

· 临床研究 ·

DXA 测量骨密度的精密度评估及其应用

黎康弟 张金山* 姚云 陈堃 麦家杰

广州医科大学附属第三医院核医学科, 广东 广州 510150

中图分类号: R589.5 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2019) 05-0683-07

摘要: **目的** 通过短期精密度实验, 统计分析双能 X 线吸收测定法 (dual energy X-ray absorptiometry, DXA) 测量骨密度 (bone mineral density, BMD) 的最小显著性变化值 (least significant change, LSC), 并探讨其临床应用价值。 **方法** 4 名技术员 (A、B、C 和 D) 使用 GE Lunar Prodigy 型双能 X 线骨密度仪均分别测量 31 名受检者 (共 124 名) 的腰椎和髋部的 BMD, 每位受检者连续测量 2 次, 计算其精密度误差 (precision error, PE) 和 LSC。 **结果** (1) 不同技术员测量各部位 BMD 的各指标水平有差异, 同一技术员每个测量位点的 PE 和 LSC 也不同; 腰椎的 PE 和 LSC 较双侧股骨的波动幅度小, 本实验中 4 位技术员之间对于 L1~4, 左、右股骨颈和左、右全髋部测量的 PE 变异系数 (coefficient of variation, CV) 差异皆无统计学意义 ($P>0.05$); (2) 本团队测量 L1~4 的 PE 为: RMS-SD=0.011 g/cm²、RMS-CV=0.011, LSC 为: LSC-SD=0.031 g/cm²、LSC-CV=0.031; 左全髋的 PE 为: RMS-SD=0.013 g/cm²、RMS-CV=0.014, LSC 为: LSC-SD=0.036 g/cm²、LSC-CV=0.039, 右全髋的 PE 为: RMS-SD=0.010 g/cm²、RMS-CV=0.011, LSC 为: LSC-SD=0.026 g/cm²、LSC-CV=0.030。 **结论** 使用 DXA 测量骨密度的 PE 小、精密度高; 预计随访间隔时间 (monitoring time interval, MTI) 应随着感兴趣区 PE 的增加而延长, 随着预计 BMD 年变化的增加而缩短。

关键词: 骨组织; 骨密度; 精密度; 最小显著性变化值

Accuracy assessment and application of bone mineral density measured by dual-energy X-ray absorptiometry

LI Kangdi, ZHANG Jinshan*, YAO Yun, CHEN Longxi, MAI Jiajie

Department of Nuclear Medicine, the Third Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510150, China

* Corresponding author: ZHANG Jingshan, Email: tongtongonggz@163.com

Abstract: **Objective** To statistically analyze the least significant change (LSC) in the measurement of bone mineral density (BMD) with dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), and to explore its clinical value. **Methods** BMD of the lumbar vertebrae and the hip of 31 subjects were measured using the GE Lunar Prodigy bone densitometer by 4 technicians (A, B, C, and D). Each subject was measured for 2 consecutive times, and the precision error (PE) and LSC were calculated. **Results** (1) There were difference in BMD measurement of different positions between the technicians. The PE and LSC at each site were different measured by the same technician. The variation of PE and LSC in the lumbar region of interest was smaller than that in the bilateral femurs. In this experiment, there was no statistically significant difference in PE (CV) measured at L1-L4, left and right femur necks, and left and right total hips between 4 technicians (all $P>0.05$). (2) The PE of L1-L4 measured by the team was RMS-SD=0.011 g/cm², RMS-CV=0.011, and the LSC was LSC-SD=0.031 g/cm², LSC-CV=0.031. The PE of the left total hip was RMS-SD=0.013 g/cm², RMS-CV=0.014, and the LSC was LSC-SD=0.036 g/cm², LSC-CV=0.039. The PE of the right total hip was RMS-SD=0.010 g/cm², RMS-CV=0.011, and the LSC was LSC-SD=0.026 g/cm², LSC-CV=0.030. **Conclusion** PE is small and accurate when using DXA to measure BMD. The monitoring time interval (MTI) should be extended with the increase of PE in the area of interest and be shortened with the increase of the predicted annual change of BMD.

Key words: bone tissue; bone mineral density; accuracy; the least significant variation

骨质疏松 (osteoporosis, OP) 是一种以骨量降低及骨显微结构退化, 骨脆性增加易发生骨折为特征

的全身系统性骨骼疾病, 随着人口老龄化的日趋严重, OP 已成为我国面临的重要公共健康问题^[1]。日前, 有多种手段可用于骨密度 (bone mineral density, BMD) 的测量以诊断 OP 及评估脆性骨折风

* 通信作者: 张金山, Email: tongtongonggz@163.com

险,各有其适用范围和局限性^[1-2],其中应用双能X线吸收法(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)定量测量则被WHO推荐为OP的诊断标准^[3]。DXA具有高精密度、扫描时间短、低辐射剂量以及稳定的校准效能,价格便宜,结果精准可靠等独特优势而被广泛应用于临床。虽然DXA骨密度仪是一种高精度仪器,但必然有一定的测量误差,操作者的操作对DXA测量质量至关重要^[4],故必须采取有效的质量控制方法,以确保测量结果的真实性、可靠性。本研究应用短期精密实验,通过分析标准差的均方根(RMS-SD)和百分变异系数(coefficient of variation, CV)的均方根(RMS-CV)来观察骨密度测量的精密误差(precision error, PE),并根据PE来计算最小显著性变化值(least significant change, LSC)和最短随访时间所需的变化,从而筛选出骨密度测量中最佳的感兴趣区(region of interest, ROI),为准确评估OP疗效和确定随访间隔时间等提供量化指标和参考依据。

1 资料和方法

1.1 临床资料

根据纳入标准和排除标准共确定124例受检者,均来自本院的健康体检者,其中男性31例,女性93例,年龄25.2~79.6岁,平均年龄为(54.1±8.9)岁。全部受检者经知情同意后均连续重复测量2次,在第2次测量前,要求患者下床后再上床重新定位。由本科室4名技术员(A、B、C和D)完成测量,每位技术员均完成31例受检者的BMD测量。纳入标准:男女性别不限,年龄在20~80岁,无影响DXA骨密度测量的不良因素。排除标准:①严重的腰椎解剖结构异常,如严重脊柱侧弯、严重退行性变、扫描部位骨折、外科手术致脊柱和全髋部异常等;②椎骨明显硬化、增生;③各种可引起假性骨密度增高情况,如高密度异物、体表的药膏、放射性核素显像后有残留放射性、胃肠钡剂、造影剂残留等;④摆位时腰椎轴线倾斜、偏移、人为侧弯、髋部测量中骨内旋角不准等。

1.2 骨密度测量仪

GE Lunar Prodigy型双能X线骨密度仪。

1.3 每日质量保证

每天在检查前必须使用每日质量保证(quality assurance, QA)测试及校正自检程序完整执行每日QA程序,用GE公司提供的黑色标准校准模块来完成,该校准模块包含类等同组织的材料,并具有3个

已知骨矿物质含量的骨模拟室。每日QA测试通过后,骨密度仪方可正常使用。如果QA测试未通过,需重新定位校准块,重复执行QA程序,如果第2次还是测量失败,则致电GE工程师寻求协助。在本研究期间,每日QA均为一次性通过,该期间机器没有进行大维修。同时使用脊柱水模(GE公司提供的铝梯腰椎体模)独立评价校正结果,每周至少扫描体模一次。

1.4 BMD测量部位及方法

选择腰椎及双髋部为BMD检查部位,BMD检查需注意以下事项:感兴趣区域内必须保证无任何影响骨密度测定结果的因素,必须避免任何可以削弱X射线光束的物品,例如腰带、纽扣、项链、钥匙、手机等金属性高密度物品,检查前2~3d没有服用或注射放射性核素或钡剂等高密度药品等。

1.4.1 腰椎BMD测量:采用腰椎后前位摆位法,嘱受检者仰卧于扫描床中间,以扫描床的中线作为参考来校正受检者体位。受检者的左右手臂必须远离左右髋部的边侧,自第5腰椎开始往上扫描,两侧髂脊可见。理想的腰椎扫描图像是腰椎垂直并位于扫描视野中间,扫描区域必须包含完整的第1~4腰椎,从两侧髂脊扫描到T12清晰可见。

1.4.2 髋部BMD测量:采用腰椎后前位摆位法,受检者仰卧于扫描床正中后(同腰椎BMD测量),大腿略向外拉,双腿内旋15°~25°,然后将受检者的足部放在厂家提供的股骨定位装置来固定受检者的脚,选择定位按钮时,出现定位激光灯,调整激光灯的位置,使起始激光点定位在股骨干的中部,距髂嵴一手间距离,点击开始扫描。扫描区域应清晰准确包括大转子、股骨颈和坐骨,股骨干垂直,小粗隆不显示或者小部分显示(即“显而不露”)。左右髋部检查顺序时间先后不拘。检查完毕后,检查图像质量,若符合要求则点击回归静泊位,检查结束。

1.4.3 PE及LSC的计算方法^[5]:公式(1)~(4)分别为标准差(SD)、标准差均方根(RMS-SD)、CV、变异系数均方根(RMS-CV)的计算方法。PE用RMS-SD和RMS-CV计算表示,95%可信区间的最小显著性变化值分别用LSC-SD、LSC-CV表示,其计算公式见公式(5)。各计算公式如下:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} \quad (1)$$

$$RMS-SD = \sqrt{\frac{\sum s^2}{n}} \quad (2)$$

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \quad (3)$$

$$RMS-CV = \sqrt{\frac{\sum CV^2}{n}} \quad (4)$$

$$LSC = 2.77 \times PE(RMS-SD, RMS-CV) \quad (5)$$

间隔时间 (monitoring time interval, MTI) =

$$\frac{LSC}{\text{预期 BMD 年变化}} \quad (6)$$

$$LSC = Z' (PE) \sqrt{\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2}} \quad (7)$$

其中,式中 χ 为检测值; n 为样本例数;SD 与 s 同义,皆为标准差;PE 为精密度误差; Z' 为预计达到的可信度水平; $n1$ 为基础测量次数; $n2$ 为跟踪测量次数;MTI 为随访问隔时间。

1.5 统计学分析

图表制作使用 Excel 2003 软件,统计分析使用 SPSS 18.0 软件,相关性分析采用非参数检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各测量部位 BMD 的 PE 与 LSC 统计结果

4 位技术员的腰椎及双髋不同 ROI 的骨密度测量的 PE 和 LSC 结果见表 1。表 2 表示不同测量指标团队的水平。由此可见,不同操作者测量各感兴趣区的各项指标的水平 and 团队的平均水平是有差异的,各个技术员的每个测量位点的 PE 和 LSC 也不同。但采用非参数检验方法对不同技术员的 CV 进行统计学分析,L1~4、左、右股骨颈和左、右全髋部的 P 值分别为 0.764、0.545、0.613、0.084 和 0.219 ($n = 124$)。

表 1 不同技术员测量腰椎和髋部不同 ROI 的精密度误差情况

Table 1 Precision errors of different ROIs of the lumbar and hip measured by different technicians

测量指标	L1~4				左股骨颈				左全髋				右股骨颈				右全髋			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
RMS-SD (g/cm ²)	0.008	0.011	0.011	0.012	0.029	0.018	0.016	0.022	0.013	0.014	0.010	0.013	0.013	0.017	0.023	0.016	0.009	0.008	0.011	0.010
RMS-CV	0.007	0.010	0.009	0.017	0.034	0.021	0.020	0.030	0.013	0.017	0.011	0.015	0.014	0.019	0.025	0.019	0.010	0.009	0.011	0.014
LSC-SD (g/cm ²)	0.022	0.029	0.030	0.043	0.080	0.049	0.045	0.061	0.035	0.046	0.027	0.036	0.036	0.046	0.062	0.044	0.024	0.022	0.030	0.028
LSC-CV	0.021	0.028	0.026	0.047	0.095	0.059	0.055	0.082	0.036	0.047	0.031	0.042	0.039	0.054	0.069	0.054	0.027	0.024	0.031	0.038
LSC-CV%	2.054	2.793	2.573	3.022	9.537	5.918	5.532	8.231	3.572	3.715	3.121	4.160	3.868	5.394	6.945	5.377	2.697	2.410	3.127	3.767

注:A、B、C 和 D 表示为 4 位不同的操作者(技术员)。

表 2 不同测量指标团队的平均水平

Table 2 Average level of indicators by different measurement teams

测量指标	L1~4	左股骨颈	右股骨颈	左全髋	右全髋
RMS-SD (g/cm ²)	0.011	0.021	0.017	0.013	0.010
RMS-CV	0.011	0.026	0.019	0.014	0.011
LSC-SD (g/cm ²)	0.031	0.059	0.047	0.036	0.026
LSC-CV	0.031	0.073	0.054	0.039	0.030
LSC-CV%	2.611	7.305	5.396	3.642	3.000

2.2 各测量部位不同感兴趣区 PE 与 LSC 的对比及变化趋势(图 1~4)

由图 1~4 可见,对于腰椎 BMD 的测量,4 名技术员的 L1~4 的 PE 和 LSC 均为最低;对于双髋部,技术员 A、C、D 均以左全髋部的 PE 和 LSC 最低,技术员 B 则是左大粗隆的 PE 和 LSC 最低,但本实验中 4 位技术员之间对于 L1~4、左、右股骨颈和左、右全髋部测量的 PE (CV) 差异皆无统计学意义 ($P > 0.05$)。在各测量位点中,用标准差 (SD) 和变异系数 (CV) 这两种表达方式所表示的 PE 和 LSC 在不

同测量位点的波动幅度有所不同,但是就整体而言,不管是用 RMS-SD 和 RMS-CV 来表示 PE,还是用 LSC-SD 和 LSC-CV 来表示 LSC,这两种表达方式的结果趋势基本一致。每个技术员个体之间在各个测量位点的 PE 和 LSC 的波动幅度也是有个体差异的,腰椎各感兴趣区的 PE 和 LSC 较双侧股骨的波动幅度小。SD 所表示的 PE 和 LSC 较 CV 所表示的波动幅度要稳定一些。技术员 C 的整体波动幅度比较稳定,技术员 B 的整体波动幅度相对不太稳定,但是在最主要的感兴趣区,4 名技术员的波动幅

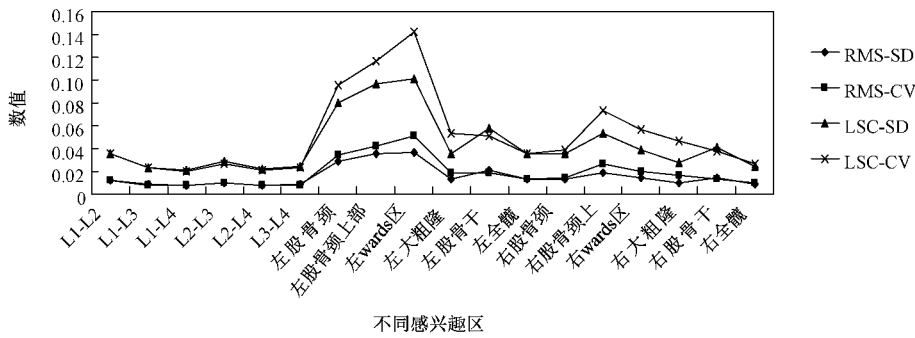


图 1 技术员 A 不同感兴趣区的 PE 和 LSC 变化趋势

Fig.1 Change trend of PE and LSC in areas of interest by technician A

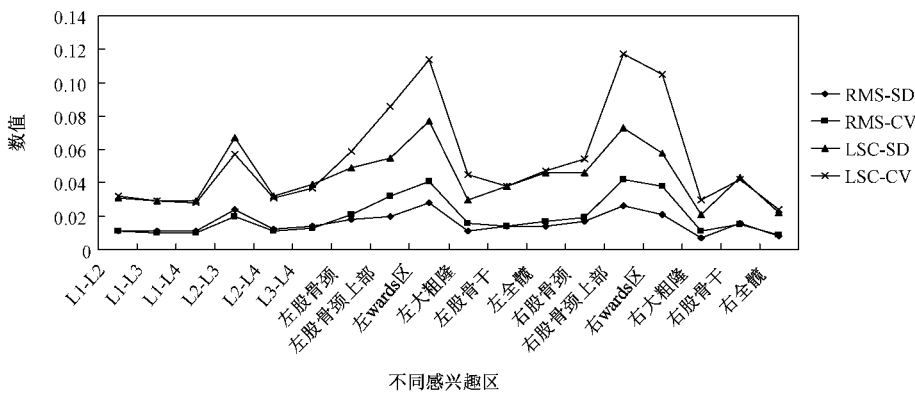


图 2 技术员 B 不同感兴趣区的 PE 和 LSC 变化趋势

Fig.2 Change trend of PE and LSC in areas of interest by technician B

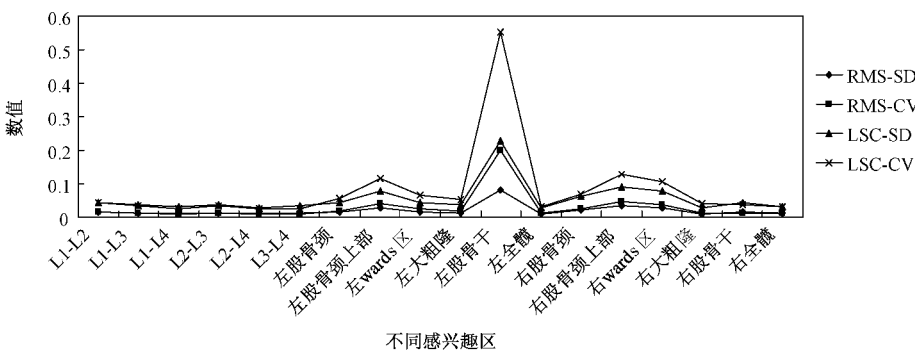


图 3 技术员 C 不同感兴趣区的 PE 和 LSC 变化趋势

Fig.3 Change trend of PE and LSC in areas of interest by technician C

度都比较平稳。

2.3 预计随访问隔时间的估算

由公式 6 计算^[6]:随访 MTI=LSC/预计 BMD 年变化率。本研究中,L1~4、左右全髋部等的 PE 值低、精密度误差小,应选择这几个部位进行估算 MTI。例如一个患者接受治疗后,1 年腰椎(L1~4)骨密度均值增加 0.031 g/cm²,L1~4 的 LSC-SD 为 0.031 g/cm²,则通过公式可得出:MTI = LSC/0.031=0.031/0.031=1.0(年)。

3 讨论

3.1 精密度与 LSC

DXA 骨密度仪是一种定量测定 BMD 的精密仪器,但仍存在测量误差问题,测量误差包括准确度误差和精密度误差。准确度误差是一种系统误差,是指测量结果与真值的一致程度,是对骨密度仪测量真值能力的反映。在不同的时间点测量同一个标准模块,如其标准差(SD)及 CV 越小,则表明准确度

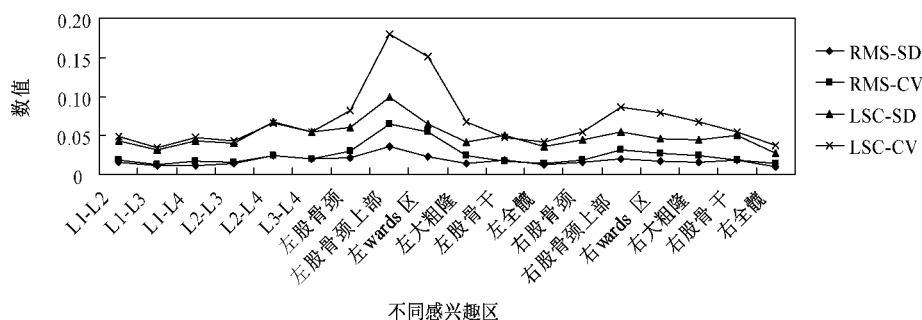


图4 技术员D不同感兴趣区的PE和LSC变化趋势

Fig.4 Change trend of PE and LSC in the area of interest by technician D

误差越小,被测量值越靠近真实值,该设备稳定性就越好。精密度误差又叫平方根标准误(RMS-SD),是指在相同的条件对同一被测量对象进行多次独立的测量结果之间的一致性,反映了测量结果的重复性问题,可分为短期和长期两种精密度误差。长期精密度实验比短期精密度实验更重要,但长期精密度实验至少需要1年的时间,而且还存在其他一些误差因素,如仪器受局部温湿度影响、探测器漂移、设备的机械损耗、更换操作者等,长期精密度实验在实际应用中存在较大的难度。而短期精密度实验作为评价重复性的指标,只要用来衡量骨密度变化的最小显著性变化,对于每一个用于随访观察患者骨密度变化的骨位点都可进行独立的精密度研究,能更有效监督患者骨密度的变化^[7]。国际临床骨密度测量学会(International Society for Clinical Densitometry, ISCD)推荐短期精密度实验方法,即重复扫描15例患者每人3次(或30例患者每人2次),每次扫描需重新定位^[8]。本研究采用的也是短期精密度实验。在临床实践中,骨密度仪的精密度除了仪器的系统误差,还可能受到更换操作者或不准确的摆位及分析水平等影响,故有必要通过对受检者多次骨密度测量计算精密度误差和最小显著性变化值LSC($LSC = 2.77 \times PE$)。同时可见,PE越小,则LSC越小。因此,在消除人为因素影响的情况下,LSC与测量方法的精密度密切相关,测量方法的精密度好,LSC就小,反之则大。RMS-SD表示绝对精密度(单位是 g/cm^2),RMS-CV表示相对精密度(用CV%表示)。ISCD严格规定了精密度,要求每个操作者测量各骨位点的精密度误差(CV%)可接受的范围为腰椎、全髋的CV%分别为1.9%和1.8%,95%可信区间(LSC-CV%)分别为5.3%和5.0%,如果技术员的精密度误差不能满足上述最低的误差,则需对操作者进行重新培训再独立上

岗^[8]。在本研究中,4名技术员的腰椎和左右全髋部中全部主要的感兴趣区的相对精密度均远低于上限,均符合ISCD的要求。

3.2 最佳感兴趣区

每台骨密度仪都必须确定不同骨骼部位的精密度。不同的测量骨位点有不同的精密度,在骨密度测量中,最佳感兴趣区应首选精密度误差较低的位点^[5],以便及时发现骨质疏松的危险因素,避免骨质疏松的漏诊。本次研究中,4名技术员的腰椎各位点的精密度误差由低到高依次为L1~4、L2~4或L1~3、L3~4或L1~2;由此可见,测量各骨位点的精密度误差以4个椎体最低,3个椎体次之,2个椎体较高。通常较大的骨骼组织,其骨密度测量的精密度越好,L1至L4或L2至L4椎体作为一个整体能够提供最大的扫描区域,股骨近端首选全股骨区域,其次为股骨粗隆^[9]。ISCD的官方立场也建议骨质疏松诊断的感兴趣区选择L1至L4中所有可评估的椎体,去除病变的椎体,但至少要有两个椎体,不能只根据一个椎体的BMD来诊断和分类^[8]。在本研究中,髋部感兴趣区的精密度误差以全髋部最低,大粗隆部位次之。故髋部的最佳感兴趣区应选用全髋部,一般不选用股骨颈和Ward's区,因股骨的旋转对各部位BMD影响较大^[10],Ward's区多由仪器自动定位、面积小、取样和重复性误差而影响其精密度,Ward's区CV最大,故不宜选用该部位进行诊断和治疗后的随访观察^[11-12]。

3.3 最小显著性变化值的确定

当已确定了已知骨位点的精密度,从而就确定了骨位点真正的生物学改变,即最小显著变化(LSC)。要确定LSC,必须确定统计学可信度范围、初诊和随访检测次数(参考公式7)。ISCD在2002年报告中建议LSC应该按照95%可信度计算;只有达到或超过这个值,骨密度的变化才被认为有显著

性意义。然而,95%的统计学可信度是理想的要求,影响临床诊断的可信度通常达到80%的统计学可信度水平就已满足^[6,9]。

3.4 精密度值应用于平面骨密度测量

DXA骨密度测量的原理是将三维结构的骨组织投影成二维图像,得出的是面密度(g/cm^2),因此,技术员摆位不正确或者有差异都可能会导致骨面积的变化,从而影响最终的骨密度值。研究显示^[13],髋关节的旋转会影响DXA骨密度测量的准确性和精确度,旋转的差异对股骨颈的骨密度测量和股骨颈精度有显著影响。故在测量髋部BMD时,应使髋部向内旋转的一定角度(为 $15^\circ \sim 20^\circ$),使股骨颈平行于扫描床面,此时股骨颈的骨密度值是最低的,最能及时监测骨密度的变化,当该体位旋转过度或者不足时,股骨颈的骨密度值将会增高。

3.5 预计最小的随访问隔时间

在临床实践中,要知道骨密度是否发生了真正有效的变化,随访测量结果的判断必须基于确定的LSC值。不同的感兴趣区的精密度误差有差异,故在计算最小的MTI时应选取最佳的感兴趣区,这样得出的结果才更有说服力。只要LSC一确定,就可计算首次和随访测量的最小时间间隔。MTI不仅依靠测量位点的精密度(或LSC),还依靠测量位点的预期年变化率。在已知PE和LSC预测BMD的变化,MTI确定就取决于测量部位的LSC和药物。在没有做药物治疗的情况下,当预期BMD年变化一定时,MTI仅由精密度误差(或者最小有意义变化)决定,精密度越小(或最小有意义变化越小),MTI越短,精密度误差越大(或最小有意义变化越大),MTI越长。由公式6(随访问隔时间 $\text{MTI} = \text{LSC}/\text{预期BMD年变化}$)可见,当预计BMD年变化一定时,感兴趣区精密度误差越大,MTI越长;当感兴趣区的精密度误差一定时,MTI随着预计BMD年变化的增加而缩短。由于感兴趣区精密度误差的大小和预期年变化率对于预计随访时间影响较大,感兴趣区的精密度误差较大及预期年变化率较慢,预计MTI均较长,这可能使临床上比较难以接受,不利于及时评估疗效。因此,在骨密度测量中应首选最好的精密度和最大的年变化率的组合,故由精密度误差较小的L1~4、L2~4、L1~3及左右全髋这几个感兴趣区进行计算出来的MTI更为合理准确。

3.6 LSC评价BMD疗效

利用精密度误差来计算真正的生物学改变的骨密度最小变化量即最小显著性变化值可以判断骨质

疏松患者治疗成效及后续骨量的有效变化。治疗后BMD的变化值超过至少一个LSC的范围,该个体的BMD变化判定为显著,该次的治疗疗效显著;如果BMD的变化幅度在LSC的范围内,则认为BMD的变化不显著,无法评估该个体的BMD变化是治疗的成效还是技术员的随机误差;如果治疗后BMD变化不增加反而至降少了至少一个LSC的范围,由于BMD出现了显著性的下降,则该个体的变化判定为显著,但是不管是由于生理性上的骨丢失还是该治疗的疗效不明显,此次治疗都被评定为无效。

3.7 精密度的个体差异及团队精密度

目前,骨密度仪的生产厂商已经大幅度地提高了骨密度数据的自动分析水平,但是患者的定位和数据获得过程中的仔细监测仍然有赖于操作者的控制,如果没有正确、规范和稳定的操作,就难以达到理想的精密度^[5]。ISCD的精密度评估指南中提出^[14],每一个DXA测量中心都应该进行自身的精密度研究和计算各个骨测量位点的LSC,并以此计算95%可信度的LSC,多个技术员进行骨密度测量,精密度值要取所有技术员的精密度误差的平均值。在本次研究中,分析了单个技术员和团队的平均精密度误差,结果显示,4位技术员之间对于L1~4、左、右股骨颈和左、右全髋部测量的PE(CV)差异皆无统计学意义($P>0.05$),这表明主要感兴趣区的骨密度测量结果不会因为技术员的不同而出现差异。本研究中,4名技术员的所有的数据不是来自于同一人群(同一组受检者),如要做到同一人群,4名技术员检查就要求每名受检者必须要做8次BMD测定,随着技术员的增加,受检者需要检测的次数就越多,这不符合医学伦理方面的要求,受检者无法接受,这也是本研究的不足之处。当然,一个熟练的操作者的精密度总是优于多个操作者共同参与的测量精密度,对于同一受检者的测量以同一操作者完成为最佳。但实际工作中,同一台DXA测定仪可能有多个操作者在不同的时间段操作使用,此时当基础测量和跟踪测量不是同一操作者进行时,可用团队的精密度值来评估BMD的疗效以使结果越接近最真值,因为如果每一位技术员精确度误差的置信区间有重叠,表明技术员内部最小的差异不是真实的差异,而反映的是计算每位技术员精确度值时内在的不确定性,因此在实际工作中取精确度误差的平均值是合理的。

【参考文献】

- [1] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会.原发性骨质疏松症

- 诊疗指南(2017)[J].中国全科医学,2017,20(32):3963-3982.
- [2] 张智海,刘忠厚,李娜,等.中国人骨质疏松症诊断标准专家共识(第三稿,2014版)[J].中国骨质疏松杂志,2014,20(9):1007-1010.
- [3] 杜桂迎,余卫,林强,等.WHO双能X线吸收仪骨质疏松症诊断标准及其相关问题[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2016,9(3):330-338.
- [4] 余卫,夏维波,王青松,等.双能X线骨密度测量仪测量报告的影像分析及其质量评估[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2015,8(4):312-316.
- [5] 郭邵浩,施慧鹏,赵燕玲.DXA测量骨密度的精密度评估[J].徐州医学院学报,2010,30(1):40-44.
- [6] 周琦,程晓光.骨密度测量中精密度的重要性[J].中国骨质疏松杂志,2002,8(1):94-96.
- [7] 金超岭,王猛,李红磊,等.双能X线骨密度仪精密度和准确度的研究[J].中国骨质疏松杂志,2014,20(12):1425-1427.
- [8] 程晓光.国际临床骨密度学会共识文件(2005年版)[J].中国骨质疏松杂志,2006,12(2):205-209.
- [9] 王立,张智海,李茂廷.骨密度测量的精密度及其重要性[J].中国骨质疏松杂志,2011,17(4):317-320.
- [10] Sarath L, Robolge S, Janaka L. Effect of leg rotation on bone mineral density measurement[J]. J Clin Densitom, 2003, 3(4):331-336.
- [11] 黄际远,宋文忠.双能X射线骨密度测定在骨质疏松诊治中的应用[J].实用医院临床杂志,2008,5(5):127-128.
- [12] 朱晓颖,朱汉文,张雪梅.关于ward's三角区的探讨[J].中国骨质疏松杂志,2005,11(4):460-463.
- [13] Morgan SL, Prater GL. Quality in dual-energy X-ray absorptiometry scans[J]. Bone, 2017, 104:13-28.
- [14] Carey JJ, Delaney MF. Utility of DXA for monitoring, technical aspects of DXA BMD measurement and precision testing[J]. Bone, 2017, 104:44-53.
- (收稿日期:2018-09-12;修回日期:2018-12-18)

(上接第682页)

- [15] 靳鹏超,姜影,方晓丽.“穿肘热”结合腹针治疗风寒湿型肩周炎23例[J].中国针灸,2016,36(5):527-528.
- [16] 马兰英.火龙灸治疗寒湿痹阻型肩周炎30例临床疗效观察[J].中医临床研究,2018,10(8):84-85.
- [17] 娄飞,蒋翠蕾,张建东,等.桂枝附子汤加减联合中频导入治疗寒湿痹阻型肩周炎对功能康复的影响[J].中国实验方剂学杂志,2017,23(3):165-169.
- [18] 潘定举,陈久毅,贺祝英,等.六味祛风活络膏治疗肩关节周围炎(气滞血瘀证)的多中心双盲随机对照Ⅱ期临床试验[J].药品评价,2014,11(4):34-39,46.
- [19] 胥少汀,葛宝丰,徐印坎.实用骨科学[M].第4版.北京:人民军医出版社,2012:1439.
- [20] 中华中医药学会.中医骨伤科常见病诊疗指南[M].北京:中国中医药出版社,2012:25.
- [21] Senthilkumar DS. A study on efficacy of mailland's mobilisation techniques to improve shoulder abduction in feriarthritis of shoulder[J]. Eur J Surg Oncol, 2015, 41(6):S18-S19.
- [22] 严广斌.冻结肩[J].中华关节外科杂志(电子版),2017,11(3):324.
- [23] 徐俊,陈立峰,杜毅,等.肩关节腔扩张联合扳动手法治疗老年肩周炎的临床疗效[J].中国老年学杂志,2017,37(8):1982-1984.
- [24] 韩晓辉,王真真.针刺“鱼肩穴”治疗肩关节周围炎30例即时止痛效果观察[J].中国针灸,2016,36(10):1082-1082.
- [25] 董庆鹏,郑婧,李圣洪,等.体外冲击波联合痛点阻滞治疗粘连性肩关节囊炎的效果[J].中国疼痛医学杂志,2016,22(1):71-73.
- [26] 张彦丽,程甘露,张卫平.被动运动关节类手法联合温针灸、微波治疗肩周炎远期疗效分析[J].中国康复医学杂志,2015,30(7):718-720.
- [27] 万平凡.全麻下无痛手法松解治疗复杂性肩周炎疗效[J].包头医学院学报,2018,34(2):47-48.
- [28] 张明,周敬杰,陈杰,等.Mulligan手法治疗冻结期肩周炎患者的疗效观察[J].中华临床医师杂志(电子版),2015,9(22):4133-4137.
- [29] 徐星凯,许茜,许金水.针灸治疗肩周炎随机对照试验的刺灸法运用进展[J].针灸临床杂志,2013,29(11):60-64.
- [30] 张增富.针刀与局部封闭法治疗肩周炎患者的疼痛介质及炎症因子影响的研究[J].中医临床研究,2018,10(8):82-84.
- [31] 张青,傅卫红,黄美兰,等.活血化瘀方配合矿物质热敷治疗肩关节周围炎120例[J].陕西中医,2014,35(3):323-324.
- [32] 李圣洪,董庆鹏,梅敦成,等.内热针导热疗法联合臂丛神经阻滞下肩关节松解治疗粘连性肩关节囊炎的临床效果[J].中国疼痛医学杂志,2017,23(2):152-155.
- [33] 王明明,蔡圣朝.蔡圣朝教授针刺“环臂八针”治疗肩周炎[J].吉林中医药,2017,37(7):664-666.
- [34] 李中伟,李昭龙.推拿手法配合TDP治疗肩周炎92例临床观察[J].吉林医药学院学报,2017,38(4):274-275.
- [35] 郑国庆,王艳,顾勇.论异病同治“病”之条件性[J].中国中西医结合杂志,2015,35(5):517-520.
- [36] 王方方,陈家旭,侯雅静,等.异病同治,辨主证为要[J].北京中医药大学学报,2017,40(12):978-981.
- (收稿日期:2019-01-18;修回日期:2019-01-23)