

· 论 著 ·

陕西地区股骨上段骨折风险阈值研究

朱文艺* 王坤正 刘凯 王瑞 洪刚 郭子城

(1. 首都医科大学北京朝阳医院(京西院区)骨科, 北京 100043; 2. 西安交通大学附属第二医院骨科, 西安 710004)

中图分类号: R681 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2013)07-0665-05

摘要: **目的** 找出最佳的预测老年人群股骨上段骨折风险的方法。**方法** 利用双能 X 线吸收仪(DEXA)和其他工具, 测量 30 具尸体骨右侧股骨上段的骨密度、几何形态以及股骨上段极限强度。然后, 通过物理公式分析摔倒时股骨上段的受力情况。**结果** (1) 女性各项参数多数低于男性。(2) 股骨颈骨密度与股骨上段载荷之间的相关性最佳($r^2 = 0.807$), 推导出预测股骨上段骨折风险回归方程。(3) 股骨颈宽度与股骨上段极限强度的相关性较好。(4) 推导出骨折风险阈值。**结论** (1) 陕西地区老年人股骨上段骨折发生率较低, 与体型小导致摔倒时的暴力低有关。(2) 股骨颈骨密度为较好的骨折风险预测指标。与几何形态结合可提高预测能力。(3) 通过骨折风险阈值公式早期预防骨质疏松骨折的发生。

关键词: 股骨上段载荷; 骨密度(BMD); 股骨上段几何形态; 双能 X 线吸收测定(DEXA); 股骨上段骨折

Study of the risk threshold of proximal femur fractures in Shanxi province

ZHU Wenyi, WANG Kunzheng, LIU Kai, WANG Rui, HONG Gang, GUO Zicheng

(1. Department of Orthopedics, Beijing Chaoyang Hospital (west campus), Capital Medical University, Beijing 100043;

2. Department of Orthopedics, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, China)

Corresponding author: ZHU Wenyi, Email: wenart@126.com

Abstract: Objective To investigate the optimal approach to predict the risk of proximal femur fractures in the elderly patients. **Methods** Thirty cadavers were included in this study. Bone mineral density of the right proximal femur was measured using dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) and other instruments. The femoral geometry was carefully measured. The maximum loading configuration of the proximal femur was also measured. Then the stress of the proximal femur at the moment of sideway fall was analyzed using physical formula. **Results** Most parameters of the female were lower than those of the male. BMD of the femoral neck had the strongest correlation with the proximal femur loading configuration ($r^2 = 0.807$). And the risk correlation formula of the proximal femoral fractures was derived. The femoral neck width had good correlation with the maximum loading configuration of the proximal femur. The possible threshold of fractures was also derived. **Conclusion** The incidence of the femoral neck fractures in the elderly patients in Shaanxi province is low, and it is tightly related to little violence when short-figured people falling down. BMD of the femoral neck is the best factor to indicate the risk of fractures. Femoral neck BMD combined with geometry improve the ability to predict fracture risk. The occurrence of osteoporotic fractures can be prevented using the derived risk threshold formula of fractures.

Key words: Proximal femur loading configuration; Bone mineral density; Proximal femur geometry; Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA); Proximal femur fracture

股骨上段骨折的发生与股骨上段的骨质量和创伤暴力的大小有直接关系。骨质量的评估可以通过骨密度来量化。一直以来暴力大小的不确定性使其无法作为准确的量化指标。我们知道老年人股骨上段骨折主要是行动不便摔倒所致。摔倒时的暴力与

体重有一定关联。最近国外文献也显示患者 BMI (体重指数) 与骨折风险直接相关。所以可通过评估暴力的试验将体重指标设法引入骨质疏松骨折的预测指标中。

*通讯作者: 朱文艺, Email: wenart@126.com

1 材料和方法

1.1 采集标本

选择陕西地区 30 具新鲜尸体,在解剖室存放不超过 3 个月,总体年龄在 50 ~ 75 岁之间,平均年龄 62 岁,男性 16 具,年龄 65 ± 10 年。女性 14 具,年龄在 60 ± 10 年之间。尸体来源,均为陕西地区人群。死亡原因主要有休克、心脏病、糖尿病等。可以排除肿瘤、转移性肿瘤等影响骨质疏松的疾病。

选取尸体的右侧下肢,从股骨中段截开,取股骨上段,包括转子区、股骨颈、股骨头,剔除软组织。

1.2 标本测量

1.2.1 几何形态:利用游标卡尺、量角器、直尺、铅笔等测量股骨颈的宽度、长轴的长度、颈干角三组数据,股骨颈宽度选择股骨颈最宽处,股骨颈长轴选择股骨颈中点与股骨颈宽度线相垂直的直线长度,颈干角选择股骨颈的中线与股骨干长轴的交角^[1]。

1.2.2 双能 X 线骨密度仪测量:利用 Norland XR-46 型骨密度检测扫描仪,X 线发生器为 100 kVp 钙元素滤过器,输出能量为 80 和 46.8 keV 校正为 77-Chamber 校正,扫描时模拟人平躺仰卧在扫描平台上的情况,扫描股骨上段。主要测量出股骨颈、大转子、Ward's 三角的骨密度。

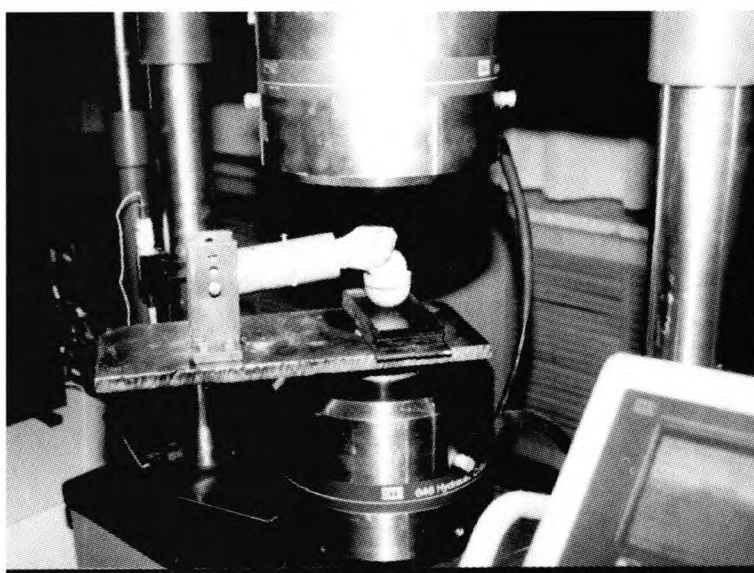


图 1 股骨上段载荷测定模型

Fig. 1 Measurement model of proximal femur loading configuration

1.2.3 股骨上段生物力学测试:此装置完全模拟人体侧方摔倒^[1-3]的情况,如图 1 所示将夹具固定在 MTS880 上,再将股骨上段插入设计好的插槽里,并用 6 ~ 8 枚螺钉固定,固定时股骨头向下,保持前倾角大约 15° ,同时股骨干与水平面之间形成 10° 左右的倾角^[9]。股骨头下放置模拟的髌臼,髌臼既有一定的硬度又有一定的弹性,从而可以保护股骨头,不致使股骨头破裂,髌臼和股骨头之间加润滑油,模拟股骨头软骨和髌臼的光滑接触,髌臼下面放置钢化玻璃,髌臼在钢化玻璃上移动,可保证扭转暴力的存在,大转子区放置黑色橡胶垫一块,模拟人体大转子区的软组织,利用 MTS880 测试仪,调整速度大约为 100 mm/s ^[4],准备齐全后,从下向上冲击大粗隆区,测量骨折时的最大载荷等数据。

1.2.4 利用物理公式模拟摔倒:以往研究表明,不

能把人体摔倒看成是一个简单的自由落体过程,因为人体的肌肉和骨骼的活动能够吸收和分散一部分冲击能量,但并不是说就不能通过物理方法去精确描述这一过程。人体如同一个弹性体,摔倒的瞬间,动能可以转化为弹性势能,即 $\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$ (k 为弹性系数, x 为弹性系统压缩的距离)。我们知道弹性系统所受的力为 $F = kx$,代入以上方程得出 $\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{F^2}{2k}$ 最终推导出: $F = v \sqrt{Mk}$ 。中国 2000 年国民体质监测公报指出,软组织的弹性系数男性为 90440 N/m ,女性 71060 N/m 。

一般来说,对于单个个体,其质量和弹性系数是恒定的,公式中只有两个变量,分别为着地时速度和股骨上段的受到的冲撞暴力。速度的大小决定了暴

力的大小。国外不同的模拟摔倒试验得出的着地速度均不相同,通过对比发现,Smeesters^[5]的实验设计较合理,能很好的模拟真实情况。实验所得速度约为 1.51 ± 0.5 m/s。实验已证实年龄、性别、身高、体重对着地速度无显著性影响。同时 Smeesters 指出,56% 的人的着地速度处于能够造成老年人骨折的危险速度 (2.60 ± 1.21 m/s^[6]) 范围内。则两者的交集,也就是试验中可能的危险着地速度,应在 $1.4 \sim 2.0$ m/s 之间。我们知道速度越大,撞击力量越大。所以试验中选择 2.0 m/s 作为理论上的风险值。

1.3 统计学分析

利用 spss17.0 行统计分析,描述股骨上段所测指标的 $\bar{x} \pm s$ 运用独特样本 t 检验进行男女之间的比较。直线回归分别比较股骨几何形态和股骨上段骨密度与股骨上段生物力学的关系。找出相关性最好的指标,并计算出回归方程,利用回归方程和受力公式结合得出骨折风险阈值。

2 结果

2.1 各项研究参数的均值及标准差比较

表 1 各项研究参数的均值及标准差 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Mean and standard deviation (SD) of all the parameters ($\bar{x} \pm s$)

	全体 ($n = 30$)	男性 ($n = 16$)	女性 ($n = 14$)
年龄 (yrs)	62 ± 12	65 ± 10	$60 \pm 10^{\Delta}$
双能 X 线测量			
股骨颈 BMD (g/cm^2)	0.769 ± 0.255	0.884 ± 0.281	0.638 ± 0.139
转子区 BMD (g/cm^2)	0.659 ± 0.181	0.757 ± 0.161	0.549 ± 0.135
Ward's 三角 BMD (g/cm^2)	0.554 ± 0.193	0.663 ± 0.195	$0.429 \pm 0.092^*$
股骨几何形态测量	8.859 ± 0.838	9.377 ± 0.826	$8.313 \pm 0.418^{**}$
股骨颈长轴 (cm)	3.238 ± 0.325	3.388 ± 0.258	3.066 ± 0.316
股骨颈宽度 (cm)	125 ± 6	125 ± 8	$126 \pm 4^*$
颈干角 ($^{\circ}$)	3.628 ± 1.561	4.349 ± 1.479	2.803 ± 1.243
股骨上段极限强度 (kN)			

Δ : 没有显著性差异; * $P < 0.05$, ** $P < 0.001$, 有显著性差异

Δ : no significant difference; * $P < 0.05$, ** $P < 0.001$, significant difference

将各项测量指标进行统计处理,可发现女性所测指标几乎均低于男性,对男女之间采用单独样本 t 检验后显示 Ward's 三角 BMD、股骨颈长轴、颈干角均有显著性差异。结果显示如表 1。

2.2 各参数间的相关性

表 2 双能 X 骨密度测定值和股骨几何形态与股骨上段极限强度之间的相关性

Table 2 The correlation among bone mineral density measured using dual energy X-ray absorptiometry, the proximal femur geometry, and the proximal femur maximum loading configuration

	Pearson	方差分析
双能 X 线测量		
股骨颈 BMD (g/cm^2)	0.899 *	< 0.001
转子区 BMD (g/cm^2)	0.790	< 0.001
Ward's 三角 BMD (g/cm^2)	0.805	< 0.001
股骨几何形态测量		
股骨颈长轴 (cm)	0.432	< 0.05
股骨颈宽度 (cm)	0.63	< 0.001
颈干角 ($^{\circ}$)	0.176	0.351

*: 在所测列中最大的值, $P < 0.05$ 代表有显著意义

*: maximum value in the column, $P < 0.05$ statistical significance

股骨颈 BMD 与股骨上段极限强度之间的相关系数 r 最高。(表 2)

可见股骨颈骨密度与股骨上段极限强度的相关性好,通过回归分析得出股骨颈骨密度与股骨上段极限强度之间的回归方程为 $y = 5.507x - 0.609$ (y 为极限强度, x 为股骨颈骨密度) $P < 0.001$ (公式 1), 相关系数 0.899, 决定系数 0.807。

股骨颈几何形态与股骨上段极限强度之间的相关性较强。有人提出它在预测髌部骨折风险时与 BMD 一样有效^[15], 如将几何形态与股骨颈骨密度指标结合后得出的回归方程为: $y = 5.093x_1 + 0.187x_2 + 0.961x_3 - 1.809$, (y 为极限强度, x_1 为股骨颈骨密度, x_2 为股骨颈长度, x_3 为股骨颈宽度) (公式 2), 相关系数 0.929 和决定系数 0.863。

从表 2 看几何形态参数中,股骨颈宽度与股骨上段极限强度的相关性要强于股骨颈长度与股骨上段极限强度的相关性。

2.3 骨折风险阈值

由于公式 1 与公式 2 的相关性基本相似,而公式 1 形式简单,因此将 $F = v \sqrt{Mk}$ 公式和回归方程 y

$= 5.507x - 0.609$ (y 为极限强度, x 为股骨颈骨密度) 合并通过公式简化, 男性为 $2\sqrt{90440M}/1000 = 5.507X - 0.609$, $x \approx 0.109\sqrt{M} + 0.11$, 女性为 $2\sqrt{71060M}/1000 = 5.507X - 0.609$, $x \approx 0.097\sqrt{M} + 0.11$ 。

从实验中可知有效的参与摔倒势能转换的重量为体重的一半^[10]。 $M = m/2$, 如果转化为身体质量则公式为: 男性为 $x \approx 0.077\sqrt{m} + 0.11$, 女性为 $x \approx 0.069\sqrt{m} + 0.11$ (X 代表骨密度, 单位 g/cm^2 , m 代表体重, 单位 kg), 公式转化后男性 $\frac{BMD}{0.077\sqrt{m} + 0.11} \approx 1$, 女性 $\frac{BMD}{0.069\sqrt{m} + 0.11} \approx 1$, 它代表了骨折发生时骨密度和质量之间特殊相关关系。

3 讨论

3.1 与国外资料比较

X. G. Cheng^[1]、M. L. Bouxsein^[2]所提供的数据中, 可以注意到以下两点, ①陕西地区老年人股骨颈的长度(为 8.859 ± 0.838 cm)要短于欧洲人, 而欧洲人股骨颈的长度为 10.412 ± 0.800 cm。陕西地区老年人的股骨颈较短, 可能与身高有关。②以往的研究提示, 国人的骨密度低^[7], 但本实验提示, 并非如此。如欧洲人股骨颈 BMD 为 0.723 ± 0.122 g/cm²、大转子 BMD 为 0.675 ± 0.137 g/cm²、Ward's 三角 BMD 为 0.552 ± 0.137 g/cm²^[1], 两者的 BMD 基本相当, 有的指标如股骨颈 BMD 还高于国外。

3.2 股骨颈结构与骨折的关系

有统计表明亚洲人髋关节骨折发生率低于白人^[7,16]这与亚洲人的股骨颈短^[8]有关。但本研究结果显示陕西地区老年人股骨颈长度和宽度与股骨上段强度的相关系数分别为 0.63 和 0.432。可以看出股骨颈的宽度与骨折风险的相关性更大。然而, 通过股骨颈宽度比较, 陕西地区老年人的股骨颈较细(试验中显示股骨颈宽度是 3.238 ± 0.325 cm, 国外资料欧洲人是 3.551 ± 0.340 cm), 根据本试验研究, 陕西地区老年人骨密度与国外相当, 但骨折的极限强度远远低于国外, 陕西地区老年人股骨颈骨折风险比欧洲人低。可能与体型较小导致摔倒时受到的暴力冲击较小有关。

3.3 男女性股骨上段各参数比较

女性 Ward's 三角 BMD、股骨颈长度、颈干角显著低于男性, 这与女性平均身高较男性低有关,

Ward's 三角 BMD 又是骨小梁相对疏松区域, 介于张力和压力骨小梁之间, 对力学强度影响不大, 所受力较低, 因此在总体骨密度下降的情况下, Ward's 三角 BMD 降低将更明显。

3.4 股骨颈骨密度与骨折风险的关系

近来有研究指出股骨大转子区的骨密度值与股骨上段的生物力学相关性最强, 决定系数 γ^2 是 0.88^[11]。但是通过本实验的相关性比较, 可以看出股骨颈骨密度值与极限强度的相关系数 γ 为 0.899, 决定系数 γ^2 是 0.807, 在所有预测值中相关性最好。根据本实验研究结果得出以下推论: 股骨颈骨密度值作为预测髋部骨折风险的指标, 优于大转子区骨密度值, 并推导出预测股骨上段骨折风险回归方程 $y = 5.507x - 0.609$ (y 为极限强度, x 为股骨颈骨密度)(公式 1)。国外相关资料显示的回归方程为 $y = 7.527x - 0.443$ (y 为极限强度, x 为股骨颈骨密度)^[11]。显然欧洲人股骨上段的极限强度更高, 也说明其骨质量较国人高。

因考虑到几何形态是简单易得, 并且是与极限强度相关性较好的指标, 所以本实验中将几何形态与股骨颈骨密度指标结合后得出多元回归方程为: $y = 5.093x_1 + 0.187x_2 + 0.961x_3 - 1.809$, (y 为极限强度, x_1 为股骨颈骨密度, x_2 为股骨颈长度, x_3 为股骨颈宽度)(公式 2)。相关系数 0.929 和决定系数 0.863。这与国外相关研究一致, 表明股骨颈几何形态与骨密度结合确实能提高骨折风险的预测能力^[17]。

3.5 骨折风险阈值分析

目前有多种骨质疏松骨折的预测指标, 最常使用的是通过骨密度来预测骨折风险, 在我国骨密度低于年轻成人骨峰均值 2.0 个标准差即可诊断为骨质疏松症^[13-14]。

但骨质疏松发生并不一定发生骨折, 骨的质量在骨强度中仅发挥 20% 的作用。另外既往研究表明骨折的发生还与年龄、性别、身高、体重、BMI(体重指数)、12 月内摔倒情况、既往骨折史等多种因素相关^[18], 特别是 BMI 和髋关节周围软组织厚度^[12]。鉴于此, 如能综合多种因素加以分析, 预测指标将更准确。

本次试验考虑到老年患者摔倒时暴力强度和骨密度这两个与骨折相关性最强的因素, 由于老年人多是由站立位直接摔倒, 体重与暴力强度相关性较强。因此选择回归公式和物理推导公式 $F = v\sqrt{mk}$ 结合起来预测骨折风险, 得出更为精确的测量结果,

男性为 $\frac{\text{BMD}}{0.077\sqrt{m}+0.11} \approx 1$, 女性为

$\frac{\text{BMD}}{0.069\sqrt{m}+0.11} \approx 1$ (BMD 代表骨密度, 单位 g/cm², m 代表体重, 单位 kg), 可以把它作为骨折风险

阈值看待。分子代表了骨强度分母代表所遭受暴力如阈值小于等于 1 股骨上段骨折的风险将明显增加。

通过以上结论, 对于阈值接近 1 的患者应立即进行干预, 防止骨折发生, 干预的措施应包含多个方面, 一方面应当防治骨质疏松症, 另一方面应对导致行动不便的原因进行有效治疗。还应当加强看护和给予严格的防摔措施以及局部保护。

【参 考 文 献】

- [1] X. G. Cheng, G. Lowet, S. Boonen, et al. Assessment of the strength of proximal femur in vitro; relationship to femoral bone mineral density and femoral geometry. *Bone*, 1997, 20:213-218.
- [2] M. L. Bouxsein, B. S. Coan, S. C. Lee. Prediction of the strength of the elderly proximal femur by bone mineral density and quantitative ultrasound measurements of the heel and tibia *Bone*, 1999, 25:49-54.
- [3] M L Bouxsein, AC Courtney, Hayer W. C. Ultrasound and densitometry of the calcaneus correlate with the failure loads of cadaveric femurs. *Calcif Tissue Int*, 1995, 56:99-103.
- [4] Courtney AC, Wachtel EF, Myers ER, et al. Effects of loading rate on strength of the proximal femur: *Calcif Tissue Int*, 1994, 55(5):402.
- [5] Cecile Smeesters, Wilson C. Hayes, Thomas A. McMahon. Disturbance type and gait speed affect fall direction and impact location. *Journal of Biomechanics*, 2001, 34:309-317.
- [6] Van den Kroonenberg, A. J. Hayes, W. C. McMahon, et al. Dynamic models for sideways falls from standing height. *Journal of Biomechanical Engineering*, 1995, 117(3):309-318.
- [7] K. S. Tsal, W. C. Cheng, T. V. Sanchez, et al. Bone densitometry of proximal femur in Chinese subjects: gender differences in bone mass and bone areas. *Bone*, 1997, 20(4):365-369.
- [8] Faulkner, K. G., Cummings, S. R., Black, D. et al. Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: The study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res*, 1993, 8:1211-1217.
- [9] Joyce H. Keyak. Relationships between femoral fracture loads for two load configurations. *Journal of Biomechanics*, 2000, 33:499-502.
- [10] Robinovitch SN, Hayes WC, McMahon TA. Prediction of femoral forces in falls on the hip. *J Biomech Eng*, 1991, 113(4):366-374.
- [11] Mary L Bouxsein, Pawel Szule. Contribution of Trochanteric Soft tissues to fall force estimates, the factor of risk, and prediction of hip fracture risk. *Journal of bone and mineral research*, 2007, 22(6):825-831.
- [12] Riggs BL, Melton Lj III, Robb RA, et al. Population-based analysis of the relationship of whole bone strength indices and fall-related loads to age and sex-specific patterns of hip and wrist fractures. *J Bone Miner Res*, 2006 21:315-323.
- [13] Chinese primary osteoporosis diagnostic criteria (Trial). *Chinese Journal of integrated traditional and Western medicine*, 1999, 19(10):639-640.
- [14] Liu Zhonghou, et al. Chinese osteoporosis proposed diagnostic criteria. *Chinese Journal of osteoporosis*, 2000, 6(1):1-3.
- [15] Im GI, Lim MJ. Proximal hip geometry and hip fracture risk assessment in a Korean population. *Osteoporos Int*. 2011 Mar;22(3):803-7.
- [16] Ishii S, Cauley JA, Greendale CA, Ethnic differences in composite indices of femoral neck strength. *Osteoporos int*. 2012 Apr;23(4):1391-2.
- [17] Ito M, Nakata T, Nishida A, et al. Age-related changes in bone density, geometry and biomechanical properties of the proximal femur: CT-based 3D hip structure analysis in normal postmenopausal women. *Bone*. 2011 Mar 1;48(3):627-30.
- [18] Grażyna Bączyk, Tomasz Opala, Paweł Kleka, Multifactorial analysis of risk factors for reduced bone mineral density among postmenopausal women *Arch Med Sci*. 2012 May 9; 8(2): 332-341.

(收稿日期: 2012-07-09)

作者: 朱文艺, 王坤正, 刘凯, 王瑞, 洪刚, 郭子城, ZHU Wenyi, WANG Kunzheng, LIU Kai, WANG Rui, HONG Gang, GUO Zicheng
作者单位: 朱文艺, 刘凯, 洪刚, 郭子城, ZHU Wenyi, WANG Kunzheng, LIU Kai, WANG Rui, HONG Gang, GUO Zicheng(首都医科大学北京朝阳医院(京西院区)骨科, 北京, 100043), 王坤正, 王瑞(西安交通大学附属第二医院骨科, 西安, 710004)
刊名: 中国骨质疏松杂志 **ISTIC**
英文刊名: Chinese Journal of Osteoporosis
年, 卷(期): 2013, 19(7)

参考文献(18条)

1. X. G. Cheng; G. Lowet; S. Boonen Assessment of the strength of proximal femur in vitro: relationship to femoral bone mineral density and femoral geometry 1997
2. M. L. Bouxsein; B. S. Coan; S. C. lee Prediction of the strength of the elderly proximal femur by bone mineral density and quantitative ultrasound measurements of the heel and tibia 1999
3. M L Bouxsein; AC Courtney; Hayer W. C Ultrasound and densitometry of the calcaneus correlate with the failure loads of cadaveric femurs 1995
4. Courtney AC; Wachtel EF; Myers ER Effects of loading rate on strength of the proximal femur 1994(05)
5. Cecile Smeesters; Wilson C. Hayes; Thomas A. McMahon Disturbance type and gait speed affect fall direction and impact location 2001
6. Van den Kroonenberg; A. J. Hayes; W. C. McMahon Dynamic models for sideways falls from standing height [外文期刊] 1995(03)
7. K. S. Tsai; W. C. Cheng; T. V. Sanchez Bone densitometry of proximal femur in Chinese subjects: gender differences in bone mass and bone areas 1997(04)
8. Faulkner, K. G; Cummings, S. R; Black, D Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: The study of osteoporotic fractures 1993
9. Joyce H. Keyak Relationships between femoral fracture loads for two load configurations 2000
10. Robinovitch SN; Hayes WC; McMahon TA Prediction of femoral forces in falls on the hip 1991(04)
11. Mary L Bouxsein; Pawel Szule Contribution of Trochanteric Soft tissues to fall force estimates, the factor of risk, and prediction of hip fracture risk 2007(06)
12. Riggs BL; Melton Lj III; Robb RA Population-based analysis of the relationship of whole bone strength indices and fall-related loads to age and sex-specific patterns of hip and wrist fractures 2006
13. Chinese primary osteoporosis diagnostic criteria(Trial) 1999(10)
14. Liu Zhonghou Chinese osteoporosis proposed diagnostic criteria 2000(01)
15. Im GI; Lim MJ Proximal hip geometry and hip fracture risk assessment in a Korean population 2011(03)
16. Ishii S; Cauley JA; Greendale GA Ethnic differences in composite indices of femoral neck strength 2011(04)
17. Ito M; Nakata T; Nishida A Age-related changes in bone density, geometry and biomechanical properties of the proximal femur: CT-based 3D hip structure analysis in normal postmenopausal women 2011(03)
18. Grazyna Ba czyk; Tomasz Opala; Pawel Kleka Multifactorial analysis of risk factors for reduced bone mineral density among postmenopausal women 2011(02)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zggzsszz201307004.aspx