

· 儿少卫生与妇幼保健 ·

基于 lasso 回归建立初中生超重肥胖的 列线图预测模型

胡君¹, 洪峰¹, 郭亚君², 王娜¹, 任达飞^{1,2}

1. 贵州医科大学公共卫生与健康学院, 环境污染与疾病监控教育部重点实验室, 贵州 贵阳 561113;

2. 贵州省铜仁市疾病预防控制中心, 贵州 铜仁 554300

摘要:目的 分析影响初中生超重肥胖的因素, 建立列线图预测初中生超重肥胖的风险。方法 于 2024 年 9—11 月在贵州省铜仁市采用随机整群抽样方法选取 20 所初中的 5 135 名初中生进行体格检查和问卷调查, 利用 lasso 回归筛选影响超重肥胖的因素, 建立并验证列线图预测模型。结果 初中生超重肥胖的检出率为 25.02%。多因素 logistic 回归分析显示, 女生 ($OR=0.430, 95\%CI: 0.371 \sim 0.499$)、住校 ($OR=0.582, 95\%CI: 0.500 \sim 0.678$)、每天中高等强度活动 1 h ($OR=0.730, 95\%CI: 0.630 \sim 0.847$)、父母都不胖 ($OR=0.466, 95\%CI: 0.404 \sim 0.538$)、外因性进食 ($OR=0.945, 95\%CI: 0.935 \sim 0.956$) 是预防超重肥胖的保护因素。每顿饭都吃新鲜蔬果 ($OR=1.308, 95\%CI: 1.103 \sim 1.549$)、限制性进食 ($OR=1.100, 95\%CI: 1.089 \sim 1.111$)、情绪性进食 ($OR=1.091, 95\%CI: 1.079 \sim 1.103$) 是超重肥胖的危险因素。训练集和验证集的受试者曲线下面积(AUC)分别为 0.790 ($95\%CI: 0.775 \sim 0.806$)、0.765 ($95\%CI: 0.731 \sim 0.799$), 表明该列线图预测模型区分度良好。Brier 得分为 0.15, Hosmer-Lemeshow 检验结果提示模型拟合良好 ($\chi^2=10.984, P=0.203$)。结论 本研究建立的列线图模型可以有效预测超重肥胖发生风险, 为筛查高危学生和个性化防控提供参考依据。

关键词: Lasso 回归; 超重肥胖; 异常进食行为; 列线图

中图分类号: R179 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)11-2003-06

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202501148

Establishment of a nomogram prediction model for overweight and obesity in middle school students based on Lasso regression

HU Jun*, HONG Feng, GUO Ya-jun, WANG Na, REN Da-fei

*School of Public Health and Health, Guizhou Medical University, Key Laboratory of Environmental Pollution and Disease Monitoring, Ministry of Education, Guiyang, Guizhou 561113, China

Abstract: Objective To analyze the factors influencing overweight and obesity among middle school students and to establish a nomogram for predicting the risk of overweight and obesity in this population. **Methods** From September to November 2024, a random cluster sampling method was used to select 5 135 middle school students from 20 schools in Tongren city for physical examinations and questionnaire surveys. Lasso regression was employed to identify factors affecting overweight and obesity, and a nomogram prediction model was established and validated. **Results** The prevalence of overweight and obesity among middle school students was 25.02%. Multivariate logistic regression analysis revealed that being female ($OR=0.430, 95\%CI: 0.371-0.499$), boarding at school ($OR=0.582, 95\%CI: 0.500-0.678$), engaging in moderate to high-intensity physical activity for one hour daily ($OR=0.730, 95\%CI: 0.630-0.847$), having non-obese parents ($OR=0.466, 95\%CI: 0.404-0.538$), and external eating triggers ($OR=0.945, 95\%CI: 0.935-0.956$) were protective factors against overweight and obesity. Conversely, consuming fresh fruits and vegetables at every meal ($OR=1.308, 95\%CI: 1.103-1.549$), restrictive eating ($OR=1.100, 95\%CI: 1.089-1.111$), and emotional eating ($OR=1.091, 95\%CI: 1.079-1.103$) were identified as risk factors. The areas under the curve (AUC) for the training and validation sets were 0.790 ($95\%CI: 0.775-0.806$) and 0.765 ($95\%CI: 0.731-0.799$), respectively, indicating good discrimination of the nomogram prediction model. The Brier score was 0.15, and the Hosmer-Leeshawn test suggested good model fit ($\chi^2=10.984, P=0.203$). **Conclusion** The nomogram model established in this study effectively predicts the risk of overweight and obesity, providing a reference for screening high-risk students and implementing personalized prevention strategies.

Keywords: Lasso regression; Overweight and obesity; Abnormal eating behaviors; Nomogram

在全球范围内, 儿童青少年超重肥胖已成为日益

严重的公共卫生问题。我国中小学生超重、肥胖率分别从 2016 年的 22.3%、9.1% 上升到了 2020 年的 26.7%、11.6%^[1]。根据最新版《世界肥胖地图》报告, 预

作者简介: 胡君(1999—), 女, 硕士在读, 研究方向: 疾病预防与控制

通信作者: 任达飞, E-mail: rdf74@126.com

计 2020—2035 年间我国儿童青少年肥胖率上升速度远超成年人,我国儿童青少年肥胖年增长率高达 6.6%^[2]。儿童青少年时期超重肥胖不仅影响生长发育,还可能持续到成年,增加患心血管疾病、糖尿病和癌症等疾病风险^[3-4]。超重和肥胖对儿童的学习能力和心理健康产生负面影响,进而影响其学业成绩和社会适应能力^[5]。研究表明,情绪性进食、不规律的饮食习惯等均与超重肥胖密切相关^[6]。初中生正处于身心发展和自我意识形成的关键阶段,在面对自我认同、自尊和社会适应等问题时,可能容易出现异常进食行为等。列线图(nomogram)作为一种直观的预测工具,能够将多个预测变量综合为一个易于理解的风险评估系统,其预测能力优于其他预测模型,已被广泛应用于医学和公共卫生领域^[7]。因此,本研究通过分析贵州省铜仁市初中生超重肥胖影响因素,以回归分析筛选出的因素建立列线图预测模型。

1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究在 95%的置信度下,采用公式 $N = \frac{Z^2 P(1-P)}{d^2}$ 对抽样调查样本量进行估算, $Z=1.96$, 以贵州省 2021 年 12~15 岁年龄组儿童青少年超重肥胖检出率 21.48%^[8]作为 P 的估计值, $d=0.02$ (为检出率的 10%左右)。计算上述样本量为 1 620 人,考虑无应答和无效问卷,增加 10%的样本量,确定可达到统计学意义的最小调查样本量为 1 782 人。

本研究于 2024 年 9—11 月在铜仁市 10 个区(县)范围内进行横断面调查,采用多阶段分层整群抽样的方法,在每个区(县)随机抽取 2 所初中学校,每所学校的七至九年级每分别抽取 2 个班级,所选班级所有学生全部作为调查对象。纳入标准:依从性较好;自愿参与研究项目,并签署知情同意书。排除标准:调查期间缺勤未参加监测学生;不愿意参加本研究;详细询问肥胖儿童患病史,排除继发性肥胖病。本次共选择 20 所初中(七至九年级)的 5 989 名学生进行体格检查和问卷调查。最终回收问卷 5 597 份(回收率 93.45%),其中有效问卷 5 135 份(有效回收率 91.75%)。预计训练集样本量至少为 1 782 例,根据外部验证样本量一般为建模集 1/4~1/2 的原则^[9],将纳入对象按区(县)分为训练集 3 093 例及验证集 1 042 例。本研究经铜仁市疾病预防控制中心伦理委员会审核批准(批号:铜疾伦审[2024]2 号),研究对象及其监护人均知情同意且自愿参与。

1.2 方法

1.2.1 一般资料调查问卷 包括学生性别、年龄、年级、学校所在地、住校情况、饮食和运动行为因素以及父母体型情况等。

1.2.2 中文版荷兰饮食行为问卷(Chinese Version of Dutch Eating Behaviour Questionnaire, C-DEBQ) 采用中文版荷兰饮食行为问卷(C-DEBQ)^[10]调查学生的异常进食行为。该问卷共 33 个题目,分为限制性、情绪性和外因性进食三个维度。问卷采用李克特 5 级计分法,从 1 分(从不)到 5 分(总是),问卷得分越高,表示相应进食行为水平越高。在本研究中,该问卷总量表 Cronbach α 系数为 0.860。

1.2.3 体格检查 体检人员培训考核合格,采用已校准的仪器设备测量身高、体重,分别精确至 0.1 cm、0.1 kg,并抽取 5%的学生进行抽样复测。计算身体质量指数(BMI)=体重(kg)/身高的二次方(m²)。依据《学龄儿童青少年超重肥胖筛查》WS/T 586—2018^[11]进行分类。

1.3 质量控制 统一培训调查员,问卷由学生自行现场填写,调查员应用通俗易懂的语言向调查对象解释调查表内容,但避免使用引导性或暗示性语言影响调查对象作答,填写完成后由调查员及时核查有无问题遗漏,确认后收回。

1.4 统计分析 采用软件 R 4.2.3 和 SPSS 26.0 对数据进行统计分析。计数资料用例数和百分比描述,采用 χ^2 检验分析组间超重肥胖率的差异。正态分布的连续数据表示为(均值 \pm 标准差),并使用 t 检验进行分析。对于非正态分布的连续数据,报告中位数和四分位数范围,并使用 Mann-Whitney U 检验进行比较。使用 lasso 回归和 logistic 回归筛选影响因素以建立列线图风险预测模型。采用受试者工作特征曲线(ROC)、校准曲线图分别评估模型的区分度和校准度, Hosmer-Lemeshow 检验判断模型的拟合度。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 初中生超重肥胖的单因素分析 本研究共纳入 5 135 名初中生,其中检出超重肥胖学生 1 285 名(25.02%)。超重肥胖组和非超重肥胖组在性别、学校所在地、住校情况、每天吃谷物/杂粮或杂豆、每顿饭都吃新鲜蔬果、每天中高等强度活动 1 h、定期测量体重、父母都不胖、限制性进食评分、情绪性进食评分、外因性进食评分方面存在统计学差异($P<0.05$)。见表 1。两组间无统计学差异的其他因素,未在表格中列出($P>0.05$)。

2.2 初中生超重肥胖的 lasso 及多因素 logistic 回归分析 将单因素分析中具有统计学意义的变量作为自变量,超重肥胖为因变量建立 lasso 回归模型,见图 1。结合交叉验证图,选择 $\lambda_{\min}=0.000 367$,此时均方差误最小,模型拟合效果最好。将筛选后的 11 个变量纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示女生、

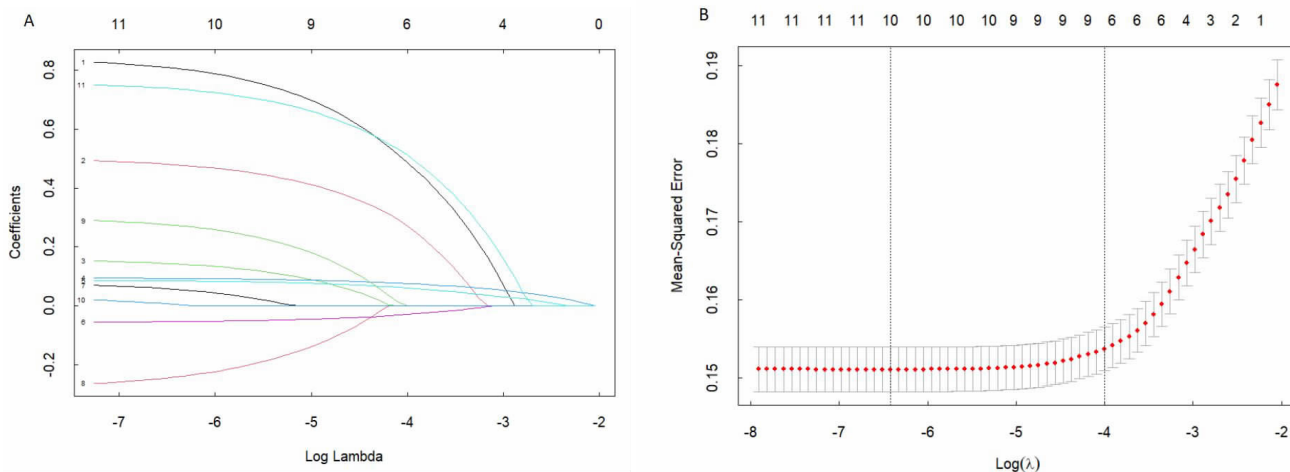
住校、每顿饭都吃新鲜蔬果、每天中高等强度活动 1 h、父母都不胖、外因性进食评分高是预防超重肥胖的

保护因素,限制性进食评分高、情绪性进食评分高是超重肥胖的危险因素。见表 2。

表 1 超重肥胖组与非超重肥胖组学生基本情况比较 [n(%), M(P₂₅, P₇₅), ($\bar{x} \pm s$)]

Table 1 Comparison of basic conditions between overweight and obese students and non-overweight and obese students

因素	选项	[n(%), M(P ₂₅ , P ₇₅), ($\bar{x} \pm s$)]		$\chi^2/t/Z$ 值	P 值
		非超重肥胖组	超重肥胖组		
性别	女	2 052(79.66)	524(20.34)	60.413	<0.001
	男	1 798(70.26)	761(29.74)		
学校所在地	郊区	3 125(76.41)	965(23.59)	21.911	<0.001
	城区	725(69.38)	320(30.62)		
住校	是	1 556(80.54)	376(19.46)	51.082	<0.001
	否	2 294(71.62)	909(28.38)		
每天吃谷物、杂粮或杂豆	是	2 805(76.02)	885(23.98)	7.568	0.006
	否	1 045(72.32)	400(27.68)		
每顿饭都吃新鲜蔬果	是	2 847(74.28)	986(25.72)	3.944	0.047
	否	1 003(77.04)	299(22.96)		
每天中高等强度活动 1 h	是	1 735(77.11)	515(22.89)	9.734	0.002
	否	2 115(73.31)	770(26.69)		
定期测量体重	是	1 447(73.04)	534(26.96)	6.415	0.011
	否	2 403(76.19)	751(23.81)		
父母都不胖	是	2 401(81.11)	559(18.89)	140.383	<0.001
	否	1 449(66.62)	726(33.38)		
限制性进食评分		18.00(15.00, 23.00)	25.00(19.00, 30.00)	-21.711	<0.001
情绪性进食评分		15.00(13.00, 18.00)	17.00(15.00, 26.00)	-15.724	<0.001
外因性进食评分		27.36 ± 0.12	26.08 ± 0.19	5.470	<0.001



注: A 为回归系数路线图; B 为回归交叉验证曲线。

图 1 Lasso 回归模型筛选变量

Figure 1 Lasso regression model screening variables

表 2 Lasso 回归模型筛选变量的多因素 logistic 回归分析结果

Table 2 Multivariate Logistic regression analysis results of lasso regression model screening variables

自变量	选项	β	标准误	Wald χ^2 值	OR 值(95%CI)	P 值
性别	男				1	
	女	-0.843	0.076	123.395	0.430(0.371 ~ 0.499)	<0.001
住校	否				1	
	是	-0.541	0.078	48.558	0.582(0.500 ~ 0.678)	<0.001
每顿饭都吃新鲜果蔬	否				1	
	是	0.268	0.087	9.596	1.308(1.103 ~ 1.549)	0.002
每天中高等强度活动 1 h	否				1	
	是	-0.314	0.076	17.202	0.730(0.630 ~ 0.847)	<0.001
父母都不胖	否				1	
	是	-0.763	0.073	109.374	0.466(0.404 ~ 0.538)	<0.001
限制性进食评分		0.095	0.005	359.666	1.100(1.089 ~ 1.111)	<0.001
情绪性进食评分		0.087	0.006	249.481	1.091(1.079 ~ 1.103)	<0.001
外因性进食评分		-0.056	0.006	98.873	0.945(0.935 ~ 0.956)	<0.001

2.3 超重肥胖危险因素列线图模型建立 根据 lasso 和 logistic 回归分析的结果，建立一个由 8 个预测变量(女生、住校、每顿饭都吃新鲜蔬果、每天中高等强度活动 1 h、父母都不胖、限制性进食评分、情绪性进食评分、外因性进食评分)组成的列线图预测模型。根据不同的变量，在列线图的顶部画一条垂直线，得到相应的分数。将各个变量的分数相加得到总分，在列线图底部得到相应的风险总分，影响因素总分越高，超重肥胖风险越大。见图 2。

2.4 列线图预测模型验证与评估 绘制 ROC 曲线以评估模型的准确性,分析结果显示训练集列线图预测学生超重肥胖的曲线下面积 (area under the curve, AUC) 为 0.790 (95% CI:0.775 ~ 0.806), 灵敏度为 69.7%, 特异度为 75.8%, 验证集列线图预测模型的 AUC 为 0.765(95%CI:0.731 ~ 0.799), 灵敏度为 71.6%, 特异度为 70.7%, 表明该列线图预测模型区分度良

好。模型 Brier 得分为 0.15,表明绘制校准曲线实际值和预测值一致性良好,模型与观察数据吻合度较高。Hosmer-Lemeshow 检验结果为 $\chi^2=10.984, P=0.203$,提示所建立模型拟合优度良好。见图 3。

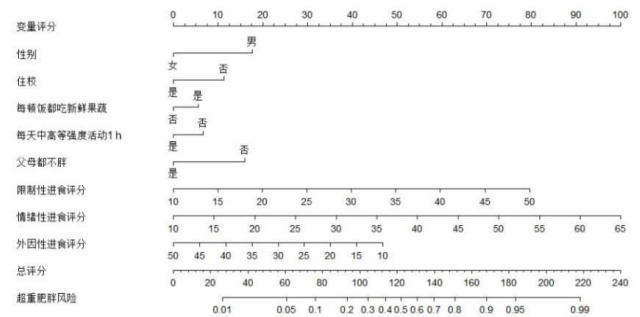
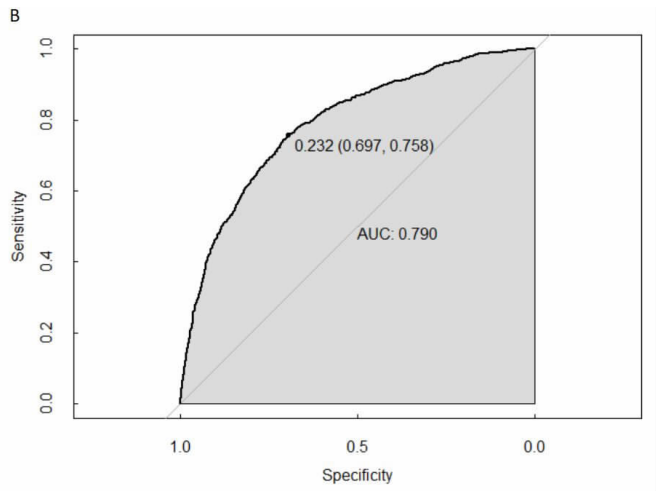
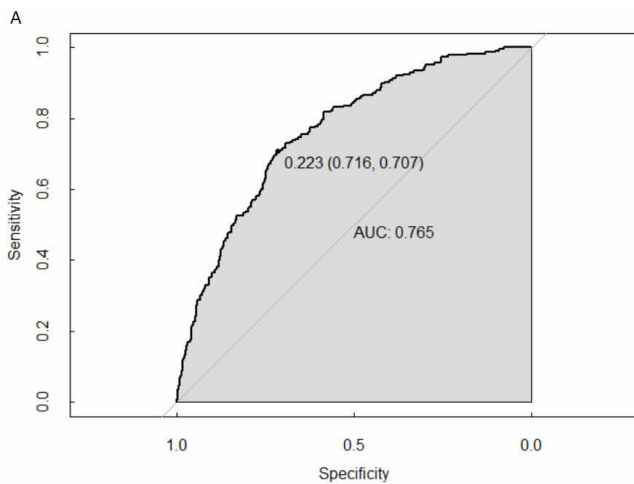


图 2 超重肥胖风险预测的列线图模型

Figure 2 Nomogram model for predicting the risk of overweight and obesity



注: A 为训练集 ROC 曲线;B 为验证集 ROC 曲线。

图 3 超重肥胖预测模型的 ROC 曲线

Figure 3 ROC curve of overweight and obesity prediction model

3 讨论

近年来,我国儿童青少年的超重肥胖率呈持续上升趋势^[12-13]。超重肥胖的危害不仅是对个体健康产生负面影响,还可能增加成年期慢性疾病的风险。因此,早期建立预测模型、识别高危人群是预防的关键,并采取有效干预措施降低超重肥胖的发生风险。本研究通过 lasso 回归和多因素 logistic 回归相结合的分析方法筛选出了 8 个超重肥胖的影响因素,并建立列线图预测模型,以预测学生超重肥胖的发生风险,为超重肥胖防控提供参考。

本研究结果显示,铜仁市初中生的超重肥胖检出率为 25.02%, 高于 2021 年贵州省 12~15 岁儿童青少年超重肥胖率的 20.80%^[8]。女生的超重肥胖风险低于男生,与既往调查结果一致^[14]。走读生在外就餐可

能性更大,更容易选择高热量、高脂肪的不健康食物,从而增加了超重肥胖的风险^[15-16]。研究表明,遗传因素在超重肥胖的影响中起着重要作用,肥胖具有一定的遗传易感性^[17],本研究也发现父母均不胖的学生超重肥胖风险更低。每天进行 1 h 的中高等强度身体活动可能是降低超重肥胖率的有效措施。本次研究发现每顿饭都吃新鲜蔬果会增加超重肥胖风险,与其他研究结果不一致^[18]。也有研究指出水果摄入量较高或较低均可能是儿童超重肥胖的危险因素^[19]。此外,新鲜蔬菜、水果中的高果糖可能促进能量储存而非利用,与肥胖发生有关^[20]。

在异常进食行为方面,超重肥胖组学生限制性进食和情绪性进食得分更高,而外因性进食得分更低,相关研究结论相同^[21]。本研究中学生外因性进食得分普遍较高,表明学生往往会受到外部因素的影响而进

食,非内在的饥饿感或饱腹感驱动。可能由于超重肥胖学生对体重的担忧或自身形象的关注,从而表现出外因性进食行为水平更低。与此同时,限制性进食也是个体为了控制体重而严格限制食物摄入,是超重肥胖的危险因素。限制性饮食者可能因为长期严格的饮食限制可能导致进食行为的去抑制效应,产生暴饮暴食的心理机制,从而导致体重反弹或增加^[22]。而情绪性进食是指个体在面对负面情绪时,通过进食来寻求安慰或逃避的一种心理行为,这种行为模式往往倾向于选择高热量、高脂肪的食物,从而增加超重肥胖风险^[6,23]。

本研究基于横断面数据,通过 lasso 回归和 logistic 回归相结合的分析方法筛选出预测变量,降低多重共线性的可能性,使筛选变量更具有代表性从而提高了预测模型的可靠性。回归列线图将 logistic 回归的结果可视化,直观地预测个体发生超重肥胖的风险。为进一步验证模型的区分度与准确度,本研究中训练集和验证集 ROC 曲线下面积分析结果显示,AUC 均大于 0.7,且敏感度和特异度均较高,表明本研究建立的列线图预测模型具有较好的区分度,可识别出超重肥胖风险较高的学生。进一步采用校准曲线进行验证结果显示,训练集与验证集的预测概率与实际发生概率一致性良好,曲线拟合优度较好。

综上所述,本研究建立的超重肥胖风险列线图预测模型区分度和准确度良好,具有较好的预测效能,在常见病监测工作中有助于早期筛查出超重肥胖学生并加以干预。本研究存在一定的局限性,一方面,横断面研究限制了因果关系推断;另一方面,只分析了部分青少年超重肥胖的影响因素。未来,我们应该进一步开展多因素研究,以降低学生超重肥胖的发生风险。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 张瀚月,马璐,孔振兴,等. 2016—2020 年我国学生超重、肥胖和营养不良状况的流行趋势与防控策略[J]. 北京体育大学学报,2023,46(11):118-131.
Zhang HY, Ma L, Kong ZX, et al. Prevalence trends and prevention strategy of overweight, obesity and malnutrition among Chinese students from 2016 to 2020 [J]. Journal of Beijing Sport University, 2023, 46(11): 118-131.(In Chinese)
- [2] World Obesity Federation. World obesity atlas 2023[EB/OL]. [2025-04-30]. https://www.worldobesityday.org/assets/downloads/World_Obesity_Atlas_2023_Report.pdf.
- [3] Lin Y, Zeng G, Sun Y. The joint effect of vitamin-D status and tobacco exposure on overweight and obesity in children [J]. British Journal of Nutrition, 2024, 132(10): 1386-1393.
- [4] 钟祥彬,陈琪,顾浩琰,等. 山东省初中生睡眠时间和视屏时间与超重肥胖的关联研究 [J]. 现代预防医学,2023,50(19):

3534-3539.

Zhong XB, Chen Q, Gu HY, et al. Study on the relationship of sleep time and video time with overweight and obesity among Junior high school students in Shandong Province [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(19): 3534-3539.(In Chinese)

- [5] 潘杰. 儿童肥胖的危害及对策研究进展[J]. 山东师范大学学报:自然科学版,2023,38(2):97-121.
Pan J. Research progress on the harm and countermeasures of childhood obesity[J]. Journal of Shandong Normal University(Natural Science), 2023, 38(2): 97-121.(In Chinese)
- [6] 赵聆希. 重庆市中学生情绪性进食与超重肥胖的关系研究:膳食模式中介作用[D]. 重庆:重庆医科大学,2023.
Zhao LX. Study on the relationship between emotional eating and overweight and obesity among middle school students in Chongqing: the mediating role of dietary patterns [D]. Chongqing: Chongqing Medical University, 2023.(In Chinese)
- [7] Wu CX, Zhu SP, Wang QZ, et al. Development, validation, and visualization of a novel nomogram to predict depression risk in patients with stroke [J]. Journal of Affective Disorders, 2024, 365: 351-358.
- [8] 王转,杜向东,李忻,等. 2017—2021 年贵州省 9~18 岁儿童青少年超重与肥胖流行趋势分析 [J]. 中国健康教育,2023,39(5):393-397.
Wang Z, Du XD, Li X, et al. Trend analysis of overweight and obesity among children and adolescents aged 9-18 years old in Guizhou Province from 2017 to 2021[J]. Chinese Journal of Health Education, 2023, 39(5): 393-397.(In Chinese)
- [9] 朱徐乐,徐林燕,赵敏,等. 老年人阈下抑郁危险因素分析及风险预测模型的构建与验证 [J]. 现代预防医学,2023,50(14):2639-2644.
Zhu XL, Xu LY, Zhao M, et al. Risk factors of subthreshold depression in the elderly and construction and validation of a risk prediction model [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(14): 2639-2644.(In Chinese)
- [10] 李勇男,刘勇,鲍杰. 中文版荷兰进食行为问卷在中国大学生群体中的适用性[J].中国临床心理学杂志,2018,26(2):277-281,326.
Li YN, Liu Y, Bao J. The applicability of Dutch eating behavior questionnaire(DEBQ) in Chinese college students[J]. Chinese Journal of Clinical Psychology, 2018, 26(2): 277-281, 326.(In Chinese)
- [11] 国家卫生和计划生育委员会. WS/T586—2018 学龄儿童青少年超重与肥胖筛查[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
National Health and Family Planning Commission. WS/T586—2018 Screening for overweight and obesity in school-age children and adolescents[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.(In Chinese)
- [12] 王雯雷,张俊,厚磊,等. 新疆 7~17 岁儿童青少年超重肥胖和血压关系的关联研究 [J]. 中国儿童保健杂志,2024,32(9):953-957,963.
Wang WL, Zhang J, Hou L, et al. Association of overweight and obesity with blood pressure in children and adolescents aged 7-17 years in Xinjiang[J]. Chinese Journal of Child Health Care, 2024, 32(9): 953-957, 963.(In Chinese)
- [13] 姜珊,康康,薛白,等. 青岛市 6-17 岁在校儿童青少年超重肥胖趋势分析[J]. 实用预防医学,2024,31(2):147-151.
Jiang S, Kang K, Xue B, et al. Trend analysis of overweight and obesity among school children and adolescents aged 6-17 years in

Qingdao[J]. Practical preventive medicine, 2024, 31(2): 147-151.(In Chinese)

[14] 王艳,孙冰洁,赵海,等. 北京市中小学生营养状况及相关因素分析[J]. 中国学校卫生,2024,45(2):188-192.
Wang Y, Sun BJ, Zhao H, et al. Nutritional status and its related factors among primary and secondary school students in Beijing City [J]. Chinese Journal of School Health, 2024, 45(2): 188-192.(In Chinese)

[15] 周诗豪,敖梦凡,梁娴,等. 424 名广东省中小學生中超重肥胖现状调查及影响因素分析 [J]. 广东医科大学学报,2023,41(2):196-199.
Zhou SH, Ao MF, Liang X, et al. Prevalence survey and risk factors of overweight/obesity in 424 primary and secondary school students in Guangdong Province [J]. Journal of Guangdong Medical College, 2023, 41(2): 196-199.(In Chinese)

[16] 赵攀,胡成华,杨久钰,等. 武汉市初中生在外出就餐相关因素及与超重肥胖的关系 [J]. 中国学校卫生,2023,44(10):1578-1581,1586.
Zhao Z, Hu CH, Yang JY, et al. Relevant factors of eating out-of-home and its association with overweight and obesity among middle school students in Wuhan City [J]. Chinese Journal of School Health, 2023, 44(10): 1578-1581, 1586.(In Chinese)

[17] 朱紫文,尤琳,王雨晴,等. 儿童肥胖症遗传学研究进展[J]. 国际儿科学杂志,2024,51(7):452-456.
Zhu ZW, You L, Wang YQ, et al. Advances in genetic studies of childhood obesity[J]. International Journal of Pediatrics, 2024, 51(7): 452-456.(In Chinese)

[18] Feng X, Zhu JH, Hua ZL, et al. The prevalence and determinant of overweight and obesity among residents aged 40-69 years in high-risk regions for upper gastrointestinal cancer in southeast China[J]. Scientific Reports, 2023, 13(1): 8172.

[19] 王凤鸣,刘琴,安曦洲,等. 膳食水果摄入量与儿童超重肥胖的关系[J]. 中国学校卫生,2023,44(10):1459-1463.
Wang FM, Liu Q, An XZ, et al. Relationship between dietary fruit intake and overweight and obesity in children [J]. Chinese Journal of School Health, 2023, 44(10): 1459-1463.(In Chinese)

[20] Li SY, Leung J, Lu ZH, et al. Quantity and variety of fruit and vegetable intake with changes in measures of adiposity among Community-Dwelling Chinese older adults [J]. Nutrients, 2023, 15(19): 4096.

[21] Daly AN, O'Sullivan EJ, Walton J, et al. Eating behaviour styles in Irish teens: a cross-sectional study[J]. Public Health Nutrition, 2021, 24(8): 2144-2152.

[22] 王昺睿,陈红. 为何越减越肥?—限制性饮食者过度进食的心理机制及影响因素[J]. 心理科学进展,2019,27(2):322-328.
Wang SR, Chen H. Why do you lose more weight? - Psychological mechanism and influencing factors of overeating in restrictive dieters [J]. Progress in Psychological Science, 2019, 27(2): 322-328.(In Chinese)

[23] Braden A, Musher-Eizenman D, Watford T, et al. Eating when depressed, anxious, bored, or happy: Are emotional eating types associated with unique psychological and physical health correlates? [J]. Appetite, 2018, 125: 410-417.

收稿日期:2025-01-10

(上接第 1973 页)

Zhang YF. Validation of long-term dietary cadmium exposure assessment model in Jiangsu province [D]. Nanjing: Southeast University, 2017.(In Chinese)

[13] 刘志婷,黄盼盼,黄琼,等. 广东省灵芝、铁皮石斛、西洋参三种食药物质重金属暴露风险评估 [J]. 中国食品卫生杂志,2024,36(4):414-419.
Liu ZT, Huang PP, Huang Q, et al. Risk assessment of the heavy metals by ganoderma lucidum, dendrobium officinale, and American ginseng in Guangdong Province[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2024, 36(4): 414-419.(In Chinese)

[14] 张文,吴光红,卢元玲,等. 江苏地区克氏原螯虾中镉的膳食暴露及风险评估[J]. 食品科学,2017,38(23):201-206.
Zhang W, Wu GH, Lu YL, et al. Dietary exposure and risk assessment of cadmium from crayfish (Procambarus clarkia) in Jiangsu province[J]. Food Science, 2017, 38(23): 201-206.(In Chinese)

[15] 王玺,罗亚翠,张海君. 2019-2023 年台州市市售蔬菜中 9 种金属与类金属污染状况及健康风险评估 [J]. 现代预防医学,2024,51(14):2662-2668.
Wang X, Luo YC, Zhang HJ. Pollution status and health risk assessment of 9 metals and metalloids on sale vegetables in Taizhou City,2019-2023 [J]. Modern Preventive Medicine, 2024, 51(14): 2662-2668.(In Chinese)

[16] 江苏省统计局. 2020 年江苏人口平均预期寿命为 79.32 岁 [EB/OL]. [2025-04-20]. http://tj.jiangsu.gov.cn/art/2022/2/9/art_85276_10479373.html.
Statistics Bureau of Jiangsu Province. The average life expectancy of Jiangsu's population in 2020 was 79.32 years [EB/OL]. [2025-04-20]. http://tj.jiangsu.gov.cn/art/2022/2/9/art_85276_10479373.html.(In Chinese)

[17] 李娟,王艳敏,胡玲玲,等. 江西省食品中铅和镉污染调查及健康风险评估[J]. 现代预防医学,2023,50(3):446-450.
Li J, Wang YM, Hu LL, et al. Investigation and health risk assessment of Lead and Cadmium pollution in food in Jiangxi Province[J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(3): 446-450.(In Chinese)

[18] 张灼晖,朱凤,谢雨晨,等. 深圳市南山区市售食品中镉污染情况及暴露风险评估[J]. 现代预防医学,2024,51(3):439-444.
Zhang ZH, Zhu F, Xie YC, et al. Cadmium pollution and exposure risk assessment of food sold in Nanshan district of Shenzhen city[J]. Modern Preventive Medicine, 2024, 51(3): 439-444.(In Chinese)

[19] EPA. Pb executive summary[EB/OL].[2025-04-15]. <https://comptox.epa.gov/dashboard/chemical/executive-summary/DTXSID2024161>.

[20] 汪鹏程. 不同食品基质中镉的生物可及性和体内外生物利用率研究[D]. 湖北:武汉轻工大学,2019.
Wang PC. Study on the bioaccessibility in vitro and bioavailability in vitro and in vitro of cadmium from various food [D]. Hubei: Wuhan Polytechnic University, 2019.(In Chinese)

[21] 陈晓晨,崔岩山. 小白菜的干鲜状态对其铅的生物可给性的影响[J]. 生态毒理学报,2009,4(6):793-799.
Chen XC, Cui YS. Effects of dry and fresh states of brassica chinensis on the oral bioaccessibility of Lead [J]. Asian Journal of Ecotoxicology, 2009, 4(6): 793-799.(In Chinese)

收稿日期:2025-01-18