] Farkas JZ, Hoyk E, De morais MB, et al. A systematic review of urban green space research over the last 30 years: A bibliometric analysis [J]. Heliyon, 2023, 9(2): e13406.

[13] 张丽娜,陈仁杰,孟夏,等.绿地空间暴露与人群健康效应的研究进展 [J].环境与职业医学,2021,38(2):175-182.
Zhang LN, Chen RJ, Meng X, et al. Research progress on green space exposure and human health effects [J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(2): 175-182. (In Chinese)

[14] Tsomokos D, Ji DY, Mueller MAE, et al. The effect of urban greenspace on adolescent sleep patterns [J]. Landscape Research,

- 2024, 49(1): 33 - 47.
- [15] Hu LX, Fan SJ, Ma YH, et al. Associations between greenspace surrounding schools and lipid levels in Chinese children and teenagers[J]. *Environmental Pollution*, 2023, 317: 120746.
- [16] Mansouri R, Lavigne E, Talarico R, et al. Residential surrounding greenness and the incidence of childhood asthma: Findings from a population - based cohort in Ontario, Canada[J]. *Environmental Research*, 2024, 249: 118316.
- [17] Chen Y, Zhang Z, Zhu Q. The effect of an exercise intervention on adolescent idiopathic scoliosis: a network meta - analysis [J]. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2023, 18(1): 655.
- [18] 汪妍,彭畅,程君茜,等. 中国 5 省在校中学生自杀行为流行状况及其与抑郁、焦虑关联[J]. *中国公共卫生*, 2023, 39(10): 1225 - 1231.
- Wang Y, Peng C, Cheng JH, et al. Prevalence of and impact of depression and anxiety on suicidal behaviors among high school students: a cross - sectional survey in five provinces, China [J]. *Chinese Journal of Public Health*, 2023, 39(10): 1225 - 1231. (In Chinese)
- [19] Sakhvidi MJZ, Mehrparvar AH, Sakhvidi FZ, et al. Greenspace and health, wellbeing, physical activity, and development in children and adolescents: An overview of the systematic reviews [J]. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2023, 32:100445.

收稿日期:2024-04-30

(上接第 4069 页)

- [6] 孙瑞琪,王玲玲,黄慧敏,等. 某三甲医院普外科锐器伤暴露现状及其影响因素[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(15): 2396 - 2400.
- Sun RQ, Wang LL, Huang HM, et al. Current situation and influencing factors for acute exposure to sharp instrument injury in general surgery department of a three - A tertiary hospital [J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2023, 33(15): 2396 - 2400. (In Chinese)
- [7] Yang H, Zhang H, Lu YH, et al. A program to improve the knowledge, attitudes, and practices of needle stick and sharps injuries through bundled interventions among nurses: An KAP Mode - Based Approach to Intervention [J]. *Psychology Health & Medicine*, 2022, 27(5): 999 - 1010.
- [8] 刘佳,孙燕.“知信行控修”管理对手术室护士血源性职业暴露的影响[J]. *护理研究*, 2021, 35(22): 4134 - 4136.
- Liu J, Sun Y. Influence of management of "knowledge, attitude, practice, quality control, revise" on blood - borne occupational exposure of nurses in operating room [J]. *Chinese Nursing Research*, 2021, 35(22): 4134 - 4136. (In Chinese)
- [9] Masiero S, Cerrel bazo HA, Rattazzi M, et al. Developing an instrument for an early prediction model of long - term functional outcomes in people with acquired injuries of the central nervous system: protocol and methodological aspects [J]. *Neurological Sciences*, 2021, 42(6): 2441 - 2446.
- [10] Lo SN, Ma JW, Scolyer RA, et al. Improved risk prediction calculator for sentinel node positivity in patients with melanoma; the melanoma institute Australia nomogram [J]. *Journal of Clinical Oncology*, 2020, 38(24): 2719 - 2727.
- [11] 李立明. 流行病学[M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 1999.
- Li LM. *Epidemiology* [M]. 4th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 1999. (In Chinese)
- [12] 刘广增,张大均,胡天强,等. 成人心理素质问卷的编制及信效度检验[J]. *西南大学学报: 自然科学版*, 2018, 40(10): 47 - 52.
- Liu GZ, Zhang DJ, Hu TQ, et al. The development of an adult psychological Suzhi questionnaire and its reliability and validity test [J]. *Journal of Southwest University (Natural Science)*, 2018, 40(10): 47 - 52. (In Chinese)
- [13] 李小妹,刘彦君. 护士工作压力源及工作疲溃感的调查研究[J]. *中华护理杂志*, 2000, 35(11): 645 - 649.
- Li XM, Liu YJ. Job stressors and burnout among staff nurses [J]. *Chinese Journal of Nursing*, 2000, 35(11): 645 - 649. (In Chinese)
- [14] 余晓帆. 长春市消化内镜室护士职业防护知信行的现状调查与研究[D]. 长春: 吉林大学, 2016.
- Yu XF. The survey and research on the current situation of nurses' occupational protection knowledge and beliefs in Changchun gastrointestinal endoscopy unit [D]. Changchun: Jilin University, 2016. (In Chinese)
- [15] Zhang WG, Li HR, Han L, et al. Slope stability prediction using ensemble learning techniques; a case study in Yunyang County, Chongqing, China [J]. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2022, 14(4): 1089 - 1099.
- [16] Sakr CJ, Alameddine R, Hoteit R, et al. Occupational exposure to blood - borne pathogens among healthcare workers in a tertiary care center in Lebanon [J]. *Annals of Work Exposures and Health*, 2021, 65(4): 475 - 484.
- [17] 黄慧敏,嵇小倩,李亚楠,等. 2012 - 2021 年某医院医务人员血源性职业暴露调查分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(10): 1569 - 1573.
- Huang HM, Ji XQ, Li YN, et al. Prevalence of bloodborne occupational exposures among health care workers in a hospital from 2012 to 2021 [J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2023, 33(10): 1569 - 1573. (In Chinese)
- [18] 吉园依,王楠,黄俊波,等. 2018 - 2020 年某三甲专科医院工作人员职业暴露调查分析[J]. *现代预防医学*, 2022, 49(5): 798 - 801.
- Ji YY, Wang N, Huang JB, et al. Occupational exposure of staff in a tertiary specialist hospital, 2018 - 2020 [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2022, 49(5): 798 - 801. (In Chinese)
- [19] 郭金玉,孙红,刘颖青,等. 北京市三级甲等医院急诊科护士职业暴露与防护行为的现状调查[J]. *中华护理杂志*, 2020, 55(1): 107 - 112.
- Guo JY, Sun H, Liu YQ, et al. Investigation on occupational exposure and protective behaviors of nurses at emergency departments in tertiary hospitals in Beijing [J]. *Chinese Journal of Nursing*, 2020, 55(1): 107 - 112. (In Chinese)
- [20] 张海燕,王洁,尚静,等. 医护人员血源性传播疾病职业暴露现状分析[J]. *第二军医大学学报*, 2021, 42(11): 1330 - 1333.
- Zhang HY, Wang J, Shang J, et al. Analysis of occupational exposure to blood - borne diseases among medical staff [J]. *Academic Journal of Second Military Medical University*, 2021, 42(11): 1330 - 1333. (In Chinese)
- [21] 杨延忠. 健康行为理论与研究[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- Yang YZ. *Health behaviour theory and research* [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2007. (In Chinese)
- [22] Kasatpibal N, Whitney JD, Katechanok S, et al. Prevalence and risk factors of needlestick injuries, sharps injuries, and blood and body fluid exposures among operating room nurses in Thailand [J]. *American Journal of Infection Control*, 2016, 44(1): 85 - 90.

收稿日期:2024-06-21