

· 论 著 ·

老年膝骨关节炎患者膝关节肌力与骨密度相关性分析

奚婧^{1,2} 张倩² 王丽² 于翔^{1*}

1. 苏州大学附属第一医院神经内科, 江苏 苏州 215006

2. 苏州大学医学部护理学院, 江苏 苏州 215006

中图分类号: R684.3 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2019) 06-0793-06

摘要: **目的** 探讨老年膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)患者膝关节肌力与骨密度(bone mineral density, BMD)的相关关系。**方法** 采用多关节等速力量测试与训练系统测试老年 KOA 患者膝关节肌力;采用双能 X 线骨密度仪检测老年 KOA 患者 BMD,并分析两者之间的关系。**结果** (1)老年 KOA 患者主患侧伸膝肌群峰力矩、相对峰力矩均显著低于对侧。(2)老年 KOA 患者双侧膝关节肌力部分指标与 BMD 相关,在等长等速模式下,伸膝肌群峰力矩与髌关节以及 L1-L4 BMD 呈正相关;屈膝肌群峰力矩与股骨颈、髌关节以及 L1-L4 BMD 呈正相关。(3)老年 KOA 患者主患侧膝关节肌力部分指标与 BMD 有一定相关性,在等速模式下,屈膝肌群峰力矩以及相对峰力矩与主患侧髌关节以及股骨颈 BMD 呈正相关;在等长等速模式下,伸膝以及屈膝肌群峰力矩与 L1-L4 BMD 呈正相关。**结论** 老年 KOA 患者膝关节肌力与骨密度之间存在相关性。加强膝关节肌力锻炼,特别要加强主患侧屈膝肌群肌力锻炼,可能会提高髌关节、股骨颈以及腰椎 BMD,从而预防骨质疏松。

关键词: 膝骨关节炎;膝关节;肌力;骨密度

The correlation between knee muscle strength and bone mineral density in elderly patients with knee osteoarthritis

XI Jing^{1,2}, ZHANG Qing², WANG Li², YU Xiang^{1*}

1. Department of Neurology, the First Hospital Affiliated to Soochow University, Suzhou 215006

2. School of Nursing, Soochow University, Suzhou 215006, China

* Corresponding author; YU Xiang, Email: yuxiang@suda.edu.cn

Abstract: **Objective** To study the correlation between knee muscle strength and bone mineral density (BMD) in elderly knee osteoarthritis (KOA) patients. **Methods** The knee muscle strength and BMD of elderly KOA patients were measured respectively by multi-joint isokinetic force test and training system and dual-energy X-ray bone densitometer. Then the relationship between them were analyzed. **Results** (1) The peak torque (PT) and PT/body weight (BW) of the extensor knee muscle on the main affected side of elderly KOA patients were significantly lower than those on the opposite side. (2) Some indexes of bilateral knee muscle strength in elderly KOA patients were correlated with BMD. In the isokinetic and constant speed mode, the PT of knee extension muscle was positively correlated with total hip and L1-L4 BMD. The PT of knee flexion muscle was positively correlated with femoral neck, total hip and L1-L4 BMD. (3) There was certain correlation between the muscle strength of the main affected knee joint side and BMD in elderly KOA patients. In the isokinetic mode, the PT and PT/BW of flexion muscle were positively correlated with hip and femoral neck BMD at the main affected side. In the isokinetic and constant speed mode, the PT of knee extension and flexion muscles was positively correlated with L1-L4 BMD. **Conclusion** There were correlations between knee muscle strength and bone mineral density in elderly KOA patients. Exercises that strengthen knee muscle strength, especially knee muscle of the main affected side, may improve hip, femoral neck and lumbar spine BMD, therefore preventing osteoporosis.

Key words: knee osteoarthritis; knee joint; muscle strength; bone mineral density

膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)又称膝关节炎骨性关节炎、增生性关节炎、退化性关节炎,是骨

性关节炎中较常发生的一种^[1]。据调查,我国 KOA 的发病率为 5.7%~10.3%^[2]。KOA 的发病情况与年龄、性别、肥胖、应力失衡、肌肉力量下降、遗传等多种因素相关,其中肌肉力量下降在 KOA 病程中具

* 通信作者: 于翔, Email: yuxiang@suda.edu.cn

有重要意义^[3-4],有关研究已经表明 KOA 患者下肢肌力明显低于正常人群^[5]。此外,骨骼肌质量减少是衰老的重要特征之一,因此肌肉力量下降程度在老年 KOA 患者中表现的更为严重。

骨密度(bone mineral density, BMD)是指单位体积或面积的骨矿物质含量。骨密度可以很好地体现骨量的多少,也可以作为预测骨折危险的重要依据^[6]。日前已有研究将肌肉力量作为预测骨密度风险的因子,认为肌肉力量与其解剖起止点的骨密度有一定关系,表现出骨骼对肌肉拉力的适应性^[7]。对于老年 KOA 患者而言,膝关节肌肉力量与骨密度之间是否存在一定的关系,目前尚不清楚。

本研究通过测量老年 KOA 患者膝关节肌肉力量以及骨密度,并分析它们之间的相关关系,从而为老年 KOA 患者采取针对性力量训练来改善骨密度、预防骨质疏松症提供理论依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

在苏州市区举行的免费义诊和宣传活动中招募研究对象,所有研究对象均是苏州大学附近社区的居民。

1.1.1 纳入标准:①符合中华医学会骨科学分会 2010 年发表的 KOA 诊断标准^[8],疼痛症状出现 3 个月以上;②根据膝关节 X 线 Kellgren-Lawrence (K-L) 分级标准选择 1~4 级患者;③年龄 ≥ 60 岁;④理解正常,知情同意。

1.1.2 排除标准:①一个月内进行过针对 KOA 的药物及物理治疗;②西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数问卷疼痛维度得分大于 40 分;③关节置换术后以及严重关节畸形;④3 个月内发生过由运动诱发或不可控的心绞痛;静息状态下呼吸困难;不可控制的高血压;严重心、肝、肾功能不全者;⑤其他存在各种运动禁忌证者;⑥患有痛风、糖尿病、甲状腺疾病等内分泌科疾病以及服用糖皮质激素的患者。

1.2 研究程序与方法

对所有符合条件且自愿参加的受试者,充分解释实验的目的和可能存在的风险,每名受试者在接受检测前签署知情同意书。本研究已获得苏州大学附属第一医院伦理委员会的审查批准,伦理号为 2017023。所有受试者在完成一般资料填写和测量后,分别完成膝关节肌肉力量测试和骨密度测试。

1.2.1 膝关节肌肉力量测试:嘱咐患者在检测前一日和检测当日遵循常规生活习惯,避免剧烈运动,避免在检测当日饮茶、咖啡或酒等。

膝关节肌力测试的仪器为多关节等速力量测试与训练系统(Biomechanical Test and Training Systems: CON-TREXTM, CH-8046, Zurich, Switzerland)。选择等长和等速两种模式评估患者双侧股四头肌(反映伸膝肌群)和腓绳肌(反映屈膝肌群)肌力水平。

测试时,用布袋将患者的肩部以及髋关节固定于测试椅上,使测力系统的旋转轴与患者膝关节解剖旋转轴同步,同时使杠杆臂与小腿外侧缘平行。此外,在受试者踝关节上方 2~3 cm 处固定好测力系统的动力臂末端的阻力垫。测试前,指导患者试行屈伸 2~3 次,确定膝关节的安全活动范围。正式测量时,向受试者说明测试注意事项,指导其预测试一次,以熟悉程序。先测等长模式,再测等速模式时的肌力;先测主患侧,再测对侧肌力,若双侧严重程度相似,先测右侧肌力。

进行等长肌力测试时,设置屈膝 45° ,持续收缩时间 8 s,间隔时间 60 s,嘱患者尽最大力伸膝、屈膝,重复测量 3 次。等长模式测试后休息 5 min,进行等速肌力测试。设定速度为 $120^\circ/\text{s}$,每组间隔 1 min,重复 5 次伸膝、屈膝运动,共测量 3 组。记录峰力矩(peak torque, PT)、相对峰力矩(peak torque to body weight ratio, PT/BW)。

1.2.2 骨密度测试:使用美国 GE Lunar IDXA 双能 X 线骨密度仪进行检测。测试时,嘱受试者身着轻薄单衣,脱掉鞋子同时取下金属饰品和手表等物品。患者仰卧位平躺于扫描床,同时足尖向上,依次扫描脊柱、双髋关节。

1.3 统计学分析

资料分析均采用 IBM SPSS 19.0 软件进行统计学分析。采用 Shapiro-Wilk 检验判断数据是否服从正态性。正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差、非正态分布的计量资料以中位数(四分位间距)表示,计数资料以频数(百分比)表示。比较老年 KOA 患者主患侧与对侧下肢肌力以及骨密度时,符合正态分布的计量资料采用配对样本 *t* 检验,不符合正态分布的计量资料采用配对样本 Wilcoxon 秩和检验。进行老年 KOA 患者下肢肌力与骨密度相关分析时,符合正态分布的资料,采用 Pearson 相关分析;不符合正态分布的资料,采用 Spearman 相关分析。检验水准取 0.05。

2 结果

2.1 老年 KOA 患者一般资料

本研究共纳入研究对象 42 例,其中男性 13 例(31.0%),女性 29 例(69.0%)。根据老年 KOA 患

者双膝正侧位 X 线影像学资料,K-L 分级为 1 级的患者 10 人(23.8%)、2 级 8 人(19.1%)、3 级 15 人(35.7%)、4 级 9 人(21.4%)。老年 KOA 患者一般资料见表 1。

表 1 老年 KOA 患者一般资料($\bar{x}\pm s$)

Table 1 General information of elderly KOA patients ($\bar{x}\pm s$)

性别	年龄/岁	身高/m	体重/kg	体质指数/(kg/m ²)
总体	67.38±4.86	1.60±7.89	65.36±10.96	25.43±3.89
男	67.46±4.37	1.69±5.43	74.82±9.58	26.23±3.61
女	67.34±5.14	1.56±5.17	61.13±8.73	25.06±4.02

2.2 老年 KOA 患者下肢肌肉力量水平

正态性检验结果表明,除等长模式下屈膝肌群相对峰力矩与等速模式下伸膝肌群相对峰力矩呈正态分布外,其余各指标均为非正态分布。研究结果

显示,等长与等速模式下,患者主患侧伸膝肌群峰力矩、相对峰力矩均显著低于对侧($P<0.05$);屈膝肌群方面,双侧下肢肌力各指标差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 2 老年 KOA 患者双侧膝关节肌力水平 [$\bar{x}\pm s, M(P_{25}, P_{75})$]

Table 2 Bilateral knee joint muscle strength level in elderly KOA patients [$\bar{x}\pm s, M(P_{25}, P_{75})$]

收缩模式	指标	双侧	主患侧	对侧	t/Z 值	P 值
等长模式	伸肌肌群					
	PT(Nm)	72.3±31.2, 66.4(54.5,85.4)	70.6±33.1, 62.3(52.9,80.4)	77.9±37.9, 72.7(57.7,90.6)	-3.307 ^b	0.001 ^{**}
	PT/BW(Nm/kg)	1.1±0.4, 1.0(0.9,1.2)	1.1±0.4, 1.0(0.9,1.2)	1.2±0.5, 1.1(0.1,1.3)	-3.357 ^b	0.001 ^{**}
	屈肌肌群					
	PT(Nm)	47.3±24.1, 42.6(28.8,57.4)	46.1±24.9, 37.6(25.8,61.5)	48.5±24.4, 37.6(25.8,61.5)	-1.494 ^b	0.135
	PT/BW(Nm/kg)	0.7±0.3	0.70±0.32	0.7±0.3	1.387 ^a	0.173
等速模式	伸肌肌群					
	PT(Nm)	62.3±23.8, 57.1(44.2,78.2)	58.3±23.1, 55.0(40.1,73.9)	66.3±26.1, 55.0(40.1,73.9)	-4.024 ^b	0.000 ^{**}
	PT/BW(Nm/kg)	0.9±0.3	0.9±0.3	1.0±0.3	-4.082 ^a	0.000 ^{**}
	屈肌肌群					
	PT(Nm)	41.7±18.0, 35.9(30.9,46.2)	40.5±15.9, 36.7(29.1,49.4)	42.9±20.9, 36.7(29.1,49.4)	-1.694 ^b	0.090
	PT/BW(Nm/kg)	0.6±0.2, 0.6(0.5,0.8)	0.6±0.2, 0.6(0.5,0.7)	0.6±0.2, 0.6(0.5,0.7)	-1.619 ^b	0.105

注:a:配对样本 t 检验结果;b:配对样本 Wilcoxon 秩和检验结果。主患侧与对侧相比,** $P<0.01$ 。

2.3 老年 KOA 患者骨密度测量结果

老年 KOA 患者 L1-L4 BMD 为(1.06±0.24) g/cm²。双侧髋关节 BMD 为(0.89±0.16) g/cm²,双

侧股骨颈 BMD 为(0.80±0.14) g/cm²。老年 KOA 患者主患侧与对侧髋 BMD 以及股 BMD 均无显著差别。见表 3。

表 3 老年 KOA 患者骨密度测量结果($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Results of bone density measurements in elderly KOA patients ($\bar{x}\pm s$)

部位	双侧/(g/cm ²)	主患侧/(g/cm ²)	对侧/(g/cm ²)	t/Z 值	P 值
髋	0.89±0.16	0.89±0.16	0.89±0.16	-0.632	0.528
股	0.80±0.14	0.80±0.14	0.80±0.14	-0.306	0.759

2.4 老年 KOA 患者下肢肌肉力量与骨密度的相关关系

2.4.1 老年 KOA 患者双侧下肢肌肉力量与骨密度的相关关系:将双侧髌关节 BMD、股骨颈 BMD 以及 L1-L4 BMD 分别与等长、等速模式下双侧伸膝以及屈膝肌群的峰力矩以及相对峰力矩作相关分析。结

果发现,与双侧髌关节 BMD 呈相关性的指标为:等长等速模式下,伸膝肌群峰力矩以及屈膝肌群峰力矩;与双侧股骨颈 BMD 呈正相关的指标为:等长、等速模式下,屈膝肌群峰力矩;与 L1-L4 BMD 呈正相关的指标为:等长、等速模式下伸膝以及屈膝肌群峰力矩。见表 4。

表 4 老年 KOA 患者双侧膝关节肌肉力量与骨密度的相关关系

Table 4 Correlation between bilateral knee joint muscle strength and bone mineral density in elderly KOA patients

不同部位 BMD	等长模式(双侧)				等速模式(双侧)			
	伸膝肌群		屈膝肌群		伸膝肌群		屈膝肌群	
	PT	PT/BW	PT	PT/BW	PT	PT/BW	PT	PT/BW
双侧髌	0.403 **	0.299	0.335 *	0.267	0.344 *	0.226	0.326 *	0.218
双侧股	0.360	0.319	0.340 *	0.276	0.288	0.187	0.328 *	0.228
L1-L4	0.367 *	0.264	0.357 *	0.249	0.372 *	0.204	0.309 *	0.125

注:** $P < 0.01$, * $P < 0.05$ 。

2.4.2 老年 KOA 患者主患侧下肢肌肉力量与骨密度的相关关系:将老年 KOA 患者主患侧髌关节、股骨颈以及 L1-L4 BMD 分别与等长、等速模式下主患侧下肢伸膝以及屈膝肌群的峰力矩以及相对峰值力矩作相关分析。结果发现,与主患侧髌关节 BMD 呈

正相关的指标为:等速模式下屈膝肌群峰力矩以及相对峰力矩;与主患侧股骨颈 BMD 呈正相关的指标为:等速模式下屈膝肌群峰力矩以及相对峰力矩;与 L1-L4 BMD 呈正相关的指标为:等长、等速模式下伸膝以及屈膝肌群峰力矩。见表 5。

表 5 老年 KOA 患者主患侧膝关节肌肉力量与骨密度的相关关系

Table 5 The correlation between knee joint muscle strength and bone density at the main affected side in elderly KOA patients

不同部位 BMD	等长模式(主患侧)				等速模式(主患侧)			
	伸膝肌群		屈膝肌群		伸膝肌群		屈膝肌群	
	PT	PT/BW	PT	PT/BW	PT	PT/BW	PT	PT/BW
主患侧髌	0.296	0.304	0.271	0.226	0.291	0.244	0.441 **	0.389 *
主患侧股	0.177	0.187	0.203	0.185	0.224	0.241	0.400 **	0.399 **
L1-L4	0.353 *	0.224	0.371 *	0.259	0.337 *	0.169	0.370 *	0.186

注:** $P < 0.01$, * $P < 0.05$ 。

3 讨论

3.1 老年 KOA 患者下肢肌肉力量水平分析

膝关节最重要的活动方式是屈伸,参与屈伸活动的主要肌肉是股四头肌和腓绳肌^[9]。本研究评估了老年 KOA 患者下肢股四头肌以及腓绳肌的肌肉力量。许多文献资料均已明确证实,KOA 患者下肢肌肉力量显著低于正常健康老年人。俞捷等^[10]报道了健康老年人伸膝肌群[男性:(1.35 ± 0.43) Nm/kg,女性:(0.98 ± 0.18) Nm/kg]与屈膝肌群[男性:(1.13 ± 0.36) Nm/kg,女性:(0.76 ± 0.26) Nm/kg]的等速肌力水平,本研究老年 KOA 患者等速模式下的肌力水平明显低于该水平。Tan 等^[11]在研究中同样证实 KOA 患者屈膝、伸膝肌群等长及等速峰力矩均显著下降,肌力下降的原因与膝关节病变

导致的体力活动减少和肌肉衰减有关。本研究结果显示,老年 KOA 患者主患侧伸膝肌群无论是在等长模式和等速模式下的峰力矩和相对峰力矩较对侧均明显降低,这说明症状更为严重的一侧伸膝肌群相比对侧肌力减弱,这一结果与王剑雄等^[12]及潘晓雨等^[13]的研究结果是一致的。但本研究并未发现主患侧和对侧屈膝肌群肌力水平的差异,考虑原因可能与老年 KOA 患者伸膝肌群与屈膝肌群肌力下降不同步有关,伸膝肌群肌力下降幅度明显大于屈膝肌群,即 KOA 症状对于伸膝肌群的影响更为严重。Patsika 等^[14]也报道了这种“不同步现象”,KOA 患者屈膝肌群与伸膝肌群峰力矩的比值(H/Q)显著高于正常健康人,H/Q 通常被用来评价关节肌力的平衡,从而反映膝关节的稳定性。因此,伸屈膝肌群肌力下降幅度不同将造成关节稳定性显著下降。

3.2 老年 KOA 患者膝关节肌肉力量与骨密度的相关分析

目前,国内外研究者在探讨骨骼肌与骨密度之间的关系时,主要以整个关节链(如下肢链)^[15]或整体部位(如全身)为主^[16]。此外,骨密度的定量检测是诊断骨质疏松的最好方法,骨密度的测量部位通常包括腰椎、两髌以及股骨颈^[17]。本研究以膝关节为主,探讨了老年 KOA 患者伸膝以及屈膝肌群肌力与腰椎、髌关节以及股骨颈骨密度的相关关系。

研究结果表明,老年 KOA 患者髌关节以及 L1-L4 BMD 与双侧屈膝肌群以及伸膝肌群肌肉力量呈显著正相关,而股骨颈 BMD 仅与双侧屈膝肌群呈正相关。此外,本研究还分析了老年 KOA 患者主患侧膝关节肌力与骨密度的关系。研究发现,老年 KOA 患者主患侧髌关节以及股骨颈 BMD 与等速模式下屈膝肌群峰力矩以及相对峰力矩呈正相关,L1-L4 BMD 与伸膝以及屈膝肌群峰力矩呈正相关。从运动解剖学来看,参与屈膝活动的主要是腓绳肌,腓绳肌参与下肢离心收缩,通过机械能的吸收对膝髌两关节起保护作用^[18]。参与伸膝活动的主要是股四头肌^[9]。伸、屈膝时,髂腰肌收缩,而髂腰肌起点主要附着在腰椎、髌骨和部分胸椎骨上^[6]。王昭琦等^[19]认为肌肉收缩会对骨骼产生压力负荷,并通过压电效应增强成骨细胞活性,使骨生成增强,从而增加肌力,促进成骨生长,优化骨骼结构,进而增加骨密度。因此,腓绳肌以及股四头肌收缩产生的肌力可能促进髌关节以及腰椎骨密度增加。此外,有研究表明,股骨颈骨密度与肌力和摄氧量有关^[20],老年 KOA 患者较易出现膝关节肌群肌力下降,肌力下降时骨骼呈负平衡代谢状态,骨吸收大于骨形成,导致骨组织量减少,从而导致股骨颈骨密度降低^[21]。以上结果提示,老年 KOA 患者伸膝以及屈膝肌群肌肉力量与骨密度之间存在相关性。因此,为了提高老年 KOA 患者骨密度,改善该类患者骨质疏松的状况,要加强老年 KOA 患者伸膝以及屈膝肌群肌肉力量的训练。此外,在制定力量训练方案时,不仅要考虑患者主患侧膝关节肌群的训练,也要加强对侧膝关节的训练,同时,训练方案不仅聚焦于主要负责伸膝活动的股四头肌的训练,还应兼顾大腿后部屈膝肌群如腓绳肌等其他肌肉的锻炼。

4 小结

本研究通过对老年 KOA 患者膝关节肌肉力量以及骨密度进行测试,发现老年 KOA 患者膝关节肌

肉力量显著低于正常老年人,且主患侧相比对侧肌力下降更明显。老年 KOA 患者膝关节肌力与骨密度呈显著相关性。因此,为了提高老年 KOA 患者骨密度,应加强双侧膝关节肌力训练,同时训练方案不仅要聚焦于伸膝肌群的训练,还应兼顾大腿后部屈膝肌群如腓绳肌等其他肌肉的锻炼。

【参考文献】

- [1] Zeng SY, Gong Y, Zhang YP, et al. Changes in the prevalence of rheumatic diseases in Shantou, China, in the past three decades: A COPCORD study [J]. PLoS one, 2015, 10(9): e0138492.
- [2] Tang X, Wang S, Zhan S, et al. The prevalence of symptomatic knee osteoarthritis in China: results from the China health and retirement longitudinal study [J]. Arthritis Rheumatology, 2016, 68(3): 648-653.
- [3] Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE, et al. Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis [J]. Arch Phys Med Rehab, 1991, 72(6): 367-374.
- [4] Oiestad BE, Juhl CB, Eitzen I, et al. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for development of knee osteoarthritis. A systematic review and meta-analysis [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2015, 23(2): 171-177.
- [5] Slemenda C, Heilman DK, Brandt KD, et al. Reduced quadriceps strength relative to body weight: a risk factor for knee osteoarthritis in women? [J]. Arthritis Rheumatol, 1998, 41(11): 1951-1959.
- [6] 周志雄, 郑陆, 叶鸣, 等. 健康绝经妇女髌关节和腰背肌力与骨密度的关系 [J]. 中国运动医学杂志, 2011, 30(3): 236-240.
- [7] Tan J, Cubukcu S, Sepici V. Relationship between bone mineral density of the proximal femur and strength of hip muscles in postmenopausal women [J]. AM J Phys Med Rehab, 1998, 77(6): 477-482.
- [8] Rychel JK. Diagnosis and treatment of osteoarthritis [J]. Top Companion Anim M Medicine, 2010, 25(1): 20-25.
- [9] 洪海平, 卫晓恩, 陈勇, 等. 膝骨关节炎患者股四头肌肌张力与膝关节功能的关系研究 [J]. 中医正骨, 2014, 26(10): 32-34.
- [10] 俞捷, 左群. 老年人健身走对下肢肌力的影响 [J]. 中国体育科技, 2008, 44(2): 76-80.
- [11] Tan J, Balci N, Sepici V, et al. Isokinetic and isometric strength in osteoarthritis of the knee. A comparative study with healthy women [J]. AM J Phys Med Rehab, 1995, 74(5): 364-369.
- [12] 王剑雄, 周谋望, 宫萍, 等. 膝骨关节炎患者膝屈伸肌群等速肌力及其与功能的相关性 [J]. 中国康复理论与实践, 2014, 20(12): 1105-1108.
- [13] 潘晓雨, 傅维杰, 武颢, 等. 老年女性膝骨关节炎患者膝屈伸等速肌力及其与 BMI 的相关性研究 [J]. 中国运动医学杂志, 2016, 35(4): 317-320.
- [14] Patsika G, Kellis E, Kofotolis N, et al. Synergistic and antagonist muscle strength and activity in women with knee osteoarthritis

- [J]. *Geriatr Phys Ther*, 2014, 37(1): 17-23.
- [15] 杨莉丽, 于雪梅, 陈培红, 等. 健康中年男性人体成分对骨密度的影响[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2014, 20(3): 242-246.
- [16] Wallace BA, Cumming RG. Systematic review of randomized trials of the effect of exercise on bone mass in pre- and postmenopausal women[J]. *Calcified Tissue Int*, 2000, 67(1): 10-18.
- [17] 张颖, 裴育, 齐云. 男性骨密度测量中不同部位骨质疏松检出率差异的比较[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2010, 16(1): 45-47.
- [18] 左自强. 腓绳肌的解剖生理弱点及其损伤的运动干预[J]. *宜春学院报*, 2009, 31(2): 148-150.
- [19] 王昭琦, 王立恒, 王媚. 老年骨质疏松患者肌力与骨密度等指标的相关性研究及不同干预方法的疗效评价[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2014, 20(7): 815-819.
- [20] Pocock NA, Eisman JA, Yeates MG, et al. Physical fitness is a major determinant of femoral neck and lumbar spine bone mineral density[J]. *J Clin Invest*, 1986, 78(3): 618-621.
- [21] Frost HM. On our age-related bone loss: insights from a new paradigm[J]. *J Bone Miner Res*, 1997, 12(10): 1539-1546.
- (收稿日期: 2018-07-24; 修回日期: 2018-08-21)

(上接第 770 页)

- [5] Carnevale V, Morano S, Fontana A, et al. Assessment of fracture risk by the FRAX algorithm in men and women with and without type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study[J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2014, 30(4): 313-322.
- [6] 张尧, 吕朝, 何顺梅, 等. 2 型糖尿病与非糖尿病患者 FRAX 骨折风险的比较[J]. *复旦学报(医学版)*, 2017, 44(1): 58-63, 75.
- [7] 俞海燕, 王尧, 唐伟, 等. FRAX 评分评估初诊 2 型糖尿病患者骨质疏松骨折发生概率的价值[J]. *现代中西医结合杂志*, 2015, 24(25): 2750-2752, 2761.
- [8] 辛莹, 郑丽丽. FRAX 预测老年男性 2 型糖尿病患者骨折风险的临床应用[J]. *中国实用医刊*, 2015, 42(6): 1-3.
- [9] 李燕敏. 2 型糖尿病骨密度与骨折风险评估: 一项病例对照研究[D]. 福州: 福建医科大学, 2014.
- [10] 刘素香. 国外骨折风险评估工具 FRAX 的应用进展[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2016, 22(11): 1488-1490, 1495.
- [11] 金浩, 丰磊, 李丹丹, 等. 骨折风险预测简易工具对住院 2 型糖尿病患者骨折风险的预测及临床意义[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2015, 8(1): 27-32.
- [12] Bhattoa HP, Onyeka U, Kalina E, et al. Bone metabolism and the 10-year probability of hip fracture and a major osteoporotic fracture using the country-specific FRAX algorithm in men over 50 years of age with type 2 diabetes mellitus: A case-control study[J]. *Clin Rheumatol*, 2013, 32(8): 1161-1167.
- [13] 黄汉陵, 陈立东, 郭俊. 应用 FRAX 工具评估类风湿关节炎患者骨折风险及其风险因素的相关性研究[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2017, 23(9): 1153-1155.
- [14] 赵建辉, 陈洪宇, 姜雪, 等. FRAX 评估慢性肾脏病非透析患者骨质疏松性骨折风险研究[J]. *浙江医学*, 2016, 38(23): 1906-1908.
- [15] 宋晓飞, 尹锐峰, 张长成, 等. 应用 FRAX 评价 2 型糖尿病对老年男性骨质疏松性骨折风险的影响[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2018, 24(2): 192-195.
- (收稿日期: 2018-07-02; 修回日期: 2018-10-24)