

生成式 AI 融合智能穿戴设备干预运动处方实施效果的研究

隋志宇¹ 林冠成² 陈雨桐³

1.仲恺农业工程学院 广东 广州 510550

2.广东外语外贸大学南国商学院 广东 广州 510545

3.广州市南园小学 广东 广州 510000

【摘要】：基于现代 AI 与教育行业深度融合背景，为探讨生成式 AI 融合智能穿戴设备是否满足提升运动处方干预效果及提升大学生体质健康的可行性，本研究采用随机对照实验设计，选取某高校 210 名大学生为研究对象，最终筛选有效数据共计 180 份，分为对照组（n=60）、常规实验组（n=60）和智能穿戴设备实验组（n=60）进行 8 周干预。实验测试内容及得分参考《大学生体质健康标准》测试内容与得分标准，实验结果采用描述性统计、方差分析、相关性分析等方法进行数据处理。研究结果显示：智能穿戴设备实验组干预效果最优，平均提升 8.76 ± 2.03 分，优于常规实验组（ 3.87 ± 0.78 分）和对照组（ -6.32 ± 2.14 分），组间差异均具有统计学意义（ $F=387.62$, $P<0.001$ ），因此基于本研究的实验条件与样本范围内，生成式 AI 融合智能穿戴设备制定的个性化运动处方模式在提升运动处方实施效率与大学生体质健康水平上，有效果优于常规方案的潜在趋势，为高校智慧体育校园建设提供实证依据。

【关键词】：智能穿戴设备；个性化运动处方；生成式 AI；大学生体质健康

DOI:10.12417/2982-3811.26.01.015

1 体质健康结合 AI 发展需求

1.1 推动体质健康结合 AI 发展背景

近年来针对 AI 的发展，教育部鼓励高校在人工智能与体育教育融合方面进行探索和实践，其中教育部等九部门发布的《关于加快推进教育数字化的意见》教办〔2025〕3 号文中明确提出“推动人工智能与教育教学深度融合”，要求高校深化 AI 技术应用，支持教学科研场景的定制化开发，并强调数据安全与隐私保护。文件特别指出，鼓励通过 AI 技术优化课程体系与教学评价。而针对教育发展需要中共中央、国务院印发的《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》提出建立基于大数据和人工智能的教育评价机制，推动教学全过程数据采集与分析，为生成式 AI 制定运动处方可能性提供了政策依据。

科技发展推动高等教育普及化进程加快，而大学生体质健康问题日益凸显。《2023 年国家学生体质健康标准测试数据统计公报》显示，近三年高校大学生体质达标率虽呈稳步上升趋势，但仍有大学生存在运动锻炼缺乏有效指导的问题。高校公共体育课由于师资有限，在常规公共体育课的运动指导干预方式大多采用不区分的群体化方案采取相同的运动形式，存在个性化不足、运动负荷调控不精准、个体差异化程度低等局限，难以满足不同学生的体质提升需求。智能穿戴设备与生成式 AI 技术的快速发展为精准运动干预提供了新路径。智能穿戴设备可实时监测运动数据（时长、强度、卡路里消耗等），生成

式 AI 技术能基于个体状态生成个性化运动处方，二者结合可以形成“监测—评估—干预—反馈”的闭环的干预方式，同时研究实验将测试得分标准参考大学生体质健康测试，通过实验干预后测试分数的提升该干预方式对学生体质提升具有提升效果，实验中设计多组实验干预进行对照，将影响运动处方实施的核心影响因素量化，找到生成式 AI 模型制定处方优化方案，为高校智慧体育校园建设提供实证依据。

1.2 核心概念界定

本研究中的“智能穿戴设备”是指“消费级智能穿戴设备”，即市面上购买的电子手表，电子手环等大众化电子穿戴设备，有区别于实验室级/医疗级的单一精准仪器，是符合非专业运动员认知中“智能穿戴设备”的理念。同时本研究中的“运动处方”是不仅限于“传统运动处方仅针对慢性病/康复群体”进行制定锻炼计划外，同时还包含了高校非体育专业大学生制定的个性化锻炼计划，该类“运动处方”研究核心是“填补普通学生课外锻炼指导空白”，且区别于竞技性的“训练计划”，满足体育教师指导时间有限的情况下学生参与锻炼指导需求。

2 生成式 AI 融合智能穿戴设备实验干预设计

2.1 实验组设置

实验共设置三组实验组进行 8 周干预，第一组设置无干预组（对照组）：除体育课程外无任何课外锻炼运动干预，保持日常学习和生活作息，不额外增加运动负荷。

第二组设置常规校园跑实验组（常规组）：在体育课外完成3次（周一/周三/周五）校园跑有氧锻炼，每次校园跑30分钟，配速控制在6—8km/h，由校园跑APP监督完成，在常规运动处方中采用校园跑作为干预方式，主要依据高校日常体育教学与课外锻炼实际场景，贴合学生日常运动习惯，保证实验干预的可行性与真实性。第三组设置AI融合智能穿戴设备实验组（智能穿戴组）：体育课外完成3次（周一/周三/周五）生成式AI模型制定运动处方。运动处方是基于佩戴智能穿戴手环/手表（支持步数、心率、睡眠监测）等数据生成式AI制定30分钟的个性化运动处方（包含运动类型、时长、强度等配比），完成后及时反馈至AI模型完成情况保留AI对话框，每2周由体育教师对AI进行动态的运动处方调整指令。

2.2 实验组测试方式及标准

三组实验组的干预周期总干预周期为8周，两次实验测试分别在干预开始前（T1）和干预结束后（T2）进行，测试间隔严格控制为4周。测试内容参照《国家学生体质健康标准》中运动表现项目作为具体测试项目，包括：1.肺活量；2.50米跑；3.坐位体前屈；4.立定跳远；5.一分钟仰卧起坐（女生）/引体向上（男生）；6.800米跑（女生）/1000米跑（男生）等共测试7项测试内容，每项测试两次，取每项两次测试的最好成绩。测试得分标准参考《国家学生体质健康标准》大学生群体的得分标准换算总得分为100分，收集（T1/T2）两次测试得分。

2.3 实验组研究对象

实验采用整群抽样法，初步选取某高校210名大学生为研究对象，男女生比例约为4:6，年龄18-22岁之间三个年级的在校生，符合大部分高校在校生情况。实验过程中对样本的筛选选择标准是基于身体健康无重大疾病史及运动禁忌，且干预8周内不参与其他运动锻炼。有效数据通过三个维度进行筛选：1.干预期间中断运动超过2次；2.测试结果有数据缺失；3.两次测试分数差异超过15分异常数据。经过筛选后有效样本180人，对样本采用随机数字表法将180名有效受试者分为三组，每组60人，三组受试者在年级、初始体质测试得分等基线数据上无统计学差异（ $P>0.05$ ），组间具有可比性研究对象基线数据如表1所示。

表1 三组研究对象基线数据对比（ $\bar{x}\pm s$ ）

指标	（大一/大二/大三，n）	测试平均得分
对照组（n=60）	20/20/20	72.35±6.82
常规组（n=60）	20/20/20	71.98±7.05
穿戴组（n=60）	20/20/20	72.56±6.93

F/t 值	-	0.18
P 值	1.00	0.83

2.4 数据收集与差异标准

实验研究中对样本进行测试两次分别为：T1/T2，T1为三组实验样本第一次测试，T2为三组实验样本8周干预后进行第二次测试，三组实验样本上两次测试得分上会产生分数差值，根据研究需将两次测试得分差异（T2-T1）进行等级分层，共三个等级，7种结果，七种测试分值差异等级如表2所示：

表2 测试分值差异等级标准（T2-T1）

分数差异	变化等级	判定标准
±3分以内	一级：分数不变	体质健康测试水平无实质性变化
3—6分	二级：提升/下降不明显	体质健康测试水平轻微变化
6—7分	三级：提升/下降明显	体质健康水平中度变化
>7分	四级：提升/下降显著	体质健康水平大幅变化

2.5 数据分析方法

将三组实验样本的T1/T2两次测试得分结果采用SPSS26.0统计软件进行数据处理。根据研究需要，对实验组数据采用3种统计分析方法进行分析，具体统计内容包括：1.对统计结果进行描述性统计，采用均值±标准差（ $\bar{x}\pm s$ ）描述连续型变量，百分比（%）描述分类变量。2.对实验数据进行组间比较统计，计量资料满足正态分布与方差齐性时，采用单因素方差分析，两两比较采用LSD法，直观得出三组实验样本的干预结果变化差异性。3.对数据进行相关性分析：连续型变量采用Pearson相关分析，有序分类变量采用Spearman相关分析。

3 大学生实施运动处方干预结果分析

3.1 运动处方干预效果对比

表3 三组测试分数变化情况对比（ $\bar{x}\pm s$ ，n，%）

指标	对照组（n=60）	常规组（n=60）	智能穿戴组（n=60）
平均分差异（分）	-6.32±2.14	3.87±0.78	8.76±2.03
正向变化率（%）	13.3	88.4	96.7
提升显著（n，%）	0(0.0)	0(0.0)	19(31.7)
提升明显（n，%）	0(0.0)	0(0.0)	33(55.0)

指标	对照组 (n=60)	常规组 (n=60)	智能穿戴组 (n=60)
提升不明显 (n, %)	2(3.3)	46(76.7)	0(0.0)
分数不变 (n, %)	6(10.0)	7(11.7)	6(10.0)
下降不明显 (n, %)	4(6.7)	5(8.3)	2(3.3)
下降明显 (n, %)	43(71.7)	0(0.0)	0(0.0)
下降显著 (n, %)	9(15.0)	2(3.3)	0(0.0)

按照实验设计步骤,完成三个实验组完成第一次测试后(T1)以及实施干预8周后进行第二次测试(T2)。收集干预8周前后两次测试得分差异结果并根据表3中的三个等级7种结果进行描述性统计,制作成表3。表3中对照组体质总分呈下降趋势,平均分数显著下降(-6.32±2.14),测试得分正向变化率仅为13.3%,有71.7%的测试对象分数明显下降,由此可见无干预条件下实验组测试得分呈自然衰退趋势。表3中显示常规组测试得分变化呈小幅提升,常规实施校园跑干预实验组测试得分平均分数小幅提升(3.87±0.78),测试得分正向变化率为88.4%,无明显下降案例,这表明高校常规实施校园跑的干预可有效维持身体素质的稳定性。表3中对于智能穿戴组测试得分呈显著提升,表3中的智能穿戴设备实验组提升效果最为突出(8.76±2.03),测试得分正向变化率高达96.7%,其中86.7%的受试对象实现显著或明显提升,无明显下降案例,AI结合智能穿戴设备加入干预能有效提升大学生体质健康。表3统计的结果对比能明显看到智能穿戴组的正向变化率高于常规组(88.4%)和对照组(13.3%),同时下降比例(3.3%)显著低于其他两组。干预效果的统计结果表明,生成式AI融合智能穿戴设备实验组制定运动处方干预方式具有显著提升运动处方的实施效果,这对改善大学生体质健康具有重要应用价值。

3.2 运动处方干预统计检验结果单因素方差

表4 三组平均分数差异两两对比结果

对比组别	对照组 vs 常规组	对照组 vs 智能穿戴组	常规组 vs 智能穿戴组
均值差异 (分)	-10.19	-15.08	-4.89
标准误差	0.42	0.45	0.38
t 值	-24.26	-33.51	-12.87

P 值	<0.001	<0.001	<0.001
95%置信区间	[-10.99,-9.39]	[-15.97,-14.19]	[-5.64,-4.14]
效应解释	常规组显著优于对照组	智能穿戴组显著优于对照组	智能穿戴组显著优于常规组

为得出哪种干预方式更加有效提升运动处方的实施效果,对三组干预前后的测试得分差异变化进行采用LSD两两比较法,直观得出三组实验样本的干预结果变化差异性。测试变化组间对比结果如表4所示。常规实验组与对照组相比,常规组干预后的测试得分提升差异平均高出10.19分,组间差异比较结果为($t=-24.26$, $P<0.001$, 95%置信区间: -10.99,-9.39)具有显著统计学意义。这表明常规组的运动处方干预比起不进行运动安排的干预能有效提升学生的体质健康。表4中智能穿戴设备组与对照组相比,智能穿戴组干预后测试得分提升差异平均高出15.08分,组间差异比较结果为($t=-33.51$, $P<0.001$, 95%置信区间: -15.97,-14.19)具有显著统计学意义,说明智能穿戴设备结合AI制定个性化运动处方的干预比起不进行运动安排的干预对学生的体质健康提升更为明显。最后智能穿戴组与常规组相比,干预后测试得分差异变化的提升仍显著高出4.89分,组间差异比较结果为($t=-12.87$, $P<0.001$, 95%置信区间: -5.64,-4.14)具有显著统计学意义,说明智能穿戴组运动处方干预提升学生体质健康优于常规组的运动处方干预效果。

通过表4进行LSD两两组间对比统计结果表明,三种干预效果对于提升测试得分效率由高到低依次为:智能穿戴组>常规组>对照组,且组间差异均达到显著水平,这充分证实生成式AI结合智能穿戴设备制定个性化运动处方在提升大学生体质健康方面具有显著优势。

4 大学生实施生成式AI制定运动处方优化策略

4.1 运动处方实施与自我评估影响相关性分析

表5 自我评估指标与测试得分差异变化的相关性

自我评估指标变量	相关系数 (r)	P 值
运动总时长	0.725	<0.001
运动消耗卡路里	0.701	<0.001
日均中高强度步数	0.683	<0.001
深睡眠占比	0.472	<0.001
夜间总睡眠时长	0.438	<0.001

自我评估指标变量	相关系数 (r)	P 值
静息心率	-0.396	<0.001
运动后不适频率	-0.357	<0.001
能量收支平衡	0.289	0.023

通过表4进行组间对比可知智能穿戴组的运动处方实施效率最佳,该组干预中有自我评估环节,为进一步明确运动处方实施干预过程中自我评估的结果影响运动处方实施效率的具体因素,根据干预前后测试得分差异变化结合自我评估问卷中的运动时长、睡眠、身体状态等相关因素进行 Pearson 相关性分析,将分析结果制成表5。

表5显示,自我评估中的运动总时长、运动消耗卡路里、日均中高强度步数、深睡眠占比、夜间总睡眠时长等因素均与测试得分差异变化呈极显著正相关($r=0.725、0.701、0.683、0.472、0.438, P<0.001$)。上述相关因素影响中,运动负荷类指标影响测试得分相关性最强,运动负荷类指标(运动时长、运动消耗卡路里、日均中高强度步数)与测试得分差异变化呈显著强正相关,说明当日运动负荷情况是对运动处方实施效果产生影响的核心因素。其次睡眠质量类指标(深睡眠占比、夜间总睡眠时长)以及心率指标均呈显著中等正相关,说明足够时长的高质量睡眠也是影响运动处方实施的重要因素之一,而心率指标是揭示身体耐受性以及确保安全开展运动锻炼的客观数据,是影响运动处方制定重要参考因素。有正相关因素中的能量收支平衡与测试得分差异变化呈显著弱正相关和显著正相关($r=0.289, P=0.023$),说明影响运动处方的实施干预效果上主要依赖科学运动与有效恢复,而非单纯能量摄入变化。最后静息心率、运动后不适频率等因素与测试得分差异变化呈极显著负相关($r=-0.396、-0.357, P<0.001$)。通过分析表5结果可知,干预测试得分差异的因素是运动负荷、睡眠质量、身体机能状态等多因素共同作用的结果,为后续AI制定个性化运动干预方案优化提供了明确的数据支撑,且明确了在制定运动处方中增加自我状态评估环节,能更加有效提高运动处方的制定及实施效率。

4.2 运动处方制定与测试得分差异变化相关性分析

表6 运动处方与测试得分差异变化的相关性

运动处方变量	相关系数 (r)	P 值
有氧运动时长	0.638	<0.001
力量训练次数	0.574	<0.001

运动处方变量	相关系数 (r)	P 值
运动类型多样性	0.523	<0.001
力量训练平均负荷	0.489	<0.001
柔韧性训练时长	0.396	<0.001

通过表4进行组间对比可知智能穿戴组的运动处方实施效率最佳,为进一步了解影响该实验组的运动处方实施效果的相关因素,进行了运动处方制定的变量与测试得分差异的相关性分析,根据分析结果制成表6。

表6中显示在运动处方变量中有氧运动时长因素对测试得分差异变化影响最大($r=0.638, P<0.001$),其次为力量训练次数($r=0.574, P<0.001$)和运动类型多样性($r=0.523, P<0.001$),最后柔韧性训练时长与测试得分差异也呈极显著中等正相关($r=0.396, P<0.001$)。

上述运动处方变量的制定对测试得分差异相关性具有统计意义。通过表6的分析可以知道生成式AI模型制定运动处方中有氧运动是提升测试得分结果提升中发挥着主导作用,同时科学规律的力量训练能够有效增强肌肉力量与身体耐受性,此外,运动类型多样性、力量训练平均负荷以及柔韧性训练时长同样表现出显著正向关联,说明运动方式越丰富、训练负荷越合理、身体柔韧性发展越充分,越有利于大学生整体体质的全面提升,说明以上运动处方的制定变量对测试得分提升呈正相关影响因素对大学生提升体质健康有着提升作用。后续在优化AI模型在制定运动处方时,应构建以有氧运动为核心、力量训练为支撑、柔韧性训练为补充的多元化运动方案,并根据不同群体的特征与身体发展需求,合理分配运动时长、运动负荷、运动类型,从而实现更高效提升运动处方实施的效果。

4.3 运动处方实施与群体分层相关性分析

表7 不同年级核心因素与测试得分差异变化的相关性

变量	运动总时长	深睡眠占比
大一组 (n=20) r 值	0.783	0.405
大二组 (n=20) r 值	0.731	0.482
大三组 (n=20) r 值	0.657	0.536

本次研究的实验组样本由三个年级组成,三个不同年级的群体在学业安排上以及生活习惯上具有明显的群体特征,群体特征差异主要体现在能投入运动的时长以及睡眠时长上,因此为进一步明确群体特征是不是对于测试得分差异产生影响的因素,研究按大一、大二、大三中的运动时长以及深睡眠占比

两个指标进行了相关性分析形成表7。

表7分析结果显示,各年级运动总时长均与测试得分差异变化呈显著正相关($r=0.783$ 、 0.731 、 0.657 ,均 $P<0.001$),且随年级升高相关强度呈逐步下降趋势,表明运动负荷对低年级学生测试得分产生提升作用更为突出。其次深睡眠占比在各年级均呈显著或极显著正相关($r=0.405$ 、 0.482 、 0.536 ,均 $P<0.05$),相关强度随年级升高逐步增强。上述分析结果表明,运动总时长的正向作用随年级升高而减弱,深睡眠占比的正向作用则随年级升高而增强,说明低年级学生体质改善更依赖运动负荷投入,高年级学生则需更加重视睡眠质量的保障作用。表7的分析结果体现出明显的年级群体特征差异,为分层、分类制定个性化运动干预方案提供了实证依据。

5 科技发展与 AI 模型促进高校智慧校园建设

5.1 生成式 AI 融合现代科技提升运动处方实施效果

研究通过对三组实验组进行干预后的效果差异采用多种统计方法分析,最终研究结果显示智能穿戴组实施运动处方效果显著优于常规校园跑和无干预对照组,验证了研究假设。实验中8周无干预的对照组的两次测试T1对比T2测试得分平均下降6.32分,86.7%的学生出现不同程度下降,说明在无运动处方实施的干预下,样本缺乏规律性运动刺激导致心肺耐力、肌肉力量等核心指标自然衰退,这一现象符合运动生理学的规律。实验中8周实施课外“校园跑”的运动处方干预的常规实验组两次测试T1对比T2测试得分平均提升3.87分,76.7%的学生实现小幅提升,说明基础有氧运动能有效遏制体质下滑,但单一运动类型和固定负荷设计对大学生体质健康提升有限,该干预方法与大部分高校实际教学现象一致,研究结果与主流观点较为一致。实验中生成式AI融合智能穿戴设备采集个体量化的身体数据制定个性化运动处方的干预方式的智能穿戴组两次测试T1对比T2测试得分平均提升8.76分,86.7%的学

生实现明显或显著提升,该实验组干预方案的核心原因在于其构建了“监测—评估—干预—反馈”的干预方式,该干预方式优点有:1.生成式AI基于自我评估问卷与设备监测数据,精准匹配运动负荷与个体耐受性,避免过度训练或训练不足;2.运动类型多样化(有氧+力量+柔韧)实现了体质的全面提升,弥补了单一运动类型的局限性;3.及时自我评估数据反馈与动态AI模型调整运动处方内容,适应个体状态变化,提升运动处方实施干预的精准性。

5.2 生成式 AI 模型制定运动处方优化方向

研究分析干预实验组测试得分的相关因素与运动处方制定的不同运动类型,运动时长等因素有关,上述因素与测试得分差异均呈显著正相关,其中运动类型中有氧运动时长相关性最强($r=0.638$),有氧运动的实施与心肺耐力、肺活量等核心指标直接相关,是影响测试分数的核心因素,运动类型中的力量训练次之($r=0.574$),力量训练与测试项目中的引体向上、立定跳远等项目关联性强;柔韧性训练($r=0.396$)主要与测试项目中的坐位体前屈项目有相关性,但相关性相对较弱。此外,运动类型多样性($r=0.523$)的显著相关性表明,单一运动类型存在干预不全面的明显缺点,制定运动处方需综合多种运动类型才能通过实施运动处方实现身体体质的全面提升。影响测试得分的相关性研究为AI运动处方制定时的运动类型配比优化提供了依据。研究发现群体差异也是影响干预后的测试结果相关因素之一,研究分析其中大一组对运动负荷响应最强($r=0.783$),机体耐受性最高,这与低年级学生学业压力较小、身体基础较好、运动积极性较高有关。大三组深睡眠占比相关性最强($r=0.536$),运动总时长相关性相对较弱,说明高年级学生面临更大的学业压力,运动时间相对不足,运动处方实施效果的提升更依赖睡眠质量支撑,提升身体素质需平衡运动与学业的关系,AI模式后续制作运动处方时需针对群体特征做出优化。

参考文献:

- [1] 国务院.教育强国建设规划纲要(2024—2035年)[EB/OL].(2025-01-19).2026.04.05.
- [2] 教育部体育卫生与艺术教育司.2023年国家学生体质健康标准测试数据统计公报[EB/OL].教育部.2024.
- [3] 国家体育总局.AI技术为运动装上智慧大脑——揭秘可穿戴设备背后的超级算法[EB/OL].国家体育总局.2023.03.01.
- [4] American College of Sports Medicine.ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription[M].12th ed.Philadelphia:Lippincott Williams&Wilkins,2025.
- [5] 国家体育总局运动医学研究所,中国体育科学学会运动医学分会,中国女医师协会医学体育专委会.临床运动处方实践专家共识(2025)[J].中国运动医学杂志,2025,44(5):341-357.
- [6] 唐国瑞,秦洪敏.“互联网+”向体育教育的延伸——智能穿戴设备在学校体育中的应用展望[J].体育科技,2016,37(03):143-144+150.
- [7] 张超.互联网+可穿戴式体育锻炼监控服务系统的理论构建[D].吉林大学,2016.