

组织参与校园冰雪运动的推广和发展。同时,政府还可以通过举办冰雪运动赛事、开展冰雪运动宣传推广活动等方式,为冰雪社会组织提供更多的发展机会和平台,推动校园冰雪运动与冰雪社会组织共生共荣。

5 结语

北京 2022 年冬奥会、冬残奥会的成功举办,我国冰雪运动实现跨越式发展。随着冰雪运动进校园一系列相关政策的出台,以及“三亿人参与冰雪运动”“百万青年上冰雪”计划的实施,加快推进校园冰雪运动的普及与发展。共生理论指导下的校园冰雪运动与冰雪社会组织的共生发展为两者实现校内与校外同步、知识与技术并进、理论与实践结合提供了理论参考,助力校园冰雪运动高质量发展。

[参考文献]

- [1] 赵蕾. 基于共生理论的高校与中学篮球体育教学衔接的研究[D]. 北京:北京体育大学,2019.
- [2] 欧阳井凤,邢金明. 共生理论视域下体教融合现实审视

及路径构建[J]. 体育文化导刊,2022(5):89-95.

[3] 陈海燕. 冰雪运动进校园推进机制及优化策略[J]. 体育文化导刊,2022(4):22-28.

[4] 晋腾,刘俊一. 体育社会组织参与校园冰雪运动的价值、困境与路径[J]. 体育文化导刊,2021(5):98-103.

[5] 程宇飞. 我国冰雪运动进校园经验及发展策略[J]. 体育文化导刊,2020(6):33-39.

[6] 王凯圆. “双减”政策背景下校园足球与校外足球培训机构共生发展的路径研究[J]. 南京体育学院学报,2023,22(2):67-73.

作者简介:谭学金(1997—),男,汉族,山东济南人,硕士在读,佳木斯大学,研究方向:冰雪运动;*通讯作者:汪作朋(1981—),满族,黑龙江双城人,基础医学在站博士后,副教授,佳木斯大学,研究方向:体育教育与训练学;吴芬芳(1996—),女,汉族,广东河源人,硕士在读,佳木斯大学,研究方向:运动训练。

我国男大学生身体成分与骨密度的健康水平及关联因素探究

周磊 丁亮*

东南大学, 江苏 南京 211189

[摘要]背景: 目前骨骼健康问题已成为全世界普遍关注的公共卫生问题。现有研究大多关注低龄儿童及中老年人群, 针对青年人群的研究较少。青年本处于基础骨量的高峰期, 但由于不合理的生活饮食习惯, 已经出现骨量流失、骨质疏松等骨骼健康问题。鉴于此, 研究治疗及促进骨骼健康的方式方法, 关注并提高青年人群骨骼健康水平已是现实的必然要求。目的: 为了解我国男大学生骨骼健康状况, 探究体成分对骨密度和人体健康发展的特征, 以期通过体育运动发展学生体质, 预防骨病、促进骨骼健康。方法: 本研究基于调查法、数理统计法、测量法等科研方法, 采用分层整群抽样抽取东南大学不同年级学生 801 名为调查对象, 其中男生 632 名、女生 169 名, 年龄为 15~25 岁。基于国际骨质疏松基金会 (IOF) 骨质疏松症风险一分钟测试及 FRAX 计算依据的主要临床危险因素设计问卷, 收集基本信息、体育运动习惯、生活饮食习惯及病史与药物史情况, 筛查骨骼健康风险并测定跟骨密度及体成分水平, 抽选风险呈阳性 70 名男性被试测定骨密度及体成分相关指标, 采用 T 检验比较 BMI 正常组 (NW group) 与超重组 (OW group) 的指标差异; 采用二元 Logistic 回归探讨影响跟骨 BMD 的患病因素; 采用多元线性回归分析体成分指标与人体 BMD 水平的关系, 探究男大学生跟骨 BMD 及体成分发展的特征变化。结果: 70 名男大学生中, BMD 正常率为 47.14% (33/70), BMD 异常率为 52.86% (37/70); NW 组与 OW 组腰臀比、细胞内液、蛋白质质量、无机盐量、体脂肪量、身体总水分、肌肉量、脂肪率、骨骼肌、基础代谢、总能量消耗等均存在统计学意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 细胞外液差异无统计学意义 ($P > 0.05$); OW 组体脂肪量、身体总水分、肌肉量、脂肪率平均水平显著高于 NW 组, NW 与 OW 体脂肪量差异较大; 男大学生左、右两足跟骨 BMD 指标 OI、SOS、BUA、T 值、Z 值及成人比间差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 二元 Logit 回归分析结果显示, “T 值”和“BMI”两项指标对男大学生 BMD 健康状况具有显著性影响; 比较回归系数知, “T 值”对男大学生跟骨 BMD 健康情况影响更大。体成分指标细胞内液、蛋白质质量、无机盐量、体脂肪量、身体总水分、BMI 对反映人体 BMD 水平的“T 值”有显著影响。结论: 男大学生存在较高的骨病患病风险, 人体成分与 BMD 水平密切相关, BMI 与“T 值”是人体骨病患病的重要影响因素, 细胞内液、体脂肪量对男大学生跟骨 BMD 水平具有负向影响, 蛋白质质量、无机盐量、身体总水分、BMI 则具有正向的积极作用。合理的体育运动能够改善体成分水平, 有益于人体骨骼健康。

[关键词] 男大学生; 骨密度; 跟骨; 体成分; 人体健康

DOI: 10.33142/jscs.v3i6.10814

中图分类号: G804.21

文献标识码: A

Study on the Health Level and Related Factors of Body Composition and Bone Density among Male College Students in China

ZHOU Lei, DING Liang*

Southeast University, Nanjing, Jiangsu, 211189, China

Abstract: Background: at present, bone health issues have become a public health concern worldwide. Most existing research focuses on young children and the middle-aged and elderly population, with limited research targeting the youth population. Youth are already in the peak period of basic bone mass, but due to unreasonable dietary habits, they have already experienced bone loss, osteoporosis and other bone health problems. In view of this, researching ways and methods to treat and promote bone health, and paying attention to and improving the bone health level of young people has become an inevitable requirement in reality. Objective: to understand the skeletal health status of male college students in China, explore the characteristics of body composition on bone density and human health development, in order to develop student physique through sports, prevent bone diseases, and promote skeletal health. Method: based on research methods such as survey, mathematical statistics, and measurement, this study used stratified cluster sampling to select 801 students from different grades of Southeast University as the survey subjects, including 632 males and 169 females, aged from 15-25 years old. Based on the International Osteoporosis Foundation (IOF) one minute risk test for osteoporosis and FRAX calculation, a questionnaire was designed to collect basic information, sports habits, dietary habits, medical history, and medication history. Skeletal health risks were screened and bone density and body composition levels of the calcaneus were measured. 70 male participants with positive risk were selected to measure bone density and body composition related indicators, using T-test to compare the differences in indicators between the normal BMI group (NW group) and the super recombinant BMI group (OW group); Using binary logistic regression to explore the influencing factors of calcaneal BMD; Using multiple linear regression analysis to investigate the relationship between body composition indicators and human BMD levels, and to explore the characteristic changes in heel BMD

and body composition development among male college students. Result: among 70 male college students, the normal BMD rate was 47.14% (33/70), and the abnormal BMD rate was 52.86% (37/70); There were statistically significant differences in waist to hip ratio, intracellular fluid, protein mass, inorganic salt content, body fat mass, total body water content, muscle mass, fat percentage, skeletal muscle, basal metabolism, and total energy expenditure between the NW and OW groups ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), while there was no statistically significant difference in extracellular fluid ($P > 0.05$); The average levels of body fat mass, total body moisture, muscle mass, and fat percentage in the OW group were significantly higher than those in the NW group, and there was a significant difference in body fat mass between the NW and OW groups; There was no statistically significant difference ($P > 0.05$) in the OI, SOS, BUA, T value, Z value, and adult ratio of BMD indicators in the left and right calcaneus of male college students. The results of binary logistic regression analysis showed that "T value" and "BMI" had a significant impact on the BMD health status of male college students; Comparing the regression coefficients, it is known that the "T value" has a greater impact on the health status of male college students with calcaneal BMD. The indicators of body composition, such as intracellular fluid, protein mass, inorganic salt content, body fat content, total body water content, and BMI, have a significant impact on the T-value that reflects the level of human BMD. Conclusion: male college students have a higher risk of bone disease, and body composition is closely related to BMD levels. BMI and "T value" are important influencing factors for bone disease in the human body. Intracellular fluid and body fat have a negative impact on BMD levels in the calcaneus of male college students, while protein quality, inorganic salt content, total body moisture, and BMI have a positive effect. Reasonable physical exercise can improve body composition levels and be beneficial to human bone health.

Keywords: male college students; bone density; calcaneum; body composition; human health

悠悠民生，健康最大。青年学生是国家建设和社会发展的重要后备力量。2016 年，国务院《“健康中国” 2030 规划纲要》提出开展健康骨骼行动，将“全民健康”作为新目标和新要求。当下，随着生活方式的变化及工作学习的要求，青年学生存在长期久坐、伏案弯腰、熬夜、精神压力大、活动量少，在日常饮食上又存在偏食、高盐饮食、快餐、大量饮用咖啡、碳酸饮品，喜欢吸烟、酗酒等生活方式，严重危害了人体健康。本研究基于人的身体成分与骨健康的相关要素和特性，探究当下青年人群骨密度水平及其影响机制，以期通过有效的运动干预，寻求预防和改善骨骼健康问题的解决方案，对促进骨骼健康发展意义重大^[1]。

1 人体骨健康的发展现状

骨骼的健康发展关乎人体内外系统的功能和生命健康。一项全球研究显示^[2]，2019 年全球骨病患病例约 4.55 亿，自 1990 年以来增加近 70%，其中新发病例 1.78 亿，同比 1990 年增长 33.4%（如图 1）。在我国，从儿童到中青年，再到老年人群，骨关节炎、骨质疏松、脆性骨折等骨骼健康问题日益凸显。2018 年中国骨质疏松症流行病学调查结果发现，我国仅骨质疏松症的患病率就高达 13%，预计到 2035 年，每年骨质疏松的数量将达到 483 万例次，到 2050 年预计约达到 599 万^[3]。我国存在骨骼健康风险的人群比例逐年增加。Peng Chen 等^[4]分析了 2003-2015 年的 12 年间中国骨质疏松症患病率情况（如图 2），发现我国低年龄段骨质疏松症的患病率偏高，其中发病年龄在 15~24 岁年龄段的骨质疏松患病率达 16.96%，25-35 岁年龄段的骨质疏松发病率高达 28.09%。骨骼健康问题的年轻化，使许多青年人深受其扰。不仅严重损害患者的生活质量，还可能引发某些并发症及慢性疾病，严重危害了人体健康，也给公共卫生系统造成了极大的负担。

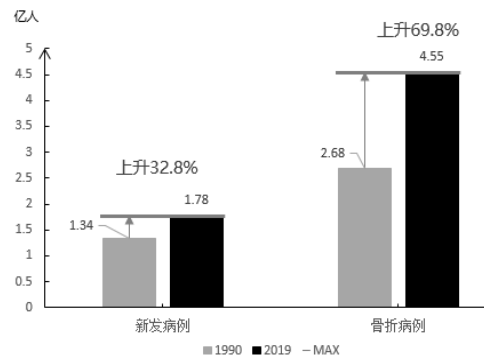


图 1 1990-2019 年全球骨病患病率增长变化

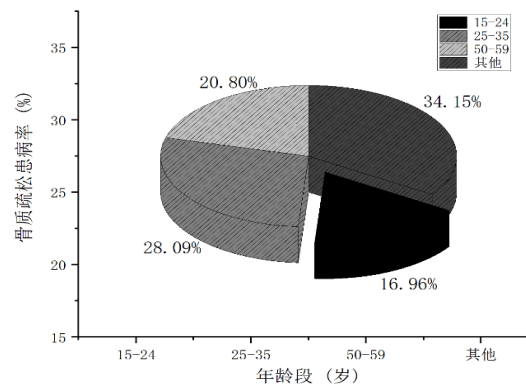


图 2 2003-2015 年中国居民骨质疏松患病情况

骨密度 (bone mineral density, BMD) 又称骨骼矿物质密度，是衡量骨骼强度、反映骨骼代谢状况，评价骨骼健康的重要指标^[5]。由于人们对骨骼健康问题的忽视，同时缺乏对骨健康水平的关注和监测，使得骨病患病率急剧增加。不仅多发于老年人群，中青年人群的发病风险也持续增高。2018 年国家卫生健康委的一项调查显示，我国居民对骨骼健康问题的认知普遍不足，20~40 岁人群关于骨质

疏松症相关知识的知晓率仅为 11.7%，其中男性 10.5%，女性 13%，城市地区为 17.8%，农村地区为 8.1%。在骨质疏松症患者中，知晓自身患病情况的比例也较低。其中，20~50 岁人群接受过骨密度监测的比例仅为 2.8%。因此，本研究基于青年学生的骨质筛查，探究青年学生骨骼健康状况及相关的影响机制，为治疗和预防骨性疾病提供理论依据。在增强骨健康关注的同时，更进一步提高我国青年学生的骨健康水平。

2 骨密度筛查与检测

2.1 研究对象

本研究采用分层整群抽样方法，于 2023 年 3 月至 2023 年 6 月随机抽取东南大学不同年级学生 801 名为调查对象，其中男生 632 名、女生 169 名，年龄为 15~25 岁。基于骨骼健康风险筛查并测定跟骨 BMD 与体成分水平。选取男性 70 人。纳入标准：①年龄≥18 岁；② $18.5\text{kg}/\text{m}^2 \leq \text{BMI} < 30\text{kg}/\text{m}^2$ ；③问卷测量结果为阳性；④了解并自愿参加本研究。排除标准：①存在重大疾病史、遗传代谢疾病、慢性肝功能疾病、骨折史；②近期服用骨代谢产品及激素类药物根据《中国成人超重和肥胖症预防与控制指南》中 BMI 划分标准 ($\text{BMI} < 24\text{kg}/\text{m}^2$ 为正常值， $\text{BMI} \geq 24\text{kg}/\text{m}^2$ 为超重)，将 70 名受试者分为体重正常组 (NW 组，n=42 人)、超重组 (OW 组，n=28 人)。受试者基本信息见表 1。

表 1 受试者基本信息 ($\bar{x} \pm s$)

项目	NW group (n=42)	OW group (n=28)
年龄/岁	19.73±0.79	19.84±0.83
身高/ (cm)	173.77±7.56	173.89±7.14
体重/ (kg)	63.57±8.65	85.70±14.56**
BMI/ (kg/m^2)	20.89±1.88	28.11±3.54**

注：独立样本 T 检验，与 NW 组相比，* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

2.2 基本信息与调查

基于国际骨质疏松基金会 (IOF) 骨质疏松症风险一分钟测试及 FRAX 计算依据的主要临床危险因素设计问卷，现场发放并收集。获取基本信息 (性别、年龄、身高、体重)、体育运动习惯 (运动方式、时间、频率、持续时长)、生活习惯 (日坐姿时长、吸烟情况、饮酒情况、碳酸与咖啡饮品及牛奶与补钙食品的食用习惯) 及病史与药物史 (家族骨病史、个人骨病与慢性病史、药物史、保健药品史) 情况。

2.3 跟骨 BMD 与体成分测量

由专业研究人员测量并进行数据记录。采用 OsteoPro Smart 超声骨密度测试仪测量被试骨密度相关指标。包括但不限于：超声波传导速度 (SOS)、骨质疏松指数 (OI)、多频率超声衰减指数 (BUA)、T 值 (T-score)、Z 值 (Z-score) 等；采用 GMCS-8 人体体成分分析仪测量被试体成分相关指标。包括但不限于：蛋白质质量、无机盐量、BMI、体脂肪量、脂肪率、骨骼肌、节段脂肪 (左上、右上、躯干、左下、右下)、基础代谢及总能量消耗等；

2.4 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件对实验测量数据进行处理分析，其中符合正态分布的参数指标以 ($\bar{x} \pm s$) 表示，采用独立样本 T 检验进行组间比较；采用二元 Logistic 回归探讨导致跟骨 BMD 异常的影响因素。采用多元线性回归分析体成分指标与人体 BMD 水平的关系，探究男大学生跟骨 BMD 及体成分发展的特征变化。当 $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义， $P < 0.01$ 认为差异具有显著统计学意义。采用 origin 2019 对数据进行处理及比较分析。

3 结果

3.1 男大学生 NW 组与 OW 组体成分情况的比较分析

如表 2 所示，不同 BMI 水平下，人体体成分指标腰臀比、细胞内液、蛋白质质量、无机盐量，体脂肪量、身体总水分、肌肉量、脂肪率、骨骼肌、基础代谢、总能量消耗等均存在统计学意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)，而 NW 组与 OW 组的细胞外液差异无统计学意义 ($P > 0.05$)；OW 组细胞外液平均水平低于 NW 组细胞外液；组间比较下，腰臀比、细胞内液、蛋白质质量、无机盐量/ (kg)，体脂肪量、身体总水分、肌肉量、脂肪率、骨骼肌、基础代谢、总能量消耗均高于 NW 组。

表 2 男大学生 NW 组与 OW 组体成分指标情况

指标	NW group (n=42)	OW group (n=28)	P 值
腰臀比	0.86±0.02	0.93±0.04	<0.01
细胞内液	23.92±3.42	27.76±3.47	<0.01
细胞外液	15.07±16.68	14.65±1.96	0.913
蛋白质质量/ (kg)	10.25±1.36	11.92±1.45	<0.01
无机盐量/ (kg)	3.01±0.39	3.5±0.42	<0.01
体脂肪量/ (kg)	14.4±4.24	27.87±9.1	<0.01
身体总水分/ (kg)	35.91±4.96	42.41±5.37	<0.01
肌肉量	46.16±6.29	54.33±6.81	<0.01
脂肪率 (%)	22.44±5.51	31.87±5.96	<0.01
骨骼肌/ (kg)	28.75±4.08	33.56±4.25	<0.01

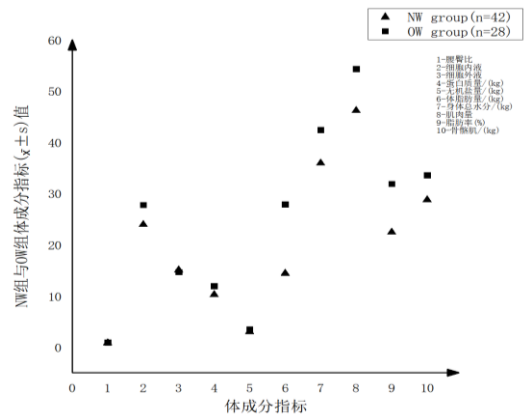


图 3 男大学生 NW 组与 OW 组体成分指标 ($\bar{x} \pm s$) 的差异性

如图 3，横坐标指标代码表示对应体成分指标。由图可知，在体成分各项测量指标中，OW 组体脂肪量、身体

总水分、肌肉量、脂肪率平均水平显著高于NW组，NW组与OW组体脂肪量差异较大，腰臀比、细胞外液、无机盐量各项指标水平之间无显著性差异。

3.2 男大学生跟骨 BMD 情况的比较分析

由表 3 分析可知，男大学生左足与右足跟骨 BMD 指标 OI、SOS、BUA、T 值、Z 值及成人比之间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)；其中，超声声速值 SOS 处于正常测定范围 1300-1400m/sec 之间；骨质疏松指数 OI 测量值为 49.38 ± 10.03 和 49.34 ± 10.85 表明受检者左右两组 BMD 声速值低于同龄同性别 BMD 平均声速值。依据 WHO 指定 T 评分的诊断标准，两足跟骨 BMD 指标 T 值 < 0 ，平均水平处于正常值之间，平均值接近 -1，表明测量被试可能存在骨量低及骨量流失情况，具有一定的骨骼健康风险；左右两足反映骨密度水平的 Z 值分别为 0.73 ± 2.58 和 0.83 ± 2.67 ，表明青年男骨密度水平正常中略有不足。

表 3 男大学生骨密度指标情况 (n=70)

指标	左	右	P
OI	49.38 ± 10.03	49.34 ± 10.85	0.985
SOS (m/s)	1358 ± 9.59	1359.47 ± 10.2	0.474
BUA	41.76 ± 17.13	40.93 ± 18.8	0.824
T 值	-0.75 ± 2	-0.76 ± 2.2	0.982
Z 值	0.73 ± 2.58	0.83 ± 2.67	0.859
成人比 (%)	92.94 ± 18.55	92.95 ± 20.52	0.983

由表 4 知，受检者跟骨 BMD 测量结果异常者占总人数的 52.86%，患骨质减少及骨质疏松病症的男大学生总数超检测人数的半数。表明测量问卷筛选的有效性。反映当下男大学生骨骼健康问题的患病风险偏高。

表 4 男大学生跟骨 BMD 测量结果

结果分析 (n=70)		
骨质减少	骨质疏松	正常
24 (34.29%)	13 (18.57%)	33 (47.14%)

3.3 人体 BMD 水平的影响因素分析

根据表 5 中“Hosmer-Lemeshow”检验结果可见， $P = 0.726 > 0.05$ ，接受原假设，说明模型拟合值和观测值吻合程度一致，模型拟合优度较高。

表 5 Hosmer-Lemeshow 拟合度检验

χ^2	自由度 df	P 值
4.457	7	0.726

由二元 Logit 回归分析结果知，T 值项 P 值为 0.027 ($P < 0.05$)，BMI 项 P 值为 0.04 ($P < 0.05$)。其余项指标均大于 0.05，说明“T 值和 BMI 两项指标影响人体 BMD 水平”具有显著性。而骨质疏松指数 OI、超声声速值 SOS、多频超声衰减指数 BUA、Z 值和常量对因变量跟骨 BMD 水平的影响无统计学意义。由表 6 可知，“T 值”和“BMI”是

人体骨病患病的独立影响因素，两项指标对男大学生跟骨 BMD 水平具有显著的负向影响关系，其中“T 值”项的回归系数大于“BMI”项的回归系数，说明“T 值”对人体 BMD 水平的影响作用更大。

表 6 二元 Logit 回归分析结果汇总

项	回归系数	标准误差	Wald	P 值	OR	OR 值 95% CI
OI	2.732	6.551	0.174	0.677	15.368	0~5790292.63
SOS (m/s)	-0.703	1.665	0.178	0.673	0.495	0.019~12.941
BUA	-1.104	3.247	0.115	0.734	0.332	0.001~192.711
T 值	-3.387	1.535	4.871	0.027	0.034	0.002~0.684
Z 值	-0.194	0.287	0.457	0.499	0.824	0.469~1.446
BMI (kg/m ³)	-0.308	0.15	4.21	0.04	0.735	0.548~0.986
常量	871.366	2074.073	0.177	0.674	.	.

3.4 体成分对人体 BMD 的影响因素分析

根据表 7 可知 R 方数值为 0.302，表示“T 值”变化的 30.2%是由细胞内液、蛋白质量、无机盐量、体脂肪量、身体总水分和 BMI 造成的。由标准化残差的正态概率图 (图 4) 可知，残差服从正态分布，因此，回归模型的拟合优度较好。回归的 ANOVA 检验显著性值为 0.020 ($P < 0.05$)，说明模型具有显著性。Durbin-Watson 为 2.007，说明测试样本间相互独立，自相关不显著。

表 7 模型拟合优度检验结果

模型	R	R 方	调整后的 R 方	标准估算的误差	Durbin-Watson
1	.549 ^a	.302	.197	1.97545	2.007

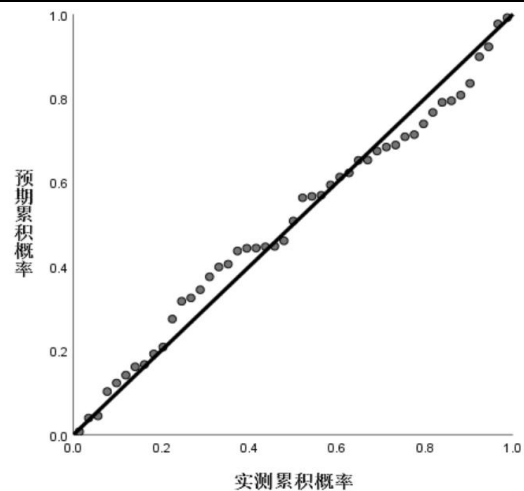


图 4 回归标准化残差的正态 P-P 图

a 因变量：T 值

根据表 8 模型回归系数计算结果可知，被解释变量：细胞内液、蛋白质量、无机盐量、体脂肪量、身体总水分、

表 8 模型回归系数的计算结果

模型		未标准化系数		标准化系数		共线性统计		
		B	标准误差	Beta	t	显著性	容差	VIF
1	(常量)	-27.129	7.77		-3.492	0.001		
	细胞内液	-8.966	2.538	-16.129	-3.533	0.001	0.001	1193.951
	蛋白质质量	10.19	3.54	7.559	2.879	0.006	0.003	394.942
	无机盐量	12.365	4.544	2.663	2.721	0.01	0.018	54.877
	体脂肪量	-1.009	0.262	-4.284	-3.85	0	0.014	70.929
	身体总水分	2.41	0.74	6.655	3.255	0.002	0.004	239.471
	BMI (kg/m ³)	1.3	0.376	2.612	3.455	0.001	0.031	32.741

BMI (kg/m³) 显著性均小于 0.05, 存在统计学意义 (P < 0.05 或 P < 0.01), 对诊断人体 BMD 水平的“T 值”情况具有显著影响。其中, 细胞内液、体脂肪量的回归系数分别为 -8.996 和 -1.009, 说明细胞内液和体脂肪量越高, “T 值”越小, BMD 水平越低。蛋白质质量、无机盐量、身体总水分、BMI (kg/m³) 的回归系数分别为 10.19、12.365、2.41 和 1.3, 说明以上自变量对目标变量具有正向影响作用, 对应的值越高则“T 值”越大, 存在的骨质疏松患病风险较低。

4 讨论

身体成分作为人体形态与机能的物质基础, 反映着人体营养与生长发育状况和健康水平, 其均衡程度是维持人体健康状况的最基本条件。身体成分与人体健康存在密切的关联, 其各项指标的获取能够帮助人们更好地了解健康状况。体成分测量指标中基础代谢是体成分重要的测量指标之一, 主要受年龄、性别、气温、体重、肌肉量等因素的影响。通过身体成分的测定可了解人体肌肉、脂肪及骨骼等身体各组成成分的重量、判断身体组成成分的合理性, 进而衡量人体的健康水平。

目前身体成分的测量技术和评价方法主要分为直接测量法和间接测量法两类。直接测量法是采用解剖的方法测量脂肪、骨骼、肌肉等身体组成成分。间接测量属无创测量, 间接测量的各种方法也有优劣差异, 目前测量人体成分既简单又准确的方法是“生物电阻抗分析法(BIA)”。生物电阻抗分析法是假设人体是由脂肪与非脂肪组织组成。人体的电阻阻抗由体内水分含量的多少所决定。当人体导入一定频率的电流时, 由于脂肪组织含水量低不导电, 非脂肪组织含水量高, 电阻率低, 导电性能好, 因此根据人体的电阻阻抗来推算脂肪和非脂肪组织的比例。本研究体成分测量指标方法采用直接节段多频率生物电阻抗测试法, 通过 5 个不同频率 (5KHz/50KHz/100Hz/250KHz/500KHz) 分别在 5 个节段上 (右上肢/左上肢/躯干/右下肢/左下肢) 进行 10 多个电阻抗测量。解决了原本不能测量脂肪分布的问题。

体成分与人体骨健康密切相关, 当身体成分中脂肪含

量增加超出一定水平, 会导致肥胖和骨矿物质减少, 引发骨质疏松等骨骼健康问题。研究表明, 不同体成分构成比的差别对机体骨代谢过程产生不同影响。人体各组分中, 脂肪含量、BMI、骨骼肌含量、瘦体重、无机盐含量对 BMD 影响较大, 其中瘦体重更能预测骨密度水平。美国营养学家研究显示, 体重比标准体重超重 10% 以上, 患膝关节炎的几率将比常人高出 6 倍, 45 岁以上体重如果超过标准 10%, 那么每再超过 1 磅 (约 0.45 公斤), 患痛风、骨关节病变、腰椎间盘突出几率大大提升。人体骨骼由骨细胞与钙化的骨基质构成, 其中 65% 为矿物质, 决定了骨骼硬度, 其余 35% 为有机物质, 决定了骨骼的韧性。骨矿物质中, 钙含量约占 40%, 其余主要是磷、镁、钠等物质。骨矿物质中的钙是晶状的羟磷灰石和无定形的磷酸钙。有机质的主要成分是胶原蛋白, 其含量达 95%。身体成分的构成与骨健康密不可分。

体成分是已知影响 BMD 的决定因素之一。研究者从体重、肌肉收缩和激素三个方面对体成分与骨密度的作用机制进行解释: (1) 体重增加会增大骨骼承受的机械应力, 从而促进骨的形成。(2) 肌肉造成对骨骼的挤压, 当肌肉力量增加会导致骨局部应力扩大。(3) 腹部脂肪的增多会导致肾上腺雄性激素向雌性激素转变, 对 BMD 产生影响。体成分中腰臀比 (WHR) 和身体质量指数 (BMI) 能够反映人体的肥胖和超重。吴斌等人^[6]发现青少年跟骨骨密度与 BMI、肌肉含量有密切相关性, BMI 值越高、肌肉含量越多、骨矿物质含量越多, 骨密度越高。事实上, 体成分的两大组分瘦体重及脂肪对 BMD 影响较大, 但对不同性别和年龄阶段人群的 BMD 影响还未有定论, 缺乏整体分析^[7]。一项荟萃分析表明, 瘦体重比脂肪量更能预测骨密度^[8], Hesami-Oyelere BL 等人^[9]的研究进一步证实了该观点。由此可推断瘦体重对骨密度的突出影响。Lekamwasam S^[10]发现女性 BMD 与瘦体重质量、脂肪质量之间存在显著正相关。国内外研究发现, 肌肉量是影响 BMD 的重要因素^[11]。目前, 一些研究已经通过肌肉量指标分析其与 BMD 之间的关系。杨秀琳等人^[12]探讨藏族成人骨强度指数的变化特点, 分析骨量异常与体成分相关性的研究发现, 年龄、

内脏脂肪量是西藏藏族成人发生骨量异常的危险因素,而皮下脂肪含量及肌肉量是骨量异常的保护性因素,内脏脂肪量越高、皮下脂肪量及肌肉量越低者,发生骨量下降及骨质疏松症的危险性越高。此外,体成分的构成比存在种族、性别和年龄上的差异,不同体成分构成比的差别对机体骨代谢过程产生不同影响。严孙杰^[13]研究健康成人成分差异对不同年龄段人群骨密度的影响指出,男性有较多的瘦组织,这也是影响男性 BMD 变异的主要因素;而女性具有较多的脂肪成分,但对 BMD 影响存在年龄上的差异。

本研究发现,男大学生骨健康水平存在下降趋势。青年人群本处于基础骨量的高峰期,人体骨骼中矿物含量达到峰值,但由于不合理的的生活方式、不良的饮食习惯等,已经出现大量骨量流失、骨质疏松等骨骼健康问题。2019年 Narayan G. Avadhani 等^[14]发表于 FASEB 的一项研究显示,吸烟、饮酒等因素会影响机体线粒体功能,导致破骨细胞增殖,引发骨质疏松等骨骼健康问题。此外肥胖、使用糖皮质激素等药物,也可能影响骨质,进而增加骨折风险。对于现代青年人群,由于长期久坐、伏案工作弯腰、熬夜、精神压力大、活动量少,在日常饮食上又存在偏食、高盐饮食、快餐、饮用大量碳酸饮料和咖啡,喜欢吸烟、酗酒等,造成肥胖、体成分分布不合理等问题,普遍存在骨密度下降,骨量流失的情况,这给青年人群的骨骼健康带来了很大风险。本研究基于国际骨质疏松基金会(IOF)骨质疏松症风险一分钟测试及 FRAX 计算依据的主要临床危险因素设计的问卷,通过测量分析及检验,能够在一定程度上反映骨骼健康问题,筛查患病风险。在治疗和预防骨骼健康问题上,传统药物治疗以激素为主,长期使用激素将对人体造成不可逆的损害,增加生殖器官恶性病变的风险。而传统合成代谢药物和抗吸收药物虽能够在一定程度上预防骨质疏松,但此类药物成本高且副作用大。当前,运动影响人体能量代谢,改善人体生理机制已被广泛接受,许多慢性疾病的预防与治疗都引入了运动疗法。体育运动提高人体的代谢效率。研究表明,运动对人体骨量的影响比例远超骨代谢相关激素、钙、维生素 D 等作用^[15]。运动时,身体的营养物质发生氧化从而补充肌肉活动的能量消耗。此外,人体耗氧量的增加也与运动强度显著相关。同时运动强度也影响着人体骨骼健康,当运动强度处于骨骼承受能力的阈值范围内时,运动强度与骨密度呈正相关关系。随着运动强度增大,骨密度存在增长趋势,若超出阈值,骨代谢发展受到抑制。运动作为关键变量被广泛用于骨密度的调节和控制,是影响人体 BMD 的重要物理因素,对骨骼健康问题具有积极效用。

综上所述,青年人群虽处于人体骨量的高峰期,但同样存在不容忽视的骨骼健康问题及患病隐患。本研究从人体骨健康的发展现状着手,研究了男大学生跟骨 BMD 的影响因素及体成分发展水平,分析了人体骨发育及骨代谢的

变化特征,比较了人体骨健康预防及治疗的手段,探讨了体育运动对人体骨健康的干预疗效。研究还发现,身体成分与骨骼健康密切相关,不同指标对人体骨健康的促进或抑制作用存在差异。人体生长发育时期是提高人体峰值骨量和巩固骨密度的重要阶段,青年时期是提高骨骼健康水平的重要时期,抓住青年时期发展骨量,提高骨骼健康,能够有效降低中老年骨病患病风险。本研究提示运动能够有效改善人体 BMD 与体成分水平,促进人体健康。

5 结论

研究显示,男大学生群体存在较高的骨病患病风险,人体身体成分与 BMD 水平密切相关,BMI 与“T 值”是人体骨病患病的重要影响因素,细胞内液和体脂肪量对男大学生跟骨 BMD 水平具有显著的负向影响,蛋白质量、无机盐量、身体总水分和 BMI 则具有正向的积极作用。研究表明,合理的体育运动能够有效改善人体身体成分水平,有益于人体骨骼健康。

基金项目:江苏省教育科学“十四五”规划课题,大数据驱动下高校体育教学模式创新研究一以东南大学本科体育教学为例(课题编号:T-c/2021/77)。

[参考文献]

- [1]周磊,丁亮.基于运动特征的人体骨密度发展现状与影响机制研究[J].文体用品与科技,2023(22):124-127.
- [2]Wu AM, Bisignanco C, James SL, et al. Global, regional, and national burden of bone fractures in 204 countries and territories, 1990 - 2019: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2019[J]. Lancet Healthy Longevity, 2021, 02(9): 580-592.
- [3]Zeng Q, Li N, Wang QQ, et al. The Prevalence of Osteoporosis in China, a Nationwide, Multicenter DXA Survey[J]. Journal of Bone and Mineral Research, 2019, 34(10): 1789-1797.
- [4]Chen P, Li ZZ, Hu Yu. Prevalence of osteoporosis in China: a meta-analysis and systematic review[J]. BMC Public Health, 2016, 10(3): 1471-2458.
- [5]韦以宗. 中国骨伤科学辞典[M]. 武汉: 中国中医骨伤科杂志, 2001.
- [6]吴斌, 白峰华, 林明侠, 等. 青少年跟骨骨密度与骨矿脂肪肌肉含量的关系[J]. 中国学校卫生, 2019, 40(9): 1360-1362.
- [7]Yu Z, Zhu Z, Tang T, et al. Effect of body fat stores on total and regional bone mineral density in perimenopausal Chinese women[J]. Journal of Bone and Mineral Metabolism, 2009, 27(3): 341-346.
- [8]Nomei PN, Carpenter CL, Perkins SN, et al. Extreme Obesity Reduces Bone Mineral Density: Complementary