

体位变化影响骨密度重复性因素的探讨

张全 杜茜 张颖

【摘要】 目的 探讨在骨密度测量过程中体位变化影响重复性的因素。方法 用 DEXA(DPXL)扫描 ASP 和受试者腰椎,以 ASP 为参照物,通过对人体固定体位、移动体位、腰椎序列定位 BMD 的结果进行分析,探讨影响重复性因素。结果 固定体位连续多次扫描结果的重复性较好,移动体位结果变异性较大,体位远离检测床中轴线对结果影响最大;而腰椎序列定位不准确获得的结果偏低,不能代表真实的 L₂₋₄结果。结论 培训有素的人员操作可以减少因体位变化引起的误差,操作人员相对固定,对首次检测结果、近期、远期随访和科研数据的准确性都是相当重要的。

【关键词】 骨密度测量;重复性;DEXA

Factors of body positions influencing reproducibility of BMD measurements ZHANG Quan, DU Qian, ZHANG Ying. Department of Obstetrics and Gynecology, The General Hospital of PLA. Beijing 100853, China

【Abstract】 Objective To find out the factors of body positions influencing the reproducible results in BMD measurements. **Methods** Using DEXA (DPX-L) to scan the Aluminum Spine Phantom and patient's lumbar spines, the BMD in the lumbar spines of patient body in fixed and moved positions were compared with reference values of the Aluminum Spine Phantom. **Results** Consecutive serial scanings in fixed position of body yielded better reproducible results than those with considerable variability in moved positions. The greatest variability was found at body positions far from the center of the test bed. Inaccurate positioning of the lumbar spines yielded much lower BMD value, not representing the actual L₂₋₄ BMD. Thus, experienced operators made less varied reproducibilities because positioning of the body is a chief factor in good reproducibility of BMD measurements. **Conclusion** It is highly important to train scan operators in keeping accurate data on BMD measurements for follow-up studies.

【Key words】 BMD measurements; Reproducibility; Dual energy X-ray absorptiometry

自 1885 年 Pommer 首次提出骨质疏松症(Osteoporosis, OP)这一概念,学者们后来在一个多世纪中对骨密度(Bone Mineral Density, BMD)、骨结构及血液生化指标等方面进行了一系列大量研究,使这一定义更为明确了。第三届和第四届国际骨质疏松症会议^[1,2]认为:OP 是以骨量减少、骨组织显微结构受损,继后出现骨折危险性增加为特点的一种疾病。BMD 测定是当今普遍认为评价 OP 的一种微创性检查手段,目前临床采用双能 X 射线吸收法测定 BMD,具有准确度及精密度高、辐射剂量低和操作方便等优点。但是在实际使用过程中影响测定结果重复性有诸多因素^[3]。笔者对不同体位影响结果重复性的问题做一探讨,旨在引起同行兴趣、提高检测质量、更好的为临床服务。

材料和方法

1. 仪器设备:双能 X 射线吸收仪(Dual-energy X ray absorptiometry DEXA)DPX-L,1992 年购于美国 Lunar 公司。
2. 金属铝体模型(Aluminum Spine Phantom, ASP) Lunar 公司提供。
3. 检测对象:ASP;健康自愿受试者 6 名;操作人员 2 名。
4. 骨密度检测前的准备:DEXA 置于 25℃ 检测室内,检测前开机预温 15 min 后进行自检(System quality assurance)。当自检通过后对 ASP 进行扫描检测,按 Aluminum Spine Phantom DPX Version 3.6 说明书操作^[4],只有测得的 ASP 值在预先设定的值(1.244% ± 2%)范围内方能进入正常的工作状态。开机 48 h 后重复自检,ASP 每周进行 1 次用于评价

DEXA 准确度和精密度。

5. 检测对象及结果分析:对受试者固定体位、移动体位及 ASP 为参照物进行扫描,扫描完成后操作者确定 L₁₋₄ 的腰椎位置,仪器根据 9/92 DPX Software version 3.6;DPX-L Software Version 1.3 工作程序自动分析出结果^[5,6]。

结 果

1. 固定体位对 BMD 值的影响

把 ASP 和受试者按骨密度测量的要求置于检测床中轴线,同一天在 4 h 内连续 5 次扫描,通过腰椎 L₂₋₄ BMD 值的结果,比较固定体位结果重复性和操作人员之间的随机误差(表 1,2)。

表 1 甲操作员对 ASP 和两名受试者固定体位 L₂₋₄ BMD 值的结果

检查次数 (n)	ASP L ₂₋₄ BMD 值	受试者 A L ₂₋₄ BMD 值	受试者 B L ₂₋₄ BMD 值
1	1.257	1.179	1.174
2	1.259	1.174	1.176
3	1.260	1.179	1.174
4	1.259	1.179	1.179
5	1.259	1.174	1.175
$\bar{x} \pm s$	1.259 ± 0.001	1.177 ± 0.002	1.176 ± 0.002
CV%	0.08	0.21	0.16

表 2 乙操作员对相同受试者固定体 L₂₋₄ BMD 值结果

检查次数 (n)	ASP L ₂₋₄ BMD 值	受试者 A L ₂₋₄ BMD 值	受试者 B L ₂₋₄ BMD 值
1	1.233	1.173	1.164
2	1.232	1.168	1.168
3	1.235	1.178	1.168
4	1.236	1.168	1.168
5	1.239	1.177	1.175
$\bar{x} \pm s$	1.235 ± 0.002	1.173 ± 0.004	1.169 ± 0.004
CV%	0.18	0.36	0.30

结果表明:两名操作员对固定体位 ASP 和两名相同受试者在 4 h 之内进行扫描,对每位操作员而言,其 BMD 值都比较集中,分散度不大,固定体位结果重复性较好,以 ASP 为参照物 L₂₋₄ BMD 值在 (1.244 ± 2)% 之内,进一步说明受试者结果的可信性。但操作员之间存在随机误差,以 CV 值来看,两名操作员对同一受试者相差 2 倍。方差分析,两名操作员之间也有显著性差异 (P = 0.000)。从临床角度来看这种差异是可以接受的。甲操作员对 ASP 测定值偏高,而受试者 A、B 的 BMD 也略高;乙操作员对 ASP 测定值偏低,而受试者 A、B 的 BMD 也略低,但都在特定的标准范围之内。

2. 移动体位对 BMD 值的影响

DEXA 进入工作状态后将 ASP 和两名受试者置于检测床中轴线并与中轴线保持垂直,在 1 周内每天扫描 1 次连续 5 次,观察 BMD 值的变化(表 3)。

表 3 移动体位受试者 L₂₋₄ BMD 值的结果

检查次数 (n)	ASP L ₂₋₄ BMD 值	受试者 C L ₂₋₄ BMD 值	受试者 D L ₂₋₄ BMD 值
1	1.242	0.991	1.047
2	1.257	0.947	1.040
3	1.229	0.965	1.007
4	1.240	0.979	0.998
5	1.260	0.996	1.100
$\bar{x} \pm s$	1.246 ± 0.012	0.976 ± 0.018	1.038 ± 0.036
CV%	0.92	1.83	3.51

结果表明 ASP 和受试者的 L₂₋₄ BMD 值变化均比固定体位大,数据相对比较分散,移动体位 ASP 的 CV 值与固定体位相比较,变化范围为 5 ~ 11.5 倍,人的移动体位 CV 值变化在 1.83 以上,固定体位变化较小,说明体位对 BMD 的结果影响很大。

3. 体位偏离检测床中轴线对结果的影响。

同一受试者体位在检测床中轴线和偏离检测床中轴线,1 h 之内扫描结果的比较。受试者有轻度的脊柱侧弯,摆放位置也易出现偏离检测床中轴线(图 1,2)。

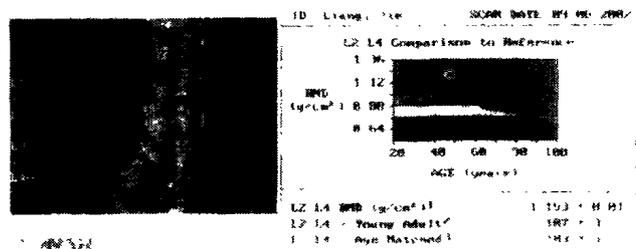


图 1 腰椎距检测床中轴线较近 BMD 结果

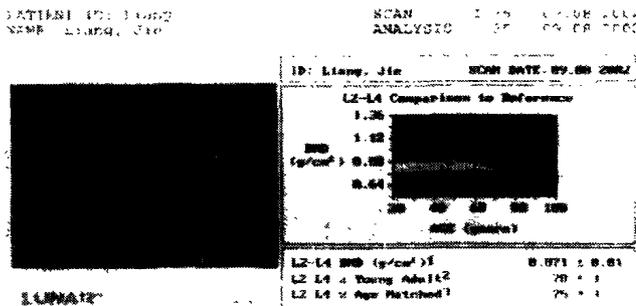


图 2 腰椎距检测床中轴线较远 BMD 结果

图1体位相对距检测床中轴线较近, L₂₋₄ BMD 值在正常范围;图2是同一受试者体位距检测床中轴线较远, L₂₋₄ BMD 值低于 2.08 标准差, 诊断骨量丢失。同一受试者仅因检测部位的移动得出两种不同的结论, 可见体位摆放正确与否对结果的影响极为重要。

4. 腰椎序列定位对结果的影响

髂嵴连线为 L_{4,5} 椎体的分界线, 线下为 L₅, 线上为 L₄, 这一标志比较可靠, 而且 DEXA 对受试者自动定位时往往出现以肋骨为标识, 对没有十二肋骨的受试者则把腰椎上移一个椎体, 使 L₂₋₄ BMD 值偏低(图3,4)。

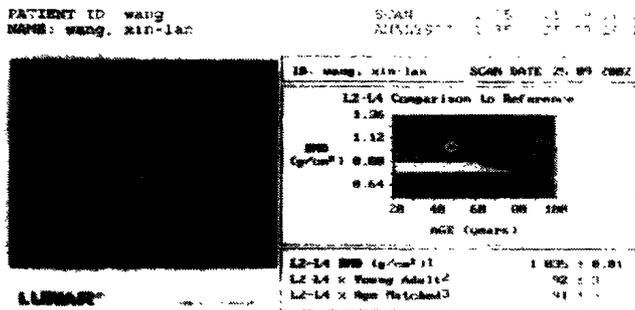


图3 腰椎正确定位 L₂₋₄ 的 BMD 结果

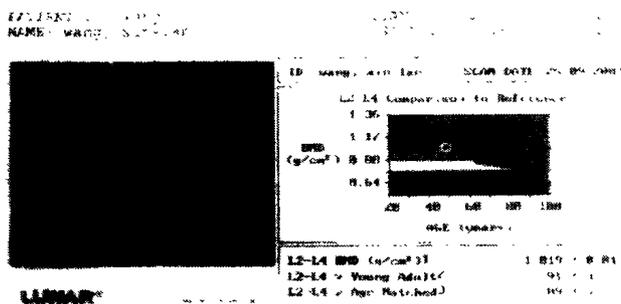


图4 腰椎定位不准确 L₂₋₄ 的 BMD 结果

图3,4 虽然在诊断上没有引起不同的争议, 但图4显示的是 L₁₋₃ BMD 值, 不是 L₂₋₄ BMD 值, 而图3才是 L₂₋₄ BMD 值。这种误差的出现是操作员缺乏解剖知识造成的, 由于定位不准确所以也得出正确的结果。

讨 论

本文仅以腰椎为例说明操作过程中体位对结果造成的误差因素。固定体位的误差较小, 重复性好。移动体位引起的误差较大, 远距检测床中轴线引起的误差最大, 腰椎序列定位正确与否直接反映 L₂₋₄ BMD 值的真实性。为了减少操作误差, 加强技术人

员业务培训、统一规范、增强医学基础知识是极为必要的。虽然这个问题在国内专业学术会议及著作中也都强调过^[3,8,9], 但论文报道较少, 关于仪器的误差提示的较多操作误差提示的较少, 实际操作误差引起结果的可信度远大于仪器误差。

病人的体位应置于检测床中心, 身体长轴与检测床中心长轴垂直, 检测床大多铺有床单, 应把中线两端露出来便于定位。脊柱侧弯在定位时会出现与检测床长轴不垂直的现象, 对 BMD 会有一些影响。图1,2 是同一患者, 在 2 万多名骨密度受检人群中出现的特例, 其值相差如此之大(BMD 相差 0.322 g/cm²) 是否偶然现象, 请同行在测量 BMD 过程中给予注意。当在荧光屏发现体位不正确时应重新定位。大量文献^[3,8,9] 及本文都强调体位变化对 BMD 的影响。

技术人员培训是解决操作误差最实际而有效的办法, 只有操作人员之间随机误差变的越小, 初次结果、近期、远期随访的结果才有可靠性和可比性。Phillipov^[7] 对培训后的人员之间获得近期、远期随访的结果做了比较后发现差异性不显著。尽管如此也应采取操作人员相对固定, 以减小误差, 特别是科研课题尤为重要, 以免结果的假阳性或假阴性。

腰椎的定位在正常情况下并不困难, 当年龄增加或某些疾病引起骨质增生、椎间盘及临近组织钙化时定位不清也时有发生, 此时的腰椎 BMD 值已失去了真实性, 因此髌骨的测定就成了可选择位置。老年人、更年期妇女股骨颈是易发生骨折部位, 因此其意义不言而喻^[10]。

参 考 文 献

- 1 Consensus development conference. Prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Osteoporos Int*, 1991, 1:114-117.
- 2 Consensus development conference. Prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med*, 1993, 94:646-650.
- 3 杨定焯. 质量控制对骨密度测量的重要性. 全国骨质疏松诊断专题学术研讨会论文汇编, 2002. 1-4.
- 4 Operator's manual. Daily procedures, quality assurance and AP spine analysis. Lunar Corporation Documentaiton Version, 9/92.
- 5 Lunar DPX. Technical manual: Appendix, Calibration, precision and accuracy E1-10. Lunar Corporation Documentaiton Version, 9/92.
- 6 Established spine phantom BMD value. Aluminum spine phantom DPX version 3.6. Lunar Corporation Documentation Version, 9/92.
- 7 Phillipov G, Seaborn CJ, Phillips J. Reproducibility of DXA: Potential impact on serial measurements and misclassification of osteoporosis. *Osteoporos Int*, 2001, 12:49-54.
- 8 见:程晓光,郭世绒,罗先正,邱贵兴,主编. (下转第 187 页)

关系仍然存在一定困难。

参 考 文 献

- 1 Huang BK, Goloen LA, Tarjan G, et al. Insulin-like growth factor I production is essential for anabolic effects of thyroid hormone in osteoblasts. *J Bone Miner Res*, 2000, 15: 188-197.
- 2 Varga F, Rumpel M, Klaushofer K, et al. Thyroid hormones increase insulin-like growth factor mRNA levels in the clonal osteoblastic cell line MC₃T₃-E₁. *FEBS Lett*, 1994, 345: 67-70.
- 3 Lakatos P, Foldes J, Nagy Z, et al. Serum insulin-like growth factor- I, insulin-like growth factor binding proteins, and bone mineral content in hyperthyroidism. *Thyroid*, 2000, 10: 417-423.
- 4 Abu EO, Bord S, Horner A, et al. The expression of thyroid hormone receptors in human bone. *Bone*, 1997, 21: 137-142.
- 5 Allain TJ, Ten PM, Flanagan AM, et al. The isoform-specific expression of the tri-iodothyronine receptor in osteoblasts and osteoclasts. *Eur J Clin Invest*, 1996, 26: 418-425.
- 6 Siddiqi A, Burrim JM, Noonan K, et al. A longitudinal study of markers of bone turnover in Graves' disease and their value in predicting bone mineral density. *J Clin Endocrinol Metab*, 1997, 82: 753-759.
- 7 Pantazi H, Papapetrou PD. Changes in parameters of bone and mineral metabolism during therapy for hyperthyroidism. *J Clin Endocrinol Metab*, 2000, 85: 1099-1106.
- 8 Lucidarme N, Ruiz JC, Czernichow P, et al. Reduced bone mineral density at diagnosis and bone mineral recovery during treatment in children with Graves' disease. *J Pediatr*, 2000, 137: 56-62.
- 9 Mora S, Weber G, Marenzi K, et al. Longitudinal changes of bone density and resorption in hyperthyroid girls during treatment. *J Bone Miner Res*, 1999, 14(11): 1971-1977.
- 10 Papini E, Petrucci L, Guglieimi R, et al. Long-term changes in nodular goiter: a 5-year prospective randomized trial of levothyroxine suppressive therapy for benign cold thyroid nodules. *J Clin Endocrinol Metab*, 1998, 83: 780-783.
- 11 Gharib H, Mazzaferri EL. Thyroxine suppressive therapy in patients with nodular thyroid disease. *Ann Intern Med*, 1998, 128(5): 386-394.
- 12 Gullu S, Gurses MA, Baskal N, et al. Suppressive therapy with levothyroxine for euthyroid diffuse and nodular goiter. *Endocr J*, 1999, 46(1): 221-226.
- 13 Quan ML, Pasielka JL, Rorstad O, et al. Bone mineral density in well-differentiated thyroid cancer patients treated with suppressive thyroxine: a systematic overview of the literature. *J Surg Oncol*, 2002, 79: 52-70.
- 14 Greenspan SL, Greenspan FS. The effect of thyroid hormone on skeletal integrity. *Ann Intern Med*, 1999, 130: 750-758.
- 15 Bauer D, Ettinger B, Nevitt M, et al. Risk for fracture in women with low serum levels of thyroid-stimulating hormone. *Ann Intern Med*, 2001, 134: 561-568.
- 16 Baldini M, Gallazzi M, Orsatti A, et al. Treatment of benign nodular goiter with mildly suppressive doses of L-thyroxine: effects on bone mineral density and on nodule size. *J Intern Med*, 2002, 251: 407-414.
- 17 Saggese G, Bertelloni S, Baroncelli GL, et al. Bone mineral density in adolescent females treated with L-thyroxine: a longitudinal study. *Eur J Pediatr*, 1996, 155: 452-457.
- 18 Tumer L, Hasanoglu A, Cinaz P, et al. Bone mineral density and metabolism in children treated with L-thyroxine. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 1999, 12(4): 519-523.
- 19 Sheppard MC, Holder R, Franlyn JA, et al. Levothyroxine treatment and occurrence of fracture of the hip. *Arch Intern Med*, 2002, 162(3): 338-343.