

论 著

基于QCT腰椎体积骨密度和椎旁肌群脂肪含量的相关性研究*

李建隆¹ 王中秋² 谢玉海¹
魏天贤¹ 张宁宁¹ 夏 鹏^{3,*}

1.安徽省太和县人民医院放射科

(安徽 太和 236600)

2.南京中医药大学附属医院放射科

(江苏 南京 210000)

3.无锡市中医医院医学影像科

(江苏 无锡 214071)

【摘要】目的 探讨通过定量CT(QCT)测量不同年龄段腰椎体积骨密度(vBMD)、椎旁肌脂肪含量以及骨质疏松患病率的差异,并分析腰椎vBMD与椎旁肌(包括腰大肌、多裂肌、竖脊肌)脂肪含量之间的相关性。方法 本研究纳入742例于2022年12月至2023年12月在我院接受腰椎CT检查的个体。根据年龄分组为中青年组(≤ 60 岁)和老年组(> 60 岁),并按照腰椎vBMD分为骨量正常、骨量减低和骨质疏松组,比较各组间的年龄及椎旁肌脂肪含量差异。采用Spearman相关分析以及偏相关与多元线性回归分析评估腰椎vBMD与椎旁肌脂肪含量、年龄、性别之间的关系。结果 老年组的腰椎vBMD显著低于中青年组,而椎旁肌脂肪含量和骨质疏松患病率显著高于中青年组,差异均具有统计学意义($P < 0.001$)。年龄与腰大肌、多裂肌及竖脊肌脂肪含量在骨量正常组中最低,在骨质疏松组中最高,三组间差异有统计学意义($P < 0.001$)。Spearman相关分析显示,腰椎vBMD与年龄、腰大肌脂肪含量、多裂肌脂肪含量及竖脊肌脂肪含量均呈负相关($r = -0.627, -0.173, -0.396, -0.278, P < 0.001$);在控制年龄及性别因素后,腰椎vBMD与多裂肌脂肪含量呈负相关($r = -0.091, P = 0.014$),与腰大肌及竖脊肌脂肪含量无显著相关性($P > 0.05$)。多元线性回归分析显示,多裂肌脂肪含量、年龄及性别是腰椎vBMD的独立影响因素。结论 老年组腰椎vBMD显著低于中青年组,且椎旁肌脂肪含量和骨质疏松患病率显著高于中青年组。此外,腰椎vBMD与多裂肌脂肪含量呈负相关。

【关键词】骨密度;椎旁肌;脂肪含量;定量CT

【中图分类号】R322.7+1

【文献标识码】A

【基金项目】安徽省高校科学研究

重点项目(2024AH051914)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.049

Correlation Study between Volumetric Bone Mineral Density of Lumbar Vertebrae and Fat Content of Paravertebral Muscle Based on QCT*

LI Jian-long¹, WANG Zhong-qiu², XIE Yu-hai¹, WEI Tian-xian¹, ZHANG Ning-ning¹, XIA Peng^{3,*}.

1.Department of Radiology,Taihe County People's Hospital, Taihe 236600, Anhui Province, China

2.Department of Radiology, Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210000, Jiangsu Province, China

3.Department of Radiology, Wuxi Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wuxi 214071, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective This study aims to investigate the differences in lumbar volumetric bone mineral density (vBMD), paravertebral muscle fat content, and the prevalence of osteoporosis among different age groups measured by quantitative CT (QCT). Additionally, it aims to analyze the correlation between lumbar vBMD and paravertebral muscle fat content, including psoas major, multifidus, and erector spinae muscles. **Methods** A total of 742 individuals who underwent CT examination of the lumbar spine at our hospital from December 2022 to December 2023 were included in this study. Based on age groups, participants were divided into a young and middle-aged group (≤ 60 years old) and an old group (> 60 years old). The lumbar vBMD was used to classify individuals into normal bone mass, low bone mass, or osteoporosis groups. Differences in age and paravertebral muscle fat content were compared among these groups. Spearman correlation analysis along with partial correlation and multiple linear regression analysis were conducted to evaluate the relationship between lumbar vBMD and paravertebral muscle fat content as well as other factors such as age and sex. **Results** The lumbar volumetric bone mineral density (vBMD) of the elderly group was significantly lower than that of the young and middle-aged groups, while the paravertebral muscle fat content and prevalence of osteoporosis were significantly higher compared to the young and middle-aged groups, with statistical significance ($P < 0.001$). The age and fat content in psoas major, multifidus, and erector spinae muscles were found to be lowest in the normal bone mass group but highest in the osteoporosis group, with statistical significance ($P < 0.001$). Spearman correlation analysis revealed a negative correlation between lumbar vBMD and age, psoas major fat content, multifidus fat content, as well as vertical spinal fat content ($r = -0.627, -0.173, -0.396, -0.278, P < 0.001$). After controlling for age and sex variables, lumbar vBMD showed a negative correlation only with multifidus fat content ($r = -0.091, P = 0.014$), while no significant correlations were observed with psoas or erector spinae fat content ($P > 0.05$). Multiple linear regression analysis demonstrated that multifidus muscle's fat content along with age and sex were independent influencing factors on lumbar vBMD. **Conclusion** The lumbar vBMD of elderly individuals was significantly lower compared to both middle-aged and young individuals' groups; moreover, the paravertebral muscle's fat content as well as prevalence of osteoporosis were also significantly higher among elderly individuals when compared to middle-aged and young individuals' groups. Additionally, lumbar vBMD exhibited a negative correlation with multifidus' fat content.

Keywords: Bone Mineral Density; Paravertebral Muscle; Fat Content; Quantitative Computed Tomography

骨质疏松(osteoporosis, OP)作为一种常见的骨骼疾病,其主要特征表现为骨量的减少以及骨组织微结构遭受破坏^[1]。与此同时,肌少症也备受关注,它被定义为全身肌肉质量出现减少、肌肉强度呈现下降态势或者生理功能发生减退的一类疾病^[2]。值得注意的是,OP与肌少症这两种疾病均和年龄的增长存在紧密关联,而且在实际情况中,它们常常相伴而生,彼此之间相互影响^[3]。就肌少症而言,其主要的病理生理改变涵盖了骨骼肌细胞的萎缩与数量减少、间质出现纤维化以及脂肪组织逐渐增多等方面。其中,腰椎椎旁肌脂肪浸润更是成为了诊断肌少症的关键指标之一^[4]。国内外诸多学者通过深入研究还发现,椎旁肌脂肪含量与骨质疏松性骨折的发生有着极为密切的关系^[5-6]。定量CT(quantitative computed tomography, QCT)是基于CT图像数据、通过体模校准及软件分析,从而可以精准测量椎体体积骨密度(volumetric bone mineral density, vBMD)、肌肉脂肪含量等。目前QCT已在OP、肌少症等疾病的定量诊断领域得到了广泛应用。椎旁肌包括腰大肌、多裂肌和竖脊肌等不同肌群。以往在研究椎旁肌与腰椎骨密度(BMD)的相关性时,大多是将椎旁肌作为一个整体来展开分析的^[7]。然而,不同的椎旁肌群可能对腰椎 vBMD 有着不同程度的影响。基于此,本研究旨在运用QCT这一精准测量工具,对腰大肌、多裂肌和竖脊肌的脂肪含量分别进行定量分析,进而深入探究它们各自与腰椎 vBMD 之间的相关性,以此来更加精准地评估各个肌群对腰椎 vBMD 的影响及其所蕴含的临床意义。通过这样的研究,有望为预防脆性骨折的发生提供更为有力的依据。

【第一作者】李建隆,男,主治医师,主要研究方向:代谢性心血管疾病。E-mail: taihelijianlong@163.com

【通讯作者】夏 鹏,男,主任医师,主要研究方向:骨肌影像诊断。E-mail: coatway@sohu.com

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年12月至2023年12月在太和县人民医院行腹部或腰椎CT检查患者。最终纳入742例患者，其中男性395例，年龄21~85岁，平均 (59.65 ± 11.10) 岁，女性347例，年龄27~90岁，平均 (62.48 ± 10.38) 岁。排除标准：(1)有胸腰椎骨折、感染、手术病史；(2)有恶性肿瘤病史；(3)甲状腺功能异常；(4)图像有伪影影响数据测量。

1.2 CT检查设备及扫描参数 采用飞利浦256 iCT或联影uCT760扫描仪行腹部及腰椎CT平扫。腹部CT扫描范围包括胸11椎体下缘至腰3椎体下缘，腰椎CT扫描包括胸11椎体下缘至骶1椎体上缘，各扫描参数详见表1。

1.3 QCT数据测量 CT图像上传至QCT Pro(美国Mindways公司生产，型号TM V6.1-Model 4)后处理工作站进行分析，由医师1完成腰椎vBMD及椎旁肌脂肪含量测量。腰椎vBMD测量：使用

QCT Pro软件的“3D spine exam analysis”功能测量腰1及腰2椎体vBMD，在椎体中央松质骨区放置感兴趣区(region of interest, ROI)时，避开皮质骨及骨岛、椎静脉、病变区域等，取二者平均值作为腰椎vBMD，单位为 mg/cm^3 (图1)，根据骨质疏松诊断指南，将骨密度绝对值 >120 为骨量正常， $80 \sim 120 \text{mg}/\text{cm}^3$ 为骨量减低， $<80 \text{mg}/\text{cm}^3$ 为骨质疏松^[8]。椎旁肌脂肪含量测量：使用QCT Pro软件的“measure muscle fat”功能测量多裂肌、竖脊肌、腰大肌脂肪含量，在L3椎体平面选择肌肉轮廓清晰显示层面，在左右两侧分别放置ROI，避开肌肉-脂肪界面，取两侧平均值分别作为多裂肌、竖脊肌、腰大肌脂肪含量(图2)。另外选取最近的50例样本由医师2再次进行腰大肌、多裂肌及竖脊肌脂肪含量的测量，将医师1与医师2两次测量椎旁肌脂肪含量结果进行组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)一致性检验。

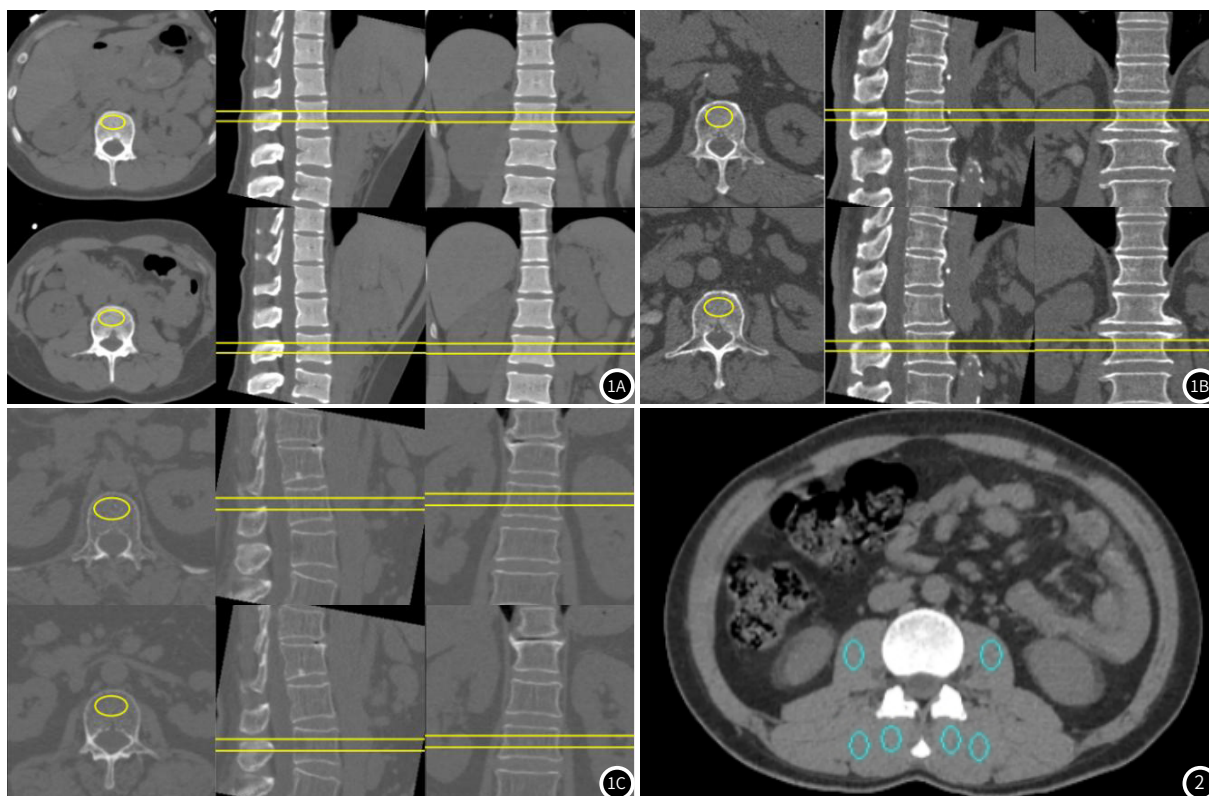


图1A: 骨量正常组。患者女，39岁。QCT测量L1椎体BMD为 $196.1 \text{mg}/\text{cm}^3$ ，L2椎体BMD为 $186.3 \text{mg}/\text{cm}^3$ ，平均BMD为 $191.2 \text{mg}/\text{cm}^3$ 。QCT测量腰大肌、多裂肌和竖脊肌脂肪含量4.75%、0.5%和0.6%。

图1B: 骨量减低组。患者男，67岁。QCT测量L1椎体BMD为 $117.2 \text{mg}/\text{cm}^3$ ，L2椎体BMD为 $96.4 \text{mg}/\text{cm}^3$ ，平均BMD为 $106.8 \text{mg}/\text{cm}^3$ 。QCT测量腰大肌、多裂肌和竖脊肌脂肪含量11.25%、12.35%和9.7%。

图1C: 骨质疏松组。患者女，57岁。QCT测量L1椎体BMD为 $59.1 \text{mg}/\text{cm}^3$ ，L2椎体BMD为 $46.2 \text{mg}/\text{cm}^3$ ，平均BMD为 $52.6 \text{mg}/\text{cm}^3$ 。QCT测量腰大肌、多裂肌和竖脊肌脂肪含量16.15%、25.0%和17.45%。

图2: 椎旁肌脂肪含量测量示意图。L3椎体水平肌肉轮廓显示清晰层面，于两侧腰大肌(红箭)、多裂肌(红色箭头)和竖脊肌(白箭)放置6个ROI，避开肌肉-脂肪界面。

1.4 统计学方法 采用SPSS 23.0软件进行统计学分析。计数资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)。采用ICC一致性检验比较椎旁肌脂肪含量测量一致性。采用Mann-Whitney U检验分析中青年组与老年组两组间腰椎vBMD、椎旁肌脂肪含量的差异，采用交叉表卡方检验比较中青年组与老年组两组间骨质疏松患病率。采用单因素方差及LSD检验分析骨量正常、骨质减低及骨质疏松3组间年龄、椎旁肌脂肪含量的差异。采用Spearman相关及偏相关分析腰椎vBMD与腰大肌、多裂肌及竖脊肌脂肪含量的相关性。以腰椎vBMD为因变量，将年龄、性别、腰大肌脂肪含量、多裂肌脂肪含量、竖脊肌脂肪含量作为自变量进行多元线性逐步回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同年龄组间腰椎vBMD及椎旁肌脂肪含量比较 医师1与医师2对椎旁肌脂肪含量测量结果具有较高的一致性(见表2)。742例受试者根据年龄分为中青年组(≤ 60 岁)和老年组(> 60 岁)，与中青年组相比，老年组腰椎vBMD更低、腰大肌及多裂肌、竖脊肌脂肪含量更高，差异均有统计学意义($P < 0.001$)，老年组OP患病率143(41.33%)远高于中青年组，差异亦具有统计学意义($P < 0.001$)(见表3)。

2.2 不同腰椎体积骨密度组间年龄、椎旁肌脂肪含量比较 742例受试者根据腰椎vBMD分为骨量正常组($n=260$)、骨量减低组($n=312$)和骨质疏松组($n=170$)。骨量正常组中，年龄和腰大肌、多裂肌及竖脊肌脂肪含量最低，而骨质疏松组的年龄和腰大肌、多裂肌及竖脊肌脂肪含量最高，三组间差异有统计学意义($P < 0.001$)(见表4)。

表1 扫描参数

检查部位	设备型号	管电压(kV)	管电流(mAs)	层厚(mm)	重建层厚(mm)	螺距	球管转速(s/r)
腹部	飞利浦256 iCT	120	200	3	1	0.983	0.5
	联影uCT760	120	180	3	1	0.988	0.5
腰椎	飞利浦256 iCT	120	200	1	-	0.601	0.75
	联影uCT760	120	180	1	-	0.988	0.8

表2 两位医师测量椎旁肌脂肪含量一致性检验

	医师1	医师2	ICC	P值
腰大肌脂肪含量(%)	6.94±4.43	6.92±4.51	0.997	<0.001
多裂肌脂肪含量(%)	12.19±7.52	12.21±7.26	0.976	<0.001
竖脊肌脂肪含量(%)	7.57±4.70	7.50±4.51	0.962	<0.001

表3 不同年龄组腰椎vBMD及椎旁肌脂肪含量的差异比较

项目	中青年组(n=396)	老年组(n=346)	Z/ χ^2 值	P值
vBMD(mg/cm ³)	126.83±34.73	87.16±28.92	-14.379	<0.001
腰大肌脂肪含量(%)	5.58±4.26	7.46±4.76	-5.755	<0.001
多裂肌脂肪含量(%)	8.44±6.88	14.66±10.44	-9.931	<0.001
竖脊肌脂肪含量(%)	6.77±4.95	9.96±6.08	-7.824	<0.001
患OP[n(%)]	27(6.82%)	143(41.33%)	124.524	<0.001

表4 受试者骨量正常、骨量减低、骨质疏松3组间年龄及椎旁肌脂肪含量比较

组别	骨量正常组(n=260)	骨量减低组(n=312)	骨质疏松组(n=170)	F值	P值
年龄(岁)	53.15±9.10	62.52±8.69	70.08±8.29	200.862	<0.001
腰大肌脂肪含量(%)	5.72±4.59	6.41±4.58	7.65±4.40	9.329	<0.001
多裂肌脂肪含量(%)	7.79±7.38	11.78±8.86	15.96±10.31	45.492	<0.001
竖脊肌脂肪含量(%)	6.55±5.05	8.61±5.70	10.22±6.03	23.510	<0.001

2.3 腰椎vBMD与椎旁肌脂肪含量相关性分析 Spearman相关分析显示, 腰椎vBMD与年龄、腰大肌脂肪含量、多裂肌脂肪含量及竖脊肌脂肪含量均呈负相关($P<0.001$), 调整年龄及性别因素后, 腰椎vBMD与多裂肌脂肪含量呈负相关($r = -0.091$, $P=0.014$), 与腰大肌及竖脊肌脂肪含量无显著相关性($P>0.05$) (见表5)。

2.4 影响腰椎vBMD因素的多元线性回归分析 腰椎vBMD作为因变量, 年龄(X1)、性别(X2)、腰大肌脂肪含量(X3)、多裂肌脂肪含量(X4)、竖脊肌脂肪含量(X5)作为自变量进行多元逐步回归分析($P<0.05$ 为变量纳入标准)构建回归方程。结果显示年龄、性别和多裂肌脂肪含量是腰椎vBMD的独立影响因素(见表6)。

表5 腰椎vBMD与椎旁肌脂肪含量相关性分析

	年龄(岁)	腰大肌脂肪含量(%)	多裂肌脂肪含量(%)	竖脊肌脂肪含量(%)
r	-0.627	-0.173	-0.396	-0.278
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
控制年龄与性别				
r		-0.031	-0.091	-0.024
P		0.398	0.014	0.518

表6 腰椎vBMD影响因素的多元线性回归分析

因素	B	Exp(B)	95%CI	B'	S.E.	t值	P值	VIF
年龄(岁)	-2.027	0.132	(-2.239 ~ -1.815)	-0.583	0.108	-18.744	<0.001	1.218
性别	-7.642	0.0004	(-11.958 ~ -3.325)	-0.101	2.199	-3.476	0.001	1.066
多裂肌脂肪含量(%)	-0.321	0.725	(-0.575 ~ -0.066)	-0.079	0.130	-2.470	0.014	1.275
常数	239.117		(226.875 ~ 251.359)		6.236	38.346	<0.001	

注: B, 回归系数; Exp(B), 优势比; CI, 置信区间; S.E, 标准误; VIF, 方差膨胀因子。

3 讨 论

目前常用于骨密度及脂肪含量的影像学评估技术包括双能X线吸收法(dualenergy X-ray absorptiometry, DXA)、MRI及CT。DXA虽具有便捷、廉价、辐射剂量低等优点,但其测量结果易受骨质增生、血管壁钙化、脊柱侧弯、肥胖等因素干扰^[1]。MRI对脂肪含量测量具有较高的准确性,但其价格昂贵、检查时间长,且无法直接测量骨密度。QCT是对现有CT数据的拓展再利用,并未增加辐射剂量及检查时间,目前已成为影像学诊断骨质疏松的“金标准”^[8]。研究表明,QCT对脂肪含量的评估也具有较高的准确性^[9],与MRI相比一致性较高^[10]。因此,QCT在临床中的应用越来越广泛。

本研究结果显示,中青年组腰椎vBMD高于老年组,60岁以后老年人群OP患病率显著上升,这与王玲等^[11]基于中国健康大数据的队列研究结果相一致。老年组的腰大肌、多裂肌及竖脊肌脂肪含量均显著高于中青年组,差异有统计学意义($P<0.001$),这与以往的研究结果相一致^[12]。李新彤等^[13]研究结果也证实了40岁之后,椎后肌群脂肪含量随着年龄增长逐渐增多。这表明增龄不仅影响骨密度的丢失,还与骨骼肌脂肪浸润相关,从而促进肌少症的发生。

本研究结果表明,腰椎vBMD与腰大肌、多裂肌及竖脊肌脂肪含量的相关性分别为0.173、0.396和0.278,这与以往的研究结果相一致^[14-15]。通过控制年龄和性别因素采用偏相关分析发现腰椎vBMD与多裂肌脂肪含量呈负相关($r=0.119$, $P=0.001$),与腰大肌及竖脊肌脂肪含量无显著相关性($P>0.05$),这进一步说明年龄和性别是腰椎vBMD和椎旁肌脂肪含量的共同影响因素^[16]。此外,该研究发现腰椎vBMD与多裂肌脂肪含量的相关性较低,作者分析认为这可能是由于本研究纳入的样本量中青年人占比较高(53.4%)和骨质疏松组占比较低(22.9%)有关。Sollmann等^[17]研究表明,绝经前女性竖脊肌的脂肪含量与腰椎椎体骨髓间质的质子密度脂肪分数间无相关性,而绝经后有显著相关性。多元逐步回归分析结果表明多裂肌脂肪含量是腰椎vBMD的重要影响因素,其脂肪含量每增加1%,腰椎vBMD含量将减少0.321mg/cm³,而腰大肌及竖脊肌脂肪含量对腰椎vBMD无明显影响。此前已有文献报道OP与肌少症发生具有共同的病理生理途径,肌少症患者OP发生率显著高于正常人群^[18]。方明等^[5]认为老年女性OP患者多裂肌退变程度与其骨折发生率相关。Zhou等^[19]研究发现在控制年龄及BMI后,腰椎BMD与多裂肌及竖脊肌脂肪含量均呈负相关,这与本研究结果不完全一致。作者分析认为,相较于腰大肌和竖脊肌,多裂肌是腰椎稳定系统最重要肌群,由于其肌纤维粗短、肌肉横截面相对较大,从而导致其在维持椎体活动中产生的收缩力较大,此外多裂肌肌束间隙疏松,对周围脂肪浸润的抵抗力较差,更易发生脂肪浸润。

本研究存在以下几个局限性:(1)这是一个单中心研究,有研究表明中国不同地区的人群肌肉质量存在差异^[20]。(2)OP和肌少症的发病机制复杂,影响因素多,比如日常运动量、饮食习惯等未纳入考量范围。(3)腰椎vBMD与竖脊肌脂肪含量的相关系目前的研究结论尚不一致,今后还需要多中心、大样本数据进一步分析研究。

总之,本研究结果表明,多裂肌脂肪含量与腰椎vBMD呈负相关,可作为识别腰椎vBMD丢失的潜在标志物。对于OP高危人群,可通过减少多裂肌脂肪浸润,如加强锻炼等,来进一步改善骨密度,从而降低脆性骨折的发生率,提高患者的生活质量。

参考文献

- [1]毛瑞.围绝经期骨质疏松症影响因素及联合双能X线骨密度仪和血清骨硬化蛋白的诊断价值[J].罕少疾病杂志,2024,31(2):106-108.
- [2]Fielding RA,Vellas B,Evans WJ,etal.Sarcopenia:an undiagnosed condition in older adults.Current consensus definition:prevalence,etiology,and consequences.International working group on sarcopenia[J].J Am Med Dir Assoc,2011,12(4):249-256.
- [3]Park HY,Jung WS,Kim SW,etal.Relationship between sarcopenia,obesity,osteoporosis,and cardiometabolic health conditions and physical activity levels in korean older adults[J].Front Physiol,2021,12:706259.
- [4]Montano-Loza AJ,Meza-Junco J,Prado CM,et al.Muscle wasting is associated with mortality in patients with cirrhosis[J].Clin Gastroenterol Hepatol,2012,10(2):166-173.
- [5]方明,陆建猛,王兴武,等.老年女性骨质疏松椎体压缩骨折与下腰椎多裂肌、椎间盘退变及腰椎-骨盆参数的关系[J].中华老年医学杂志,2021,40(5):628-631.
- [6]Kim DH,Choi DH,Park JH,et al.What is the effect of spino-pelvic sagittal parameters and back muscles on osteoporotic vertebral fracture?[J] Asian Spine J,2015,9(2):162-169.
- [7]周丽明,宋玲玲,陈佳,等.定量CT分析成人椎后肌群脂肪含量与腰椎骨密度的相关性[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2022,15(6):644-650.
- [8]程晓光,王亮,曾强,等.中国定量CT(QCT)骨质疏松症诊断指南(2018)[J].中国骨质疏松杂志,2019,25(6):733-737.
- [9]张雪萍,程晓光,程敬亮,等.定量CT评估鹅肝脏脂肪变性的实验研究[J].中华放射学杂志,2021,55(4):431-435.
- [10]Guo Z,Blake GM,Li K,etal.Liver fat content measurement with quantitative ct validated against mri proton density fat fraction:a prospective study of 400 healthy volunteers[J].Radiology,2020,294(1):89-97.
- [11]王玲,查晓娟,杜霞,等.中国人群定量CT椎体骨密度正常参考数据库及与BMI、年龄的相关性:基于中国健康定量CT大数据队列研究[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2022,15(1):36-42.
- [12]张雪丽,陈明月,唐睿,等.定量CT研究成年女性腰椎骨密度与椎旁骨质成分的相关性[J].中国骨质疏松杂志,2021,27(11):1566-1571.
- [13]李新彤,钱占华,冯强强,等.定量CT研究椎后肌群脂质成分与年龄的关系及变化趋势[J].中华健康管理学杂志,2021,15(1):44-48.
- [14]相清玉,陈笑,王国华.中青年人腰椎骨密度与椎旁肌及肝脏脂肪含量相关性研究[J].实用放射学杂志,2023,39(2):270-273.
- [15]包陈坚,侯琨,汪爱平.基于定量CT测量腰椎骨中老年人骨量与肝脏和椎旁肌脂肪含量的关系[J].川北医学院学报,2023,38(12):1707-1709,1713.
- [16]Zhao Y,Huang M,Serrano Sosa M,et al.Fatty infiltration of paraspinal muscles is associated with bone mineral density of the lumbar spine[J].Arch Osteoporos,2019,14(1):99.
- [17]Sollmann N,Dieckmeyer M,Schlaeger S,et al.Associations between lumbar vertebral bone marrow and paraspinal muscle fat compositions-an investigation by chemical shift encoding-based Water-Fat MRI[J].Front Endocrinol (Lausanne),2018,28,9:563.
- [18]周凤云,耿健,程晓光.骨质疏松与肌少症之间的关系[J].中华老年多器官疾病杂志,2022,21(12):949-952.
- [19]Zhou S,Chen S,Zhu X,et al.Associations between paraspinal muscles fatty infiltration and lumbar vertebral bone mineral density - an investigation by fast kVp switching dual-energy CT and QCT[J].Eur J Radiol Open,2022,14,9:100447.
- [20]吴曼,魏玉虹,余灿清,等.中国10个地区成年人骨骼肌质量和手握力的描述性分析[J].中华流行病学杂志,2019,40(4):376-381.

(收稿日期:2025-01-03)

(校对编辑:赵望洪、江丽华)