

· 临床研究 ·

骨质密度改变与腰椎间盘突出退变的关系, 一项基于¹⁸F-FDG 标记的 PET-CT 研究

曾思 李妍姣 陈鼎伟 欧阳林*

中国人民解放军第一七五医院医学影像科, 福建 漳州 363000

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2017) 01-0055-04

摘要: **目的** 通过对临床病例腰椎间盘突出退变分级与相应骨质密度 (bone mineral density, BMD) 和平均标准摄取值 (standard uptake value, SUV) 的分析, 推断腰椎间盘突出退行性变 (intervertebral disc degeneration, IDD) 与 BMD 和 SUV 的关系。**方法** 以集群抽样的取样方法, 从 2011 年 1 月至 2015 年 10 月于我院行 PET-CT 检查的 5013 例病人中, 纳入了 224 例符合标准的病人, 年龄在 30~87 岁之间, 其中男性 148 例, 女性 76 例。两组性别间年龄无统计学差异。采用西门子 PET-CT 扫描仪行全身¹⁸F-FDG 显像, 扫描范围: 头顶到大腿中部。测量腰 3、4、5 椎体 CT 平扫骨质密度, 分析在不同性别间 L₃₋₄、L₄₋₅ 椎间盘相关 BMD 值和 SUV 值的差异, 及其与腰椎间盘突出退变的关系。**结果** L₃₋₄、L₄₋₅ 椎间盘相关 BMD 值和 SUV 值在不同性别间差异没有统计学意义, 但是在老年组 (年龄在 65~87) 有显著性差异。老年女性 BMD 值和 SUV 值均低于老年男性。IDD 组的骨密度值低于非 IDD 组 ($P < 0.05$), IDD 组的 SUV 值高于非 IDD 组 ($P < 0.05$)。各个级别 IDD 的 L₃₋₄ 和 L₄₋₅ BMD 值不全相同, 整体趋势是随着 IDD 分级越高, BMD 值越低。**结论** IDD 引起骨质密度值降低, 和相应椎体代谢的增高。

关键词: 椎间盘退变; 骨质密度; ¹⁸F-FDG 显像

An analysis of the relationship between bone mineral density and lumbar disc degeneration

ZENG Si, LI Yanjiao, CHEN Dingwei, OUYANG Lin*

Department of Medical Imaging, PLA 175 Hospital, Zhangzhou 363000, Fujian, China

Corresponding author: OUYANG Lin, Email: ddcqzg@163.com

Abstract: **Objective** To study the relationship among intervertebral disc degeneration (IDD), bone mineral density (BMD), and standard uptake value (SUV) values, by analyzing the clinical grade of IDD, BMD and SUV. **Methods** A total of 224 cases including 148 male subjects and 76 female subjects aged from 30 to 87 years old were selected by cluster sampling from 5013 patients performing whole body ¹⁸F-FDG PET-CT scan in our hospital. They were scanned from top of the head to center of the thigh. BMD of the lumbar vertebrae 3, 4, and 5 were measured. The difference of L₃₋₄, L₄₋₅ BMD values and SUV values between different genders were analyzed. The relationship with IDD was also analyzed. **Results** BMD and SUV values of L₃₋₄ and L₄₋₅ had no statistical difference between genders. Nevertheless, the statistical difference was shown in 65-87 years old age group. BMD and SUV values were lower in old women than in old men. BMD in IDD group was less than that in non-IDD group ($P < 0.05$). SUV in IDD group was higher than that in non-IDD group ($P < 0.05$). BMD of L₃₋₄ and L₄₋₅ in different IDD grade was different. The higher the IDD grade was, the lower the BMD values were. **Conclusion** IDD causes the decrease of BMD value and the increase of SUV.

Key words: IDD; BMD; ¹⁸F-FDG PET-CT imaging

骨质疏松症和腰椎间盘突出退变在老龄化人群中是普遍存在的疾病, 它们降低了人们的生活质量, 增加了人们的生活负担。椎间盘退变和骨关节炎协同导

致的椎体骨折的发生^[1]。有关 BMD 和 IDD 的关系目前尚未完全明确, 一些研究认为它们之间有正相关^[2-6], 即认为随着 IDD 严重程度进展, BMD 值逐渐增加。骨赘形成和腰椎骨折等可使 BMD 值被过度估计, 可用以解释这种相关性。但另一方面, 骨质疏松病人有更严重的 IDD 也被报道^[7, 8]。因此腰椎间

*通讯作者: 欧阳林, Email: ddcqzg@163.com

曾思与欧阳林为共同第一作者

盘退行性变与骨质密度减少的关系仍有待探究。

1 材料和方法

1.1 一般资料

1.1.1 纳入标准:从 2011 年 1 月至 2015 年 10 月于我院行 PET-CT 检查病人,图像清晰,可满足诊断需要,总计纳入 224 例。

1.1.2 排除标准:①外伤及肿瘤可导致椎体及椎间盘破坏的疾病;②慢性肝肾功能不全等对骨代谢有影响的疾病;③糖尿病、甲状腺及甲状旁腺等影响骨代谢的内分泌疾病;④6 个月内使用过钙剂、糖皮质激素及性激素等影响骨代谢药物者;⑤其他影响骨代谢疾病严重脏器功能不全者;⑥依从性差者。

1.2 诊断标准

1.2.1 骨密度:根据中国老年学学会骨质疏松委员会标准诊断法^[4],骨密度值在 80~120 mg/mL 之间可诊断为骨密度值减低。>120 mg/mL 为正常,<80 mg/mL 可诊断为骨质疏松。

1.2.2 椎间盘退变分级^[9]:腰椎间盘退变分为 5 个级别,0 级:没有;1 级:腰椎间盘膨出;2 级:腰椎间盘突出;3 级:椎间隙狭窄合并终板硬化;4 级:schmorl 结节;5 级:真空征。

1.3 检查仪器和方法

病人至少 8 h 禁食后,给予静脉注射 0.1 mCi/kg 的¹⁸F-FDG。其血糖值在注射前测量,所有病人都不超过 120~150 mg/dL,50 min 后,当 CT 扫描结束,开始进行全身 PET 扫描。使用最大迭代重建法衰减校正 PET 图像。PET,CT,以及融合的 PET-CT 图像可在工作站阅览。采用西门子 PET-CT 扫描仪,扫描范围:头顶到大腿中部。16 排螺旋 CT 扫描技术参数:扫描旋转机架时间 0.5 s,每转 24 mm,电压 120kVp,电流 40 mA,层厚 2.5 mm,在 CT 扫描过程中,病人不需要做特殊准备,如屏气,也不需要口服或注射对比剂。PET 每床位横断视野 16.2 cm,层间距 3.75 mm。6 至 7 个层位成一幅图像。融合图像横断位视野为 58.5 cm,像素大小 4.57 mm,矩阵大小 128×128,空间分辨力 4.5 mm。

1.4 评价方法及统计学处理

PET-CT 图像的评价由分别有 10 年和 15 年经验的资深医生评估并达成共识。评估指标有骨密度值,SUV 值和椎间盘退变程度分级。利用 SPSS16.0 软件,采用两独立样本 *t* 检验分析在不同性别间 L_{3,4},L_{4,5}椎间盘相关 BMD 值和 SUV 值的差异,及其与腰椎间盘退变的关系。采用单变量方差分析方法

和最小显著差法(LSD)分析 L_{3,4},L_{4,5}不同级别的 BMD 值和 SUV 值的差异。

2 结果

2.1 不同性别间 L_{3,4},L_{4,5}椎间盘相关 BMD 值和 SUV 值

不同性别间 L_{3,4},L_{4,5}椎间盘相关 BMD 值和 SUV 值的差异无统计学差异(*P* 值均>0.05)。但下腰椎 L_{3,4} BMD 值及 SUV 值在老年人组(65~87 岁),有显著性差异,其中老年女性 BMD 值和 SUV 值比男性更低(见表 1)。

表 1 下腰椎 L_{3,4},L_{4,5}BMD 值及 SUV 值在不同性别之间的差异

Table 1 The difference of BMD of L3-4 and L4-5 and SUV values between genders

指标	性别	人数	均值	标准差	统计学参数
L _{3,4} BMD	男	54	205.62	91.57	<i>t</i> = 4.117, <i>P</i> = 0.000
	女	16	103.14	71.00	
L _{4,5} BMD	男	54	3.00	0.86	<i>t</i> = 2.36 <i>P</i> = 0.021
	女	16	2.45	0.65	
L _{3,4} SUV	男	54	232.54	86.43	<i>t</i> = 4.874, <i>P</i> = 0.000
	女	16	112.22	87.76	
L _{4,5} SUV	男	54	2.97	0.82	<i>t</i> = 2.323, <i>P</i> = 0.023
	女	16	2.43	0.82	

2.2 BMD 值在有无 IDD 病人中的差异

椎间盘退变与其相邻上下两个椎体的营养失衡有关^[10],所以联合评估其上下两个椎体的 BMD 值用于分析与其退变的关系。结果如下(见表 2):IDD 组的骨密度值低于无退变组,IDD 组代谢高于无退变组。

表 2 L_{3,4},L_{4,5}椎间盘相关 BMD 值和 SUV 值与有无发生椎间盘退变的关系

Table 2 The relationship between BMD and SUV values of L3-4 and L4-5 and the occurrence of IDD

	组别	人数	均值	标准差	统计学参数
L _{3,4} BMD	有退变组	90	237.11	110.03	<i>t</i> = -2.607, <i>P</i> = 0.010
	无退变组	134	274.98	104.23	
L _{3,4} SUV	有退变组	90	3.30	0.95	<i>t</i> = 2.793, <i>P</i> = 0.006
	无退变组	134	2.97	0.73	
L _{4,5} MD	有退变组	160	282.60	115.09	<i>t</i> = -2.549, <i>P</i> = 0.011
	无退变组	64	326.59	120.63	
L _{4,5} SUV	有退变组	160	3.21	0.89	<i>t</i> = 6.662, <i>P</i> = 0.000
	无退变组	64	2.53	0.60	

2.3 不同级别 IDD 下腰椎 L_{3,4},L_{4,5}椎间盘 BMD 值

不同级别 IDD 下腰椎 L_{3,4},L_{4,5}椎间盘 BMD 值有统计学意义上的差异,但是并没有一定的规律,但

整体趋势上,随着椎间盘退变分级越大,BMD 值有下降的趋势(见表 3,4)。

表 3 不同级别 IDD 下腰椎 L₃₋₄ BMD 值差异

Table 3 The difference of BMD values of L3-4 in various IDD grade

L ₃₋₄ 椎间盘退变分级	人数	均值	标准差	统计学参数
0	134	274.98	104.23	$F = 2.267, P = 0.049$
1	24	263.50	105.58	
2	19	226.58	106.11	
3	30	237.51	118.88	
4	7	252.77	123.24	
5	10	181.65	85.77	
总计	224	259.77	107.97	

表 4 不同级别 IDD 下腰椎 L₄₋₅ BMD 值差异

Table 4 The difference of BMD values of L4-5 in various IDD grade

L ₄₋₅ 椎间盘退变分级	人数	均值	标准差	统计学参数
0	64	326.59	120.63	$F = 4.48, P = 0.001$
1	21	324.18	86.78	
2	52	266.59	98.61	
3	43	304.91	135.72	
4	17	322.21	106.03	
5	27	220.61	108.25	
总计	224	295.17	118.12	

3 讨论

本文对于受试者纳入对象的选择,为年龄不小于 30 岁的人,一方面是为了使不同性别间年龄组成进行配准,另一方面是因为,人在 30 岁以后,椎间盘退变会加速进行。成人椎间盘是人体最大的无血管结构,其营养物质主要通过软骨终板和纤维环营养物质渗透性扩散来完成^[11,12],微循环紊乱成为导致椎间盘退变的首要因素并导致骨密度值的降低^[10]。腰椎间盘退变与原发骨质疏松存在显著的相关关系^[13],前人研究表明骨密度减低也是引起椎间盘退变的一个影响因素,其原因可能是骨密度减低导致骨质变薄,骨小梁数量减少,骨脆性增加从而引起腰椎软骨下骨板的微小骨折,影响椎间盘骨性终板内营养通道的大小,引起营养通道的阻塞,而伴随着水分子的扩散运动下降,椎间盘通过水分子扩散方式获得的营养减少,从而加快了椎间盘退变的进程^[14]。然而,也有研究表明,椎间盘的退变引起骨质密度的改变。Jasper Homminga 等^[1]的研究表明椎间盘退变会引起压力负荷从髓核传递到外周的纤维环,随之导致骨小梁中心骨质密度骤减,骨皮质密

度增加。

既往 Wang 等^[15]认为女性较之于男性有更严重的 IDD,且 IDD 严重程度与 BMD 值成正相关,BMD 值越高,其椎间隙越狭窄的可能性越大。他们的研究对象是 196 例女性和 163 例男性,年龄在 67~89 岁之间。因此本实验也对 65~87 岁年龄组的对象进行研究,得到的结论与前人基本相符。老年女性由于雌激素的骤减,使得钙吸收和骨形成均减少,且骨吸收增加,因而骨量开始流失,其骨质疏松的发生率也随之增高^[16]。因此女性在步入到围绝经期时,就要注意补充钙离子,预防骨质疏松。

本研究中,椎间盘退变越严重,其 BMD 值整体趋势是下降的。但这与前人的研究结果不符。可能是在本研究中研究人群年龄偏大的占多数,而老年人的成骨反应减弱,使得骨质密度减少。Pye 等^[17]将 IDD 的影像特征分成骨赘形成,骨质硬化和椎间隙狭窄,并分别对其分级,发现各个特征分级越高,其 BMD 值也越高,3 级和 4 级水平的 IDD,其 BMD 值反而升高,是由于炎症反应引起的骨质增生硬化。Pye 等^[17]、Salo 等^[18]认为所有腰椎 IDD 程度越重,其 BMD 值越高。这可能是椎体自身调节失衡的表现,如发生骨质硬化,骨赘形成,椎体压缩性骨折等。本研究 IDD 组的代谢高于非 IDD 组,SUV 值的增高可由于内源性炎症因子等引起^[19]。

本研究的优缺点:本文按照 CT 图像对椎间盘退变分级,因为 CT 缺乏对 IDD 的精准诊断,因此其准确性远不如运用磁共振进行的 Pfirrmann 分级,由此在数据统计分析时出现不可避免的误差。IDD 引起骨质密度的紊乱,骨质密度的紊乱也进一步导致椎间盘结构和功能的退化,研究表明 IDD 与骨质密度的紊乱可能会互相促进。

【参 考 文 献】

- [1] Homminga J, et al. Can vertebral density changes be explained by intervertebral disc degeneration? Med Eng Phys, 2012, 34 (4): 453-458.
- [2] Harada AOH, Miyagi N, Genda E. Correlation between bone mineral density and intervertebral disc degeneration. Spine, 1998, 23:857-861.
- [3] Dequeker JAJ, Luyten FP. Osteoarthritis and osteoporosis: clinical and research evidence of inverse relationship. Aging Clin Exp Res, 2003, 15: 13.
- [4] Miyakoshi NIE, Murai H, Wakabayashi I, et al. Inverse relation between osteoporosis and spondylosis in postmenopausal women as evaluated by bone mineral density and semiquantitative scoring of spinal degeneration. Spine (Phila Pa 1976), 2003,

- 28; 3.
- [5] Weintroub SPJ, Ashkenazi M, Tardiman R, et al. Osteoarthritis of hip and fractures of the proximal end of the femur. *Acta Orthop Scand*, 1982,53: 3.
- [6] Marcelli CFF, Kotzki PO, Ferrazzi V, et al, The relationship between osteoarthritis of the hands, bone mineral density, and osteoporotic fractures in elderly women. *Osteoporos Int*, 1995, 5: 6.
- [7] Verstraeten A, Haghebaert G, Nijs J, et al. Osteoarthritis retards the development of osteoporosis; observation of the coexistence of Osteoarthritis and osteoporosis. *Clin Orthop*, 1991,264: 8.
- [8] Margulies JY, Nyska M, Neuwirth MG, et al, The relationship between degenerative changes and osteoporosis in the lumbar spine. *Clin Orthop*, 1996, 324: 145.
- [9] Editor WY, Musculoskeletal system volume. Chinese Medical Imaging. People's Public Health Publishing Company, 2002: 10.
- [10] OuYang L. Dysfunctional microcirculation of the lumbar vertebral marrow prior to the bone loss and intervertebral discal degeneration. *Spine*, 2015,40(10): 7.
- [11] Leung VY, Li LC. Age-related degeneration of lumbar intervertebral discs in rabbits revealed by deuterium oxide-assisted MRI, *Osteoarthritis Cartilage*, 2008, 16(11): 6.
- [12] Hangai M, Kuno S. Factor associated with lumbar intervertebral disc degeneration in the elderly. *Spine J*, 2008,8(5): 8.
- [13] 贾永健,宋洁富,荆志振. 腰椎间盘突出和骨密度的相关性分析. *中国骨质疏松杂志*, 2016,22(4):471-474.
- Jia YJ, Song JF, Jing ZZ, An analysis of the correlation between lumbar disc degeneration and bone mineral density. *Chin J Osteoporos*, 2016,22(4):471-474.
- [14] Benneker LM, Anderson SE. Correlation of radiographic and dMRI parameters to morphological and biochemical assessment of intervertebral disc degeneration. *Eur Spine J*, 2005,14(1): 8.
- [15] Wang YX, et al. Relationship between gender, bone mineral density, and disc degeneration in the lumbar spine: a study in elderly subjects using an eight-level MRI-based disc degeneration grading system. *Osteoporos Int*, 2011, 22(1): 91-96.
- [16] 李树金,张绍伟,张硕林. 围绝经期妇女腰椎椎体骨密度与腰椎间盘突出退变程度的相关性分析*. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2014. 12(4).
- Li SJ, Zhang SW, Zhang SL. Analysis of the correlation between bone mineral density and lumbar disc degeneration in perimenopausal women. *Chinese Journal of CT and MRI*, 2014. 12(4):8.
- [17] Pye SR, et al. Radiographic features of lumbar disc degeneration and bone mineral density in men and women. *Ann Rheum Dis*, 2006,65(2): 234-238.
- [18] Salo S, et al. Association between bone mineral density and lumbar disc degeneration. *Maturitas*, 2014, 79(4): 449-455.
- [19] Aliyev A, Saboury B, Kwee TC, et al. Age-related inflammatory changes in the spine as demonstrated by F-18-FDG-PET: observation and insight into degenerative spinal changes. *Hellenic Journal of Nuclear Medicine*, 2012(15): 5.
- (收稿日期: 2016-06-17; 修回日期: 2016-08-05)

(上接第 54 页)

- Zhou X, Yang Y, Wang H, et al. Multiple b values in diffusion-weighted imaging of rabbit lumbar vertebra tuberculosis model appraisal. *J Chin Clin Med Imaging*, 2014, 25(10): 727-730. (in Chinese)
- [10] 刘斯润. T2、T2* mapping 骨肌系统的应用. 第十四届全国骨关节影像学术会议论文集, 2012: 14-15.
- Liu SR. The application of the T2, T2* mapping of musculoskeletal system. The fourteenth bone and joint imaging National Conference Proceedings, 2012: 14-15. (in Chinese)
- [11] 杨泽宏, 蒋伟, 陈建宇, 等. 正常人骶髂关节骨髓 T2 值初步探讨. *影像诊断与介入放射学*, 2013(5): 361-363.
- Yang ZH, Jiang W, Chen JY, et al. T2 values of normal sacroiliac bone marrow. *Diagnostic Imaging & Interventional Radiology*, 2013(5): 361-363. (in Chinese)
- [12] 吴斌, 金彪, 殷胜利. 磁共振扩散加权成像中感兴趣区大小对鉴别椎体良恶性病变的影响. *中国临床医学影像杂志*, 2013, 24(10): 722-725.
- Wu B, Jin B, Yin SL. The effect of ROI size of the vertebral lesion on DWI in the differentiation between benign and malignant lesion by influencing ADC Value. *J Chin Clin Med Imaging*, 2013, 24(10): 722-725. (in Chinese)
- [13] Cicala D, Briganti F, Casale L, et al. Atraumatic vertebral compression fractures: differential diagnosis between benign osteoporotic and malignant fractures by MRI. *Musculoskeletal Surgery*, 2013, 97(S2): 169-179.
- [14] Helmut Rumpel, Yi Chong, David A Porter, et al. Benign versus metastatic vertebral compression fractures: combined diffusion-weighted MRI and MR spectroscopy aids differentiation. *European radiology*, 2013, 23(2): 541-550.
- [15] Ogura A, Hayakawa K, Maeda F, et al. Differential diagnosis of vertebral compression fracture using in-phase/opposed-phase and short TI inversion recovery imaging. *Acta Radiologica*, 2012, 53(4): 450-455.
- (收稿日期: 2016-07-05; 修回日期: 2016-09-09)