

Ward 三角区再研究

孙蕴¹ 贺丽英¹ 马兆坤² 潘克授¹ 李英亭¹ 要文娟¹

1. 清华大学医院放射科, 北京 100084

2. 清华大学医院骨科, 北京 100084

中图分类号: R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2016) 06-0706-06

摘要: **目的** 深入研究 Ward 三角区骨密度的临床意义。**方法** 采用美国 Norland XR-600 双能 X 线骨密度仪, 通过测定 1189 例病人的左股骨近端骨密度, 评估计算机自动生成的 Ward 三角区的特点; 通过测定 30 例志愿者左右股骨近端骨密度, 评估不同肢体侧别的骨密度是否存在差异; 通过对 72 例随访病人 3~6 月内进行左股骨近端骨密度测定, 观察 Ward 三角区骨密度在较短时间内随时间的变化规律及临床特点。**结果** ①Ward 三角区由计算机根据骨密度最低值自动搜索形成, 大部分受试者(86.7%)Ward 三角区位于股骨颈底边附近, 少部分受试者(5.2%)位于股骨颈外, 以大粗隆最为常见, 与解剖位置不完全对应; ②部分受试者(8.7%)Ward 三角区骨密度并非股骨上段最低值, 最低值出现在大粗隆。③计算机自动生成的 Ward 三角区小方块前后两次位置无明显变化。④Ward 三角区骨密度值的精确度误差(2.27%)大于股骨颈(1.05%)及大粗隆(1.57%)。⑤正常人双髋骨密度无显著性差异($P=0.32, P>0.05$)。⑥72 例随访患者 Ward 三角区的骨密度(BMD)变化先于股骨颈及正位腰椎出现。**结论** 髋关节采用标准体位摆放, Ward 三角区位置较为固定, 可用于临床随访。

关键词: 骨密度; Ward 三角区

Further study on the Ward's triangle region

SUN Yun¹, HE Liying¹, MA Zhaokun², PAN Keqin¹, LI Yingting¹, YAO Wenjuan¹

1. Department of Radiology, Tsinghua University Hospital, Beijing 100084, China

2. Department of Orthopedics, Tsinghua University Hospital, Beijing 100084, China

Corresponding author: SUN Yun, Email: sunyun8086@126.com

Abstract: **Objective** To study the clinical significance of bone mineral density (BMD) in the Ward's triangle region. **Methods** BMD of the left hip was measured in 1189 patients with dual-energy X-ray absorptiometry (DXA, Norland XR-600) to evaluate the characteristics in Ward's triangle region using a computer. BMD of the hip in 30 volunteers was measured to evaluate BMD difference at different sides of the body. The change of BMD in Ward's triangle region in a short period of time was observed in 72 cases with a 3-6 month follow-up. **Results** (1) The Ward's triangle region was defined in the lowest value of BMD by automatic search with a computer. It located mostly near the bottom of the femoral neck (86.7%). It located out of the femoral neck in a small part of the subjects (5.2%), commonly in the greater trochanter, which was not co-existed with the anatomic location. (2) BMD of the Ward's triangle region was not the lowest in the upper femur in part of the subjects (8.7%), and the lowest value appeared in the greater trochanter. (3) The Ward's triangle region searched by computer automatically did not change the position obviously between different scans. (4) The accuracy deviation of BMD in the Ward's triangle region was 2.27%, which was greater than that in the femoral neck (1.05%) and in the greater trochanter (1.57%). (5) No significant difference was found in BMD between the right and left hip of the normal individuals ($P=0.32, P>0.05$). (6) The change of BMD in the Ward's triangle region was earlier than that in the femoral neck and lumbar spine in 72 patients. **Conclusion** BMD of Ward's triangle region can be used for clinical follow-up with the standard position of the hip joint.

Key words: Bone mineral density; Ward's triangle region

基金项目: 清华大学医院科学研究基金(110200004)

* 通讯作者: 孙蕴, Email: sunyun8086@126.com

在大、小转子和转子间嵴,也就是在压力曲线的支持束和转子束之间,存在骨小梁的薄弱区,称为Ward三角区,为股骨颈骨折好发区,在X线髋部正位片上亦可识别。用Norland双能X线骨密度仪软

件,以解剖上 Ward 三角为中心,扫描股骨上段部分面积,自动搜寻骨密度最低点 1cm^2 设定为 Ward 三角区。中国人群骨质疏松防治手册(2013 版)^[1]中指出,不推荐使用股骨 Ward 区诊断骨质疏松,可能与之取样面积小,不能代表全股骨颈骨密度有关^[2];但 Ward 三角区含有 80% 以上的松质骨,是钙储备区,亦有学者认为其对骨密度变化敏感性高,对补充钙剂是一个很好的观察部位,对骨折的风险性预测较好^[3]。为此笔者设计了以下实验,以期深入了解 Ward 三角区的临床意义。

1 材料和方法

1.1 受试对象

选取 2015 年 3 月至 9 月于我院骨科、保健科、内科就诊的腰腿痛、下肢抽搐、身高降低及体检者 1189 例,男 389 例,女 800 例,年龄 $17 \sim 97(66.5 \pm 13.5)$ 岁。志愿者 30 例,均排除代谢系统疾病,男 6 例,女 24 例,年龄 $37 \sim 83(63.0 \pm 11.7)$ 岁。诊断为骨质疏松或骨量减少的随访患者 72 例,男 3 例,女 69 例,年龄 $40 \sim 86(70.4 \pm 9.8)$ 岁,均在此时间段内做过至少两次骨密度检查。

1.2 测量仪器

采用美国 Norland 公司 XR-600 双能 X 线骨密度仪,经机器自带软件校准,该仪器 BMD 精度为 0.859,长期变异系数为 0.51。

1.3 检查方法

所有受试者均采用髋关节扫描标准体位摆放,使用 Norland 髋关节吊架,常规测量左股骨骨密度,具体如下:患者自然仰卧于检查床中心,将髋关节吊

架置于患者两腿之间,吊架和绑带的中心置于患者腿下,在患者两脚间放置隔离块,先用绑带固定患者右腿,再固定患者左腿,分别收紧右腿、左腿绑带的尼龙扣约 7 个标记增量,最终固定两侧髋部。按照此标准体位摆放,股骨内旋约为 $15 \sim 20^\circ$ 。使用 Norland 自带软件扫描髋关节及股骨上段,由计算机自动标记 Ward 三角区并计算出股骨颈、大粗隆、Ward 三角区的骨密度(BMD)及 T、Z 评分。所有受试者均测量腰椎骨密度,计算机自动算出 L_{2-4} 的 BMD 及 T、Z 评分。

1189 例患者测量左股骨骨密度,记录 Ward 三角区的位置分布情况,操作和分析由 8 名医师共同完成,所有操作者均具有骨密度测量资质。

30 例志愿者同时测量左右股骨骨密度,并于检查当日重复测量左股骨骨密度,观察 Ward 三角区位置的变化情况,记录股骨颈、大粗隆、Ward 三角区的 BMD 并计算观察区的精确度误差及变异系数百分比(%CV)。所有操作和分析均由同一名具有骨密度测量资质的医师独立完成。

72 例随访患者首次由 Norland 骨密度仪诊断为骨质疏松或骨量减少,药物治疗、运动或无任何干预 3~6 月后复查左股骨、腰椎骨密度。观察 Ward 三角区位置的变化情况,记录 L_{2-4} 、股骨颈、大粗隆、Ward 三角区的 BMD。该随访过程由具有骨密度测量资质的 7 名医师共同完成。

2 结果

1189 例患者 Ward 三角区位置分布统计情况见表 1 及表 2。

表 1 389 例男性患者 Ward 三角区位置分布统计

Table 1 The distribution of Ward's triangle region in 389 male patients

组别 (group)	例数 (cases)	在股骨颈中心区 (femoral neck center)		在股骨颈底边附近 (near the bottom of the femoral neck)		在股骨颈外 (out of the femoral neck)	
		例数 (cases)	百分比 (percentage)	例数 (cases)	百分比 (percentage)	例数 (cases)	百分比 (percentage)
17~29	10	0	0	10	100%	0	0
30~39	7	0	0	7	100%	0	0
40~49	15	1	6.7%	13	86.6%	1	6.7%
50~59	35	3	8.6%	30	85.7%	2	5.7%
60~69	76	4	5.2%	71	93.4%	1	1.4%
70~79	153	11	7.2%	141	92.1%	1	0.7%
80~89	89	7	7.9%	80	89.9%	2	2.2%
90~	4	1	25.0%	3	75.0%	0	0
合计 (total)	389	27	6.9%	355	91.3%	7	1.8%

表 2 800 例女性患者 Ward 三角区位置分布统计
Table 2 The distribution of Ward's triangle region in 800 female patients

组别 (group)	例数 (cases)	在股骨颈中心区 (femoral neck center)		在股骨颈底边附近 (near the bottom of the femoral neck)		在股骨颈外 (out of the femoral neck)	
		例数 (cases)	百分比 (percentage)	例数 (cases)	百分比 (percentage)	例数 (cases)	百分比 (percentage)
21 ~ 29	10	0	0	7	70.0%	3	30.0%
30 ~ 39	17	2	11.8%	13	76.4%	2	11.8%
40 ~ 49	73	4	5.5%	63	86.3%	6	8.2%
50 ~ 59	167	17	10.2%	140	83.8%	10	6.0%
60 ~ 69	209	20	9.6%	181	86.6%	8	3.8%
70 ~ 79	247	18	7.3%	213	86.2%	16	6.5%
80 ~ 89	75	8	10.7%	58	77.3%	9	12.0%
90 ~	2	0	0	1	50.0%	1	50.0%
合计 (total)	800	69	8.6%	676	84.5%	55	6.9%

从上表中可看出,94.8%的患者,机器自动生成的 Ward 三角区位于股骨颈内;约有 5.2% 的患者, Ward 三角区位于股骨颈外,最常见于大粗隆。

1189 例患者中有 104 例患者 Ward 三角区 BMD 并非股骨上段最低点,最低 BMD 点出现于大粗隆,约占患者总数的 8.7%。

30 例志愿者前后两次测量左股骨骨密度,机器自动标记的 Ward 三角区小方块位置基本一致。左股骨重复性试验精确度变异系数百分比见表 3。

经配对资料的 t 检验, $t = 0.4026, P > 0.05$, 两次测量数据的重复性良好,无显著性差异。Ward 三角区骨密度变异系数比股骨颈、大粗隆大。

30 例志愿者同时测量左右股骨骨密度,结果显示双髋骨密度无显著性差异。左右股骨 BMD 比较

见表 4。

表 3 Norland 骨密度仪的左股骨重复性试验
变异系数百分比

Table 3 Coefficient variation (CV) of repetitive
experimentation of left hip with Norland DXA

部位 (region)	变异系数 (Coefficient variation, CV)
股骨颈 (collumfemoris)	1.07%
大粗隆 (greater trochanter)	1.25%
Ward 三角 (Ward triangle region)	2.27%

表 4 30 例志愿者双髋骨密度比较
Table 4 Comparison of BMD between the right and left hip in 30 volunteers

部位 (region)	左髋 BMD(g/cm ²) (left hipBMD)	右髋 BMD(g/cm ²) (right hipBMD)	t	P
股骨颈 (collumfemoris)	(0.7740 ± 0.1412)	(0.7804 ± 0.1430)	0.1744	$P > 0.05$
大粗隆 (greater trochanter)	(0.6600 ± 0.1371)	(0.6535 ± 0.1350)	0.1324	$P > 0.05$
Ward 三角 (Ward triangle region)	(0.5482 ± 0.1380)	(0.5531 ± 0.1494)	0.1319	$P > 0.05$

72 例随访患者 3 ~ 6 个月内复测左股骨骨密度,由 7 名具有资质的医生分别完成测量扫描,机器自动标记的 Ward 三角区小方块位置基本一致(见图 1)。

3 讨论

WHO 推荐使用双能 X 线骨密度仪测量髋部和腰椎诊断骨质疏松,首推股骨颈骨密度测量,正位腰椎检查要参考股骨颈骨密度,不推荐使用股骨 Ward 三角作为诊断区^[1]。Ward 三角区含有 85% 的松质

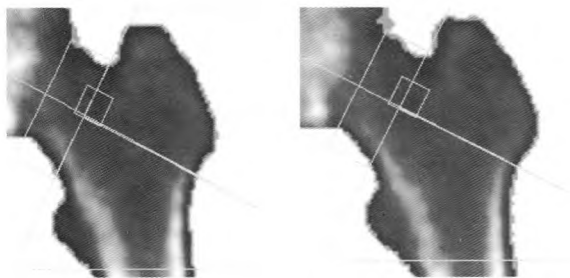


图 1 两次扫描,机器自动定位 Ward 三角区位置基本一致

Fig. 1 The position of Ward's triangle region was consistent between two different scans by automatic search with a computer

骨,是髌部几个测量点中骨密度最敏感区。虽然其投射面积小,取样和重复性误差率相对较高,往往不被临床医生关注;但 WHO 从未否认 Ward 三角的临床意义。本实验采用髌关节标准体位摆放并使用专用吊架,可以尽可能小的减少 Ward 三角区的变异误差,使之作为随访指标成为可能。

Norland 骨密度仪在髌关节测量扫描过程中,在股骨颈最细处自动生成宽约 1.0 ~ 1.5 cm 的长矩形。1189 例患者中约有 8.1% 的患者 Ward 三角位于矩形内,即位于股骨颈中心区;绝大多数患者 (86.7%) Ward 三角位于股骨颈下边界处,不越过粗隆间棘,与王敬玫等^[4]研究一致;另有 5.2% 的患者 Ward 三角位于股骨颈外,居于或邻近大粗隆,这可能与患者自身松质骨的分布有关。机器自动标记的 Ward 三角区小方块位置分布见图 2。所以骨密度仪显示的 Ward 三角区为松质骨最丰富区,与解剖上的 Ward 三角区不完全对应^[5]。临床上股骨颈骨折最常见为头下骨折,基底部骨折比例相对较低,是因为骨折部位除局部骨密度减少外,还与所受外界暴力方式密切相关。故而无论 X 线片还是骨密度仪所示 Ward 三角区,都有较大的骨折风险,须引起临床骨科大夫的密切注意。

该研究观察到,男性患者,尤其是年轻的男性患者, Ward 三角位于大粗隆的比例低于女性。这可能是由于股骨大粗隆是股四头肌、犁状肌、臀中肌、臀小肌等众多肌肉的附着点,男性从事体力活动多,锻炼强度大,肌纤维更粗壮有力,在肌肉有力牵拉下,骨形成增加,骨转换加快,使得大粗隆骨密度增高所致。

1189 例患者中约有 8.7% 的患者, Ward 三角区 BMD 并非股骨上段最低点,最低 BMD 点出现于大

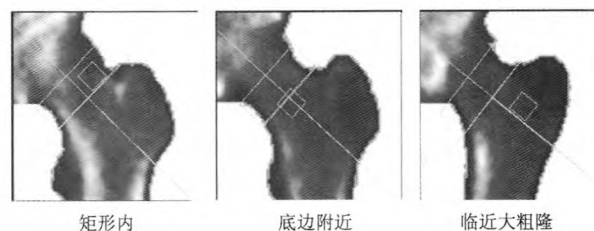


图 2 机器自动标记的 Ward 三角区小方块位置分布图

Fig. 2 Ward triangle region position by computer automatically search

粗隆,且以年轻人及女性居多,这可能也与肌肉附着有关。年轻男性在股骨矩等纵行骨板的有力支撑下,使得更多的钙质更易沉积于 Ward 三角区,甚至超过大粗隆的 BMD。这部分患者临床上发生粗隆间骨折的几率可能比股骨颈骨折更大。

1189 例患者中有双胞胎、亲兄弟姐妹、母女入组。髌关节扫描显示,同卵双胞胎骨密度相似, Ward 三角区位置相仿;亲兄弟姐妹 Ward 三角区位置不同,骨密度亦有差异。母亲为骨质疏松者,女儿早早便出现骨量减少或骨质疏松,从而佐证了骨质疏松有家族性趋势。同卵双胞胎骨密度及 Ward 三角区分布见图 3,母女骨密度及 Ward 三角区分布见图 4。



图 3 同卵双胞胎姐妹俩 Ward 三角区位置相仿,骨密度差别亦不大

Fig. 3 Ward triangle region position was consistent by computer automatically search in the monozygotic twins and FNBMD was little difference.

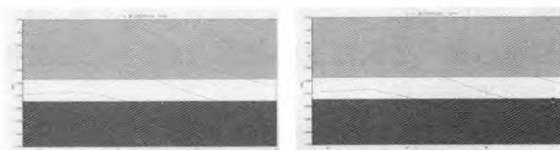


图 4 女儿 55 岁,母亲 81 岁,二人同为骨质疏松患者,腰椎骨密度显著降低

Fig. 4 The daughter aged 55 and the mother aged 81 were osteoporosis patients and BMD of lumbar was significantly decreased

30 例志愿者 1 日内完成两次左股骨骨密度检查, Ward 三角区骨密度的变异系数 (% CV) 为 2.27%, 比股骨颈 (1.07%) 及大粗隆 (1.25%) 的变

异系数大,与朱晓颖等^[2]研究一致。有学者^[2]提出,将全股骨骨密度值作为 DXA 观察值之一,由于这个区域的面积比较大,所以测量出来的精确度误差就相对小。但是全股骨包括了股骨颈、大粗隆和 Ward 三角,是股骨上段骨密度的平均值,股骨颈、大粗隆和 Ward 三角骨皮质及骨松质含量均不同,在具体观察骨质疏松程度和预测骨折风险上没有太大的临床意义。

30 例志愿者同时测量左右股骨骨密度,双侧股骨颈、大粗隆、Ward 三角 BMD 均无显著性差异,无优势侧之分,与国内外报道一致^[2,6];左股骨各部位骨密度值与右股骨比较无规律,这与朱晓颖等^[2]报道不符。如果股骨内旋角度不足 15°,股骨颈短缩未充分展开,Ward 三角将向内上方偏移,BMD 会升高;如果股骨内旋角度超过 20°,股骨颈过分拉伸,Ward 三角将向外下方偏移,BMD 会降低,同样影响取样的准确性^[4,7]。同一患者左右股骨 Ward 三角区位置不同,是骨松质先天分布不同还是后天双腿持重有差异,有待进一步研究。

72 例随访患者经 7 名具有骨密度测量资质的医师复查,虽然摆位角度略有差异,但 Ward 三角区前后两次扫描位置大致相同。其中,补充钙剂 + 活性维生素 D 且坚持运动组,Ward 三角区骨密度增加最为显著;未做任何干预组,Ward 三角区骨密度流失亦最明显,这与 Yoshihashi 等^[5]的研究相符。在此期间,股骨颈、正位腰椎 BMD 均未有明显改变。Ward 三角区骨密度变化先于股骨颈出现见图 5、6。我们观察,如果 Ward 三角区 T 值 < -2.8 ,表明钙储备不足,单纯运动增加骨密度效果有限,可能需要更多药物干预。由于随访患者人数较少,观察时间尚短,不宜下此结论,还需扩大随访患者量并长期跟踪观察。同时,随访过程中应采取首诊负责制,同一患者尽量由同一名医师追踪随访,以减少人为操作对研究结果的干扰。

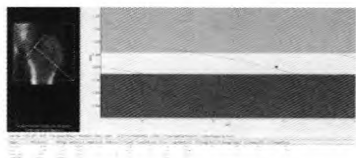


图 5 三次测量(基线、3 个月、7 个月)左髋骨密度,股骨颈骨密度无明显变化

Fig. 5 FNBMD was no significant change by clinical follow-up in 7 months.

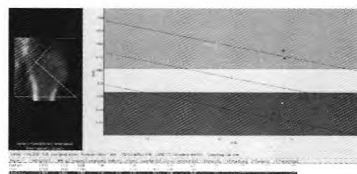


图 6 经钙剂、降钙素三个月治疗,病人 Ward 三角区骨密度显著增高;停药 4 个月后,病人 Ward 三角区骨密度有所下降,但仍高于基线水平。Ward 三角区前后 3 次扫描位置大致相同(①基线 Ward 三角 BMD,②治疗 3 个月后 Ward 三角 BMD,③停药 4 个月后 Ward 三角 BMD)

Fig. 6 BMD of Ward triangle region was significant change by clinical follow-up in 7 months. The position of Ward triangle region by computer automatically search didn't change obviously in three scans(①BMD of Ward triangle region without any treatment, ②BMD of Ward triangle region after 3 months of treatment, ③ BMD of Ward triangle region after stopping treatment about 4 months).

所有操作者均具有骨密度测量资质,髋关节采用同一标准体位扫描,可有效降低人为操作误差;每天做患者前进行机器校准,可有效降低机器分析误差。如果将 Ward 三角列为随访观察区,精确摆位是质控的重点。本结论仅适用于 Norland 骨密度仪,其他品牌骨密度仪 Ward 三角区观察效果,还待进一步研究。

【参 考 文 献】

- [1] 中国老年学学会骨质疏松委员会. 中国人群骨质疏松防治手册 2013 版, 2013.
Osteoporosis Committee of the Gerontological Society of Chinese. Prevention and control of osteoporosis in China (2013), 2013 (in Chinese).
- [2] 朱晓颖, 朱汉民, 张雪梅. 关于 Ward 三角区的探讨[J]. 中国骨质疏松杂志, 2005, 11(4): 460-463.
Zhu XY, Zhu HM, Zhang XM. Study of bone mineral density in Ward region [J]. Chin J Osteoporos, 2005, 11(4): 460-463. (in Chinese)
- [3] 马锦富, 安珍, 杨定焯, 等. DXA 测定腰椎、股骨上端骨密度的关系及敏感性[J]. 中国骨质疏松杂志, 1997, 3(3): 34-36.
Ma JF, An Z, Yang DZ, et al. Relativity and susceptibility of bone mineral density of the femoral neck and lumbar spine by DXA [J], 1997, 3(3): 34-36. (in Chinese)
- [4] Wang JM, Lin JC, Sanchez TV. Distribution of bone mineral density within the hip scan region [A]. International Society of Clinical Densitometry (ISCD) February 1-4, 2006 San Diego, CAUSA.

(下转第 717 页)

- in healthy postmenopausal women and middle-aged men: a 3-year retrospective longitudinal study[J]. *J Bone Miner Res*, 2012, 27(11):2279-2290.
- [2] Li Guangfei, Lin Hua, Xu Youjia. Iron adjustable element under normal and high iron environment impact on the distribution of intracellular calcium ions [J]. *China Experimental Surgical Magazine*, 2011, 28(9):1595.
- [3] Jia P, Xu YJ, Zhang ZL, et al. Ferric ion could facilitate osteoclast differentiation and bone resorption through the production of reactive oxygen species[J]. *J Orthop Res*, 2012, 30(11):1843-1852.
- [4] Chen Bin, Liu Chen, Xu Youjia. High-speed environment on the influence of the zebra fish bone formation [J]. *Chinese Disease Osteoporosis and Bone Mineral Salt Magazine*, 2013, 6(3):240-245.
- [5] Yan W, Liu L, Li CX, Huang SC, Ma ZL, Qin WQ, Peng ZQ. Transcriptome sequencing and analysis of the coconut leaf beetle, *Brontispa longissima*. *Genet Mol Res*, 2015, 14(3):8359-8365.
- [6] Svoboda P, Franke V, Schultz RM. Sculpting the Transcriptome During the Oocyte-to-Embryo Transition in Mouse. *Curr Top Dev Biol*, 2015, 113:305-349.
- [7] Witten PE, Hansen A, Hall BK. Features of mono- and multinucleated bone resorbing cells of the zebrafish *Danio rerio* and their contribution to skeletal development remodeling and growth[J]. *J Morphol*, 2001, 250:197-207.
- [8] Dorman LJ, Tucci M, Benghuzzi. In vitro effects of bmp2, bmp7, and bmp13 on proliferation and differentiation of mouse. *Biomed Sci Instrum*, 2012, 48:81-87.
- [9] Kaewsrirachan J, Wongwittachot P, Chandarajoti K, et al. Sequential induction of marrow stromal cells by FGF2 and BMP2 improves their growth and differentiation potential in vivo. *Arch Oral Biol*, 2011, 56(1):90-101.
- [10] Matsumoto Y, Otsuka F, Hino J, et al. Bone morphogenetic protein-3b (BMP-3b) inhibits osteoblast differentiation via Smad2/3 pathway by counteracting Smad1/5/8 signaling. *Mol Cell Endocrinol*, 2012, 350(1):78-86.
- [11] Lim KT, Kim J, Seonwoo H, et al. Enhanced osteogenesis of human alveolar bone-derived mesenchymal stem cells for tooth tissue engineering using fluid shear stress in a rocking culture method. *Tissue Eng Part C Methods*, 2013, 19(2):128-145.
- [12] Park JB. Combination of simvastatin and bone morphogenetic protein-2 enhances the differentiation of osteoblasts by regulating the expression of phospho-Smad1/5/8. *Exp Ther Med*, 2012, 4(2):303-330.
- [13] Schmidt PJ. Regulation of Iron Metabolism by Hephidin under Conditions of Inflammation. *J Biol Chem*, 2015, 290(31):18975-18983.

(收稿日期:2015-10-24)

(上接第 710 页)

- [5] Yoshihashi AK, Drake AJ 3rd, Shakir KM. Ward's triangle bone mineral density determined by dual-energy X-ray absorptiometry is a sensitive indicator of osteoporosis. *Endocr Pract*. 1998, 4(2):69-72.
- [6] Ajay DR, Sushma R, Sudhaker DR. Is there a difference between right and left femoral bone density [J]? *J Clin Densitometry*, 2000, 3:57-62.
- [7] Sarath LR, Sumith JL. Effect of Leg rotation on hip bone mineral density measurements [J]. *J Clin Densitometry*, 2003, 3:331-336.

(收稿日期:2015-12-15,修回日期:2016-02-10)