

身体活动对大学生积极心理品质的影响

——基于深度神经网络分析

胡楠¹, 黄丹丹², 郑洪珠¹, 胡红²

(1.重庆大学 管理科学与房地产学院, 重庆 400045; 2.重庆大学 体育学院, 重庆 400044)

摘要: 为探究身体活动与积极心理品质之间的关系, 对重庆5所高校大学生进行有关身体活动与积极心理品质的客观评定, 运用层次聚类算法和深度神经网络模型, 分析不同强度身体活动量对大学生心理积极品质的影响。结果表明: (1)大学生参与中高强度的身体活动越多, 其积极心理品质水平越高; (2)高强度身体活动对人际、公正、认知的影响最有效; (3)中等强度身体活动对节制、情感、公正的影响最有效; (4)严格遵循身体活动推荐量的大学生超越品质更高。研究认为, 大学阶段是改善及养成良好心理和积极品质至关重要的时期, 提供体育活动干预可能是帮助大学生培养积极心理品质的重要途径。

关键词: 身体活动; 积极心理品质; 高校学生; 聚类分析; 深度神经网络

中图分类号: G804.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2023)04-0118-06

Effect of physical activity on positive mental characters for college students

——Based on the analyses of deep neural networks

HU Nan¹, HUANG Dandan², ZHENG Hongzhu¹, HU Hong²

(1.School of Management Science and Real Estate, Chongqing University, Chongqing 400045, China;

2.School of Physical Education, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: To explore the relationship between physical activity and positive mental characters, this paper uses a questionnaire survey and a scale assessment on physical activity and positive mental characters were carried out to objectively assess physical activity and positive mental characters among college students from five universities in Chongqing. Hierarchy cluster analysis and deep neural network model is used to analyse the effects of the amount of physical activity with different intensities on positive mental characters among college students. The results show that: (1) The more medium and high intensity physical activity college students hold, the higher level of positive mental characters they will possess. (2) The high-intensity physical activity has the most effective effect on interpersonal relationship, justice, and cognition. (3) The moderate-intensity physical activity has the most effective effect on temperance, emotion and justice. (4) College students who strictly follow the recommended physical activity amount have a higher transcendence character. It can be concluded that the stage of college is a most important period that college students could improve and develop positive mental characters, and that providing physical activity intervention may be a vital way to help them cultivate such positive mental character.

Keywords: physical activity; positive mental character; college students; cluster analysis; deep neural networks

大学时期是个体生命的重要阶段, 也是个体身心发展和稳定的关键阶段。已有研究表明, 中国大学生

群体的抑郁发病率在 23.8%^[1], 这无疑需要高校高度重视大学生的心理健康问题。十七大报告指出, 学校要重

收稿日期: 2022-05-09

基金项目: 市教委人文社会科学类研究项目(22SKSZ005); 市体育局科研项目(B202124); 中央高校基本科研项目(2017CDJXY)。

作者简介: 胡楠(1988-), 女, 讲师, 硕士研究生, 研究方向: 体育运动与积极心理学。E-mail: 2364196988@qq.com 通信作者: 胡红

视学生的正面心理素质,强化人文关怀与心理辅导^[2]。十九大报告再次强调,学校要强化心理卫生服务,培养学生自尊、自信、理性、乐观的社会心态^[3]。学者们也从解决学生心理问题的研究转向提高其积极心理品质的研究^[4],同时积极心理品质是大学生一种相对稳定的情绪状态,更是大学生良好心理素质和品德素质的一个重要组成部分^[5]。

身体活动以体育锻炼为主要内容、以增进身体健康为主要目的,根据锻炼的情绪效应理论,身体活动对抑郁、焦虑等亚健康状态具有改善和治疗作用^[6-8]。实证研究表明,一定强度、频率和持续时间的身体活动有助于主观幸福感、积极品质和心理韧性的发展^[9]。经常参加身体活动的学生比不经常参加身体活动者拥有更高的积极心理品质^[10]。同时,大学生的积极心理品质得分随着身体活动次数的增加、单次时间的延长、年限的增加呈现出增加趋势^[11]。此外,参加不同身体活动项目的大学生其积极心理品质有细微差异^[12]。但目前,不同强度身体活动对积极心理品质六大维度的研究还存在不足。

综上,为探究不同身体活动强度与积极心理品质之间的关系,本研究希冀通过对在校大学生进行身体活动强度与积极心理品质的调查评定,分析大学生不同强度身体活动量对积极心理品质各项因子的影响,借此提出有利于提升学生心理健康的创新思路,帮助大学生正确认识身体活动与积极品质的关系,为通过参加锻炼来有效促进积极心理品质的发展提供依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以重庆市内5所高校学生为研究对象,在每所高校中随机抽取378人,共计1890名。具体实施方法是:将人口统计学信息、学习成绩、体育态度以及2项调查量表输入到问卷星中,并制作出相应的链接或二维码供学生当场完成。

先剔除填写不完整、填写错误等无效问卷,再对国际体力活动量表调查结果按照以下几个规则对问卷进行再筛选,进一步剔除无效问卷:(1)剔除被测者在剧烈、中度、低强度运动量中选择每周运动天数,但是未填写每天运动时间的问卷;(2)剔除被测者在剧烈、中度、低强度运动量中填写每周运动天数为0,但填写每天运动时间的问卷;(3)剔除被测者对每天运动时间不清楚的问卷。最后经统计,剔除无效问卷378份,共回收有效问卷1508份,有效回收率为79.7%。其中平均年龄为(20.08±10.73)岁,男生占58.1%,女生占41.9%;本科生占59.7%,研究生占40.3%;城镇

学生占46.4%,农村学生占53.6%。

1.2 测量工具

1)国际体力活动量表-短卷(IPAQ-SF)^[13]。

国际体力活动量表短卷共7个题目,包括6项身体活动指标和1项久坐时间指标。目的是研究不同强度身体活动的代谢当量(MET),计算方式是每日活动时间(min)×每日活动强度(MET赋值:低强度运动量3.3,中等强度运动量4.0,高强度运动量8.0)×每周活动频率。每周身体活动代谢总量等于低强度+中等强度+高强度身体活动量的总和。对量表结果进行数据截断、异常值剔除、身体活动评价和分组(低、中、高),短卷与目标体力活动量结果符合率超过70%^[14]。

2)中国大学生积极心理品质量表^[15]。

中国大学生积极心理品质量表共有62个主题,涵盖6个维度和20项特定的积极心理品质因子。每道题包括5个选项,呈现为从5(非常像我)到1(非常不像我),每份量表单独计分,被试者6大维度及20项积极心理品质因子得分为各个维度题目选项分值的平均分。检验结果表明6个分量表和总量表的克隆巴赫 α 系数均在0.65以上,可见量表信度基本良好。

3)信效度检验。

采用克隆巴赫 α 系数对问卷进行内部一致性信度评定,结果显示问卷中的克隆巴赫 α 系数为0.965,表明其内部一致性较好。KMO系数为0.962,巴特利特球形度检验结果显著($P<0.001$),可见问卷具有良好的结构效度。

1.3 深度神经网络数据集构建

将从调查表和评价量表中获得的原始数据集输入计算机,并利用Python v3.9进行数据处理与分析。主要通过PyTorch机器学习库构建深度神经网络模型;Matplotlib软件包进行数据可视化分析;Pandas软件包进行数据清洗与分析。数据构建主要包括均数、方差及相关性分析,以及样本清洗。

1)数据归一化。

根据回收问卷结果,每个被测者对应一份样本数据,由于每份样本的量纲和量级不同,需进行归一化处理。本研究采用最大最小归一化处理:

$$\bar{\chi} = \frac{\chi - \chi_{\min}}{\chi_{\max} - \chi_{\min}} \cdot \#(1)$$

χ_{\min} 和 χ_{\max} 分别表示所有被测者在该项上得分的最小值和最大值, $\bar{\chi}$ 表示被测者归一化后某一项得分。显然,归一化后的得分在 $\bar{\chi} \in [0, 1]$ 之间。

2)基于层次聚类的样本剔除。

在按照规则剔除得到有效样本的基础上,采用离群点检测的方法进一步剔除异常样本^[16]。离群点检测

是发现与其他大部分对象显著不同的对象,通过层次聚类算法自底向上,逐步将样本归并到若干个簇中,将离其余簇的欧式距离最大的小簇样本作为异常值样本并进行剔除。根据身体活动对积极心理品质的影响,选取以上 6 个与身体活动相关的维度^[17],包括体育态度、高强度运动量、中等强度运动量、低强度运动量(步行)、身体活动总量、身体活动推荐量。以这 6 个维度归一化后分值组成的向量作为聚类特征向量,然后进行层次聚类分析。

颜色为橙色的被测者样本的特征向量与其余被测者样本特征向量的欧式距离过于明显,即为异常样本。经统计,剔除异常样本后剩余有效样本 1 276 份。

1.4 深度神经网络模型的构建与训练

深度神经网络是一种具有至少一层的深度学习结构,也是一种广泛使用的神经网络。虽然一般神经网络可以为复杂的、非线性的系统提供建模,但是额外层次可以使模型具有较高的抽象水平,从而增强模型性能。该算法在训练中引入梯度下降法,同时引入梯度搜索技术,使得网络输出与预期输出之间的平均误

差均方差最小。深度神经网络的实现过程主要通过以下几个步骤实现。

1)模型构建。

采用基于输入层、隐含层和输出层的深度神经网络构建多目标预测模型。在实际应用中,隐含层的层数和神经元数目应该由网络规模决定,隐含层中的神经元数量将随着问题的复杂性而增加。一般来讲,加深网络可以获得更好的非线性表达能力,可以学习更加复杂的变换,从而可以拟合更加复杂的特征输入;而加宽网络,则可以让每一层学习到更加丰富的特征。

本研究的输入层包含 6 个节点,分别为体育态度、高强度运动量、中等强度运动量、低强度运动量(步行)、身体活动总量和身体活动推荐量;输出层为积极心理品质的 7 个节点,分别为 6 个积极心理品质各维度得分(认知、人际、情感、公正、节制、超越)和积极心理品质总得分。经尝试,本研究选择两层隐含层的结构,第 1 个隐含层包含 9 个神经元,第 2 个隐含层包含 10 个神经元。网络模型结构如图 1 所示:

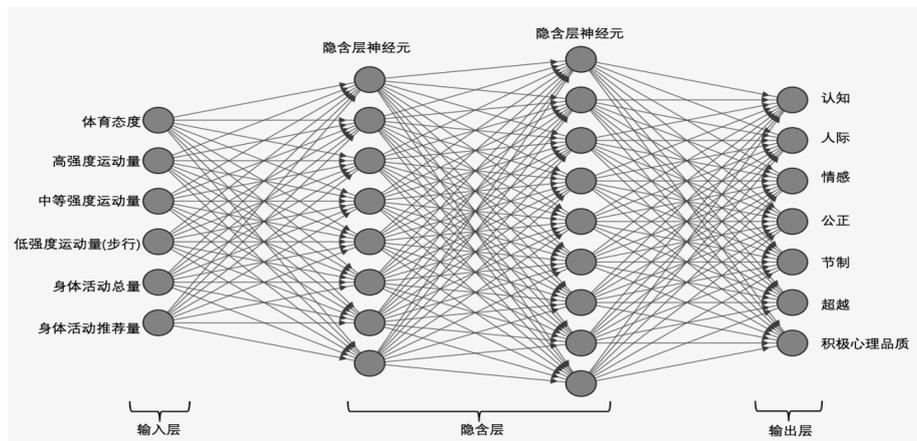


图 1 深度神经网络模型结构

2)模型训练。

首先,设置初始化权重 w_{ij} ,使得 w_{ij} 为服从(1, 0.02)的正态分布。 i 表示前一层的第 i 个神经元, j 表示后一层的第 i 个神经元, w_{ij} 表示 2 个神经元之前连接的权重;初始化设置偏置 θ_k ,表示隐含层或者输出层第 k 个神经元的偏置。

然后,假设网络模型输入为 $X=(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$,第 1 层隐含层的输出为 $H_1=(h_1^1, h_2^1, \dots, h_8^1)$,第 2 层隐含层的输出为 $H_2=(h_1^2, h_2^2, \dots, h_9^2)$,输出为 $Y=(y_1, y_2, \dots, y_7)$ 。每层网络之间运算公式如下:

$$h_j^1 = f_1(\sum_{i=1}^6 w_{ij} x_i + \theta_j), j=1, 2, \dots, 8 \quad (1)$$

$$h_k^2 = f_2(\sum_{i=1}^8 w_{ik} h_i^1 + \theta_k), k=1, 2, \dots, 9 \quad (2)$$

$$y_v = f_3(\sum_{i=1}^9 w_{iv} h_i^2 + \theta_v), v=1, 2, \dots, 7 \quad (3)$$

其中, f_1 、 f_2 、 f_3 为线性激活函数。对每次输入的训练样本数据计算网络模型输出 $Y=(y_1, y_2, \dots, y_7)$ 和实际值 $Y_{real}=(\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_7)$ 之间的 MSE 均方误差 e 。

$$e = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 (y_i - \bar{y}_i)^2 \quad (4)$$

选择每个 batch 的最小均方误差 \bar{e} 用于计算梯度和更新权重。用自适应学习率 Adam 优化器作为权重更新的优化器,设置初始学习率 $\eta=0.001$, $\beta_1=0.9$, $\beta_2=0.999$, $\epsilon=1e-8$ 。按照研究方法中模型训练的步骤进行迭代,直到训练集和验证集的误差都趋于收敛。

3)权重分析。

读取网络模型每一层的权重信息,通过矩阵乘法计算身体活动相关各因素对于积极心理品质及各维度

的权重 φ_j , 按照以下公式计算影响力:

$$\omega_{kj} = \frac{e^{\varphi_{kj}}}{\sum_{i=1}^6 e^{\varphi_{ij}}}, k=1,2,\dots,6; j=1,2,\dots,7\#(5)$$

ω_{kj} 表示第 k 个身体活动相关维度相较于其他维度对于第 j 个积极心理品质维度或积极心理品质的影响力度量。

2 结果与分析

2.1 描述性与相关性分析

当前,重庆市高校学生参与高强度身体活动的平均时间为每周(99.14 ± 152.67) min,参与中等强度身体活动的平均时间为每周(122.38 ± 162.07) min,参与低强度身体活动的平均时间为每周(262.5 ± 252.71) min,久坐不动的平均时间为每天(391.24 ± 276.63) min。学生的积极心理品质在中等水平以上(2.720 ± 0.501),在认知(2.640 ± 0.566)、人际(2.820 ± 0.560)、情感(2.750 ± 0.530)、公正(2.670 ± 0.559)、节制(2.630 ± 0.569)和超越(2.810 ± 0.582)维度上,人际平均得分最高,其次是超越、情感、公正、认知和节制。通过对大学生身体活动水平和人口统计学方面的比较分析,可以看出性别、年级、经济状况、家庭所在地在身体活动水平上均无统计学上的显著性差异($P>0.05$)。

大学生学习成绩、体育态度、身体活动和积极心理品质呈正相关(r 值分别为-0.216、-0.221、-0.175, $P<0.05$)。身体活动水平与积极心理品质及其各维度之间的相关性在 0.089~0.176 之间,且均呈正相关,其与超越维度相关性最高,情感维度次之,与节制维度相

关性最低。除与公正、节制维度无统计学差异外,其他各维度均有统计学上的非常显著性差异($P<0.01$)。积极心理品质总分与各维度之间的相关性为 0.87~0.90,而在各维度中则为 0.707~0.811 且都显著相关。结果显示,总得分与各维度以及各维度之间都存在统计学上的非常显著性差异($P<0.01$)。

2.2 深度神经网络模型分析

1)模型检验。

在经过 200 个 epoch 的训练后,网络模型在训练集上的均方误差收敛在 0.07,在测试集上的均方误差收敛在 0.009,同时在测试集上的误差也趋于 0。

2)权重分析。

由表 1 可知,高强度运动量(0.264 7)与中等强度运动量(0.241 7)对积极心理品质水平的整体影响最高。对比不同运动强度来看,高强度运动量对认知(0.219 4)、人际(0.291 2)以及超越(0.142 6)的影响最大;中等强度运动量对情感(0.280 3)、节制(0.421 7)的影响最大;中等强度运动量(0.288 6)和高强度运动量(0.274 6)对公正的影响权重相近;低强度运动量对积极心理品质(0.040 3)及各维度的影响(0.027 6~0.147 8)相对最小。从身体活动推荐量来看,越接近高强度推荐量对超越(0.662 1)的影响权重越高,意味着身体活动推荐强度高对超越的影响越大,其他依次为认知和人际。身体活动总量的影响相对较小,对公正、节制和情感 3 个维度的权重值依次为 0.166 3、0.152 4 和 0.134 5。横向评估低强度运动量对积极心理品质影响最大的维度为节制(0.166 3),最小为超越(0.008 7)。

表 1 影响因子权重

影响因子	认知	人际	情感	公正	节制	超越	积极心理品质
体育态度	0.198 4	0.160 1	0.110 4	0.077 3	0.037 4	0.150 7	0.138 8
高强度运动量	0.219 4	0.291 2	0.207 2	0.274 6	0.215 1	0.142 6	0.264 7
中等强度运动量	0.119 9	0.189 3	0.380 3	0.288 6	0.421 7	0.019 5	0.241 7
低强度运动量	0.027 6	0.064 1	0.064 9	0.091 0	0.147 8	0.016 5	0.040 3
身体活动总量	0.060 0	0.091 0	0.134 5	0.166 3	0.152 4	0.008 7	0.088 5
身体活动推荐量	0.374 8	0.204 2	0.102 7	0.102 3	0.025 6	0.662 1	0.226 0

3 讨论

本研究通过深层神经网络分析大学生不同身体活动强度(高强度、中强度和低强度)与积极心理品质 6 大维度(认知、人际、情感、公正、节制、超越)之间的关系。结果表明,高强度运动量对人际、公正、认知 3 个因素的影响效果最显著,中等强度运动量对节制、情感、公正 3 个因素的影响最有效,可见严格遵循身体活动推荐量的大学生其超越品质更高。

研究发现,高强度身体活动对大学生积极心理品质的认知和公正因子影响效果显著,这与夏祥伟等^[18]、

胡启权^[19]的研究结果一致。随着认知神经科学的发展,脑科学研究证明身体活动能够促进大脑健康发育的神经活动机制和大脑结构功能,从而增强记忆力、提高注意力、改善认知功能等^[20]。同时,希尔曼等^[21]研究发现,一项为期 9 个月的身体活动干预能够增加注意力资源,从而提高认知功能灵活性。研究表明,认知灵活性在解决问题、情绪调节和促进学习成绩方面发挥着重要作用^[22]。在积极心理学领域,认知品质也称作智慧品质。根据以上研究结果,智慧品质较高的学生能够采取更积极的应对方式克服学习及生活上的困

难,特别是在学业中遇到压力及阻碍时。拥有较强创造力和洞察力的学生,会通过激发其探索未知领域的好奇心不断地对知识进行深入了解,从而更灵活地解决各种问题。因此,通过高强度身体活动能够提高学习效率,降低学业倦怠及焦虑。

首先,高强度身体活动对积极心理品质的人际因子影响显著。体育给大学生提供面对挑战的机会,使合作成为团体运动项目的一部分。先前研究表明,经常参与团体项目的个体具有更高的内在动机、归属感和社会联系^[23-24]。因为团体项目具有高度的社会互动性,从而促进大学生的团队合作能力以及领导力,使得他们能够更加公平地对待他人。此外,参与团体项目是一种情感挑战,团体运动项目与情绪智力之间呈正相关关系^[25],有长期情绪调节行为的个体具有更好的表达情绪以及调节情绪状态的能力^[26]。因此,通过参加高强度的团体运动,能够激发大学生较高的内在动机和情绪调节能力,有利于促进其他相关积极心理品质的发展。

其次,中等强度身体活动比高强度身体活动更能提高大学生积极心理品质的节制和情感因子。运动强度作为“运动处方”最重要的组成部分之一,对运动坚持的影响显著,通常参加高强度运动项目的人坚持度较低。当运动强度没达到换气阈值、乳酸阈值和血乳酸盐堆积点的时候,会对人产生积极的情绪影响;相反,当强度超过这些生理阈值之后情感的积极性就会下降,从而产生负面情绪。过去的运动行为及情感反应会影响未来的体育参与^[27]。大学生参加高强度身体活动可能会产生消极情绪,从而放弃进行长期体育锻炼;相反,参加中等强度身体活动能够产生愉悦情绪,从而促进重复锻炼行为的产生,养成规律锻炼习惯。此外,运动坚持能够促进自我调节能力的提升^[28]。因此,参加规律的中等强度身体活动能够培养大学生的自我调节能力、自律、坚持等积极心理品质。

再次,体育态度同样影响大学生的积极心理品质,喜欢体育运动的大学生积极心理品质更高,这与杨建文等^[29]的研究结果相符合。研究表明,如果人们对某一事物产生积极态度和行为,其主要原因是事物产生的深刻认识、理解和兴趣^[30]。在特定的环境条件下人们会产生运动行为,在运动中逐渐形成自己的态度和价值观念,进而影响自身的运动行为。一方面,体育锻炼对大学生自尊和自信方面产生一定的促进效果;另一方面,自尊水平对积极情绪又起到间接促进作用^[31]。因此,若大学生能有较为积极的体育态度,可能会促使其增加运动量,从而促进积极心理品质水平的提高,进而带动健康水平的提升。

最后,通过体育与健康课程能够扩大积极心理品质的培养途径。其一,不同强度身体活动能够很好地改善大学生不同的积极心理品质。有研究表明,使用10周的团队运动干预,能够有效提高学生运动员团队合作能力^[32]。因此,可根据大学生不同年龄认知、社会、心理发展的不同特点,有针对性地结合积极心理品质设计教学方案。其二,积极心理品质的培养方案中提到,先以评测为基础,对个别危机学生进行识别,全面了解大学生积极心理发展现状。其三,体育与健康课程标准(2022年版)强调,体育与健康课程内容包括基本运动技能、体能、健康教育、专项运动技能,还需增加跨学科主题学习。积极心理品质作为具有道德意味的人格特质,与体育健康课程结合有助于实现体育与德育的交叉融合学习架构。综上所述,体育健康课程中融入积极心理品质的培养,不仅能全面了解大学生的积极心理发展现状,还能让学生了解自己的人格优势,通过运动方式促进积极品质各因素的健康发展,从而提高学业成绩、幸福度,降低压力及焦虑情绪,预防极端事件发生。

大学阶段是青年改善及养成良好积极心理品质至关重要的时期,提供体育活动干预可能是帮助大学生培养积极心理品质的一种方式。整体而言,本研究通过构建深层神经网络来分析不同强度身体活动量对大学生积极心理品质的影响,较深入地揭示大学生参与中高强度身体活动能够促进积极心理品质的发展,获得积极的情感体验,这些对学生的健康心理形成具有重要影响。此外,本研究采用深度神经网络模型分析方法,在学习及处理非线性问题上具有较强的优越性。未来研究还要进一步探索身体活动对积极心理品质的影响机制,以及通过不同强度、不同项目体育活动对特定积极心理品质进行干预研究。促进积极心理品质健康发展是培养大学生美德的重要手段,与体育促进健全人格的新课标改革目标不谋而合,建议将积极心理品质培养与体育与健康课程进行有效融合。

参考文献:

- [1] 抑郁研究所报告. 2021 中国抑郁症领域白皮书[R]. 2021.
- [2] 中共十七大报告. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为夺取全面建设小康社会新胜利而奋斗[M]. 北京: 人民日报出版社, 2007.
- [3] 中共十九大报告. 决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利[M]. 北京: 人民日报出版社, 2017.

- [4] 鞠鑫. 我国大学生积极品质的研究现状与展望[J]. 长江师范学院学报, 2016, 32(3): 119-122+144.
- [5] 闵永新. 大学生思想品德量化评估指标体系的设计与操作[J]. 中国高教研究, 1996(2): 69-70.
- [6] ANDERSON R J, BRICE S. The mood-enhancing benefits of exercise: Memory biases augment the effect[J]. *Psychology of Sport and Exercise*, 2011, 12(2): 79-82.
- [7] RUBY M B, DUNN E W, PERRINO A, et al. The invisible benefits of exercise[J]. *Health Psychology*, 2011, 30(1): 67-74.
- [8] 梁凯欣, 陈思同, 迟新丽. 深圳青少年 24 小时活动水平和积极心理的关系: 一项大样本调查[C]//第二十三届全国心理学学术会议摘要集(上). 北京: 中国心理学会, 2021.
- [9] 余靖梓. 陈式与杨式太极拳练习者积极心理品质差异的研究[D]. 北京: 北京体育大学, 2019.
- [10] 殷恒婵, 傅雪林. 对体育锻炼心理健康效应研究的分析与展望[J]. *体育科学*, 2006, 26(6): 37-39.
- [11] 曹定兵. 大学生体育锻炼者与非锻炼者积极心理品质的比较研究[D]. 成都: 成都体育学院, 2016.
- [12] 陈倍婧. 高校游泳选修课对女大学生积极心理品质与身体素质的影响研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2019.
- [13] 樊萌语, 吕筠, 何平平. 国际体力活动问卷中体力活动水平的计算方法[J]. *中华流行病学杂志*, 2014, 35(8): 961-964.
- [14] 屈宁宁, 李可基. 国际体力活动问卷中文版的信度和效度研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2004(3): 87-90.
- [15] 孟万金, 官群. 中国大学生积极心理品质量表编制报告[J]. *中国特殊教育*, 2009(8): 71-77.
- [16] DEY L, BARAI A. Outlier detection and removal algorithm in K-Means and hierarchical clustering[J]. *World Journal of Computer Application and Technology*, 2019, 5(2): 24-29.
- [17] 梁杰, 张琳. 健康中国视角下大学生积极心理品质的培养对策[J]. *河南教育(高教)*, 2020(11): 18-20.
- [18] 夏祥伟, 毛丽娟, 黄金玲, 等. 中国高校研究生体育锻炼与全面健康的相关性——基于 BP 神经网络的实证研究[J]. *全球教育展望*, 2018, 47(4): 111-128.
- [19] 胡启权. 不同强度体育锻炼对提升高校学生心理健康和心理韧性的效果评价[J]. *中国学校卫生*, 2019, 40(1): 83-85.
- [20] 周成林, 金鑫虹. 从脑科学诠释体育运动提升学习效益的理论与实践[J]. *上海体育学院学报*, 2021, 45(1): 20-28.
- [21] HILLMAN CH, PONTIFEX MB, CASTELLI DM, et al. Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function[J]. *Pediatrics*, 2014, 134(4): 121-134.
- [22] 解超, 周红萍, 金昱. 体育活动对中国儿童青少年认知灵活性影响的 Meta 分析[J]. *中国学校卫生*, 2021, 42(11): 1638-1644.
- [23] HORNSTRUP T, WIKMAN J M, FRISTRUP B, et al. Fitness and health benefits of team handball training for young untrained women-A cross-disciplinary RCT on physiological adaptations and motivational aspects[J]. *Journal of Sport and Health Science*, 2018, 7(2): 165-178.
- [24] PHARR J R, LOUGH N L, TERENCIO M A. Health and sociodemographic differences between individual and team sport participants[J]. *Sports*, 2019, 7(6): 1-9.
- [25] CROMBIE D, LOMBARD C, NOAKES T. Increasing emotional intelligence in cricketers: An intervention study[J]. *Int J Sports Sci Coach*, 2011, 6(1): 69-86.
- [26] ACEBES-SÁNCHEZ J, DIEZ-VEGA I, ESTEBAN-GONZALO S, et al. Physical activity and emotional intelligence among undergraduate students: A correlational study[J]. *BMC Public Health*, 2019, 19(1): 1-7.
- [27] EKKEKAKIS P, PARFITT G, PETRUZZELLO S J. The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities[J]. *Sports Medicine*, 2011, 41(8): 641-671.
- [28] ROTHMAN A J, BALDWIN A S, HERTEL A W, et al. Self-regulation and behavior change: Disentangling behavioral initiation and behavioral maintenance[M]. Behavioral Science Press, 2011.
- [29] 杨建文, 姚剑文, 田宇. 高校男生体育态度与心理健康的相关性研究[J]. *现代预防医学*, 2010, 37(19): 3697-3698.
- [30] 刘一民, 孙庆祝, 孙月霞. 我国大学生体育态度和体育行为的调查研究[J]. *中国体育科技*, 2001, 37(1): 29-32+39.
- [31] 唐韵. 积极体育教学对女大学生积极心理品质的影响——乐商的中介作用[D]. 上海: 华东师范大学, 2018.
- [32] MCEWAN D, BEAUCHAMP M R. Teamwork training in sport: A pilot intervention study[J]. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2020, 32(2): 220-236.