



大学生人格和体力活动对骨密度的影响: 一项横断面调查*

张慧珍¹, 赵慧莹², 连纷纷², 邹军², 吴伟^{3△}

1. 甘肃省体育科学研究所竞技体育研究中心(兰州 730050); 2. 上海体育大学运动健康学院(上海 200438);

3. 上海体育大学竞技运动学院(上海 200438)

【摘要】目的 探讨大学生大五人格、体力活动和骨密度的关联。**方法** 招募某体育高校本科生705名(男329名, 女376名)。将其按照运动训练经历分为六大组运动项目, 分别为: 球类、技巧、重竞技、田径、休闲和无运动项目。接受专业的体育训练的学生(体育生)分入球类组、技巧组、重竞技组、田径项目组, 其余(非体育生)则分入休闲组和无运动项目组。采用中国版10项目大五人格量表(TIPI-C)测得受试者开放性、尽责性、外向性、宜人性和神经质这五种人格特质; 采用GT3X+三轴加速传感器测量其日常连续7 d体力活动水平, 设置阈值参数, 将体力活动分为轻强度(LPA)、中等强度(MPA)和大强度(VPA); 采用双能X线检测上肢、下肢及全身骨密度值。采用PROCESS检验和Sobel检验探讨体育活动或大五人格模型的中介作用。以体力活动和大五人格作为中介变量, 探讨大五人格、体力活动和骨密度之间的关联性。对六大组运动项目进行体力活动和骨密度比较。利用相关性分析探讨不同强度体力活动和骨密度之间的关联性。**结果** 虽然体力活动、大五人格与骨密度之间存在90种潜在的关系, 但只有3种关系显著。当尽责性是自变量, MPA是中介变量, PROCESS的结果差异有统计学意义($P < 0.01$), MPA对上肢骨密度的中介效应为17.3%, 对下肢骨密度的中介效应为19.4%, 对全身骨密度的中介效应为19.1%。男生中, 六大项目的LPA差异无统计学意义, MPA和VPA差异有统计学意义($P < 0.05$); 女生中, LPA、MPA和VPA在六大项目中的差异均有统计学意义。且MPA和VPA的差异更为明显($P < 0.05$)。无论男生还是女生, 上肢、下肢和整体骨密度在六大项目的整体比较中, 差异皆有统计学意义($P < 0.05$), 这种差异在女生中更加明显。在男生和女生中, LPA和骨密度之间没有相关性。MPA、VPA均与骨密度呈正相关, 其中MPA与上肢骨密度、下肢骨密度、全身骨密度的相关系数, 男生在0.11~0.14($P < 0.05$), 女生在0.20~0.23($P < 0.01$)。VPA与上肢骨密度、下肢骨密度、全身骨密度的相关系数, 男生在0.11~0.23($P < 0.05$), 女生在0.26~0.30($P < 0.01$)。**结论** MPA与尽责性人格特质得分的大学生的骨密度有一定关联; MPA和VPA与骨密度水平呈低度正相关, 这些关联在女生中更为明显。

【关键词】 人格 体力活动 骨密度 中国版10项目大五人格量表(TIPI-C)

Effect of Personality and Physical Activity on Bone Mineral Density in College Students: A Cross-sectional Survey
ZHANG HuiZhen¹, ZHAO Huiying², LIAN Fenfen², ZOU Jun², WU Wei^{3△}. 1. Competitive Sports Research Center of Gansu Research Institute of Sports Science, Lanzhou 730050, China; 2. School of Exercise and Health of Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China; 3. School of Athletic Performance of Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China
△ Corresponding author, E-mail: 15026701526@126.com

【Abstract】 Objective To explore the correlation between 5 dimensions of personality, physical activity (PA), and bone mineral density (BMD) among college students. **Methods** A total of 705 undergraduates (329 males and 376 females) from a sports university were recruited. Based on their sports training experience, the participants were divided into 6 major sports groups, including ball sports, skilled sports, competitive sports, track and field, leisure sports, and no sports. Students with professional sports training (ie, athletes) were categorized into ballgame, skilled, competitive, and track and field groups, while the rest (non-athletes) were placed in leisure and no sports groups. Ten-Item Personality Inventory in China (TIPI-C), or the 5-factor model of personality, was used to measure the 5 personality dimensions of openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, and neuroticism of the participants. Their daily level was measured with GT3X+ triaxial accelerometers over 7 continuous days. Then, parameter thresholds were established and the participants' PA was categorized as light (LPA), moderate (MPA), and vigorous (VPA). The bone mineral density (BMD) of arms, legs, and the total body was measured using dual-energy X-ray absorptiometry. The mediation effect of PA and that of the 5-factor model of personality were tested using PROCESS and Sobel tests. The correlation between the 5 personality dimensions, PA, and BMD was explored, with PA and the 5 personality dimensions as mediator variables. A comparison of PA and BMD was conducted across the 6 major sports groups. The correlation between PA of different intensities and BMD was also analyzed using Spearman's correlation. **Results** Although there were 90 potential relationships between PA, the 5 personality dimensions, and BMD, only 3 were significant. When conscientiousness was

* 上海市科学技术委员会科技计划项目(No. 21010503600)和上海市科学技术委员会青年科技英才扬帆计划(No. 21YF1445700)资助

△ 通信作者, E-mail: 15026701526@126.com

出版日期: 2024-01-20

used as an independent variable and MPA, as a mediating variable, statistically significant differences in PROCESS results were reported ($P < 0.01$), with MPA mediating 17.3% of arm BMD, 19.4% of leg BMD, and 19.1% of total body BMD. Among male students, there was no significant difference in LPA among the 6 groups, but significant differences in MPA and VPA ($P < 0.05$). Among female students, significant differences in LPA, MPA, and VPA were observed in all 6 groups and the differences between MPA and VPA were especially prominent ($P < 0.05$). For both males and females, the differences in arm, leg, and total body BMD across the 6 groups were statistically significant ($P < 0.05$), with these differences being more pronounced in females. There was no correlation between LPA and BMD in either sex. MPA and VPA were positively correlated with BMD, with MPA correlating with arm, leg, and total body BMD (males, Spearman's correlation [r_s]: 0.11-0.14, $P < 0.05$; females, r_s : 0.20-0.23, $P < 0.01$). VPA correlated with arm, leg, and total body BMD (males, r_s : 0.11-0.23, $P < 0.05$; females, r_s : 0.26-0.30, $P < 0.01$). **Conclusion** MPA is associated with BMD in college students scoring high in the conscientiousness dimension of personality. In addition, there is a weak positive correlation between both MPA and VPA and BMD levels, with these associations being more pronounced in females.

【Key words】 Personality Physical activity Bone mineral density Ten-Item Personality Inventory in China (TIPI-C)

发布体育健身活动指南,建立完善针对不同人群、不同环境、不同身体状况的运动处方库,推动形成体医结合的疾病管理与健康服务模式,可以发挥全民科学健身在健康促进、慢性病预防和康复等方面的积极作用^[1]。体力活动和骨密度是评价健康的重要内容。体力活动是指骨骼肌收缩产生的任何能量消耗的身体动作,体力活动是维持身体健康的基础,体力不足,则无法维持强健的体魄和良好心肺功能,逐渐导致肥胖、冠心病、糖尿病等慢性疾病^[2]。骨密度是骨骼强度的重要指标,骨骼强度越高可以有效预防骨质疏松症和骨折的发生^[3]。此外,健全的人格心理也有益于身心健康,使人能够全面发展,适应社会^[4]。

目前,针对体育院校大学生体力活动、运动项目与骨密度之间的关系研究较少,相关研究主要集中在骨质疏松患者^[5]。骨量的积累、骨密度峰值的到达以及影响这些过程的因素对年轻人和老年人同样重要^[6]。体力活动和锻炼是维持骨骼健康和降低骨折风险的重要因素^[7]。本研究以某体育院校本科生为研究对象,结合人格心理,进行了横断面调查,探讨了体力活动与骨密度的关系,相关研究尚未报道,可为运动防治骨质疏松症提供一定参考依据。

1 对象与方法

1.1 受试对象

研究对象来自某体育院校6个学院,包括:经济与管理学院、体育教育与训练学院、休闲体育与传媒艺术学院、武术学院、新闻与传播学院、运动科学学院,所有参与者都来自同一年级。所有学生都签署了知情同意书,本研究经高校机构审查委员会批准(批准号:2018047)。本次研究开始时间为2022年5月,招募时间为2022年

4月。纳入标准:①2018年秋季入学的健康学生;②自愿参与项目并签署知情同意书;③排除标准以外的同级学生。排除标准:①近6个月服用过激素、营养剂等;②肌骨关节病、骨折、肢体功能障碍、体力障碍等无法正常观察体力活动者;③患有慢性病,如心脏病、慢性阻塞性肺疾病、哮喘、糖尿病、高血压等无法正常观察体力活动者。

调查不同运动项目骨密度差异的研究相对较少。在本研究中,主要按照所有受试者的运动训练经历进行分类。体育教育训练学院、武术学院和中国乒乓球学院的大学生都是专业运动员,具有专业运动训练背景。参考文献研究分组^[8-9],最后选定了球类(ball)、技巧(skilled sports)、重竞技(competitive sports)、田径(track and field)、休闲体育(leisure sports)和无项目(no sports)这六大项目。体育教育与训练学院的学生被分配到球类运动组(橄榄球、篮球、排球、沙滩排球、网球、羽毛球、足球、手球、乒乓球),技巧组(蹦床、技巧、健美操、体操、学校体操、艺术体操、游泳、武术、武术套路、武术表演),重竞技组(击剑、摔跤、柔道、跆拳道、拳击、中国自由搏击、中国摔跤)和田径项目组;休闲体育与传媒艺术学院的大学生在业余体育活动中表现活跃,相较于专业运动员,他们的运动训练经历相对较少,被分配到休闲体育组(高尔夫球、户外运动、民间运动、时尚球、编舞);经济管理学院、体育新闻与外语学院、运动科学学院的大学生为普通学生,没有运动训练经历,被分配到无项目组。见表1。

1.2 测试指标

1.2.1 大五人格量表

采用李金德的中国版10项目大五人格量表(TIPI-C)^[10],共10题,每题1~7分,得分越高代表越同意题中观点。TIPI-C含10个项目,其中1、3、5、7和9为正向计分项目,2、4、6、8和10为反向计分项目。五因子的归属情况如

表 1 6大项运动项目分类
Table 1 Classification of 6 major sports categories

Item	Male (n=329)	Female (n=376)	Sport categories	Type of subjects
Ballgame sports	112	44	Rugby, basketball, volleyball, beach volleyball, tennis, badminton, football, handball, and table tennis	Undergrad students of sport performance majors
Skilled sports	39	58	Trampoline, skill, aerobics, gymnastics, school gymnastics, art gymnastics, swimming, Wushu routine, and Wushu performance	Undergrad students of sport performance majors
Competitive sports	12	16	Fencing, wrestling, judo, taekwondo, boxing, Chinese kickboxing, and Chinese wrestling	Undergrad students of sport performance majors
Track and field	27	13	Track and field	Undergrad students of sport performance majors
Leisure sports	55	21	Golf, outdoor sport, folk sport, fashion balls, and choreography	Undergrad students of other majors
No sports	84	224	College students with no sports skills or training	Undergrad students of other majors

下: 项目1和6属于外向性因子(extroversion, E), 项目2和7属于宜人因子(agreeableness, A), 项目3和8属于尽责性因子(conscientiousness, C), 项目4和9属于神经质因子(neuroticism, N), 项目5和10属于开放性因子(openness, O)。该量表为Likert7点量表, 1为“绝对不同意”, 2为“非常不同意”, 3为“基本不同意”, 4为“不确定”, 5为“基本同意”, 6为“非常同意”, 7为“绝对同意”。最后取各项因子的平均值。

1.2.2 体力活动水平测量

采用美国MTI公司生产的ActiGraph GT3X+三轴加速传感器, 测试时间为连续7 d。测量仪器固定于腰带, 置于右侧髂嵴上部。告知佩戴时间为除洗澡、游泳、睡觉之外的其他所有时间。仪器收回后借助Actilife (Version 6.11.5)对测试数据进行审核。仪器参数设定: 取样间隔60 s, 每天佩戴有效时间为至少480 min, 有效分析时间为一周至少4 d(3个工作日+1个周末日), 强度分为轻强度(LPA)、中等强度(MPA)和大强度(VPA), 定义为LPA: 200次/60 s ~ <2 689次/60 s, MPA: 2 690次/60 s ~ <6 166次/60 s, VPA: ≥6 167次/60 s^[11]。

1.2.3 骨密度测量

所有受试者连续活动7 d后, 采用美国GE公司生产的双能X线(DXA)检测受试者身体各部分骨密度, 包括: 上肢(Arm, 包括大臂、前臂及手)、下肢(Leg, 包括大腿、小腿及足)和全身(Total)骨密度。受试者被要求在板子中间对称地躺下, 保持手掌向下, 脚趾向外, 闭上眼睛, 身体静止, 并且整个身体都在边界内。每一名受试者完成从头部到脚的探针扫描耗时10 min。

1.3 统计学方法

采用IBM SPSS Statistic 22.0软件对正态分布数据进行分析, 结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示。P<0.05认为有统计学意义。

1.3.1 中介效应

采用PROCESS检验和Sobel检验检验体育活动或大

五人格模型的中介作用。bootstrap样本为5 000个, 置信区间的置信水平为95%。中介效应=间接效应/(间接效应+直接效应)。它们之间有90种潜在的关系(图1)。

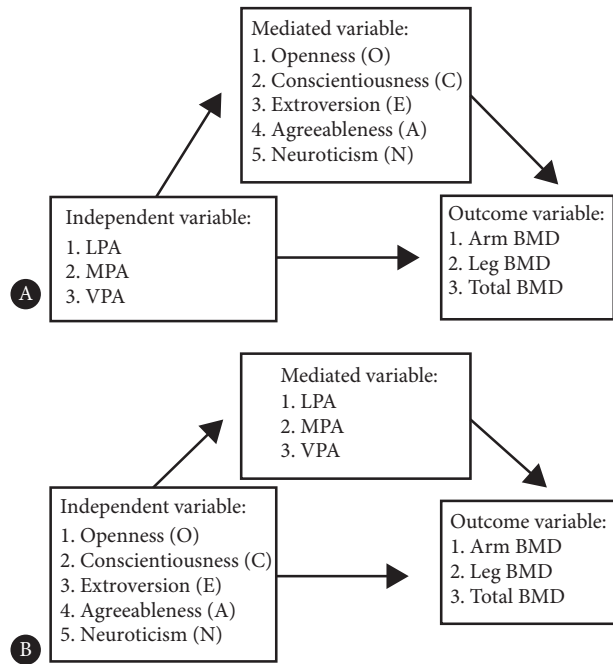


图 1 体育活动、大五人格与骨密度的关系

Fig 1 The relationship between physical activity, five-factor model of personality, and BMD

BMD: bone mineral density; LPA: light physical activity; MPA: moderate physical activity; VPA: vigorous physical activity. A, With physical activity as the independent variable and the five-factor model of personality as the mediator variable, there are 45 potential relationship. B, With the five-factor model of personality as the independent variable and physical activity as the mediator variable, there are 45 potential relationships.

1.3.2 单因素方差分析

分性别, 对LPA、MPA、VPA、上肢、下肢和全身骨密度进行单因素方差分析。如果变量符合正态分布, 两两比较采用方差分析和LSD(ANOVA-LSD)检验(下肢骨密度和女生全身骨密度)。如果至少有一组不符合正态分布, 则使用Kruskal-Wallis H检验和KW-ANOVA进行两两

比较(六大项目的体力活动, 上肢骨密度和男生全身骨密度)。

1.3.3 相关性分析

根据性别, 骨密度变量包括上肢、下肢和全身骨密度, 体力活动变量包括LPA、MPA和VPA。数据不符合正

态分布, 使用Spearman进行相关性分析, 结果用 r_s 表示。

数据分析由两个人独立进行, 并确保他们对所有结果都持一致意见。流程如图2所示。最终纳入705例数据进行统计分析。

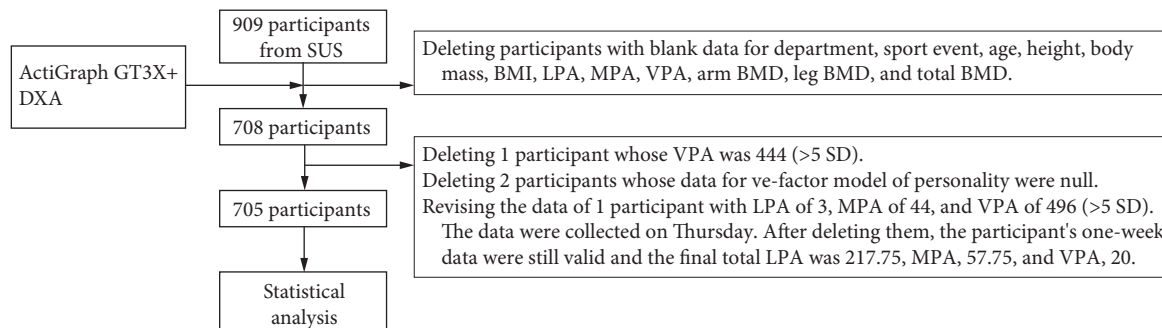


图2 纳入数据处理的流程图

Fig 2 Flowchart of data inclusion for processing

DXA: dual-energy X-ray absorptiometry; SUS: Shanghai University of Sport; BMI: body mass index; the other abbreviations are given in the note to Fig 1.

2 结果

2.1 基线比较

最终, 705名受试者被纳入研究。男生的身高和体质指数, 女生的身高, 在体育生与非体育生之间差异有统计学意义。见表2。

表2 体育生和非体育生基本情况比较
Table 2 Basic information of athlete and non-athlete students

Index	Male		Female	
	A (n=246)	B (n=83)	A (n=151)	B (n=226)
Age/yr.	18.66±0.8	18.65±0.77	18.33±0.92	18.35±0.9
Height/cm	176.98±6.5*	174.58±6.19	164.8±6.71*	162.39±5.68
Body mass/kg	70.11±9.74	71.15±13.15	57.44±7.46	56.71±9.9
BMI/(kg/cm ²)	22.33±2.37*	23.36±4.11	21.12±2.11	21.48±3.41

A: undergrad students of sport performance majors; B: undergrad students of other majors; BMI: body mass index. * $P < 0.05$, vs. B in the same sex.

2.2 体力活动、大五人格和骨密度之间关联

虽然体力活动、大五人格与骨密度之间存在90种潜在的关系, 但相关性分析结果显示只有3种关系显著。当尽责性(C)是自变量, MPA是中介变量, PROCESS的结果差异有统计学意义($P < 0.01$)。MPA对上肢骨密度的中介效应为17.3%, 对下肢骨密度的中介效应为19.4%, 对全身骨密度的中介效应为19.1%。

2.3 不同运动项目体力活动和骨密度比较

见图3。男生中, 六大项目的LPA差异无统计学意义, MPA和VPA差异有统计学意义($P < 0.05$), 其中无项目组与技巧组的MPA差异有统计学意义($P < 0.05$), 无项目

组与休闲体育组和球类组的VPA差异有统计学意义($P < 0.01$)。女生中, LPA、MPA和VPA在六大项目中的差异均有统计学意义。且MPA和VPA的差异更为明显, 其中无项目组与球类组/技巧组/重竞技组/休闲体育组之间的MPA和VPA差异均有统计学意义($P < 0.01$)。

见图4。无论男生还是女生, 上肢、下肢和整体骨密度在六大项目的整体比较中, 差异皆有统计学意义($P < 0.05$)。这种差异在女生中更加明显, 无项目组女生与球类、技巧、重竞技、田径和休闲项目组女生的下肢和全身骨密度差异皆有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

2.4 体力活动和骨密度的相关性

结果如表3所示。在男生和女生中, LPA和骨密度之间没有相关性。体力活动与上肢、下肢和全身骨密度相关系数, 男生MPA在0.11 ~ 0.14之间, VPA在0.11 ~ 0.23之间; 女生MPA在0.20 ~ 0.23之间, VPA在0.26 ~ 0.30之间。

3 讨论

3.1 专业体育训练对骨密度影响

本研究结果发现, 男生之间的体力活动和骨密度差异没有女生之间明显。例如女生无项目组的MPA和VPA与球类、技巧、重竞技和休闲组皆有一定差异, 女生无项目组的下肢和全身骨密度也与其他5组有一定差异。而男生无项目组的MPA和VPA、下肢和全身骨密度之间差异不如女生明显。说明专业的体育训练可能对大学女生的骨密度影响更大一些。

3.2 MPA对尽责性人格大学生骨密度水平有中介作用

大五人格是影响最大、被广泛接受的能够快速、准确分析个体人格的人格理论^[12], 包括开放性(丰富的想象

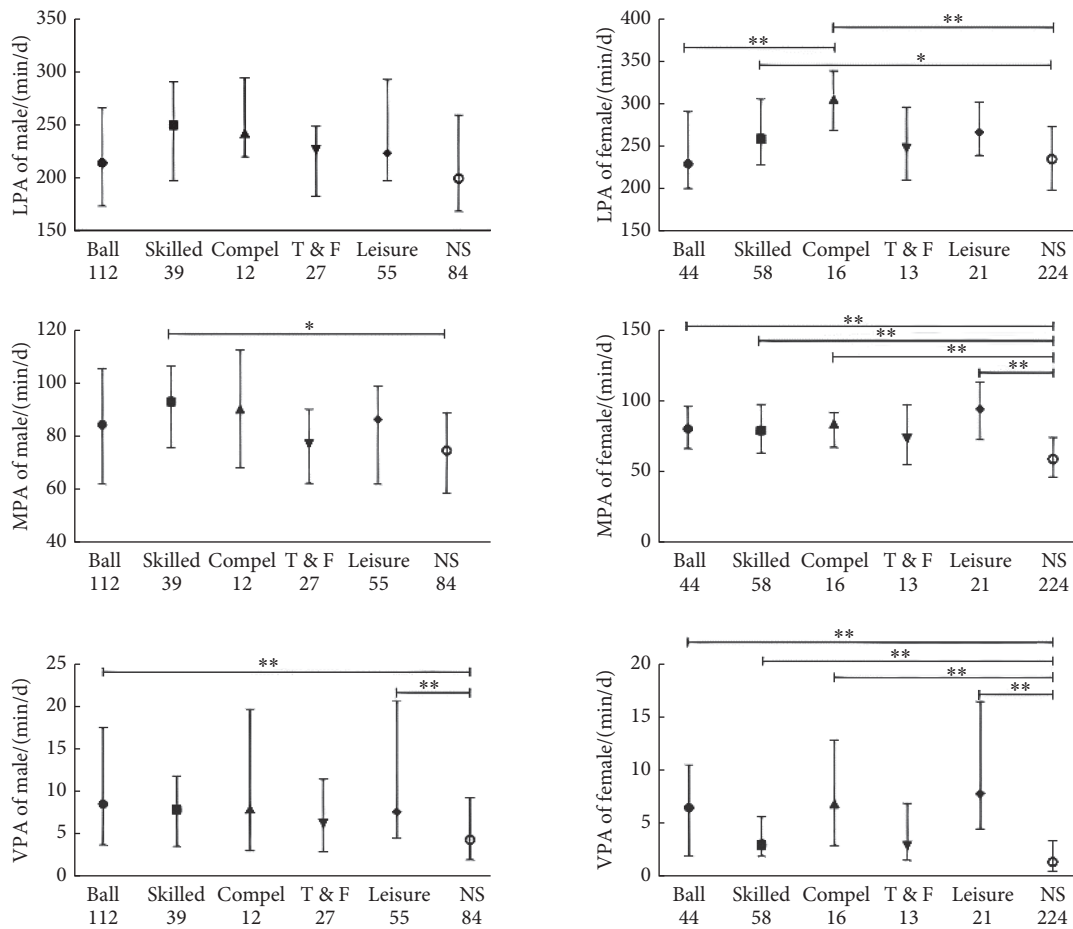


图 3 不同项目体力活动比较

Fig 3 Physical activity of different sports events among males

Compel: competitive sports; T & F: track and field; NS: no sports. The other abbreviations are given in the note to Fig 1. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$. The numbers below the items are the sample size.

力、审美和情感)、尽责性(可胜任、公正、自律)、外向性(热情、社交、活跃)、宜人性(信任、坦率、顺从)和神经质(焦虑、敌意、抑郁)。IKENOUCI等^[13]发现老年人的态度与身体强度呈正相关,适度的身体活动与外向性、宜人性、责任心呈正相关,与神经质负相关。

在本研究中,尽管体力活动、大五人格和骨密度之间存在90种潜在的关系,但只有MPA对尽责性人格大学生骨密度水平有中介作用,效果接近20%。

尽责性是指细致小心,或按照良心支配自己的行动的人格特质。它包括自律、细心、彻底、条理、谨慎、勤快以及成就需要等元素^[14]。笔者推测,尽责性作为一种人格特质可以间接增强骨密度,因为具有这种人格特质的人可能会自律、细心、有组织、谨慎和勤奋,所有这些都将导致健康的生活方式。尽责性的人进行中等强度的体力锻炼时,可能更加规律、细心、彻底、勤快等,因此促进骨密度增加。同样是中等强度的体育锻炼,如果是无规律、不彻底、不勤快地进行,可能就会对增加骨密度并

无帮助。也就是说,平时通过体力锻炼增加骨密度的前提是养成一种具有自律、细心、彻底、条理、谨慎、勤快等为特质的运动习惯。

3.3 MPA和VPA与骨密度呈低度正相关,尤其是在女大学生中

青春期是骨量趋于高峰的最敏感时期。研究表明,体育活动可能会增加骨量峰值,降低骨密度水平,尤其是在青春期^[15]。孔存青等^[16]发现中国女大学生剧烈运动与骨密度呈正相关。研究发现,在青少年中,高体力活动与较高的骨密度和骨矿物质含量有关^[17]。此外,KIM等^[18]得出结论,在一组年轻男性中,青少年时期过去的体育活动与现在的体育活动对骨密度的影响同样重要。这些对骨强度的影响具有临床意义,特别是对预防策略。KIM等^[19]发现,在健康的女大学生中,骨骼特异性体力活动与髌关节和股骨颈总骨密度呈正相关。他们还指出,体育锻炼可能有助于预防骨质疏松症。LIAO等^[20]通过横断面研究发现,儿童和青少年的体力活动与骨矿物质含量有关。

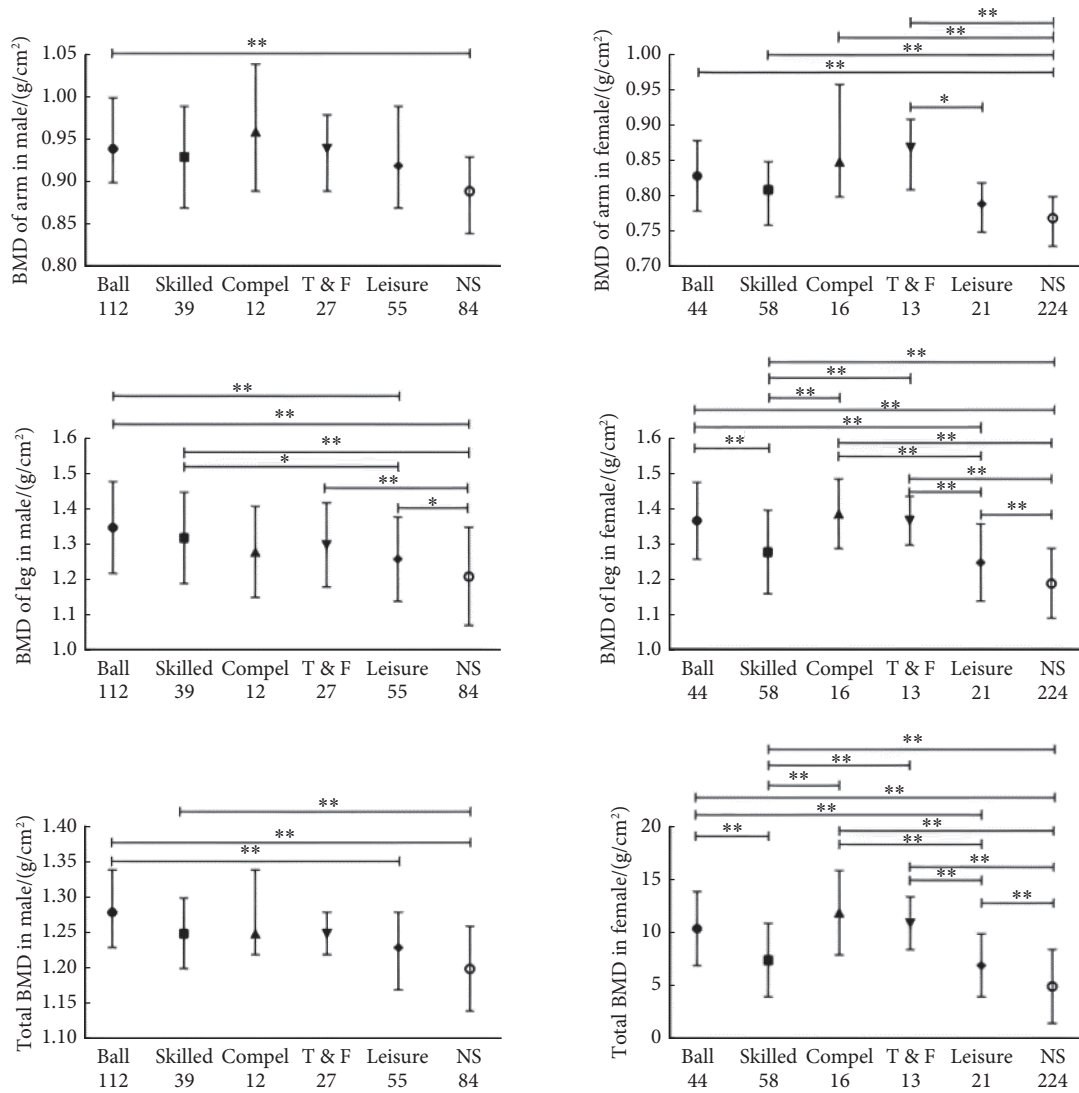


图 4 不同项目骨密度比较

Fig 4 Comparison of BMD of students active in different sports categories

Compel: competitive sports; T & F: track and field; NS: no sports. The other abbreviations are given in the note to Fig 1. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$. The numbers below the items are the sample size.

表 3 体力活动和骨密度相关性 (r_s)

Table 3 Spearman's correlation (r_s) between levels of physical activity and arm BMD

Physical activity	Arm BMD		Leg BMD		Total BMD	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
LPA	-0.03	0.09	-0.05	0.08	-0.07	0.09
MPA	0.11*	0.20**	0.14*	0.23**	0.12*	0.22**
VPA	0.11*	0.27**	0.23**	0.30**	0.18**	0.26**

The abbreviations are given in the note to Fig 1. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

本研究结果与其他研究报告的数据相似,同时也存在一些差异。首先本研究发现不同运动项目之间学生,体力活动和骨密度的差异有统计学意义,且女生之间更为明显。在此基础上,本研究进行了体力活动和骨密度的相关性分析发现:第一,男女大学生LPA与上肢、下肢

和全身骨密度之间没有相关性。第二,MPA和VPA与上肢、下肢和全身骨密度的相关性有统计学意义,在所有正相关中,女生的相关系数(r_s)高于男生。但是总体相关系数都不高,男生在0.11~0.23,女生在0.20~0.30。这些结果表明,MPA和VPA与骨密度呈低度正相关,女生较男生

更明显,这可能是由于性别之间的青春期差异。

3.4 创新与不足

本研究使用GT3X+加速度计来测量体力活动,这比问卷调查更精确。DXA扫描骨密度,它是检测头、上肢、下肢、肋骨、躯干、骨盆、脊柱和全身骨密度最准确的仪器之一^[21],数据稳定可靠。未来的后续研究应该会提供更多关于体育活动和运动项目对峰值骨密度之间关系的证据。

本研究有一些局限性。首先,样本量较小。其次,本研究只招收了一所大学的学生。与其他大学的学生相比,所纳入科目的体育活动可能有所不同。在运动项目的分类中,因为体育生的专业较多,无法进行细致分类,只能在参考前人研究基础上大致分类。在今后研究中将继续探索,摸索更加细致的分类方法。

目前,有关性格、体力活动和运动项目综合多维度对骨密度的作用研究相对较少。本研究探索了大五人格和体力活动之间对骨密度的中介效应。在今后的研究中,将挖掘出更多的可能性,比如体力活动和大五人格对骨密度的协同作用研究。

本研究是有关体力活动对骨密度的横断面调查,其研究存在一定滞后性,考虑做进一步追踪,以便更加全面观察体力活动对骨密度的作用。

此外,在研究的过程中,虽然调查了所有受试者年龄、身高和体质量等基本情况,但是体育生和非体育生中,男女生的身高及男生的体质量指数有一定差异,且并未考虑到其他混杂因素的潜在影响。影响体育项目和骨密度的结果多种多样,仅采用单因素分析对结果可能会存在一定影响。本研究在数据层面进行发掘,提出一定运动防治骨质疏松症的指导建议,为青少年获取足量骨量累积提供一定参考依据。但未结合临床实际问题,今后可与临床实际价值进行紧密结合。

MPA对尽责性人格大学生骨密度的促进有一定关联。MPA和VPA与大学生,尤其是女生的上肢、下肢和全身骨密度水平呈低度正相关。通过体育活动来提高骨密度可以通过培养一种运动习惯来实现,这对于那些具有自律、完整、有组织、谨慎、勤奋等特点的认真人格的人来说应该更容易做到。

* * *

作者贡献声明 张慧珍负责论文构思、正式分析、研究方法和初稿写作,赵慧莹和连纷纷负责数据审编、正式分析和调查研究,邹军负责经费获取和提供资源,吴伟负责论文构思、数据审编、经费获取、研究方法、研究项目管理和审读与编辑工作。所有作者已经同意将文章提交给本刊,且对将要发表版本进行最终定稿,并同意对工作的所有方面

负责。

Author Contribution ZHANG Huizhen is responsible for conceptualization, formal analysis, investigation, methodology, and writing--original draft. ZHAO Huiying and LIAN Fenfen are responsible for data curation, formal analysis, and investigation. ZOU Jun is responsible for funding acquisition and resources. WU Wei is responsible for conceptualization, data curation, funding acquisition, methodology, project administration, and writing--review and editing. All authors consented to the submission of the article to the Journal. All authors approved the final version to be published and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

Declaration of Conflicting Interests All authors declare no competing interests.

参 考 文 献

- [1] MENG J, GENG Q, JIN S, *et al.* Exercise protects vascular function by countering senescent cells in older adults. *Front Physiol*, 2023, 14: 1138162. doi: 10.3389/fphys.2023.1138162.
- [2] BRUDY L, HOCK J, HÄCKER A, *et al.* Children with congenital heart disease are active but need to keep moving: a cross-sectional study using wrist-worn physical activity trackers. *J Pediatr*, 2020, 217: 13-19. doi: 10.1016/j.jpeds.2019.09.077.
- [3] 段佳忠, 陈相应, 王丹, 等. 334例老年人骨质疏松性骨折风险干预阈值研究. *遵义医科大学学报*, 2020, 43(1): 81-84. doi: 10.14169/j.cnki.zunyixuebao.2020.0018.
- [4] DUAN J, CHEN X, WANG D, *et al.* Study on the intervention threshold of fracture risk in 334 elderly patients with osteoporosis. *J Zunyi Med Univ*, 2020, 43(1): 81-84. doi: 10.14169/j.cnki.zunyixuebao.2020.0018.
- [4] BLANCHARD M, PAD R, GROH C, *et al.* Measures of personality pathology, levels of functioning, and physical health in an urban primary care sample. *J Clin Psychol Med Settings*, 2022, 29(4): 875-885. doi: 10.1007/s10880-022-09846-z.
- [5] DOSTAN A, DOBSON C A, VANICEK N. Relationship between stair ascent gait speed, bone density and gait characteristics of postmenopausal women. *PLoS One*, 2023, 18(3): e0283333. doi: 10.1371/journal.pone.0283333.
- [6] ZHANG S, LI T, FENG Y, *et al.* Exercise improves subchondral bone microenvironment through regulating bone-cartilage crosstalk. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2023, 14: 1159393. doi: 10.3389/fendo.2023.1159393.
- [7] ORSOLINI L, GOLDBERG T, CALDEIRÃO T, *et al.* Bone impact after two years of low-dose oral contraceptive use during adolescence. *PLoS One*, 2023, 18(6): e0285885. doi: 10.1371/journal.pone.0285885.
- [8] LAN Y, FENG Y. The volume of brisk walking is the key determinant of BMD improvement in premenopausal women. *PLoS One*, 2022, 17(3): e0265250. doi: 10.1371/journal.pone.
- [9] 李晋平. 不同运动项目青少年运动员骨密度的比较研究. 北京: 北京体

- 育大学, 2019.
- LI J P. A comparative study on bone mineral density of young athletes in different sports events. Beijing: Beijing Sport University, 2019.
- [10] 李金德. 中国版10项目大五人格量表(TIPI-C)的信效度检验. 中国健康心理学杂志, 2013, 21(11): 1688–1692. doi: 10.13342/j.cnki.cjhp.2013.11.008.
- LI J D. Psychometric properties of ten-item personality inventory in China. *China J Health Psychol*, 2013, 21(11): 1688–1692. doi: 10.13342/j.cnki.cjhp.2013.11.008.
- [11] SASAKI J, JOHN D, FREEDSON P. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *J Sci Med Sport*, 2011, 14(5): 411–416. doi: 10.1016/j.jsams.2011.04.003.
- [12] LI Y, WANG B, LI Y. The influence of the big five personality traits on residents' plastic reduction attitudes in China. *Int J Environ Res Public Health*, 2023, 20(10): 5762. doi: 10.3390/ijerph20105762.
- [13] IKENOUCI A, OKAMOTO N, MATSUMOTO T, *et al.* Effect of the personality traits of healthy Japanese workers on depressive symptoms and social adaptation, and on the achievement rate of exercise therapy to prevent major depression. *Front Psychol*, 2023, 14: 1195463. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1195463.
- [14] SASSENBERG T, BURTON P, MWILAMBWE-TSHILOBO L, *et al.* Conscientiousness associated with efficiency of the salience/ventral attention network: replication in three samples using individualized parcellation. *Neuroimage*, 2023, 272: 120081. doi: 10.1016/j.neuroimage.2023.120081.
- [15] NG C, SCOTT D, SIM M, *et al.* Physical activity estimated by osteogenic potential and energy expenditure has differing associations with bone mass in young adults: the rainie study. *Arch Osteoporos*, 2022, 17(1): 67. doi: 10.1007/s11657-022-01100-1.
- [16] 孔存青, 黄晓婷, 姚志豪, 等. 中国与东南亚女大学生体力活动水平与骨密度比较研究. *中国骨质疏松杂志*, 2018, 24(10): 1305–1309. doi: 10.3969/j.issn.1006-7108.2018.10.009.
- KONG C, HUANG X, YAO Z, *et al.* A comparative study on physical activity level and bone mineral density among Chinese and southeast Asian female university students. *Chin J Osteoporos*, 2018, 24(10): 1305–1309. doi: 10.3969/j.issn.1006-7108.2018.10.009.
- [17] BELDO S, AARS N, CHRISTOFFERSEN T, *et al.* Criterion validity of the Saltin-Grimby Physical Activity Level Scale in adolescents. *The Fit Futures Study*. *PLoS One*, 2022, 17(9): e0273480. doi: 10.1371/journal.pone.0273480.
- [18] KIM J, JUNG M, HONG Y, *et al.* Physical activity in adolescence has a positive effect on bone mineral density in young men. *J Prev Med Public Health*, 2013, 46(2): 89–95. doi: 10.3961/jpmph.2013.46.2.89.
- [19] KIM S, SO W, KIM J, *et al.* Relationship between bone-specific physical activity scores and measures for body composition and bone mineral density in healthy young college women. *PLoS One*, 2016, 11(9): e0162127. doi: 10.1371/journal.pone.0162127.
- [20] LIAO X, CHEN S, SU M, *et al.* The relationship between dietary pattern and bone mass in school-age children. *Nutrients*, 2022, 14(18): 3752. doi: 10.3390/nu14183752.
- [21] SCHOEB M, WINTER E, MALGO F, *et al.* Bone material strength index as measured by *in vivo* impact microindentation is normal in subjects with high-energy trauma fractures. *Osteoporos Int*, 2022, 33(7): 1511–1519. doi: 10.1007/s00198-022-06368-0.

(2023-09-06收稿, 2024-01-06修回)

编辑 吕熙



开放获取

Open Access

© 2024 《四川大学学报(医学版)》编辑部 版权所有

Editorial Office of *Journal of Sichuan University (Medical Science)*