

· 临床研究 ·

绝经后女性骨密度与静态平衡功能
以及稳定极限范围相关性临床研究

陈世菊 周君 覃渝茜 刘慧芳 许惊飞 王晓红 何成奇

【摘要】目的 通过静态平衡仪记录身体直立静止以及倾斜时足底重心的移动,测量绝经后女性的静态平衡指标以及稳定极限范围(LOS),比较绝经后正常骨量女性、绝经后骨量减少女性、绝经后骨质疏松女性的静态平衡功能指标以及稳定极限范围有无差异性。**方法** 50~60 岁的绝经后正常骨量女性 20 例、绝经后骨量减少女性 20 例、绝经后骨质疏松症女性 20 例,使用压力测力板分别测定 3 组受试者睁、闭眼直立时的静态平衡指标(前后平均摆幅、左右平均摆幅、平均摆动速度、摆动路径长度、摆动有效面积)及前后左右 4 个方向 LOS,使用 SPSS 17.0 进行统计学分析。**结果** 在睁眼以及闭眼状态下,3 组受试者静态平衡各项指标(前后平均摆幅、左右平均摆幅、平均摆动速度、摆动路径长度和摆动有效面积)组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。正常骨量组闭眼测试时的平均摆动速度和摆动路径长度分别为 (0.916 ± 0.666) cm/s 和 (52.109 ± 16.950) cm 均显著大于组内睁眼时的 (0.885 ± 0.585) cm/s 和 (38.768 ± 10.095) cm,差异有统计学意义($P<0.05$)。3 组受试者前、后、左、右 4 个方向的 LOS 值组间比较,差异无统计学意义($P>0.05$),且 3 组的前、后方 LOS 值均低于组内左、右方 LOS 值,差异具有统计学意义($P<0.05$)。骨量减少组和骨量正常组前方 LOS 值高于组内后方的 LOS 值,差异具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** (1)50~60 岁绝经后女性骨密度与静态平衡指标无相关性;对 60 岁以下绝经后骨量改变女性而言,视觉对静态平衡指标的代偿不明显。(2)骨密度与稳定极限范围之间亦无相关性;绝经后女性左右方向的主动姿势控制能力优于前后方向,50~60 岁骨质疏松女性前方姿势控制能力下降。

【关键词】 绝经后女性; 骨密度; 静态平衡; 稳定极限范围

Static balance and the limits of stability in postmenopausal women and their relationship with bone mineral density CHEN Shi-ju, ZHOU Jun, QIN Yu-xi, LIU Hui-fang, XU Jing-fei, WANG Xiao-hong, HE Cheng-qi. Department of Rehabilitation Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China
Corresponding author: HE Cheng-qi, Email: hechqi@yahoo.com.cn

【Abstract】 Objective To characterize the static balance and limits of stability (LOS) of postmenopausal women and evaluate the relationship between bone mineral density (BMD) and balance. **Methods** Sixty women more than 12 months past menopause and aged 50 to 60 years were included in the study. Group 1 ($n=20$) consisted of women with normal BMD, group 2 ($n=20$) women with osteopenia, and group 3 ($n=20$) women with osteoporosis. The static balance of all the participants was evaluated in upright postural situations for 60 s with the eyes open and with the eyes closed. Their LOS was quantified using a force platform. **Results** There was no significant difference in static balance parameters or LOS among the 3 groups. The static balance parameters were not significantly different in either the eyes-open or eyes-closed situation in the osteoporosis and osteopenia groups. The medial and lateral LOS were greater than the anterior and posterior limits in all 3 groups. The anterior LOS was greater than the posterior limits among the women with osteopenia and normal density. **Conclusion** In postmenopausal women aged 50 to 60 years, BMD did not show any significant association with static balance or LOS. Postmenopausal women had better postural control in the mediolateral than in the anteroposterior direction. In postmenopausal women with osteoporosis, postural control in the anterior direction deteriorates from age 50 to 60.

【Key words】 Menopause; Bone mineral density; Static balance; Limits of stability

绝经后女性由于低雌激素水平,骨代谢失衡、骨细微结构改变以及骨量丢失增加,导致骨质疏松症发生

风险的增加^[1]。骨骼与肌肉系统相互影响,骨量减少可使肌肉状态发生改变,影响姿势控制能力以及身体重心分布,这均可能导致平衡功能障碍^[2-3]。平衡能力障碍以及身体晃动增加是绝经后女性跌倒的主要风险之一^[4]。骨密度降低是骨折危险因素的决定性因素^[5]。因此探讨骨密度与平衡功能的关系具有重要

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.04.017

作者单位:610041 成都,四川大学华西医院康复医学科,康复医学四川省重点实验室

通信作者:何成奇,Email: hechqi@yahoo.com.cn

的临床价值。本研究旨在通过比较不同骨密度范围的绝经后女性(绝经后正常骨量女性、绝经后骨量减少女性和绝经后骨质疏松症女性)的静态平衡指标以及稳定极限范围(limits of stability, LOS),了解骨密度与静态平衡指标以及稳定极限范围的相关性。

资料与方法

一、一般资料

骨质疏松诊断标准:采用美国 GE 公司生产的双能 X 线骨密度仪测量腰椎 $L_1 \sim L_4$ 及股骨颈、Wards 三角区、大转子以及股骨干的骨密度。按照世界卫生组织 WHO 推荐的诊断标准,以同性别同部位骨密度峰值作为参照,骨密度用 T-Score(T 值)表示, $T \geq -1.0$ 为正常骨量, $-2.5 < T \text{ 值} < -1.0$ 为骨量减少, $T \text{ 值} \leq -2.5$ 为骨质疏松。

排除标准:①有导致继发性骨质疏松及骨量减少的疾病;②6 个月内服用雌激素、二磷酸盐等影响骨代谢的药物;③椎体或股骨骨折;④前庭疾病;⑤周围神经疾病;⑥视力缺损;⑦膝、髋骨关节炎病史;⑧肌肉疾病。

选取 2011 年 1 月~2012 年 12 月在我院康复医学科就诊,且符合上述标准的绝经后骨量减少女性(骨量减少组)、绝经后骨质疏松症女性(骨质疏松组)各 20 例,另将来我院体检的绝经后正常骨量女性设为正常骨量组,3 组女性平均年龄均为 50~60 岁,自然停经 1 年以上,且签署知情同意书。3 组受试者一般资料见表 1。

二、研究方法

3 组受试者均使用测力板(美国 Watertown 公司),采样频率 100 Hz,在安静、光亮的环境进行测定。

1. 身体压力中心移动测定:受试者脱鞋后双足平放在测力板上,足跟内侧之间距离为 8 cm,双足外偏 15° ,即足的长轴(脚后跟中间与第二足趾连线)与步行前进方向夹角为 15° 。双上肢自然置于身体两侧,手掌朝向大腿。两眼平视前方 2 m 远一个直径为 3 cm 的圆点。分别测试受试者在直立睁眼 60 s、闭眼 60 s 时足底压力中心信号,收集患者直立睁眼闭眼时前后平均摆幅、左右平均摆幅、平均摆动速度、摆动路径长度、摆动有效面积。测试过程中如有跌倒、手扶、迈步

等均视为未完成^[6]。

2. 稳定极限范围测试:测试受试者直立时身体倾斜可达的最大范围,表示受试者能保持平衡的身体压力中心的最远距离,反映人体主动平衡功能。受试者站在压力板上,保持身体直立,测试者给予口头指令,患者在保持不跌倒的情况下,以踝关节为支点在 360° 范围内,依次向前、向后、向左、向右倾斜,使身体中心最大程度的偏离直立中心位置,得到身体中心晃动的最大范围。整个测试过程中,要求患者动作缓慢,不能摔倒、迈步、扶栏杆、双足不抬离测力版,否则重新足部定位及测量。连续测量 2 次,取其平均值。仪器自动记录足底重心运动轨迹,计算出 LOS 值^[6]。

三、统计学分析

采用 SPSS 17.0 版统计学软件进行分析。各基线特征、稳定极限范围均符合正态分布,经转换后静态平衡指标服从正态分布,组间比较采用方差分析,组内比较采用配对 t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、身体压力中心移动测试结果

在睁眼以及闭眼状态下,3 组受试者静态平衡各项指标(前后平均摆幅、左右平均摆幅、平均摆动速度、摆动路径长度和摆动有效面积)组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。正常骨量组闭眼测试时的平均摆动速度和摆动路径长度分别为 $(0.916 \pm 0.666) \text{ cm/s}$ 和 $(52.109 \pm 16.950) \text{ cm}$,均显著大于组内睁眼时的 $(0.885 \pm 0.585) \text{ cm/s}$ 和 $(38.768 \pm 10.095) \text{ cm}$,差异有统计学意义($P < 0.05$),详见表 2。

二、稳定极限范围测试结果

3 组受试者前、后、左、右 4 个方向的 LOS 值组间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),且 3 组的前、后方 LOS 值均低于组内左、右方 LOS 值,差异有统计学意义($P < 0.05$)。骨量减少组和骨量正常组前方 LOS 值高于组内后方的 LOS 值,差异有统计学意义($P < 0.05$)。3 组左右侧 LOS 差异无统计学意义($P > 0.05$),详见表 3。

表 1 3 组受试者一般资料($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	平均年龄 (岁)	平均绝经年龄 (岁)	身高(cm)	体重(kg)	足长(cm)
正常骨量组	20	56.1 ± 3.3	49.5 ± 3.3	156.2 ± 5.3	60.4 ± 7.6	23.4 ± 0.7
骨量减少组	20	56.6 ± 3.5	47.7 ± 2.9	152.5 ± 5.0^a	54.4 ± 7.5^a	23.1 ± 0.7
骨质疏松组	20	56.6 ± 3.0	48.6 ± 4.4	150.7 ± 6.3^a	51.5 ± 5.7^a	23.2 ± 0.6

注:与正常骨量组比较,^a $P < 0.05$

表 2 3 组受试者身体压力中心移动测试结果比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	左右平均摆幅 (cm)	前后平均摆幅 (cm)	摆动有效面积 (cm ²)	平均摆动速度 (cm/s)	摆动路径长度 (cm)
正常骨量组						
睁眼	20	0.713 ± 0.547	1.419 ± 0.756	0.646 ± 0.168	0.885 ± 0.585	38.768 ± 10.095
闭眼	20	0.708 ± 0.371	1.321 ± 0.896	0.868 ± 0.283	0.916 ± 0.666 ^a	52.109 ± 16.950 ^a
骨量减少组						
睁眼	20	0.626 ± 0.600	1.410 ± 0.660	0.722 ± 0.558	0.968 ± 0.594	49.408 ± 28.555
闭眼	20	0.609 ± 0.560	1.269 ± 0.664	1.005 ± 0.515	0.996 ± 0.750	60.328 ± 30.880
骨质疏松组						
睁眼	20	0.606 ± 0.438	1.163 ± 1.293	0.722 ± 0.557	0.963 ± 0.265	43.337 ± 33.395
闭眼	20	0.559 ± 0.367	1.391 ± 1.265	0.968 ± 0.594	0.996 ± 0.799	58.101 ± 36.616

注:与组内睁眼测试时比较,^a $P < 0.05$

表 3 3 组女性前、后、左、右 4 个方向的 LOS 值比较 (cm, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	右方 LOS	左方 LOS	前方 LOS	后方 LOS
正常骨量组	20	10.755 ± 2.140 ^{ab}	-10.809 ± 1.770 ^{ab}	8.076 ± 1.234 ^a	-6.836 ± 1.616 ^b
骨量减少组	20	10.067 ± 1.492 ^{ab}	-9.979 ± 1.456 ^{ab}	7.146 ± 0.843 ^a	-6.444 ± 0.977 ^b
骨质疏松组	20	9.924 ± 1.658 ^{ab}	-9.843 ± 1.758 ^{ab}	7.065 ± 1.703	-6.300 ± -0.522

注:与组内后方 LOS 相比,^a $P < 0.05$;与组内前方 LOS 相比,^b $P < 0.05$

讨 论

以往的临床平衡功能评定工具多使用功能量表,如起立-行走时间、Berg 平衡量表,随着平衡仪器的临床应用,平衡功能的评估变得更定量和客观。在静态平衡功能的研究中,采用的测量指标包括身体重心摆动面积、速度、幅度、频率以及路径长度,其中身体重心的摆动面积和路径长度最能精确代表人体的静态平衡功能^[7]。本研究采用多个静态平衡常用参数对人体平衡功能进行评估,探讨它们与骨密度的相关性。

本研究发现,3 组受试者的静态平衡指标中,包括前后平均摆幅、左右平均摆幅、平均摆动速度、摆动有效面积以及摆动路径长度组间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),提示骨密度与静态平衡指标无关,骨密度的下降不是影响绝经后女性平衡功能的重要因素。有研究认为,骨质疏松症患者的静态平衡指标下降^[8-11]。但近年的研究结论提出,绝经后骨质疏松与非骨质疏松组的静态平衡指标无差别^[12-13]。Abreu 等^[11]发现,前后摆幅、左右摆幅在骨质疏松症组和正常骨量组之间有差异性,但骨量减少组与骨质疏松组类似。Luciana^[13]的研究结果提示,骨密度 T 值 ≤ -2.0 与 T 值 > -2.0 的绝经女性静态平衡指标无差别。本研究结果支持 Luciana 的观点,认为绝经后女性的常用静态平衡指标同骨密度无关。

本研究比较了绝经后女性睁、闭眼状态下静态平衡指标的区别,结果发现,正常骨量组闭眼后的平均摆动速度以及摆动路径长度增加,而骨量减少组和骨质疏松组睁眼与闭眼的静态指标差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。人体平衡功能维持是本体感觉、前庭系统、视

觉系统感觉、多级平衡觉神经中枢、运动系统的综合作用。闭眼时消除视觉对平衡的调节作用。Abreu^[11]等认为,60 岁以上的骨质疏松组和正常骨量组、骨量减少组的女性,闭眼时身体摆动幅度均增加。本研究仅发现正常骨量组女性闭眼时摆动增加,可能是 50 ~ 60 岁年龄段的绝经后女性在前庭及本体感觉保持良好的情况下,视觉的代偿作用不明显。今后的研究可增大样本量进一步探讨绝经后女性睁、闭眼的静态平衡指标的变化。

本研究受试者年龄限制在 50 ~ 60 岁,排除退行性平衡功能下降,消除年龄的干扰因素,探讨骨密度对平衡指标的影响。平衡功能与年龄有关,一般认为平衡功能从 65 岁左右开始明显减退,年龄越大衰减越快。张蕲等^[14]发现,平衡能力强弱的分界线在 60 岁,而李素芳等^[15]的研究显示,70 岁以后姿势控制能力才下降。King 等^[16]应用压力板发现,后方 LOS 值与年龄相关,正常情况下后方 LOS 值于 60 岁开始下降。LOS 还受到其他因素影响。但身体生理指标如身高、足长、体重等是否影响 LOS 值的理论尚存在争议。根据钟摆理论,LOS 受身高影响,身体重心越低 LOS 越大^[17];足底面积越大,支撑面越大,LOS 值也越大^[18]。本研究采用压力平板仪测定骨质疏松的 LOS 值,各组年龄、足长无明显差异性,对体重、身高因素进行校正后,发现 3 组间的 LOS 值差异无统计学意义 ($P > 0.05$),提示绝经后女性骨密度与 LOS 并无相关性。

本研究中,3 组受试者的左、右方向 LOS 值均大于组内前、后方向的 LOS 值,且骨量正常组与骨量减少组前方的 LOS 值大于组内后方 LOS 值,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。人体活动时以前后方向活动为主,

因此前后 LOS 值对日常生活活动能的影响更大。Holbein 等^[18]认为,日常生活中身体实际 LOS 值比理论小,LOS 在各个方向倾斜角度不同,侧向的倾斜角度比前后向大,前向倾斜角度比后向大。本研究结果与之基本吻合,非骨质疏松女性前后 LOS 值存在差异性,且左右 LOS 值大于前后 LOS 值提示,人体左右姿势控制能力大于前后方向,前方姿势控制能力大于后方。LOS 值需要肌肉的收缩,前、后方 LOS 值与踝背伸肌力有关,后方 LOS 值与踝跖屈相关^[19]。骨质疏松女性前、后方的 LOS 值差异无统计学意义($P > 0.05$),可能是该人群的 LOS 值的改变特点,提示骨质疏松女性前方姿势控制能力可能下降。这个现象与跌倒发生方向是否相关还需进一步研究探讨。

综上所述,本研究探讨了中国绝经后女性平衡功能的特点,在 50~60 岁年龄段绝经后女性的骨密度与静态平衡指标以及稳定极限范围无相关性,提示骨密度不是影响稳定极限范围的主要因素。绝经后骨量正常女性左、右方 LOS 值大于前、后方 LOS,提示绝经后女性左右方向的主动姿势控制能力优于前后方向,而对于 60 岁以下绝经后骨量改变女性而言,视觉对静态平衡指标的代偿作用不明显。

参 考 文 献

- [1] Kanis JA, Burlet N, Cooper C, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*, 2008, 19:399-428.
- [2] Ersoy Y, MacWalter RS, Durmus B, et al. Measures and the fear of falling on falls in postmenopausal women aged 50 years and over. *Gerontology*, 2009, 55:660-665.
- [3] Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. *Age Ageing*, 2004, 33:602-607.
- [4] Sinaki M, Brey RH, Hughes CA, et al. Balance disorder and increased risk of falls in osteoporosis and kyphosis: significance of kyphotic posture and muscle strength. *Osteoporos Int*, 2005, 16:1004-1010.
- [5] Siris ES, Brenneman SK, Barrett-Connor E, et al. The effect of age and bone mineral density on the absolute, excess and relative risk of fracture in postmenopausal women age 50-99: results from the National Osteoporosis Risk Assessment (NORA). *Osteoporos Int*, 2006, 17:565-574.
- [6] 许惊飞,王劲松,宗慧燕,等. 健康年轻人的稳定极限重测信度研究. *中华物理医学与康复杂志*, 2012, 34:265-267.
- [7] 张素珍,赵承君. 静态平衡功能定量分析. *中华耳科学杂志*, 2006, 4:258-261.
- [8] Lynn SG, Sinaki M, Westerlind KC. Balance characteristics of persons with osteoporosis. *Arch Phys Med Rehabil*, 1997, 78:273-277.
- [9] Kuczynski M, Ostrowska B. Understanding falls in osteoporosis: The viscoelastic modeling perspective. *Gait and Posture*, 2006, 23:51-58.
- [10] Silva RB, Costa-Paiva L, Oshima MM, et al. Frequency of falls and association with stabilometric parameters of balance in postmenopausal women with and without osteoporosis. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2009, 31:496-502.
- [11] Abreu DC, Trevisan DC, Costa GC, et al. The association between osteoporosis and static balance in elderly women. *Osteoporos Int*, 2010, 21:1487-1491.
- [12] Gunend Z, Demirsoy N. Clinical and computerized stabilometrical evaluation of postural balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Turk J Phys Med Rehab*, 2007, 53:130-133.
- [13] Cangussu LM, Nahas-Neto J, Petri Nahas EA, et al. Evaluation of postural balance in postmenopausal women and its relationship with bone mineral density- a cross sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*, 2012, 2:1471-2474.
- [14] 张蕻,童粤塘,陈俊宁. 国产电脑型人体平衡功能仪信度与效度检验. *中国康复*, 1999, 14:1.
- [15] 李素芳,姜智平,李兵,等. 姿态稳定性的定量研究. *重庆医科大学学报*, 1998, 23:265-267.
- [16] King MB, Judge JO, Wolfson L. Functional base of support decreases with age. *J Gerontol Med Sci*, 1994, 49:258-263.
- [17] Hirvonen TP, Hirvonen M, Aalto H. Postural control measured by visual feedback posturography. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2002, 64:186-190.
- [18] Holbein MA, Redfem MS. Functional stability limits while holding loads in various position. *Int J Ind Ergon*, 1997, 19:387-395.
- [19] Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J, et al. Association between ankle muscle strength and limit of stability in older adults. *Age Aging*, 2009, 38:119-123.

(修回日期:2013-02-19)

(本文编辑:阮仕衡)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对医学名词使用的要求

为规范医学名词,本刊以 1989 年及其以后由全国科学技术名词审定委员会(原全国自然科学名词审定委员会)审定、公布、科学出版社出版的《医学名词》和相关学科的名词为准,暂未公布的名词仍以人民卫生出版社出版的《英汉医学词汇》为准。中文药物名称应使用最新版药典(法定药物)或卫生部药典委员会编辑的《药名词汇》(非法定药物)中的名称,英文药物名称采用国际非专利药名,不用商品名。