

中小學生近视相关行为模式和家庭因素的潜类别分析

张红梅 李宣 宋德胜 杜蓓 魏瑞华

天津医科大学眼科医院 天津医科大学眼视光学院 天津医科大学眼科研究所 国家眼耳鼻喉疾病临床医学研究中心天津市分中心 天津市视网膜功能与疾病重点实验室, 天津 300384
通信作者: 魏瑞华, Email: rwei@tmu.edu.cn

【摘要】 目的 采用潜类别分析(LCA)探讨中小學生近视患病的高危行为模式及家庭相关因素。方法 采用横断面研究,纳入天津地区儿童青少年眼健康队列研究中 2 755 名 6~16 岁学生。所有研究对象接受非睫状肌麻痹电脑验光和眼轴长度测量,并完成生活方式问卷调查,内容包括户外活动时间、饮食习惯、近距离用眼及电子屏幕使用时间。构建 LCA 模型,将学生划分为不同行为模式,采用多因素 Logistic 回归分析其与近视风险的关系,并调整父母近视及母亲教育水平等混杂因素。结果 LCA 识别出三类行为模式:健康行为组(48.7%)、高负荷用眼组(16.0%)、综合风险组(35.2%)。与健康行为组相比,高负荷用眼组近视风险增加 1.89 倍[比值比(OR)=1.89,95%置信区间(CI):1.52~2.37],综合风险组近视风险增加 1.61 倍(OR=1.61,95%CI:1.36~1.91)。与母亲教育水平为研究生及以上相比,母亲教育程度为本科的儿童近视风险增加 1.55 倍(OR=1.55,95%CI:1.22~1.97);母亲教育程度为本科以下的儿童近视风险增加 1.62 倍(OR=1.62,95%CI:1.19~2.22)。与父母均未近视相比,父母有一方近视时,子女近视风险增加 1.68 倍(OR=1.68,95%CI:1.36~2.08);双方近视时,子女近视风险增加 2.51 倍(OR=2.51,95%CI:1.99~3.16) 结论 中小學生近视的发生与多种行为模式密切相关,包括电子产品使用过多、户外活动时间不足、膳食不均衡及家庭因素。

【关键词】 近视;潜类别分析;行为模式;家庭影响;预防策略

基金项目:天津市卫生健康科技项目(TJWJ2022MS014);天津市医学重点学科建设资助项目(TJYKZDXK-3-004A-2)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20251114-00395

Behavioral patterns and familial factors for myopia prevalence in schoolchildren: a latent class analysis

Zhang Hongmei, Li Xuan, Song Desheng, Du Bei, Wei Ruihua

Tianjin Key Laboratory of Retinal Functions and Diseases, Tianjin Branch of National Clinical Research Center for Ocular Disease, Eye Institute and School of Optometry, Tianjin Medical University Eye Hospital, Tianjin 300384, China

Corresponding author: Wei Ruihua, Email: rwei@tmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To identify the high-risk behavioral patterns and family-related factors associated with myopia prevalence among primary and secondary school students using latent class analysis (LCA). **Methods** A cross-sectional study was conducted, including 2 755 students aged 6–16 years old from the Tianjin Child and Adolescent Research of Eye Study. All participants underwent non-cycloplegic computer refraction and axial length measurement and completed a lifestyle questionnaire covering outdoor activity time, dietary habits, near-work duration, and screen time. A LCA model was constructed to classify students into different behavioral patterns. Multivariate logistic regression was used to analyze the association between these patterns and myopia risk, adjusting for confounding factors such as parental myopia and maternal education level. This study adhered to the tenets of the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of Tianjin Medical University Eye Hospital (No. 2021KY-16). Written informed consent was obtained from the guardians of all participants. **Results** Three behavioral patterns were identified via LCA: the healthy behavior group (48.7%), the high-load near-work group (16.0%), and the comprehensive risk group (35.2%). Compared with the healthy behavior group, the risk of myopia increased by 1.89 times in the high-load near-work group (odds ratio [OR]=1.89, 95% confidence interval [CI]:

1.52–2.37), and the comprehensive risk group had the risk of myopia increased by 1.61 times ($OR=1.61$, 95% CI : 1.36–1.91). Compared with children whose mothers had a graduate degree or above, the risk of myopia in those whose mothers had a bachelor's degree increased by 1.55 times ($OR=1.55$, 95% CI : 1.22–1.97); the risk of myopia in children whose mothers had an education level below bachelor's degree increased by 1.62 times ($OR=1.62$, 95% CI : 1.19–2.22). Compared with children whose parents were both non-myopic, when one parent had myopia, the risk of myopia in the child increased by 1.68 times ($OR=1.68$, 95% CI : 1.36–2.08); when both parents were myopic, the risk of myopia in the child increased by 2.51 times ($OR=2.51$, 95% CI : 1.99–3.16). **Conclusions** Myopia prevalence in primary and secondary school students is closely related to various behavioral patterns, including excessive use of electronic devices, insufficient outdoor activity time, unbalanced diet, and family-related factors.

[Key words] Myopia; Latent class analysis; Behavioral patterns; Family influence; Prevention strategies

Fund program: Tianjin Health Science and Technology Project (TJWJ2022MS014); Tianjin Key Medical Discipline Construction Project (TJYXZDXK-3-004A-2)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20251114-00395

近视已成为全球公共卫生问题,预计到 2050 年,全球近一半人口将患有近视,其中 9.8% 将发展为高度近视^[1-2]。高度近视与多种眼部并发症密切相关,如视网膜脱离、青光眼和白内障,可导致严重视力损害并显著降低生活质量^[3]。随着近视患病率不断上升,明确可干预的行为及家庭危险因素,对于制定有效的防控策略具有重要意义。

流行病学研究提示,遗传易感性及环境因素均与近视发生和发展相关^[4]。大量观察性研究已识别出近视与生活方式的潜在关联,包括长时间近距离用眼^[5-6]、户外光照不足^[7-8]、体育活动不足^[9-10]、微量营养素缺乏^[10-11]以及昼夜节律紊乱^[4]等。然而,既往多数研究采用传统的回归模型,通过预设交互项来分析有限因素间的交互作用,难以从整体上揭示儿童日常生活中多行为因素共存的复杂模式。经常进行近距离用眼活动的儿童,若同时有足够的户外活动时间、睡眠时间以及均衡的饮食习惯,可能有助于减轻近视进展的风险。潜类别分析(latent class analysis, LCA)作为一种以个体为中心、数据驱动的探索性方法,能够在不预设结构的情况下,识别出具有相似多维行为特征的人群亚型,从而更深入揭示多因素交互对近视风险的影响^[12]。本研究旨在利用 LCA 方法,在天津地区儿童青少年人群中识别出不同的行为模式亚组,并探讨这些行为模式与近视患病风险的独立关联,同时纳入家庭遗传因素的影响,以期为制定针对性近视干预措施提供依据,从行为和家庭层面推进儿童青少年近视防控工作。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用横断面研究,研究数据来源于天津地区儿童

青少年眼健康队列研究^[13],共纳入 6 所中小学的 2 755 名学生,年龄 6~16 岁。纳入标准:(1)双眼最佳矫正视力均 ≥ 0.8 ;(2)能充分理解研究内容并配合完成所有检查者。排除标准:(1)研究期间配戴角膜塑形镜、使用低浓度阿托品滴眼液或其他控制近视发展的药物或器械者;(2)患有影响视功能的眼病者,如先天性白内障、青光眼、斜视、弱视、眼球震颤等;(3)患有影响视觉发育或屈光发育的全身性疾病者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,研究方案经天津医科大学眼科医院伦理委员会审核批准(批文号:2021KY-16)。所有参与者监护人均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 检查流程与内容 (1)由经验丰富的眼科医师采用裂隙灯显微镜(YZ5X1,苏州六六视觉科技股份有限公司)完成初步眼部检查及病史采集。(2)由接受过标准化程序培训的眼视光本科生采用电脑验光仪(KR 8900,日本拓普康公司)完成非睫状肌麻痹验光,按照先右眼后左眼的顺序,每眼测量 3 次,取平均值,3 次之间球镜或柱镜的差距均不超过 0.50 D。屈光度用等效球镜度(spherical equivalent, SE)表示,SE=球镜度+柱镜度/2。近视定义为 $SE \leq -0.50$ D。(3)采用非接触眼生物测量仪(LS-900,瑞士 Haag-Streit 公司)测量眼轴长度(axial length, AL),嘱受试者多次瞬目后保持睁眼状态,在角膜面形成稳定泪膜后,测量 3 次,取平均值,3 次之间差距不超过 0.02 mm。

1.2.2 问卷调查 行为危险因素评估采用问卷调查方式,包括户外活动时间、饮食习惯、近距离用眼时间及电子屏幕使用时间。户外活动时间主要指课余参与体育运动(如足球、篮球、游泳等)的时间;饮食习惯依据每日水果和蔬菜摄入量进行评估;近距离用眼时间指课业相关的阅读及书写时间;电子屏幕使用时间包

括手机、平板及电脑等电子产品的使用时间。针对不同年龄段儿童的认知与表达能力差异,采用分层填写模式:≥12 岁者采用自填式问卷,<12 岁者在监护人陪同下完成信息填报,确保问卷信息的准确性与完整性。为提高水果和蔬菜摄入量估算的客观性,问卷配套提供常见食物图片及标准份量示例(如 150 g 对应一小碗煮熟蔬菜或 1 个中等大小苹果),问卷设置不同选项供受试者选择,通过可视化参考辅助儿童及监护人进行量化判断,减少主观估算偏差。

1.2.3 LCA 模型的建立 为分析学生行为模式,采用 LCA 进行建模。建模依据 5 个二分类行为指标,其选择基于近视流行病学研究中公认的行为危险因素,包括:(1)户外活动时间(≥2 h/d vs. <2 h/d);(2)电子屏幕使用时间(≥2 h/d vs. <2 h/d);(3)近距离用眼时间(≥2 h/d vs. <2 h/d);(4)蔬菜摄入量(≥150 g/d vs. <150 g/d);(5)水果摄入量(≥150 g/d vs. <150 g/d)。各指标的二分类界值主要参考既往研究、《中国人群身体活动指南(2021)》及本调查数据的分布特征确定。

在数据分析过程中,由于部分问卷条目的某些选项应答人数较少,为保障模型稳定性和解释力,将全部行为变量转化为二分类指标。该处理方式不仅有助于简化模型结构,也使结果更符合“达标/未达标”的公共卫生表述习惯,有利于后续健康信息的传播与干预措施的制定。通过 LCA 模型识别不同潜在类别的学生行为模式,为进一步探讨行为组合与近视风险的关联提供依据。

1.2.4 质量控制 为确保研究数据的准确性与可靠性,本研究实施了严格的质量控制措施。对所有参与调查的工作人员进行统一培训,明确标准化调查流程。培训后,由专业验光师进行实操考核,考核合格者方可参与正式调查。采用计算机取随机数法随机抽取 100 名小学生进行预调查,确保正式调查时所有操作按照操作流程进行。在问卷填写过程中,工作人员现场提供必要的解释,确保每位参与者充分理解问题含义,减少因误解或漏填导致的数据偏差。回收问卷后,对答题时间过短、选项存在逻辑矛盾的问卷予以剔除,以保证最终分析数据的有效性与真实性。流行病学调查专家和眼科医师在现场进行全程监督,以保证严格执行检查流程。每日进行检查之前,电脑验光仪和非接触眼生物测量仪均采用模拟眼进行校准。

1.3 统计学方法

采用 R 软件(v4.3.1)进行统计分析。由于双眼之间的相关系数高(AL: $r \geq 0.88$; SE: $r \geq 0.85$),统计分析

仅采用右眼数据。学生性别有 21 人(占 0.76%)缺失,因数量较少,未进行数据插补。计量资料数据经 Kolmogorov-Smirnov 检验证实符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 个组各参数比较采用独立样本 t 检验;3 个组各参数总体比较采用单因素方差分析;不符合正态分布的数据以 $M(Q_1, Q_3)$ 描述,2 个组各指标比较采用 Mann-Whitney U 检验;3 个组及以上各指标比较采用 Kruskal-Wallis H 检验。分类变量以频数和百分比记录,各组各参数比较采用 χ^2 检验。各行为模式与近视风险的关系采用多因素 Logistic 回归分析,协变量包括性别(女=0,男=1)、年龄、母亲教育水平(研究生及以上=1,本科=2,本科以下=3)及父母近视数量(父母双方均不近视=0,父母双方其中 1 人近视=1,父母双方均近视=2)。采用双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 近视组与未近视组人口学特征与生活方式因素基本特征比较

共纳入 2 755 名学生,平均年龄为(9.6±2.0)岁,其中 1 114 例(占 40.4%)近视。近视组年龄、SE 显著高于未近视组,AL 长于未近视组,差异均有统计学意义($t = -23.1, Z = 42.8, t = -38.6$, 均 $P < 0.001$)。近视组和未近视组性别分布、近距离用眼时间、每日水果摄入量及父亲教育水平占比比较,差异均无统计学意义($\chi^2 = 2.1, 1.9, 0.03, 1.4$, 均 $P > 0.05$)。2 个组户外活动时间、电子屏幕使用时间、每日蔬菜摄入量、母亲教育水平及父母近视数量占比比较,差异均有统计学意义($\chi^2 = 7.6, 5.3, 5.4, 8.0, 49.7$, 均 $P < 0.05$)(表 1)。

2.2 LCA 模型的拟合优度与类别特征及分析结果

优先参考对模型复杂度惩罚更严格的贝叶斯信息准则(Bayesian Information Criterion, BIC)。3 分类模型的 BIC 值最低,表明其在拟合优度与模型简洁性之间取得了最佳平衡。2 分类模型虽清晰,但在统计拟合上显著差于 3 分类模型(BIC 差值为 45.82),且丢失了关键的‘过渡型’群体信息。尽管 4 分类模型的赤池信息量准则(Akaike Information Criterion, AIC)和熵值更优,但其 BIC 值升高,且新增类别在行为模式上缺乏独特的理论意义。因此,3 分类模型在拟合优度与模型简洁性之间取得了最佳平衡,且结果更易于转化为公共卫生干预策略。LCA 基于 AIC、BIC 和熵的数值确定了最优的 3 分类模型:健康行为组(48.7%)、高负荷用眼组(16.0%)、综合风险组(35.2%)(表 2)。

表 1 近视组与未近视组人口学特征与生活方式因素基本特征比较
Table 1 Demographic characteristics and basic characteristics of lifestyle factors between the myopic and the non-myopic

参数	未近视组 (N=1 641)	近视组 (N=1 114)	t/Z/χ ² 值	P 值
年龄[($\bar{x}\pm s$), 岁] ^a	9.2±2.1	10.8±2.0	-23.1	<0.001
SE[M(Q ₁ , Q ₃), D] ^b	+0.03(-0.24, +0.32)	-2.00(-3.25, -1.13)	42.8	<0.001
AL[($\bar{x}\pm s$), mm] ^a	23.3±1.0	24.7±1.0	-38.6	<0.001
性别[n(%)] ^c			2.1	0.2
男	854(52.5)	550(49.6)		
女	772(47.5)	558(50.4)		
户外活动时间[n(%)] ^c			7.6	<0.1
≥2 h/d	765(46.6)	459(41.2)		
<2 h/d	876(53.4)	655(58.8)		
电子屏幕使用时间[n(%)] ^c			5.3	<0.1
≥2 h/d	263(16.0)	218(19.6)		
<2 h/d	1 378(84.0)	896(80.4)		
近距离用眼时间[n(%)] ^c			1.9	0.2
≥2 h/d	1 092(66.5)	712(63.9)		
<2 h/d	549(33.5)	402(36.1)		
每日蔬菜摄入量[n(%)] ^c			5.4	<0.1
≥150 g/d	585(35.6)	448(40.2)		
<150 g/d	1 056(64.4)	666(59.8)		
每日水果摄入量[n(%)] ^c			<0.1	0.9
≥150 g/d	854(52.0)	584(52.4)		
<150 g/d	787(48.0)	530(47.6)		
父亲教育水平[n(%)] ^c			1.4	0.5
研究生及以上	293(17.9)	214(19.2)		
本科	1 110(67.6)	752(67.5)		
本科以下	238(14.5)	148(13.3)		
母亲教育水平[n(%)] ^c			8.0	<0.1
研究生及以上	237(14.4)	126(11.3)		
本科	1 121(68.3)	811(72.8)		
本科以下	283(17.2)	177(15.9)		
父母近视数量[n(%)] ^c			49.7	<0.001
0	455(27.7)	196(17.6)		
1	733(44.7)	494(44.3)		
2	453(27.6)	424(38.1)		

注:(a:独立样本 t 检验;b:Mann-Whitney U 检验;c:χ² 检验) 学生性别有 21 人缺失,因数量较少,未进行数据插补 SE:等效球镜度;AL:眼轴长度

Note: (a: Independent samples t-test, b: Mann-Whitney U test, c: χ² test) The gender information of 21 students was missing. Due to the small number, no data imputation was performed SE: spherical equivalent; AL: axial length

表 2 LCA 模型的拟合优度与类别特征描述
Table 2 Model fit and class descriptions of LCA models

分类	AIC	BIC	熵
2	17 009.56	17 080.62	0.999 872 8
3	16 922.29	17 034.80	0.600 822 5
4	16 903.02	17 056.97	0.955 244 1

注:LCA:潜类别分析;AIC:赤池信息量准则;BIC:贝叶斯信息准则

Note: LCA: latent class analysis; AIC: Akaike Information Criterion; BIC: Bayesian Information Criterion

健康行为组:具有较高的户外活动时间长和高蔬菜、水果摄入量概率;同时,表现出较低电子屏幕使用时间长和近距离工作长时间概率;高负荷用眼组:具有较高的电子屏幕使用时间长和近距离工作长时间概率,户外活动时间长的概率较低,高蔬菜和水果摄入量概率保持在中等偏上水平;综合风险组:表现为较低的高水果和蔬菜摄入量概率,其电子屏幕使用时间长和近距离工作长时间概率处于中等水平,户外活动时间长概率偏低(图 1)。

2.3 不同潜类别行为模式的人口学特征与生活方式因素基本特征比较

健康行为组、高负荷用眼组和综合风险组近视患病率总体比较差异有统计学意义(χ² = 41.0, P < 0.001),其中健康行为组近视患病率明显低于高负荷用眼组和综合风险组(表 3)。高负荷用眼组的平均电子屏幕使用时间最长(2.7 h/d),户外活动时间最短(0.9 h/d);健康行为组平均电子屏幕使用时间最短(1.4 h/d),户外活动时间最长(3.5 h/d)。

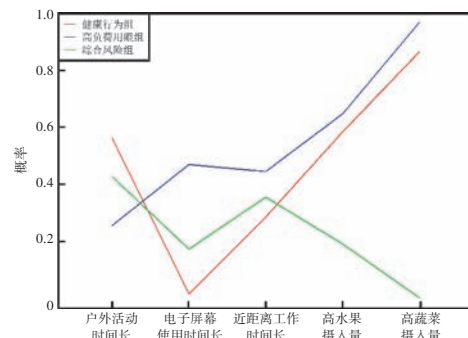


图 1 潜类别分析结果
Figure 1 Results of the latent class analysis

表 3 不同潜类别行为模式的人口学特征与生活方式因素基本特征比较
Table 3 Comparison of demographic characteristics and basic characteristics of lifestyle factors of different potential categories of behavior patterns

参数	健康行为组 (N=1 343)	高负荷用眼组 (N=442)	综合风险组 (N=970)	$\chi^2/F/H$ 值	P 值
近视[n(%)] ^a				41.0	<0.001
否	880(65.5)	226(51.1)	535(55.2)		
是	463(34.5)	216(48.9)	435(44.8)		
年龄[($\bar{x}\pm s$),岁] ^b	9.3±2.0	10.7±2.2	10.3±2.2	95.0	<0.001
SE[M(Q ₁ ,Q ₃),D] ^c	-0.22(-1.25,+0.19)	-0.63(-2.13,0.00)	-0.50(-1.88,+0.09)	58.0	<0.001
AL[($\bar{x}\pm s$),mm] ^b	23.7±1.1	24.1±1.2	24.0±1.2	26.0	<0.001
性别[n(%)] ^a				2.4	0.300
男	703(52.9)	221(50.2)	480(49.8)		
女	627(47.1)	219(49.8)	484(50.2)		
户外活动时间[n(%)] ^a				171.0	<0.001
≥2 h/d	732(54.5)	85(19.2)	407(42.0)		
<2 h/d	611(45.5)	357(80.8)	563(58.0)		
电子屏幕使用时间[n(%)] ^a				1 242.0	<0.001
≥2 h/d	0(0)	324(73.3)	157(16.2)		
<2 h/d	1 343(100)	118(26.7)	813(83.8)		
近距离用眼时间[n(%)] ^a				129.0	<0.001
≥2 h/d	355(26.4)	247(55.9)	349(36.0)		
<2 h/d	988(73.6)	195(44.1)	621(64.0)		
每日蔬菜摄入量[n(%)] ^a				2 499.0	<0.001
≥150 g/d	1 280(95.3)	442(100)	0(0)		
<150 g/d	63(4.7)	0(0)	970(100)		
每日水果摄入量[n(%)] ^a				439.0	<0.001
≥150 g/d	810(60.3)	303(68.6)	204(21.0)		
<150 g/d	533(39.7)	139(31.4)	766(79.0)		
父亲教育水平[n(%)] ^a				56.0	<0.001
研究生及以上	272(20.3)	47(10.6)	188(19.4)		
本科	918(68.4)	289(65.4)	655(67.5)		
本科以下	153(11.4)	106(24.0)	127(13.1)		
母亲教育水平[n(%)] ^a				49.0	<0.001
研究生及以上	181(13.5)	35(7.9)	147(15.2)		
本科	980(73.0)	290(65.6)	662(68.2)		
本科以下	182(13.6)	117(26.5)	161(16.6)		
父母近视数量[n(%)] ^a				15.0	0.005
0	292(21.7)	114(25.8)	245(25.3)		
1	598(44.5)	217(49.1)	412(42.5)		
2	453(33.7)	111(25.1)	313(32.3)		

注:(a:单因素方差分析;b: χ^2 检验;c:Kruskal-Wallis H检验) 学生性别有 21 人缺失,因数量较少,未进行数据插补 SE:等效球镜度;AL:眼轴长度

Note: (a: One-way ANOVA; b: χ^2 test; c: Kruskal-Wallis H test) The gender information of 21 students was missing. Due to the small number, no data imputation was performed SE: spherical equivalent; AL: axial length

2.4 不同潜类别行为模式与近视风险的多因素回归分析

与健康行为组相比,高负荷用眼组近视风险增加 1.89 倍($OR=1.89,95\%CI:1.52\sim 2.37$),综合风险组风

险增加 1.61 倍($OR=1.61,95\%CI:1.36\sim 1.91$)。与母亲教育水平为研究生及以上相比,母亲教育程度为本科的儿童近视风险增加 1.55 倍($OR=1.55,95\%CI:1.22\sim 1.97$);母亲教育程度为本科以下的儿童近视风

险增加 1.62 倍 ($OR=1.62, 95\%CI: 1.19\sim 2.22$)。与父母均未近视相比,父母有一方近视时,子女近视风险增加 1.68 倍 ($OR=1.68, 95\%CI: 1.36\sim 2.08$);双方近视时,子女近视风险增加 2.51 倍 ($OR=2.51, 95\%CI: 1.99\sim 3.16$) (表 4)。

表 4 不同潜类别行为模式与近视风险的多因素 Logistic 回归分析结果
Table 4 Multifactor logistic regression analysis results of myopia risk with different categories of behavior patterns

问卷条目	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	OR (95%CI)	P 值	
行为模式	健康行为组 (ref.)					
	高负荷用眼组	0.64	0.11	31.51	1.89(1.52-2.37)	<0.001
	综合风险组	0.48	0.09	29.39	1.61(1.36-1.91)	<0.001
年龄		0.38	0.02	293.23	1.46(1.39-1.52)	<0.001
母亲教育水平	研究生及以上 (ref.)					
	本科	0.44	0.12	12.67	1.55(1.22-1.97)	<0.001
	本科以下	0.49	0.16	9.42	1.62(1.19-2.22)	0.002
父母近视数量	0 (ref.)					
	1	0.52	0.11	22.85	1.68(1.36-2.08)	<0.001
	2	0.92	0.12	60.84	2.51(1.99-3.16)	<0.001

注:协变量包括性别、年龄、母亲教育水平及父母近视数量 OR: 比值比; CI: 置信区间; ref.: 参考变量

Note: Covariates included sex, age, maternal educational level and the number of myopic parents. OR: odds ratio; CI: confidence interval; ref.: reference variable

3 讨论

本研究结果提示,中小学生近视的发生与多种行为模式密切相关。过度使用电子产品、近距离用眼时间过长及户外活动时间不足,尤其在不均衡饮食的叠加作用下,显著增加近视发生风险。与传统 Logistic 回归将每个行为变量作为独立预测因子相比,本研究采用的 LCA 方法提供了一种更具整体性的视角。LCA 在识别行为风险集群协同作用方面的独特价值,提示公共卫生干预需要针对特定的行为组合模式,而非孤立地改变单一行为。

在相对稳定的遗传背景下,近视患病率的激增凸显了环境和生活方式因素对近视的深远影响^[4,14-16]。单独研究某一种生活方式或环境因素对近视的作用,往往因为二者之间错综复杂的关联而影响研究结果的可靠性。在实际生活中,生活方式和环境因素交织在一起,凸显了综合性研究的必要性^[4,12,17-18]。LCA 最初是一种无监督的机器学习方法,可用于筛选某一疾病的高风险人群。LCA 可以在分析高维数据和个体层面的聚类时,借助拟合优度评价指标实现“降维”。LCA 提取的潜在类别反映了分析中包括的影响因素的综合效果^[12,18-19]。本研究采用 LCA 综合分析生活方式相关因素,将受试者分为健康行为组、高负荷用眼

组、综合风险组,反映了现实生活中儿童人群的不同特征。

本研究结果显示,高负荷用眼组近视风险最高 ($OR=1.89$),而综合风险组近视风险次之 ($OR=1.61$)。可能因为综合风险组的总体用眼负荷(电子屏幕使用时间、近距离用眼时间)低于高负荷用眼组,从而导致其风险相对较低。这更突出了“高强度近距离用眼”可能是近视最核心的行为风险因素。此外,父母近视仍是重要危险因素。父母一方近视,其子女发生近视的风险增加 1.68 倍;父母双方均近视,其子女发生近视的风险增加 2.51 倍;该结果和既往研究结果类似^[20-22],提示遗传易感性在近视发生中不可忽视^[23]。值得关注的是,在本研究中,母亲教育水平与近视风险呈显著关联,即母亲教育水平较低,其子女近视患病率更高。推测在儿童青少年时期,母亲作为监护人之一,常常主要负责儿童的日常生活起居。教育水平较高的母亲,主动获取或学习健康教育知识,在儿童户外活动引导及饮食管理等方面有积极作用^[24-26]。

本研究存在一定局限性:(1)为横断面设计,因果推断能力有限。(2)采用问卷调查方式,可能存在回忆偏倚和社会期望偏倚,且未能精确量化儿童户外活动时间、近距离用眼时间、电子产品使用时间及蔬菜水果摄入量。(3)采用二分类处理行为变量,可能丢失部分信息,未来大样本研究可尝试更精细的分类或连续变量建模,以进一步探索行为模式的细微差异。(4)虽然 LCA 纳入了常见的近视高危行为风险因素,但未纳入睡眠、坐姿等其他因素,可能导致儿童行为模式分类不够全面。(5)未采用睫状肌麻痹验光,可能会高估近视患病率。未来需开展纵向、定量研究,以评估行为因素及家庭因素对近视进展的长期影响。

本研究强调,中小学生近视受多种可干预行为模式及家庭因素共同影响。减少电子产品使用时间、增加户外活动和保持合理膳食,结合提升家长健康认知,有助于降低近视发生风险。近视防控应从家庭层面入手,既要关注儿童自身生活方式的改善,也要提升家长的健康教育水平。公共卫生措施应综合考虑行为因素与家庭因素,推动全家庭共同参与近视防控。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 张红梅: 酝酿和设计试验、实施研究、采集数据、分析/解释数据、文章撰写及修改; 李宣、宋德胜: 分析/解释数据、文章修改; 杜蓓: 酝酿和设计试验、实施研究; 魏瑞华: 酝酿和设计试验、分析/解释数据、对文章的知识性内容做批判性审阅及定稿

参考文献

- [1] Liang J, Pu Y, Chen J, et al. Global prevalence, trend and projection of myopia in children and adolescents from 1990 to 2050: a comprehensive systematic review and meta-analysis [J]. *Br J Ophthalmol*, 2025, 109(3): 362-371. DOI: 10.1136/bjo-2024-325427.
- [2] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(5): 1036-1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
- [3] Saw SM, Matsumura S, Hoang QV. Prevention and management of myopia and myopic pathology [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2019, 60(2): 488-499. DOI: 10.1167/iov.18-25221.
- [4] Biswas S, El Kareh A, Qureshi M, et al. The influence of the environment and lifestyle on myopia [J]. *J Physiol Anthropol*, 2024, 43(1): 7. DOI: 10.1186/s40101-024-00354-7.
- [5] Dutheil F, Oueslati T, Delamarre L, et al. Myopia and near work: a systematic review and meta-analysis [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2023, 20(1): 875. DOI: 10.3390/ijerph20010875.
- [6] Gajjar S, Ostrin LA. A systematic review of near work and myopia: measurement, relationships, mechanisms and clinical corollaries [J]. *Acta Ophthalmol*, 2022, 100(4): 376-387. DOI: 10.1111/aos.15043.
- [7] Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T, et al. Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review [J]. *Acta Ophthalmol*, 2017, 95(6): 551-566. DOI: 10.1111/aos.13403.
- [8] Wu PC, Chen CT, Lin KK, et al. Myopia prevention and outdoor light intensity in a school-based cluster randomized trial [J]. *Ophthalmology*, 2018, 125(8): 1239-1250. DOI: 10.1016/j.ophtha.2017.12.011.
- [9] Chen D, Wang J, Chen J, et al. Smartwatch-monitored physical activity and myopia in children: a 2-year prospective cohort study [J]. *BMC Med*, 2025, 23(1): 294. DOI: 10.1186/s12916-025-04136-5.
- [10] Mrugacz M, Zorena K, Pony-Uram M, et al. Interdependence of nutrition, physical activity, and myopia [J]. *Nutrients*, 2024, 16(19): 3331. DOI: 10.3390/nu16193331.
- [11] Chamarty S, Gupta SK, Dhakal R, et al. Is there any association between nutrition and myopia? A systematic review [J]. *Optom Vis Sci*, 2023, 100(7): 475-485. DOI: 10.1097/OPX.0000000000002035.
- [12] Li DL, Yin ZJ, Li YZ, et al. Identification of high-risk patterns of myopia in Chinese students based on four major behavioral risk factors: a latent class analysis [J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 1378. DOI: 10.1186/s12889-023-15963-7.
- [13] Lu C, Miao Y, Yao X, et al. Socioeconomic disparities and green space associated with myopia among Chinese school-aged students: a population-based cohort study [J]. *J Glob Health*, 2024, 14: 04140. DOI: 10.7189/jogh.14.04140.
- [14] Zhang X, Cheung S, Chan HN, et al. Myopia incidence and lifestyle changes among school children during the COVID-19 pandemic: a population-based prospective study [J]. *Br J Ophthalmol*, 2022, 106(12): 1772-1778. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2021-319307.
- [15] Morgan IG, Wu PC, Ostrin LA, et al. IMI risk factors for myopia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021, 62(5): 3. DOI: 10.1167/iov.62.5.3.
- [16] 霍环环, 李素云, 仇婷婷, 等. 近距离工作、视屏时间及户外活动时间与儿童近视的关联分析 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2025, 43(6): 548-555. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20241115-00314. Huo HH, Li SY, Qiu TT, et al. Association between near work, screen time, outdoor time and myopia in children [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2025, 43(6): 548-555. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20241115-00314.
- [17] Li DL, Yin ZJ, Li YZ, et al. Identification of high-risk patterns of myopia in Chinese students based on four major behavioral risk factors: a latent class analysis [J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 1378. DOI: 10.1186/s12889-023-15963-7.
- [18] Li Y, Xu C, Liu Z, et al. Effects of physical activity patterns on myopia among children and adolescents: a latent class analysis [J/OL]. *Child Care Health Dev*, 2024, 50(4): e13296 [2025-09-12]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38895956/>. DOI: 10.1111/cch.13296.
- [19] Li F, Li Y, Liu Z, et al. Influence of eye-related behavior on myopia among junior middle school students under the background of double reduction during the COVID-19 pandemic [J]. *BMC Public Health*, 2024, 24(1): 1531. DOI: 10.1186/s12889-024-18958-0.
- [20] Lee SS, Lingham G, Sanfilippo PG, et al. Incidence and progression of myopia in early adulthood [J]. *JAMA Ophthalmol*, 2022, 140(2): 162-169. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2021.5067.
- [21] Xiang F, He M, Morgan IG. The impact of severity of parental myopia on myopia in Chinese children [J]. *Optom Vis Sci*, 2012, 89(6): 884-891. DOI: 10.1097/OPX.0b013e318255dc33.
- [22] Tang SM, Kam KW, French AN, et al. Independent influence of parental myopia on childhood myopia in a dose-related manner in 2,055 Trios: the Hong Kong Children Eye Study [J]. *Am J Ophthalmol*, 2020, 218: 199-207. DOI: 10.1016/j.ajo.2020.05.026.
- [23] Cai XB, Shen SR, Chen DF, et al. An overview of myopia genetics [J]. *Exp Eye Res*, 2019, 188: 107778. DOI: 10.1016/j.exer.2019.107778.
- [24] Tao ZY, Chen SQ, Tang Y, et al. The influence of parents' background and their perception on the progression of myopia in children [J]. *Int J Clin Pract*, 2022, 2022: 4123470. DOI: 10.1155/2022/4123470.
- [25] Rong SS, Chen LJ, Pang CP. Myopia genetics-the Asia-Pacific perspective [J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2016, 5(4): 236-244. DOI: 10.1097/APO.0000000000000224.
- [26] 中华预防医学会公共卫生眼科分会, 北京预防医学会公共卫生眼科学专委会. 关于加强儿童青少年近视防控用眼行为干预的倡议及实施方法共识(2023): 用眼行为干预人群大处方 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2023, 41(4): 297-302. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20230102-00002. Public Health Ophthalmology Branch of Chinese Preventive Medicine Association, Public Health Ophthalmology Specialty Committee of Beijing Preventive Medicine Association. Consensus on enhancing eye-use behavior interventions for myopia prevention and control of children and adolescents (2023): an extraordinary prescription for eye-use behavior intervention [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2023, 41(4): 297-302. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20230102-00002.

(收稿日期: 2025-11-14 修回日期: 2026-03-16)

(本文编辑: 施晓萌 骆世平)