

文章编号: 1004-7220(2025)01-0113-05

# 老年女性髋部骨折肌肉组织变化与骨密度的相关性分析

裴文江<sup>a</sup>, 徐文婷<sup>a</sup>, 穆培<sup>a</sup>, 王宇轩<sup>a</sup>, 茅超勇<sup>b</sup>, 陈健<sup>b</sup>

(上海建工医院 a. 骨科; b. 放射科, 上海 200083)

**摘要:**目的 考虑肌肉通过力学对骨量变化的影响, 调查分析老年女性髋部骨折肌肉组织变化与骨密度 (bone mineral density, BMD) 之间的关系。方法 选取 79 例老年髋部骨折女性作为骨折组, 45 例体检人员为对照组, 分析全身肌肉含量、全身脂肪含量、躯干肌肉含量、躯干脂肪含量、上肢肌肉含量、上肢脂肪含量、下肢肌肉含量、下肢脂肪含量, 以及腰椎 L1~4、股骨颈、髋关节及全身 BMD 差异。结果 骨折组老年女性中, 全身、上肢、下肢肌肉含量及脂肪含量、躯干脂肪含量、骨骼肌指数 (skeletal muscle index, SMI) 和全身 BMD 显著低于对照组 ( $P < 0.05$ )。骨折组老年女性肌少症检出率明显增高。粗隆间骨折女性患侧股骨颈 BMD 明显低于健侧。Logistic 回归分析发现, 骨折组人群 SMI 与年龄呈负相关, 与体质量指数 (body mass index, BMI)、股骨颈及全身 BMD 呈正相关。结论 老年女性髋部骨折肌少症检出率明显增加, 其 SMI 和股骨颈及全身 BMD 显著相关。因此, 在老年人群骨质疏松性骨折防治中应高度重视肌少症。

**关键词:** 老年人; 髋部骨折; 骨质疏松; 肌少症

**中图分类号:** R 318.01 **文献标志码:** A

**DOI:** 10.16156/j.1004-7220.2025.01.015

## Correlation Analysis of Muscle Tissue Changes and Bone Mineral Density in Elderly Women with Hip Fracture

PEI Wenjiang<sup>a</sup>, XU Wenting<sup>a</sup>, MU Pei<sup>a</sup>, WANG Yuxuan<sup>a</sup>, MAO Chaoyong<sup>b</sup>, CHEN Jian<sup>b</sup>

(a. Department of Orthopaedics; b. Department of Radiology, Shanghai Jiagong Hospital, Shanghai 200083, China)

**Abstract: Objective** To investigate the correlation between the change of muscle tissues and bone mineral density (BMD) in elderly women with hip fracture, with consideration of the impact of muscle mechanics on bone mass changes. **Methods** A total of 79 elderly patients with hip fracture were selected as the fracture group, and 45 physical examination personnel as the control group. The differences in total muscle mass, total body fat, trunk muscle mass, trunk fat mass, arm muscle mass, arm fat mass, leg muscle mass, leg fat mass, as well as BMD at the lumbar spine (L1-4), femoral neck, hip joint, and whole body were analyzed. **Results** Muscle content and fat content of the whole body, upper limb and lower limb, fat content of the trunk, relative skeletal muscle index (SMI) and BMD of the whole body in fracture group were significantly lower than those in control group ( $P < 0.05$ ). The incidence rate of sarcopenia for elderly women in fracture group was higher than that in control group. BMD of femoral neck of the affected side was significantly lower than that of the intact side in

收稿日期: 2024-10-09; 修回日期: 2024-10-25

基金项目: 上海市虹口区卫健委重大医学课题及虹口区区科委课题 (虹卫 2201-06), 上海市虹口区卫健委医学科研课题 (虹卫 2202-30)

通信作者: 徐文婷, 副主任医师, E-mail: wtxu31@126.com

women with intertrochanteric fractures. Logistic regression analysis found that SMI in elderly women with hip fracture was negatively correlated with age, and positively correlated with body mass index (BMI), BMD of the femoral neck and whole body. **Conclusions** The rate of sarcopenia was significantly higher in elderly patients with hip fracture, and SMI was closely related to BMD of the femoral neck and whole body. Therefore, sarcopenia should be highly emphasized in the prevention and treatment of osteoporotic fracture in elderly people.

**Key words:** elderly people; hip fracture; osteoporosis; sarcopenia

骨质疏松性骨折是指老年人由于骨量丢失和骨质量下降发生的脆性骨折。髋关节、脊柱及腕关节是骨质疏松性骨折最常见的发病部位。近年来,随着社会人口老龄化的加剧,肌肉骨骼疾病的危害性日益严峻,成为挑战人类社会公共健康的疾病。肌肉减少症(肌少症),是与增龄相关的进行性、全身肌量减少和/或肌强度下降或肌肉生理减退<sup>[1]</sup>。力学刺激在骨组织的发生发展中发挥着重要作用<sup>[2]</sup>。相较年轻人,老年人最显著的变化是运动能力下降。老年人运动量较少及活动强度不足可以导致肌力下降,而肌肉无力又使活动能力进一步降低,最终肌肉量和肌肉强度均下降,对骨骼产生的力学刺激减少,全身骨骼的力学刺激下降进一步导致成骨能力下降造成骨量减少。本文研究了老年女性髋部骨折肌肉软组织变化与骨密度(bone mineral density, BMD)之间的关系,并对导致肌少症的各种危险因素进行系统的调查分析。研究结果有望对老年髋部骨折的高危人群作出预测,揭示老年女性髋部骨折肌肉软组织变化与BMD之间的关系,以进行针对性预防治疗。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

调取上海建工医院2017年6月~2019年6月期间女性股骨颈骨折及股骨粗隆间骨折住院患者79例,年龄(81.57±8.48)岁。调查同时期该医院体检中心健康老年女性45例作为对照组,年龄(69.42±9.21)岁。本研究通过上海建工医院伦理委员会批准(JGYLL-2017001)

研究对象排除标准:①甲状腺功能亢进、骨软化症、成骨不全等患者;②继发性骨质疏松患者;③有服用减肥药和糖皮质激素药物史等。

### 1.2 方法

**1.2.1 流行病学调查** 登记患者的一般资料登

记,用于调查对象的入组及排除(包括年龄、饮食情况、锻炼情况、跌倒次数、是否曾服用抗骨质疏松药物、是否有内科合并症及对骨质疏松知识的认知情况)。

**1.2.2 一般数据测量** 测量入组人员的身高和体质量。计算身体质量指数(body mass index, BMI)。

**1.2.3 人体成分及BMD检测** 应用美国GE公司双能X线骨密度测量仪(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)检测全身BMD及肌肉、脂肪组织含量。测量基本参数包括:全身肌肉含量(total muscle mass, TM)、全身脂肪含量(total body fat, TF)、躯干肌肉含量(trunk muscle mass, TMM)、躯干脂肪含量(trunk fat mass, TFM)、上肢肌肉含量(arm muscle mass, AMM)、上肢脂肪含量(arm fat mass, AFM)、下肢肌肉含量(leg muscle mass, LMM)、下肢脂肪含量(leg fat mass, LFM);腰椎L1~4、股骨颈、髋关节及全身BMD(见图1)。本研究中,BMD的T值<-2.5认为有骨质疏松症。

**1.2.4 肌量测定** 用DXA对肢体和全身肌肉量进行统计测定<sup>[3]</sup>。骨骼肌指数(skeletal muscle index, SMI)计算公式为:

$$SMI = M/H^2$$

式中:M为测得的四肢肌量之和;H为身高。老年女性SMI<5.4即定为肌少症。本文将所得SMI结果分为两个等级,1级肌肉减少症(4.8 kg/m<sup>2</sup> ≤ SMI<5.4 kg/m<sup>2</sup>, Class 1)和2级肌肉减少症(SMI<4.8 kg/m<sup>2</sup>, Class 2)。

### 1.3 统计学分析

应用SPSS 17.0软件进行统计学比较。采用t检验和X<sup>2</sup>检验进行两组间比较并测定患病率,采用Pearson相关分析及逐步多元回归分析计算BMD与身体组成成分相关与回归关系。P<0.05认为差异有统计学意义。

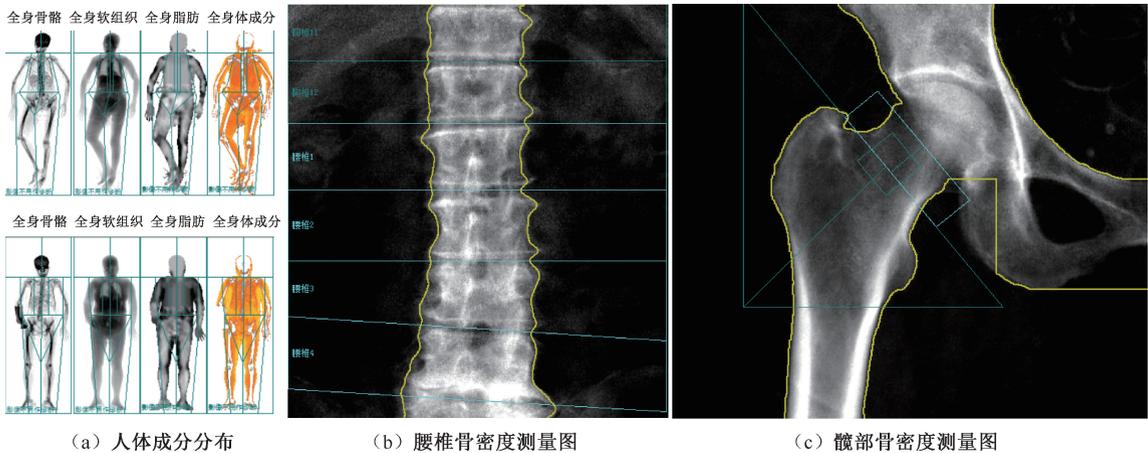


图1 人体成分分布和骨密度测量图

Fig.1 Schematic of body composition distribution and BMD measurement (a) distribution of human body composition, (b) Measurement diagram of lumbar bone mineral density, (c) Measurement diagram of hip bone mineral density

## 2 结果

### 2.1 两组间一般资料研究

本研究中,骨折组纳入79例老年股骨颈及粗隆间骨折患者,平均年龄81.57,对照组纳入45例

老年女性,平均年龄69.42。分别对骨折组和对照组受试者肌肉软组织含量及BMD进行分析(见表1)。结果显示,骨折组中TM、TF、TFM、AMM及AFM、LMM、LFM、SMI及全身BMD明显低于对照组( $P < 0.05$ )。

表1 研究对象一般资料

Tab.1 General data of the subjects

变量	骨折组( $n=79$ )	对照组( $n=45$ )	变量	骨折组( $n=79$ )	对照组( $n=45$ )
年龄/岁	81.57±8.48 <sup>*</sup>	69.42±9.21	AFM/kg	2.22±0.84 <sup>*</sup>	2.60±0.77
BMI/( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )	22.31±4.90	23.52±3.38	LMM/kg	9.39±2.03 <sup>*</sup>	10.70±1.86
TM/kg	32.25±4.67 <sup>*</sup>	34.39±3.88	LFM/kg	5.07±1.86 <sup>*</sup>	6.10±2.08
TF/kg	18.83±6.78 <sup>*</sup>	22.62±6.08	SMI/( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )	5.10±0.85 <sup>*</sup>	5.64±0.85
TMM/kg	16.53±2.68	16.85±2.22	腰椎BMD/( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	0.88±0.16	0.94±0.20
TFM/kg	10.62±4.47 <sup>*</sup>	12.85±3.86	全身BMD/( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	0.84±0.11 <sup>*</sup>	0.94±0.15
AMM/kg	3.23±1.26 <sup>*</sup>	3.52±0.56			

注:TM为全身肌肉含量,TF为全身脂肪含量,TFM为躯干脂肪含量,TMM为躯干肌肉含量,AMM为上肢肌肉含量,AFM为上肢脂肪含量,LMM为下肢肌肉含量,LFM为下肢脂肪含量,SMI为骨骼肌指数;<sup>\*</sup> $P < 0.05$ 。

### 2.2 老年女性髋部骨折BMD与身体组成成分相关与回归关系

考虑骨折出血对BMD的影响,采用健侧股骨颈及髋关节BMD代替患侧股骨颈及髋关节BMD。结果发现,老年女性髋部骨折健侧股骨颈BMD及腰椎BMD与年龄呈负相关( $r = -0.133$ ,  $P = 0.024$ ;  $r = -0.174$ ,  $P = 0.041$ );老年女性髋部骨折健侧股骨颈BMD、健侧髋关节BMD、全身BMD及腰椎BMD与BMI呈正相关( $r = 0.298$ ,  $P = 0.008$ ;  $r =$

$0.358$ ,  $P = 0.001$ ;  $r = 0.314$ ,  $P = 0.005$ ;  $r = 0.638$ ,  $P = 0.0001$ );老年女性髋部骨折健侧股骨颈BMD、健侧髋关节BMD、全身BMD及腰椎BMD与下肢肌肉含量呈正相关( $r = 0.460$ ,  $P = 0.0001$ ;  $r = 0.416$ ,  $P = 0.0001$ ;  $r = 0.250$ ,  $P = 0.026$ ;  $r = 0.525$ ,  $P = 0.0001$ );老年女性髋部骨折健侧股骨颈BMD、健侧髋关节BMD、全身BMD及腰椎BMD与下肢脂肪含量呈正相关( $r = 0.294$ ,  $P = 0.009$ ;  $r = 0.283$ ,  $P = 0.012$ ;  $r = 0.297$ ,  $P = 0.008$ ;  $r = 0.604$ ,  $P = 0.0001$ );

### 2.3 对照组与骨折组人群肌少症检出率的比较

骨折组中 31 例肌量正常,其中 Class 1、Class 2 分别为 22、26 例。对照组中 26 例肌量正常,其中 Class 1、Class 2 分别为 13、6 例。骨折组中肌少症发病率明显高于对照组 (60.76% vs 42.22%)。多因素 Logistic 回归分析(应变量为 SMI,自变量为年龄、BMI 及不同部位 BMD)统计结果显示,老年女性髋部骨折 SMI 与年龄呈负相关,与 BMI、股骨颈 BMD 及全身 BMD 呈正相关(见表 2)。

表 2 骨折相关危险因素 Logistic 回归分析

Tab. 2 Analysis on Logistic regression of factors related with fracture

因数	系数	标准误	$\chi^2$	<i>P</i>	OR (95% CI)
年龄	-1.213	0.038	16.215	<0.01	1.961 (1.732~3.835)
BMI	0.702	0.084	18.812	<0.01	0.479 (0.882~1.074)
股骨颈 BMD	1.987	0.461	20.032	<0.01	3.841 (2.802~10.381)
全身 BMD	2.004	0.534	16.787	<0.01	4.215 (3.032~9.321)

### 2.4 老年女性粗隆间骨折患者髋部 BMD 比较分析

本文发现,老年女性粗隆间骨折患者伤侧股骨颈 BMD 明显低于健侧 ( $P<0.01$ ),见图 2。

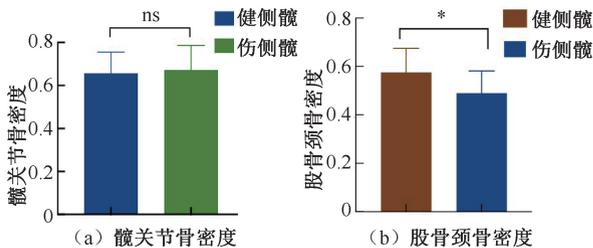


图 2 老年粗隆间骨折女性髋部健侧及伤侧骨密度比较

Fig. 2 Comparison of bone density between the healthy hip side and the injured hip side in female patients with intertrochanteric fractures of the hip in the elderly

(a) Hip bone mineral density (b) Femoral neck bone mineral density

注: ns 表示差异无统计学意义; \* $P<0.05$ 。

## 3 讨论

随着我国人口老龄化的日益严峻,骨质疏松是摆在老年人面临的巨大挑战,而骨质疏松最严重的后果是骨折。之前针对髋部及腕关节骨折患者的

风险因素研究发现,BMI、跌倒次数及对骨质疏松的认知情况与老年女性的骨质疏松性骨折相关性最大,其中跌倒次数对骨质疏松性骨折影响最显著<sup>[4-5]</sup>。近年来,肌肉软组织与骨骼之间的关系研究进一步表明,老年人发生骨折与肌量减少、肌力降低、跌倒频次增加、骨量下降有很大的关系,而老年人群中的肌肉含量与 BMD 之间呈正相关的作用。有研究发现,在不同部位骨质疏松性骨折的人群中肌少症的检出率较高<sup>[6]</sup>。肌少症和骨质疏松共同作用的后果是老年人发生骨质疏松性骨折<sup>[7-8]</sup>。

本文发现,老年女性髋部骨折股骨颈 BMD 和腰椎 BMD 下降与年龄增加呈负相关;老年女性髋部骨折全身其他部位 BMD 与 BMI 呈正相关。老年女性髋部骨折全身其他部位 BMD 与下肢肌肉含量、脂肪含量呈正相关。该结果与以往研究报道的增龄导致骨质疏松性骨折的相关风险一致<sup>[4,9]</sup>。针对 BMI 与 BMD 的关系,目前尚存在一定的争议。本文结果显示,BMI 与老年女性髋部骨折的全身各部位 BMD 呈正相关。但也有研究认为,骨质疏松和骨量减少与 BMI 呈负相关<sup>[10-11]</sup>,这可能是不同研究采用的评判的标准不同导致。如果肥胖以身体质量或 BMI 为标准,肥胖是减少骨丢失和椎体骨折的保护因素;反之,如果肥胖是以自身的脂肪百分比为标准,肥胖则是骨质疏松的危险因素<sup>[12]</sup>。

本文发现,老年女性髋部骨折骨骼肌 SMI 与年龄增长呈负相关,与股骨颈 BMD 及全身 BMD 呈正相关。该结果与对桡骨远端骨折人群及髋部骨折人群的危险因素研究一致<sup>[4-5]</sup>。本文结果显示,老年女性髋部骨折肌少症检出率 (60.76%) 明显高于对照组 (42.22%)。本文推测,随着人群年龄的增加,老年人的日常活动和户外锻炼运动随之减少,造成四肢肌肉、脂肪含量的相应下降,导致骨骼肌 SMI 下降。同时,老年人群骨骼肌 SMI 下降也可导致老年人群自身的运动协调性和平衡性逐渐降低而容易跌倒,从而引起骨质疏松性骨折。因此,强调预防肌少症也即预防骨质疏松性骨折。这与有研究报道的绝经后女性尤其是高龄女性检测出的肌少症发病率增高并同时伴有 BMD 下降的结果相一致<sup>[13]</sup>。

本文发现,老年女性粗隆间骨折患侧股骨颈

BMD 明显低于对侧股骨颈 BMD,但双侧髋关节 BMD 没有明显差别。因为股骨颈骨折患者为囊性骨折,考虑到骨折及出血对 BMD 的影响,故无法获得股骨颈骨折患者股骨颈 BMD 及全髋关节 BMD 精确值。本文结果显示,老年女性髋部骨折下肢肌肉含量及下肢脂肪含量明显低于对照组人群,说明由于老年女性髋部骨折下肢肌肉、脂肪含量减少引起自身运动平衡性较差,故而运动量减少,导致骨质疏松的发生。田小丽等<sup>[14]</sup>研究认为,老年人应当多运动增加体质量,尤其是瘦体质量(肌肉质量),减少肌少症的发生。同时,老年髋部骨折人群夹杂内科合并症诸如高血压病、糖尿病、帕金森、脑梗后遗症等也成为导致髋部骨折的高危因素。高血压患者头晕、糖尿病患者低血糖症状发生、帕金森患者的自身运动协调性差、脑梗后遗症患者自身运动平衡性差等因素导致高龄人群更容易跌倒,而跌倒也是导致髋部骨折的高危因素<sup>[15]</sup>。

本研究结果提示,进行骨质疏松症和肌少症的科普、预防及治疗是防止老年人骨质疏松性骨折的重要途径。而现阶段对于肌少症的研究较少、重视度不高,老年人群骨骼肌质和量的下降引起的骨质疏松性骨折,不仅给家庭带来沉重的经济负担,也给患者带来巨大的痛苦。因此,应对老年人群的肌少症引起足够的重视,以降低骨质疏松性骨折的发生<sup>[16]</sup>。

**利益冲突声明:** 无。

**作者贡献声明:** 裴文江负责实施研究、撰写论文;徐文婷负责设计研究、分析数据;穆培负责分析数据;王宇轩、茅超勇、陈健负责资料收集。

## 参考文献:

[ 1 ] REN XY, ZHANG XL, HE Q, et al. Prevalence of sarcopenia in Chinese community-dwelling elderly: A systematic review [J]. BMC Public Health, 2022, 22 (1): 1702-1717.

[ 2 ] 王涵,于志锋. 力学刺激在破骨细胞分化中的作用[J]. 医用生物力学, 2024, 39(4): 775-782.

WANG H, YU ZF. Role of mechanical stimulation in

osteoclast differentiation [J]. J Med Biomech, 2024, 39 (4): 775-782.

[ 3 ] 杜艳萍,朱汉民. 肌少症的诊疗和防治研究[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2014, 7(1): 1-8.

[ 4 ] 徐文婷,倪诚,喻任,等. 113 例绝经后女性腕部骨折的危险因素分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2013, 19(9): 193-195.

[ 5 ] 吴彬,徐文婷,倪诚,等. 老年髋部骨折患者的危险因素分析[J]. 实用医学杂志, 2016, 32(5): 89-90.

[ 6 ] 胡莉,顾军,刘双庆,等. 不同部位骨质疏松骨折女性患者肌肉减少症的患病率及相关危险因素分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(3): 362-365.

[ 7 ] BINKLEY N, KRUEGER D, BUEHRING B. What's in a name revisited: Should osteoporosis and sarcopenia be considered components of "dysmobility syndrome?" [J]. Osteoporos Int, 2013, 24 (12): 2955-2959.

[ 8 ] 金小岚,侯建明,李梅. 肌少症与骨质疏松及骨折[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2016, 9(3): 247-250.

[ 9 ] 刘勇,丁生权,陈国川,等. 老年髋部骨折术后对侧再骨折的独立风险因素分析[J]. 中国骨与关节杂志, 2021, 10 (9): 649-654.

[ 10 ] WU SF, DU XJ. Body mass index may positively correlate with bone mineral density of lumbar vertebra and femoral neck in postmenopausal females [J]. Med Sci Monit, 2016, 22 (1): 145-151.

[ 11 ] JIANG Y, ZHANG Y, JIN M, et al. Aged-related changes in body composition and association between body composition with bone mass density by body mass index in Chinese Han men over 50-year-old [J]. PLoS One, 2015, 10(6): e0130400.

[ 12 ] KIM KC, SHIN DH, LEE SY, et al. Relation between obesity and bone mineral density and vertebral fractures in Korean postmenopausal women [J]. Yonsei Med J, 2010, 51(6): 857-863.

[ 13 ] 叶婷,左学志,杜翔,等. 绝经女性人体成分及骨密度分析[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2014, 43(5): 512-515.

[ 14 ] 田小丽,杨蕾,沈静,等. 乌鲁木齐市米东区社区中老年人肌肉减少症患病率及影响因素[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2020, 13(1): 21-26.

[ 15 ] 徐伟,骏骏仁,杨蕊敏,等. 老年骨折危险因素的主成分分析[J]. 实用老年医学, 1999, 13(5): 266.

[ 16 ] 夏维波, Cyrus Cooper, 李梅,等. 东方遇见西方: 增龄性骨骼肌肉疾病的临床实践和策略[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2019, 12(5): 432-455.