

基于机器学习构建贵州省大学生非自杀性自伤行为的预测模型

潘婵¹, 刘晓容², 石相孜², 赵文欣¹, 田萌², 陈思远², 张宛筑^{1,2}

1. 贵州医科大学公共卫生与健康学院, 贵阳 550025; 2. 贵州医科大学医学人文学院

【摘要】 目的 探索机器学习算法在预测大学生非自杀性自伤(NSSI)行为中的效果,分析大学生 NSSI 行为的影响因素,为促进大学生心理健康提供参考。**方法** 于 2022 年 12 月采用分层随机整群抽样方法选取贵州省某高校 835 名大学生为研究对象,采用青少年自我伤害行为问卷、家庭功能评定量表、情绪调节自我效能感量表进行施测,以人口学特征、家庭因素和情绪因素为自变量,以大学生是否有 NSSI 行为为因变量,使用机器学习算法构建预测模型,包括逻辑回归、支持向量机、决策树、算法梯度提升树、随机森林、AdaBoost。**结果** 大学生 NSSI 行为检出率为 23.23% (194 名);NSSI 行为组的家庭功能总分、情感交流、自我主义、家庭规则得分高于非 NSSI 行为组(t 值分别为 3.02, 3.35, 2.23, 2.87, P 值均 <0.05),非 NSSI 行为组在情绪调节自我效能感总分、管理消极情绪自我效能感、表达积极情绪自我效能感得分高于 NSSI 行为组(t 值分别为 -5.04, -5.48, -2.43, P 值均 <0.05)。随机森林、支持向量机、逻辑回归、决策树、算法梯度提升树、AdaBoost 的召回率依次为 84.3%, 90.6%, 73.4%, 87.5%, 95.3%, 89.0%; F1 依次为 84.4%, 92.1%, 71.2%, 79.4%, 91.7%, 89.1%; 精确度依次为 84.4%, 93.5%, 69.1%, 72.7%, 88.4%, 89.1%; AUC 依次为 0.845, 0.922, 0.706, 0.776, 0.915, 0.891。**结论** 相较于算法梯度提升树、随机森林、逻辑回归和 AdaBoost 模型,支持向量机模型预测贵州省大学生是否存在 NSSI 行为有较好的预测效果。应选择适合模型尽早识别可能存在 NSSI 行为的学生,对其进行心理危机干预,促进学生的心理健康。

【关键词】 自我伤害行为; 精神卫生; 预测; 学生

【中图分类号】 TP 181 B 844.2 R 193 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2023)08-1198-06

A machine learning-based predictive model of non-suicidal self-injurious behavior among college students in Guizhou Province/PAN Chan*, LIU Xiaorong, SHI Xiangzi, ZHAO Wenxin, TIAN Meng, CHEN Siyuan, ZHANG Wanzhu.* School of Public Health, Guizhou Medical University, Guiyang(550025), China

【Abstract】 Objective To explore the effectiveness of machine learning algorithms in predicting non-suicidal self-injury (NSSI) behavior among college students, and to analyze the influencing factors of NSSI behavior, thus providing a reference for promoting psychological well-being. **Methods** In December 2022, a stratified random cluster sampling method was used to select 835 college students from a university in Guizhou Province, China. The Adolescent Self-injury Scale, Family Function Assessment Scale, and Emotion Regulation Self-efficacy Scale were used to evaluate the participants. Demographic characteristics, family factors, and emotional factors were taken as independent variables, while the dependent variable was whether college students exhibited NSSI behavior. Machine learning algorithms, including Logistic regression, support vector machine (SVM), decision trees, algorithm gradient boosting trees, random forests, and AdaBoost, were used to construct predictive models. **Results** The detection rate of NSSI behavior among the college students was 23.23% (194 individuals). The NSSI behavior group scored higher than the non-NSSI behavior group in total family function, emotional communication, egoism, and family rules ($t=3.02, 3.35, 2.23, 2.87, P<0.05$). On the other hand, the non-NSSI behavior group scored higher than the NSSI behavior group in total emotion regulation self-efficacy, managing negative emotion self-efficacy, and expressing positive emotion self-efficacy ($t=-5.04, -5.48, -2.43, P<0.05$). The recall rates of random forests, SVM, Logistic regression, decision trees, algorithm gradient boosting trees, and AdaBoost were 84.3%, 90.6%, 73.4%, 87.5%, 95.3%, 89.0%, respectively. The F1 scores were 84.4%, 92.1%, 71.2%, 79.4%, 91.7%, 89.1%, respectively. The respective precision rates were 84.4%, 93.5%, 69.1%, 72.7%, 88.4%, 89.1%. The AUC scores were 0.845, 0.922, 0.706, 0.776, 0.915, and 0.891, respectively. **Conclusion** Compared to the algorithm gradient boosting tree, random forest, Logistic regression, and AdaBoost models, the SVM model has a better predictive effect on whether college students in Guizhou Province exhibits NSSI behavior. It is recommended to use an appropriate model to identify students at risk of NSSI behavior as early as possible and provide psychological crisis interventions to promote their mental health.

【Keywords】 Self-injurious behavior; Mental health; Forecasting; Students

【基金项目】 2023 年度贵州省教育厅高校人文社会科学研究项目(23GZGXRWJD1931)

【作者简介】 潘婵(1998-),女,贵州遵义人,在读硕士,主要研究方向为青少年心理健康。

【通信作者】 张宛筑, E-mail: 269396139@qq.com

非自杀性自伤(non-suicidal self-injury, NSSI)是指个体在没有自杀意图的情况下故意伤害自己的身体,且不被社会所认可的行为,包括括烧伤、割伤、擦伤、打伤或抓伤^[1]。NSSI 行为多见于青少年群体^[2],研究显示,全世界有大约 17.2% 的青少年有过 NSSI 行为^[3]。该行为的检出状况在中国青少年中更为严重,据报道,青少年 NSSI 总体检出率为 24.6%^[4]。NSSI 行为与各种心理障碍显著相关^[5],NSSI 行为是未来自杀行为的有力预测指标^[6]。机器学习(machine learning, ML)是一门能够让编程计算机从数据中学习的计算机科学,是一种使用算法和统计模型寻找大数据中隐含模式的方法^[7],在青少年群体的自杀自伤行为预测研究中有广泛的应用^[8-10]。因此,本研究采用机器学习方法建立预测模型,分析大学生 NSSI 行为影响因素的重要性,在大学生群体中筛选出存在 NSSI 行为的学生,尽早干预,减少大学生 NSSI 行为的发生。

1 对象与方法

1.1 对象 采用分层随机整群抽样的方法,于 2022 年 12 月在贵州省某高校的各个年级中采用抽签法抽取 20 个班级,以班级为单位的所有学生进行匿名问卷调查,纳入目前在贵州省某高校全日制就读学生,排除因请假、辍学、休学、退学等原因不在校学生、有精神疾病和不能理解及完成问卷的学生。共发放问卷 900 份,回收有效问卷 835 份,有效率为 92.78%。其中男生 295 名,女生 540 名;汉族学生 447 名,少数民族学生 388 名;独生子女 88 名,非独生子女 747 名;城镇户口 149 名,农村户口 686 名。研究获得贵州医科大学人体试验伦理委员会的批准(批准号:2023 伦理审查第 120 号),调查对象均签订知情同意书。

1.2 研究工具

1.2.1 青少年自我伤害行为问卷(Adolescent Self-injury Scale, ASIS)^[11] 采用冯玉修订的问卷,共 19 个条目。问卷包括自伤次数和伤害程度两部分,自伤次数的评估分为 0, 1, 2~4, ≥ 5 次 4 个等级,分别计为 0~3 分;伤害程度的评估分为 5 个等级:无、轻度、中度、重度、极重度,分别计 0~4 分。自伤的指标为各项目自伤次数与对身体伤害程度的乘积之和,总分越高表示被试的自伤程度越重。根据青少年自我伤害问卷的累加得分是否为 0,将被试分为 NSSI 组(总分 >0)和非 NSSI 组(总分=0),该问卷 Cronbach α 系数为 0.87。

1.2.2 家庭功能评定量表(Family Assessment Device, FAD)^[12] 采用李荣风等编制的家庭功能评定量表修订版,量表由 30 个项目组成,采用李克特 4 点计分(1

“完全不同意”至 4“完全同意”),分数越高代表家庭功能越差。共包含 5 个因子,包括情感交流(情感交流的广度和深度以及情感表达的方式)、积极沟通(积极的交流和沟通方式)、自我主义(是否以自我的利益取向为中心)、问题解决(家庭中面对问题和解决问题的方式、有效程度)、家庭规则(家庭规则是否有效对家庭成员的行为进行监督和约束)。该量表 Cronbach α 系数为 0.84。

1.2.3 情绪调节自我效能感量表(Scale of Regulatory Emotional Self-efficacy, SRESE)^[13] 采用王玉洁等修订的适合中国青少年使用的量表。共 17 题,包含管理消极情绪自我效能感、表达积极情绪自我效能感 2 个维度。采用李克特 5 点计分(1=“非常不符合”至 5=“非常符合”),分数越低说明个体对自己的调节情绪的能力越不信任,分数越高表明个体越相信自己有能力管理调控好自己的情绪状态。该量表 Cronbach α 系数为 0.93。

1.3 质量控制 在开展调查前对所有参与现场调查的调查员进行集中培训,并强调此次调查的注意事项,确保所有调查员均熟悉调查问卷内容。问卷以班级为单位进行匿名调查,由调查员向学生说明本次调查的目的及意义,并告知同学们认真看问卷的指导语,获得知情同意后由学生自行填写问卷。填写过程中,调查员在场及时解答学生疑惑。对空缺率超过 5% 及选项明显过于一致的问卷予以剔除。

1.4 统计学方法 使用 SPSS 25.0 统计软件对数据进行统计描述、统计推断和共同方法偏差检验。统计描述中定量资料用($\bar{x} \pm s$),定性资料用率/构成比;统计推断中,组间采用两独立样本 t 检验和 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。使用自陈量表测量的数据会因共同方法差异出现共同方法偏差(common method bias, CMB)^[14],采用 Harman 单因素检验方法做共同方法偏差检验,检验标准为特征根大于 1 的因子超过 1 个,最大因子方差解释度低于 40%。

基于 Python 平台,使用监督学习中不同类别的学习算法构建大学生 NSSI 行为的预测模型,包括逻辑回归(Logistic regression, LR)、支持向量机(support vector machine, SVM)^[15]和决策树(decision tree, DT)、算法梯度提升树(gradient boosting decision tree, GBDT)、自适应提升算法(adaptive boosting, AdaBoost)、随机森林(random forest, RF)。模型预测性能评价指标为测试集的精确度、F1(精确度和召回率的调和平均值)、召回率以及 ROC 曲线下面积(area under the curve, AUC),AUC 越大越好^[16]。

由于该样本数据集是极度偏斜的,即其中一个类

比其他类更普遍或更少,为使样本具有均衡性,采用合成少数过采样技术(synthetic minority over-sampling technique, SMOTE)^[17]。将数据分为训练和验证集两个部分,选择随机训练集(90%)训练模型,并选择随机保留测试集(10%)评估其性能。在训练集上,使用10×10倍交叉验证避免过度拟合并提高 ML 模型的通用性。在10×10倍交叉验证中,训练集中的数据被分成10个大小相等的折,每折使用一次评估性能,而其他9折用于训练。对10个模型的性能进行平均,以创建该模型的单个性能估计,该程序重复10次。

2 结果

2.1 共同方法偏差检验 结果显示,特征根大于1的

表1 有无 NSSI 行为的大学生在家庭功能和情绪调节自我效能感不同变量维度及总分间的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of scores between dimensions of different variables and total scores of FAD and SRESE for college students with and without NSSI behavior($\bar{x} \pm s$)

有无 NSSI 行为	人数	家庭功能						情绪调节自我效能感		
		情感交流	积极沟通	自我主义	问题解决	家庭规则	总分	表达积极情绪自我效能感	管理消极情绪自我效能感	总分
有	194	2.40±0.47	2.75±0.53	2.01±0.50	2.96±0.40	2.45±0.45	2.50±0.22	3.84±0.67	3.16±0.68	3.40±0.57
无	641	2.26±0.52	2.80±0.58	1.91±0.56	2.95±0.50	2.34±0.48	2.43±0.29	3.99±0.73	3.48±0.74	3.66±0.65
t 值		3.35	-1.18	2.23	0.06	2.87	3.02	-2.43	-5.48	-5.04
P 值		<0.01	0.24	0.03	0.95	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01

2.3 机器学习方法模型预测效果 以人口学特征、家庭因素和情绪因素共19个变量为自变量,以大学生是否有 NSSI 行为为因变量,用逻辑回归、支持向量机、决策树、随机森林、算法梯度提升树以及 AdaBoost 构建大学生 NSSI 行为的预测模型。采用网格搜索法搜寻最优参数,并在测试集上评估模型,所使用的6种方法均能在一定程度上预测大学生的 NSSI 行为。在召回率和 F1 分数上,支持向量机和算法梯度提升树表现更优;在精确度上,支持向量机和 AdaBoost 表现更优;在 AUC 上支持向量机和算法梯度提升树表现更优。因此,支持向量机模型的预测效果最优,算法梯度提升树模型的预测效果次之。见表2。

表2 不同机器学习算法预测大学生 NSSI 行为效果($n=835$)

Table 2 Effectiveness of different machine learning algorithms in predicting NSSI behaviors among college students($n=835$)

机器学习算法	召回率/%	F1/%	精确度/%	AUC
随机森林	84.3	84.4	84.4	0.845
支持向量机	90.6	92.1	93.5	0.922
逻辑回归	73.4	71.2	69.1	0.706
决策树	87.5	79.4	72.7	0.776
算法梯度提升树	95.3	91.7	88.4	0.915
AdaBoost	89.0	89.1	89.1	0.891

2.4 大学生 NSSI 行为影响因素重要性分析 算法梯度提升树、随机森林、AdaBoost 和决策树可进行特征的重要性分析,使用19个自变量进行重要性排序,算法梯度提升树前5位分别为管理消极情绪自我效能感、

因子共12个,最大因子方差解释率为19.29%(<40%),所以本研究不存在严重的共同方法偏差。

2.2 大学生 NSSI 行为的单因素分析 在835名调查对象中共检出具有 NSSI 行为者194名,检出率为23.23%。其中男生73名(8.74%),女生121名(14.49%);<20岁的有92名(11.02%),≥20岁的有102名(12.22%),性别和年龄组间 NSSI 行为检出率差异均无统计学意义($\chi^2=0.59, 0.05, P$ 值均>0.05)。由表1可知, NSSI 行为组与非 NSSI 行为组在情感交流、自我主义、家庭规则、家庭功能、表达积极情绪自我效能感、管理消极情绪自我效能感、情绪调节自我效能感的得分差异均有统计学意义(P 值均<0.05)。

家庭功能、问题解决、自我主义和积极沟通;随机森林前5位分别为管理消极情绪自我效能感、情绪调节自我效能感、情感交流、家庭功能和表达积极情绪自我效能感;AdaBoost 前5位分别为情绪调节自我效能感、家庭规则、家庭功能、情感交流和管理消极情绪自我效能感;决策树前5位分别为管理消极情绪自我效能感、家庭功能、问题解决、自我主义和情绪调节自我效能感,见图1~4。

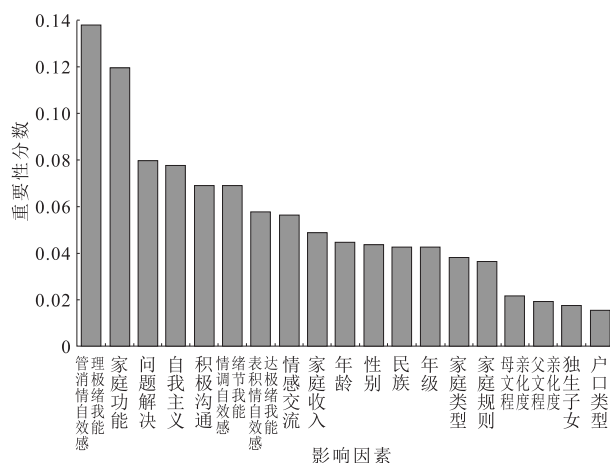


图1 大学生 NSSI 行为影响因素重要性排序的算法梯度提升树

Figure 1 Gradient boosting tree algorithm for ranking the importance of factors influencing college students' NSSI behavior

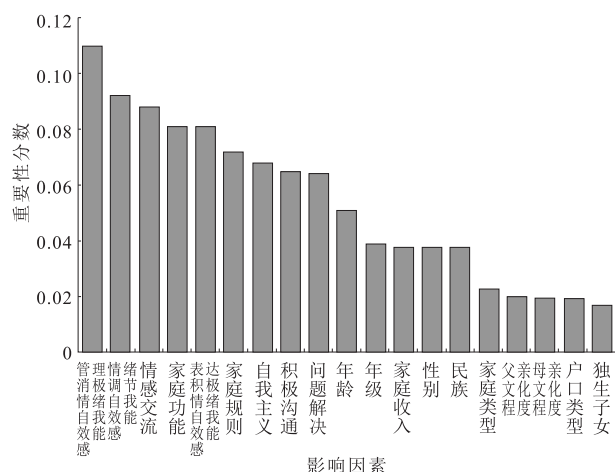


图2 大学生 NSSI 行为影响因素重要性排序的随机森林

Figure 2 Random forests for ranking the importance of factors influencing college students' NSSI behavior

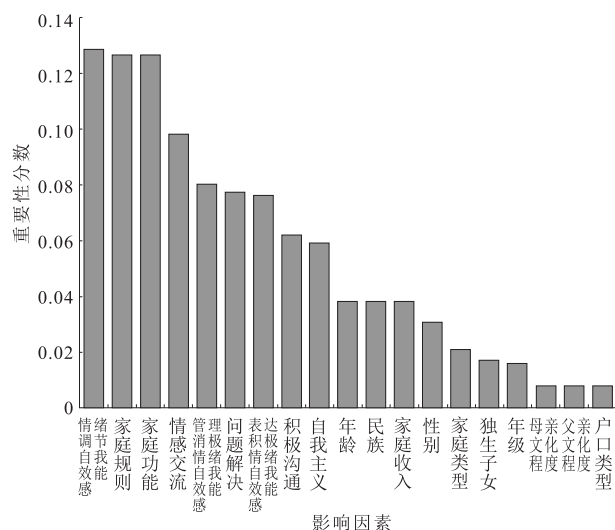


图3 大学生 NSSI 行为影响因素重要性排序的 AdaBoost

Figure 3 AdaBoost for ranking the importance of factors influencing college students' NSSI behavior

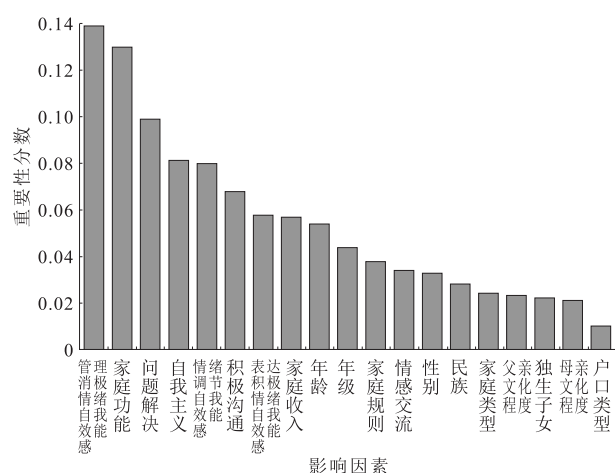


图4 大学生 NSSI 行为影响因素重要性排序的决策树

Figure 4 Decision tree for ranking the importance of factors influencing college students' NSSI behavior

3 讨论

本研究中大学生的 NSSI 行为检出率为 23.23%, 低于一项关于学生 NSSI 行为与抑郁、述情障碍的相关性研究结果(39.9%)^[18], 高于我国大学生自伤行为的 Meta 分析结果(16.6%)^[19]。造成 NSSI 行为检出率出现差异的原因, 首先可能是因为随着年龄的增长, 个体的心理逐渐成熟, 在管理负性情绪和处理压力问题上可能更理智^[20]。其次, 可能与地区、调查时间及自伤行为的测量工具有关, 本次调查时间是该地区新冠病毒感染疫情大流行期, 疫情可能会影响大学生心理健康, 增加抑郁焦虑、睡眠障碍、自伤、自杀行为等心理行为问题的发生^[21]。此外, 临近期末考试, 学生的学习压力倍增, 消极情绪增多也会影响 NSSI 行为的发生。

本研究单因素分析结果显示, NSSI 行为组的家庭功能总分、情感交流、自我主义、家庭规则得分高于非 NSSI 行为组, 说明有效的家庭环境是 NSSI 行为的影响因素, 与之前的研究结果一致^[22]。情绪调节自我效能感是衡量个体情绪能力的有效指标, 非 NSSI 行为组在情绪调节自我效能感量表总分、管理消极情绪自我效能感、表达积极情绪自我效能感得分高于自伤组。NSSI 行为的综合理论模型提出, 情绪调节是 NSSI 行为最常见的动机, NSSI 行为可以帮助其调节负面情绪。一项关于青少年的研究表明, 当个体不能有效调节和管理负性情绪时, 会进一步导致 NSSI 行为的发生^[23]。

本研究采用机器学习算法构建大学生 NSSI 行为预测模型, 结果表明, 机器学习方法有助于检测大学生的 NSSI 行为, 模型可以用于在大学生人群中筛选出存在 NSSI 行为的学生; 及时关注高危群体, 并对其进行干预, 有助于为高校的心理危机干预工作提供新思路。机器学习相对传统统计方法的优势在于其可以灵活地使用现有理论之外的数据定制模型, 以及其在预测方面的高性能^[24]。NSSI 行为的发生并不是由某一个因素导致的, 是心理、社会和环境等因素相互作用的结果, 机器学习算法在构建预测模型时是可以考虑大量因素和这些因素间的复杂组合的^[25]。机器学习算法广泛应用于自杀意念和自杀未遂领域, 一项关于机器学习用于大学生自杀意念的预测研究中, LightGBM 算法预测能力优, 其 F1 为 64.0^[7]; 传统统计法与机器学习方法的比较研究中, 随机森林在准确性、灵敏度、AUC 呈现最佳结果, AUC 为 0.80^[26]。本研究所使用的 6 种机器学习算法均能在一定程度上预测大学生的非 NSSI 行为, 支持向量机算法在精确度、F1、召

回率超过 90%, *AUC* 超过了 0.9, 则认为该算法在大学生非 NSSI 行为的预测研究中效果最优。支持向量机是一种新颖的小样本学习方法, 对中小型数据集有着较好的预测效果。通过算法梯度提升树、随机森林、AdaBoost 和决策树对特征重要性进行排序, 4 种模型中重要性排序靠前的是情绪因素和家庭因素, 表明学生的情绪调节能力和家庭功能对 NSSI 行为的影响不容忽视。高校在进行心理健康教育时, 应重视学生的情绪性、情感交流等方面; 在进行心理健康普查时, 应将学生情绪问题、家庭因素等纳入筛选标准中。

本研究存在一些不足。首先, 研究是通过自我报告的形式, 会存在回忆偏倚的问题; 其次, 建立的模型并未进行外部的验证, 未来的研究将会进一步改正; 此外, 在相关影响因素的选择上, 并不全面, 之后的研究应纳入更多的可能影响 NSSI 行为的变量。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突。

参考文献

- [1] REN Y, LIN M P, LIU Y H, et al. The mediating role of coping strategy in the association between family functioning and non-suicidal self-injury among Taiwanese adolescents [J]. *J Clin Psychol*, 2018, 74(7): 1246-1257.
- [2] CASSELS M, WILKINSON P. Non-suicidal self-injury in adolescence [J]. *Paediatr Child Health*, 2016, 26(12): 554-558.
- [3] SWANNELL S, V MARTIN G E, PAGE A, et al. Prevalence of non-suicidal self-injury in nonclinical samples: systematic review, Meta-analysis and Meta-regression [J]. *Suic Life Threat Behav*, 2014, 44(3): 273-303.
- [4] 袁勇, 干敏雷, 尹小俭, 等. 青少年非自杀性自伤行为与抑郁症状的相关性 [J]. *中国学校卫生*, 2023, 44(5): 659-663.
YUAN Y, GAN M L, YIN X J, et al. Correlation between non-suicidal self-injurious behavior and depressive symptoms in adolescents [J]. *Chin J Sch Health*, 2023, 44(5): 659-663. (in Chinese)
- [5] SCHATTEN H T, ANDOVER M S, ARMEY M F. The roles of social stress and decision-making in non-suicidal self-injury [J]. *Psychiatry Res*, 2015, 229(3): 983-991.
- [6] KIEKENS G, HASKING P, BOYES M, et al. The associations between non-suicidal self-injury and first onset suicidal thoughts and behaviors [J]. *J Affect Disord*, 2018, 239: 171-179.
- [7] 马鸣, 刘欢, 刘润香. 机器学习在大学生自杀意念预测中的应用 [J]. *中国学校卫生*, 2022, 43(5): 763-767.
MA M, LIU H, LIU R X. Application of machine learning in the prediction of college students suicidal ideation [J]. *Chin J Sch Health*, 2022, 43(5): 763-767. (in Chinese)
- [8] 徐小明. 机器学习方法用于构建青少年自杀自伤行为预警模型研究 [D]. 重庆: 重庆医科大学, 2022.
XU X M. Study on the machine learning approaches using for building the early warning model of adolescence with suicidal and self-injurious behaviors [D]. Chongqing: Chongqing Medical University, 2022. (in Chinese)
- [9] AMMERMAN B A, JACOBUCCI R, MCCLOSKEY M S. Using exploratory data mining to identify important correlates of non-suicidal self-injury frequency [J]. *Psychol Viol*, 2018, 8(4): 515-525.
- [10] MICHÉ M, STUDERUS E, MEYER A H, et al. Prospective prediction of suicide attempts in community adolescents and young adults, using regression methods and machine learning [J]. *J Affect Dis*, 2020, 265: 570-578.
- [11] 冯玉. 青少年自我伤害行为与个体情绪因素和家庭环境因素的关系 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2008.
FENG Y. The relationship between adolescent self-harming behavior and individual emotional and family environmental factors [D]. Wuhan: Huazhong Normal University, 2008. (in Chinese)
- [12] 李荣风, 徐夫真, 纪林芹, 等. 家庭功能评定量表的初步修订 [J]. *中国健康心理学杂志*, 2013, 21(7): 996-1000.
LI R F, XU F Z, JI L Q, et al. Revision of Family Assessment Device [J]. *Chin J Health Psychol*, 2013, 21(7): 996-1000. (in Chinese)
- [13] 王玉洁, 窦凯, 刘毅. 情绪调节自我效能感量表的修订 [J]. *广州大学学报(社会科学版)*, 2013, 12(1): 45-50.
WANG Y J, DOU K, LIU Y. Revision of the Scale Regulatory Emotional Self-efficacy [J]. *J Guangzhou Univ (Soc Sci Edit)*, 2013, 12(1): 45-50. (in Chinese)
- [14] 熊红星, 张璟, 郑雪. 方法影响结果? 方法变异的本质、影响及控制 [J]. *心理学探新*, 2013, 33(3): 195-199.
XIONG H X, ZHANG J, ZHENG X. Methodology influences results? The nature, impact, and control of method variation [J]. *Psychol Inquiry*, 2013, 33(3): 195-199. (in Chinese)
- [15] 李磊, 黄水平. 支持向量机原理及其在医学分类中的应用 [J]. *中国卫生统计*, 2009, 26(1): 22-25.
LI L, HUANG S P. Support vector machine principle and its application in medical classification [J]. *Chin J Health Stat*, 2009, 26(1): 22-25. (in Chinese)
- [16] BADILLO S, BANFAI B, BIRZELE F, et al. An introduction to machine learning [J]. *Clin Pharmacol Therapeut*, 2020, 107(4): 871-885.
- [17] CHAWLA N V, BOWYER K W, HALL L O, et al. SMOTE: synthetic minority over-sampling technique [J]. *J Artif Intell Res*, 2002(16): 321-357.
- [18] 顾怀婷, 刘根义, 李晶. 大学生非自杀性自伤行为与抑郁、述情障碍的相关性 [J]. *中国健康心理学杂志*, 2018, 26(1): 6-9.
GU H T, LIU G Y, LI J. Correlation of non-suicidal self-injurious behaviors with depression and narrative disorders in college students [J]. *Chin J Health Psychol*, 2018, 26(1): 6-9. (in Chinese)
- [19] 潘珍, 毛绍菊, 唐寒梅, 等. 中国大学生非自杀性自伤检出率的 Meta 分析 [J]. *中国学校卫生*, 2016, 37(6): 878-881.
PAN Z, MAO S J, TANG H M, et al. Meta-analysis of the detection rate of non-suicidal self-injury among Chinese college students [J]. *Chin J Sch Health*, 2016, 39(6): 878-881. (in Chinese)
- [20] 苟双玉, 杜美杰, 刘晓容, 等. 中国青少年非自杀性自伤检出率的 Meta 分析 [J]. *现代预防医学*, 2023, 50(2): 263-271.
GOU S Y, DU M J, LIU X R, et al. Meta-analysis of the detection rate of non-suicidal self-injury among Chinese adolescents [J]. *Mod Prev Med*, 2023, 50(2): 263-271. (in Chinese)

(下转第 1206 页)

面。在未来的筛查标准中,应增加对儿童认知能力等更深层次的测试,以达到较为精准的筛查。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突。

参考文献

- [1] CASINI L, PECH-GEORGEL C, ZIEGLER J C. It's about time; revisiting temporal processing deficits in dyslexia [J]. *Dev Sci*, 2018, 21 (2): e12530.
 - [2] MERI R, FARAH R, HOROWITZ-KRAUS T. Children with dyslexia utilize both top-down and bottom-up networks equally in contextual and isolated word reading [J]. *Neuropsychologia*, 2020, 147: 107574.
 - [3] KIBBY M Y, NEWSHAM G, IMRE Z, et al. Is executive dysfunction a potential contributor to the comorbidity between basic reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder? [J]. *Child Neuropsychol*, 2021, 27(7): 888-910.
 - [4] FONG C Y, HO C S. Executive functions in Chinese kindergarten children with early reading problems [J]. *Dyslexia*, 2022, 28 (3): 325-341.
 - [5] BUTTERFUSS R, KENDEOU P. The role of executive functions in reading comprehension [J]. *Educ Psychol Rev*, 2018, 30: 801-826.
 - [6] DIAMOND A. Executive functions [J]. *Ann Rev Psychol*, 2013, 64: 135-168.
 - [7] DE ROM M, SZMALEC A, WAN REYBROECK M. The involvement of inhibition in word and sentence reading [J]. *Read Writ*, 2023, 36 (5): 1283-1318.
 - [8] VAN REYBROECK M, DE ROM M. Children with dyslexia show an inhibition domain-specific deficit in reading [J]. *Read Writ*, 2020, 33 (4): 907-933.
 - [9] 陈杰, 刘雷, 王蓉, 等. 音乐训练对执行功能的影响 [J]. *心理科学进展*, 2017, 25 (11): 1854-1864.
CHEN J, LIU L, WANG R, et al. The effect of musical training on executive functions [J]. *Adv Psychol Sci*, 2017, 25 (11): 1854-1864. (in Chinese)
 - [10] LU J, MOUSSARD A, GUO S, et al. Music training modulates theta brain oscillations associated with response suppression [J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2022, 1516 (1): 212-221.
 - [11] 陈杰, 陈洁佳, 伍可, 等. 音乐训练对大学生执行功能的影响 [J]. *心理科学*, 2020, 43 (3): 629-636.
CHEN J, CHEN J J, WU K, et al. The influence of music training on the executive function of college students [J]. *J Psychol Sci*, 2020, 43 (3): 629-636. (in Chinese)
 - [12] JASCHKE A C, HONING H, SCHERDER. Longitudinal analysis of music education on executive functions in primary school children [J]. *Front Neurosci*, 2018, 10: 103.
 - [13] 王孝玲, 陶保平. 小学生识字量测试题库及评价量表 [M]. 上海: 上海教育出版社, 1993.
WANG X L, TAO B P. Chinese character recognition test battery and assessment scale for elementary school children [M]. Shanghai: Shanghai Education Press, 1993. (in Chinese)
 - [14] 张厚粲, 王晓平. 瑞文标准推理测验在我国的修订 [J]. *心理学报*, 1989, 21 (2): 113-121.
ZHANG H C, WANG X P. Standardization research on Raven's standard progressive matrices in China [J]. *Acta Psychol Sinica*, 1989, 21 (2): 113-121. (in Chinese)
 - [15] BARBOSA T, RODRIGUES C C, MELLO C B, et al. Executive functions in children with dyslexia [J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2019, 77 (4): 254-259.
 - [16] 陈洁佳, 周翊, 陈杰. 音乐训练与抑制控制的关系: 来自 ERPs 的证据 [J]. *心理学报*, 2020, 52 (12): 1365-1376.
CHEN J J, ZHOU Y, CHEN J. The relationship between musical training and inhibitory control: an ERPs study [J]. *Acta Psychol Sinica*, 2020, 52 (12): 1365-1376. (in Chinese)
 - [17] HENNESSY S L, SACHS M E, ILARI B, et al. Effects of music training on inhibitory control and associated neural networks in school-aged children: a longitudinal study [J]. *Front Neurosci*, 2019, 13: 1080.
 - [18] JONKMAN L M. The development of preparation, conflict monitoring and inhibition from early childhood to young adulthood: a Go/No-go ERP study [J]. *Brain Res*, 2006, 1097 (1): 181-193.
 - [19] LI C R, MORGAN P T, MATUSKEY D, et al. Biological markers of the effects of intravenous methylphenidate on improving inhibitory control in cocaine-dependent patients [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2010, 107 (32): 14455-14459.
 - [20] 贾晓彤, 申仁洪. 汉语发展性阅读障碍正字法意识缺陷的发生机制及其干预模式 [J]. *中国特殊教育*, 2023 (4): 70-79.
JIA X T, SHEN R H. The occurrence mechanism of orthographic awareness deficits in Chinese developmental dyslexia and its intervention model [J]. *Chin J Spec Educ*, 2023 (4): 70-79. (in Chinese)
 - [21] SHU H, MCBRIDGE-CHANG C, WU S, et al. Understanding Chinese developmental dyslexia: morphological awareness as a core cognitive construct [J]. *J Educ Psychol*, 2006, 98 (1): 122.
 - [22] ALTEMEIER L E, ABBOTT R D, BERNINGER V W. Executive functions for reading and writing in typical literacy development and dyslexia [J]. *J Clin Exp Neuropsychol*, 2008, 30 (5): 588-606.
- 收稿日期: 2023-03-23 修回日期: 2023-06-14 本文编辑: 王苗苗
- +++++
- (上接第 1202 页)
- [21] ROTHMAN S, SHER L. Suicide prevention in the COVID-19 era [J]. *Prev Med*, 2021, 152 (Pt 1): 106-547.
 - [22] 梁楷利, 胡蜀萍, 李玉星, 等. 中小學生非自杀性自伤行为家庭环境因素分析 [J]. *现代预防医学*, 2021, 48 (2): 304-307.
LIANG K L, HU S P, LI Y X, et al. Family environment factors of non-suicidal self-injury behaviors among primary and middle school students [J]. *Mod Prev Med*, 2021, 48 (2): 304-307. (in Chinese)
 - [23] 张桂梅, 向婷, 蔡艺娴, 等. 青少年非自杀性自伤患者父母人格特征及认知调节情绪策略 [J]. *中国学校卫生*, 2022, 43 (10): 1525-1528.
ZHANG G M, XIANG T, CAI Y X, et al. Personality and cognitive regulation emotion strategies among parents of adolescents with non-suicidal self-injury [J]. *Chin J Sch Health*, 2022, 43 (10): 1525-1528. (in Chinese)
 - [24] RAJULA H S R, VERLATO G, MANCHIA M, et al. Comparison of conventional statistical methods with machine learning in medicine: diagnosis, drug development, and treatment [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2020, 56 (9): 455.
 - [25] LINTHICUM P K, SCHAFER K M, RIBEIRO J D. Machine learning in suicide science: applications and ethics [J]. *Behav Sci Law*, 2019, 37 (3): 214-222.
 - [26] GRENDAS L N, CHIAPELLA L, RODANTE D E, et al. Comparison of traditional model-based statistical methods with machine learning for the prediction of suicide behaviour [J]. *J Psychiatr Res*, 2022, 145: 85-91.
- 收稿日期: 2023-05-14 修回日期: 2023-07-10 本文编辑: 顾璇