

• 骨骼肌肉影像学 •

双能 X 线骨密度仪测定股骨假体周围骨密度水平对患者术后治疗效果的评估

孟丽颖，高峰，李和培，武飞，杨建波，李通宪

【摘要】目的：探讨双能 X 线骨密度仪测定股骨假体周围骨密度(BMD)水平对患者术后治疗效果的影响。**方法：**选取 2019 年 10 月—2021 年 4 月本院收治的 148 例髋关节置换术患者为研究对象，据患者术后 12 个月的髋关节功能 Harris 评分将其分为疗效良好组 102 例(≥ 80 分)、疗效不良组 46 例(< 80 分)。采用双能 X 线骨密度仪对两组患者置换术后 1 个月和术后 12 个月的股骨假体周围 BMD 进行检测，计算并比较两组患者的 BMD 变化率，分析 BMD 变化率与 Harris 评分变化值之间的相关性。**结果：**两组患者术后 1 个月和术后 12 个月 ROI2~ROI6 的 BMD 差异无统计学意义($P > 0.05$)；疗效不良组术后 12 个月 ROI1 的 BMD 相较于术后 1 个月和疗效良好组的术后 12 个月显著升高($P < 0.05$)；两组患者术后 12 个月的 ROI7 的 BMD 相较于术后 1 个月均明显下降，但疗效不良组下降程度更低($P < 0.05$)。疗效良好组 ROI1、ROI5 以及 ROI6 的骨量升高率低于疗效不良组，ROI2、ROI3、ROI4、ROI7 的骨量降低率均低于疗效不良组($P < 0.05$)。术后 1 个月的 Harris 评分(54.67 ± 5.12)分，术后 12 个月(80.58 ± 8.46)分，差异有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关性分析显示，Harris 评分变化值与 ROI2~6 的骨密度变化率无相关性($P > 0.05$)，而与 ROI1 的骨密度变化率呈负相关性，与 ROI7 的骨密度变化率呈正相关性($P < 0.05$)。**结论：**髋关节置换术患者手术后股骨假体周围 BMD 的变化程度越低则术后疗效越佳。

【关键词】 关节成形术，置换，髋；放射摄影术；骨密度；治疗结果；相关性研究

【中图分类号】 R687.42; R814; R336; R195.1; R45 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2022)06-0764-05

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.06.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID)：



Evaluation of postoperative outcomes of BMD around femoral prosthesis by dual-energy X-ray absorptiometry MENG Li-ying, GAO Feng, LI He-pei, et al. North China Medical & Health Group XingTai General Hospital, Hebei 054000, China

【Abstract】 Objective: To investigate the effect of bone mineral density (BMD) around femoral prosthesis from dual-energy X-ray absorptiometry on postoperative treatment. **Methods:** 148 patients with hip replacement in our hospital from October 2019 to April 2021 were admitted. According to the Harris hip function score at 12 months after operation, the patients were divided into good efficacy group (≥ 80 points, 102 cases) and poor group (< 80 points, 46 cases). BMD from dual energy X-ray absorptiometry at 1 month and 12 months after operation was detected. The BMD change rate was calculated and compared between the two groups, and the correlation between BMD change rate and Harris hip function score was analyzed. **Results:** There was no significant difference in BMD of ROI 2~ROI 6 between the two groups at 1 month and 12 months after replacement ($P > 0.05$). BMD of ROI 1 at 12 months after operation in the poor group was significantly higher than that at 1 month after operation and at 12 months after operation in the good group ($P < 0.05$); BMD of ROI 7 at 12 months of the two groups was significantly lower than that at 1 month after operation, and the decrease rate was lower in the poor group ($P < 0.05$). The bone mass increase rate of ROI1, ROI5, and ROI6 in the good group was lower than that of the poor group, and the bone mass decrease rate of

作者单位：054000 河北，邢台市华北医疗健康集团邢台总医院放射科

作者简介：孟丽颖(1982—)，女，河北邢台人，主治医师，主要从事骨科影像学诊断工作。

通讯作者：李通宪，E-mail: 63592296@qq.com

基金项目：邢台市科技计划项目：双能 X 线骨密度仪对全髋假体及内固定器周围骨量影响的对比研究(2019ZC150)

ROI2, ROI3, ROI4 和 ROI7 的评分均低于对照组 ($P < 0.05$)。Harris 评分在术前、术后 1 个月和术后 12 个月时分别为 (54.67 ± 5.12) 分和 (80.58 ± 8.46) 分，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。Pearson 相关性分析显示 Harris 评分与 ROI2~6 的 BMD 变化率无相关性 ($P > 0.05$)，但与 ROI1 的 BMD 变化率呈负相关，与 ROI7 的 BMD 变化率呈正相关 ($P < 0.05$)。结论：术后股骨颈骨密度的变化与髋关节功能恢复程度呈负相关。

【Key words】 Arthroplasty, replacement, hip; Radiography; Bone density; Treatment outcome; Correlation study

髋关节置换术是目前临幊上治疗股骨颈骨折或股骨头坏死的一种常用手段，对于改善髋关节功能和患者生存质量具有重要价值^[1-3]。Harris 髋关节功能评分系统是临幊评价髋关节功能的重要量表，常用于髋关节置换术后的疗效评估，一般评分越高表明患者术后髋关节功能恢复越佳^[4]。髋关节假体属于人体异物，容易引起髋关节的局部炎症反应，且在固定假体过程中需要给予股骨一定的应力，因此常导致部分患者在接受髋关节置换术后会出现股骨假体周围的骨量变化，且有相关研究表明骨密度(bone mineral density, BMD)变化情况与髋关节功能恢复程度具有一定相关性^[5-7]。但目前临幊上关于股骨假体周围 BMD 水平是否可以作为评估髋关节置换术患者术后髋关节功能恢复的一种有效定量指标尚且需要进一步研究。双能 X 线测量技术是目前临幊常用的一种 BMD 测量手段，因其具有操作简便、灵敏度高以及响应迅速等优势已成为骨质疏松诊断的重要评价标准^[8]。因此本文通过采用双能 X 线骨密度仪测定股骨假体周围 BMD 水平，并分析各分区 BMD 与 Harris 髋关节功能评分之间的相关性以评价 BMD 对患者术后治疗效果的影响，现报道如下。

材料与方法

1. 一般资料

选取 2019 年 10 月—2021 年 4 月本院收治的 148 例髋关节置换术患者为研究对象，根据所有患者术后 12 个月髋关节功能 Harris 评分，将髋关节功能术后疗效分为优(≥90 分)、良(80~89 分)、中(70~79 分)和差(<70 分)4 个等级。并将纳入的 148 例患者分为疗效良好(优、良)组 102 例(≥80 分)、疗效不良(中、差)组 46 例(<80 分)。疗效良好组男 46 例，女 60 例，年龄 30~74 岁，平均年龄 (54.26 ± 5.15) 岁，疗效不良组男 20 例，女 26 例，年龄 32~75 岁，平均年龄 (53.53 ± 6.15) 岁，两组患者的性别、年龄等基线资料比较差异无统计学意义 ($P < 0.05$)。所有患者均在知情同意书上签字，该研究方案已得到我院伦理委员会准许。

入选标准：①所有患者均符合髋关节置换术指征且接受髋关节置换术；②年龄 18~75 周岁；③愿意参与试验并接受各种功能评估；④签署知情同意书。

排除标准：①存在髋关节置换术禁忌证者；②患有骨代谢疾病、骨质疏松、低钙血症或维生素 D 缺乏症者；③存在长期服用糖皮质激素史者；④合并有脊髓损伤、髋关节结核、陈旧性股骨颈骨折者；⑤合并严重心脏疾病、肝肾功能障碍、造血系统疾病或精神疾病者；⑥术后出现严重感染或出血等并发症者；⑦术后失访或转院治疗者。

2. BMD 检测方法

入选患者于术后 1 个月、术后 12 个月采用 PRODIGYADVANCE 双能 X 线骨密度检查仪检测股骨假体周围分区 BMD。取仰卧位，保持下肢内旋约 15°，并固定于泡沫板上。扫描大粗隆上 1 cm 至远端下 4 cm，平均扫描时间 7 min，平均扫描剂量为 2.4 mkem，分辨率为 $1.0 \text{ mm} \times 1.0 \text{ mm}$ ，完整扫描 5 次。采用配套的软件处理扫描图片，应用 Gruen-Amstutz 分区法将股骨假体周围划分为 ROI1~ROI7 共 7 个感兴趣区(region of interest, ROI)，各分区具体部分如下所示：ROI1、ROI2、ROI3 分别为假体上、中、下 1/3 所对应的外侧区域；ROI4 为假体远端 15 个单位像素内的股骨干区域；ROI5 为 Gruen R3 所对应的假体内侧区域；ROI6 为 Gruen-Amstutz R5 与小转子下缘之间的区域；ROI7 为小转子下缘与股骨颈截骨处之间的区域(图 1)。

3. 考察指标

比较两组术后 1 个月和术后 12 个月 BMD、骨量升高率、骨量降低率；关性分析：采用 Pearson 相关性分析分析 BMD 变化率与 Harris 评分变化值之间的相关性。

4. 统计学处理

所有数据采用 SPSS 20.0 统计软件进行分析，计数资料以例数(百分数)的形式表示，统计分析采用卡方检验，计量资料的采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，统计分析采用 t 检验；相关性分析采用 Pearson 相关



图 1 假体周围各兴趣区骨密度检测示意图。

性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患者股骨假体周围分区 BMD 比较

两组患者术后 1 个月和术后 12 个月 ROI 2~ROI 6 的 BMD 差异无统计学意义($P > 0.05$)；疗效不良组术后 12 个月 ROI 1 的 BMD 相较于术后 1 个月和疗效良好组术后 12 个月显著升高($P < 0.05$)；两组患者术后 12 个月 ROI 7 的 BMD 相较于术后 1 个月均明显下降，但疗效不良组下降程度明显($P < 0.05$ ，表 1)。

2. 两组患者术后 1 个月、12 个月的 BMD 变化率比较

疗效良好组 ROI1、ROI5 以及 ROI6 的骨量升高率低于疗效不良组，ROI2、ROI3、ROI4、ROI7 的骨量降低率均低于疗效不良组($P < 0.05$ ，表 2)。

3. Pearson 相关性分析

Pearson 相关性分析显示 Harris 评分变化值与 ROI2~6 的骨密度变化率无相关性($P > 0.05$)而与 ROI1 的骨密度变化率呈负相关性，与 ROI7 的骨密度变化率呈正相关性($P < 0.05$ ，表 3、图 2~3)。

表 3 BMD 变化率与 Harris 评分变化值的相关性

Harris 评 分变化值	BMD 变化率						
	ROI1	ROI2	ROI3	ROI4	ROI5	ROI6	ROI7
<i>r</i>	-0.460	0.146	0.155	0.118	-0.122	-0.128	0.475
<i>P</i>	<0.001	0.069	0.053	0.964	0.163	0.142	<0.001

讨 论

髋关节置换术后患者的骨密度变化受到固定方式、手术类型、髓腔锉扩腔、股骨假体类型等因素的影响，因此临床治疗过程中往往需要借助股骨假体远端作为参照^[9]。临床研究发现髋关节置换术后股骨假体 BMD 下降程度较健侧更明显，已被认为是引起术后假体松动、关节稳定性下降、手术失败的重要原因^[10]，因此密切关注患处 BMD 变化情况对于评估手术治疗效果、预后恢复情况具有重要意义。目前临幊上常采用定量 CT 仪、双光子吸收仪、单光子吸收仪等方法定量检测 BMD，但存在定量测量准确性与灵敏性低、放射剂量高等缺点，且金属假体可能影响 BMD 的测定，导致临幊运用受限，如何准确、有效的检测 BMD 已成为临幊关注的重点问题。既往研究中常采用 X 线片评估骨量，但也存在灵敏性较低的问题，且无法定量测量骨量丢失^[11]。近年来，越来越多研究发现双能 X 线骨密度具有放射剂量低、准确性高、重复检查误差小以及可反复扫描的优点，且可借助配套软件准确测量股骨骨量。

表 1 两组患者股骨假体周围分区 BMD 比较

组别/时间点	BMD(g/cm ³)						
	ROI1	ROI2	ROI3	ROI4	ROI5	ROI6	ROI7
疗效良好组(n=102)							
术后 1 个月	0.81±0.05	1.53±0.10	1.69±0.11	1.65±0.09	1.76±0.11	1.33±0.09	1.07±0.07
术后 12 个月	0.84±0.05 [#]	1.51±0.09	1.67±0.10	1.62±0.10	1.78±0.10	1.36±0.09	0.96±0.07 ^{#*}
疗效不良组(n=46)							
术后 1 个月	0.82±0.08	1.55±0.13	1.68±0.14	1.64±0.09	1.75±0.11	1.34±0.09	1.06±0.08
术后 12 个月	0.88±0.08 [*]	1.50±0.12	1.64±0.13	1.59±0.07	1.79±0.11	1.39±0.09	0.84±0.04 [*]

注：[#] $P < 0.05$ ，与疗效不良组比较；^{*} $P < 0.05$ ，与同组术后 1 个月比较。

表 2 两组患者手术后 BMD 变化率比较

组别	例数	BMD 变化率(%)						
		ROI1(+)	ROI2(-)	ROI3(-)	ROI4(-)	ROI5(+)	ROI6(+)	ROI7(-)
疗效良好组 [#]	102	3.70±2.56	1.53±1.53	1.21±1.53	1.86±2.64	1.25±3.03	2.12±4.28	10.59±6.04
疗效不良组	46	7.78±3.57	2.84±4.04	2.43±3.63	2.83±2.32	2.36±2.68	3.34±2.62	20.39±6.41

注：[#] $P < 0.05$ ，与疗效不良组比较；+ 表示术后 12 个月 BMD 增加，- 表示术后 12 个月 BMD 减少

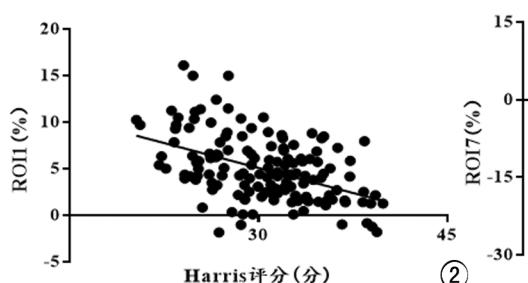


图 2 ROI1 变化率与 Harris 评分变化值的相关性。与 Harris 评分变化值的相关性。

假体周围各个区域的 BMD, 从而指导医生于早期评估骨量丢失情况, 已被应用于定量检测股骨假体 BMD^[12-13]。本研究发现疗效不良组术后 12 个月 ROI1 的 BMD 相较于术后 1 个月和疗效良好组术后 12 个月显著升高 ($P < 0.05$), 两组患者术后 12 个月 ROI7 的 BMD 相较于术后 1 个月均明显下降, 但疗效不良组下降程度更低 ($P < 0.05$), 表明髋关节置换术后患者的股骨假体周围部分区域的骨密度呈下降趋势, 且疗效不良组的下降程度高于疗效良好组, 与既往研究结果相近。分析认为假体移植后难以避免的引起周围骨密度丢失, 主要原因在于髋关节置换术后, 胫骨近端、股骨远端的应力发生遮挡, 而异常的应力分布引起股骨假体周围各区域的骨组织自我调节, 抑制骨细胞增殖, 诱导骨细胞凋亡, 导致骨丢失速率大于骨生成速率, 故而总体表现为骨密度丢失^[14]。而部分区域的骨密度丢失程度较小, 可能为该区域位于假体远端, 受到的应力较小, 故而变化程度较小。

进一步分析发现疗效良好组 ROI1、ROI5 以及 ROI6 的骨量升高速率低于疗效不良组, ROI2、ROI3、ROI4、ROI7 的骨量降低率均低于疗效不良组 ($P < 0.05$), 表明疗效良好组的股骨假体周围 BMD 的变化程度明显低于疗效不良组, 提示髋关节置换术后股骨假体周围 BMD 变化量越小则患者的手术疗效越好, 检测手术后 BMD 变化情况可指导医师评估手术治疗效果, 从而指导临床及时采取相应的措施以维持股骨假体的稳定性。Harris 评分是用于评估髋关节病变的评分, 得分越高表明患者恢复效果越好, 生存质量越高。本次实验采用 Pearson 相关性分析进一步研究 Harris 评分变化值与 BMD 变化率的关系, 结果显示, Harris 评分变化值与 ROI2~6 的 BMD 变化率无相关性 ($P > 0.05$), 而与 ROI1、ROI7 的骨密度变化率呈负、正相关性 ($P < 0.05$), 与蒋维海等^[15]研究结果相近, 即 Harris 评分与 ROI1、ROI7 骨密度水平密切关联。Dc 等^[16]研究认为髋关节假体移植后, 血清抗酒石酸酸性磷酸酶 5b 的表达水平明显升高, 表明破骨细

胞活跃程度增加, 而骨钙素和碱性磷酸酶等骨生成相关指标无明显变化, 进一步说明假体周围 BMD 丢失与应力导致的骨破坏增多密不可分, 故而疗效较差组患者的 BMD 变化率较大。Petursson 等^[17-18]研究证实髋关节置换术后患者假体周围 BMD 水平呈下降趋势, 建议术前应常规检测骨密度水平, 并根据患者的骨密度情况合理选择假体, 并于术中提供合适的应力, 从而维持骨代谢的平衡, 利于髋关节功能的恢复。

此次研究存在一定局限性, ROI2、ROI3、ROI4、ROI7 的 BMD 呈降低趋势, 而 ROI1、ROI5 以及 ROI6 的 BMD 呈升高趋势, 导致该差异的具体机制尚未完全明确, 仍需通过分子生物学、细胞水平的研究进入探讨, 从而为本次研究结果提供科学依据。

综上所述, 髋关节置换术患者手术后股骨假体周围 BMD 变化程度越低则术后疗效越佳。

参考文献:

- 康鹏德, 李东海, 裴福兴. 全髋关节置换术后股骨假体周围骨折的治疗策略[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(15): 961-972.
- Katchy AU, Njeze NR, Ezeofor S, et al. Geometrical analysis of the proximal femur and the clinical application in total hip replacement: a study of the Igbo population of south east Nigeria[J]. Nigerian J Clin Pract, 2019, 22(12): 1728-1736.
- 曾懿, 张德洲, 易雪冰. 多层螺旋 CT 鉴别全髋关节置换术后迟发性无菌及感染性并发症[J]. 放射学实践, 2021, 36(2): 232-237.
- 刘长路, 马丽波, 刘晓民, 等. Meta 分析评价长柄与短柄人工髋关节假体在置换治疗中的有效性和安全性[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(3): 416-421.
- Sessa G, Costarella L, Puma Pagliarello C, et al. Bone mineral density as a marker of hip implant longevity: a prospective assessment of a cementless stem with dual-energy X-ray absorptiometry at twenty years[J]. Int Orthop, 2019, 43(1): 71-75.
- Meyer JS, Freitag T, Reichel H, et al. Periprosthetic bone mineral density changes after implantation of a curved bone preserving hip stem compared to a standard length straight stem: 5-yr results of a prospective, randomized DXA-analysis [J]. J Clin Densitom, 2019, 22(1): 96-103.
- 俞宇, 贾其余, 程晓东, 等. 影响经皮椎体后凸成形术矫正骨折椎体后凸畸形的多元线性回归分析[J]. 放射学实践, 2020, 35(1): 94-98.
- 李毅芳, 陈丹丹, 蔡燕芝. 定量 CT 与双能 X 线骨密度仪测量腰椎骨密度准确性比较[J]. 中国医学物理学杂志, 2018, 35(10): 1178-1180.
- 沈长青. 髋关节置换术前后股骨假体周围骨密度变化与近期疗效的关系[J]. 山东医药, 2016, 56(32): 61-63.
- 高明宏, 刘安庆, 杨李敏. 47 例髋关节置换术后股骨假体周围骨

- 折的治疗分析[J].中华骨与关节外科杂志,2019,12(1):45-48.
- [11] 中华医学会放射学分会骨关节学组,中国医师协会放射医师分会肌骨学组,中华医学会骨科学分会骨质疏松学组.骨质疏松的影像学与骨密度诊断专家共识[J].中华放射学杂志,2020,54(8):745-752.
- [12] 刘海波.定量 CT 和双能 X 线骨密度仪检测女性类风湿关节炎患者骨密度比较[J].实用放射学杂志,2020,36(6):945-948.
- [13] 黎康弟,张金山,姚云,等.DXA 测量骨密度的精密度评估及其应用[J].中国骨质疏松杂志,2019,25(5):683-689.
- [14] 李苏皖,付国建,谢洋,等.骨质疏松患者全髋关节置换术后股骨应力变化的有限元分析[J].中国矫形外科杂志,2017,413(3):260-263.
- [15] 蒋维海,孙微.全髋关节置换术后假体周围骨密度和骨代谢的变化及其临床意义[J].中国现代医学杂志,2018,28(23):69-72.
- [16] Dc S, Ramanath SK, Grover A, et al. Uncemented total hip replacement after two years of neglected hip dislocation with fracture of posterior column and wall of the acetabulum[J]. Trauma Mon, 2016, 21(5): 5301-5309.
- [17] Petursson T, Edmunds KJ, Gislason MK, et al. Bone mineral density and fracture risk assessment to optimize prosthesis selection in total hip replacement[J]. Comput Math Methods Med, 2015, 20(12): 162-169.
- [18] 黄和涛,潘建科,杨伟毅,等.保留股骨颈全髋关节置换术后假体周围骨密度变化[J].广东医学,2018,39(18):2758-2761,2766.

(收稿日期:2021-09-03 修回日期:2021-12-10)

