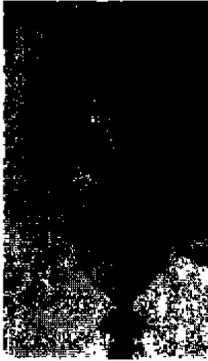


# 老年骨质疏松性髋部骨折危险预测

黄芝胜 李佛保 杨忠汉 徐栋梁 廖威明



**目的** 综合考虑引起老年人髋部骨折的两个重要因素,设计新预测指标 BMD/L,利用多测量区分析提高老年人骨质疏松性髋部骨折危险预测的准确性和可靠性。**方法** 用 DEXA 测量骨折组和对照组的髋部骨密度,根据有关物理定律推导新预测指标的计算公式。**结果** 利用判别分析得到预测老年人骨质疏松性髋部骨折危险性的判别函数组及预测正确率。**讨论** 多测量区分析较通常采用的单测量区分析预测正确率明显提高,判别函数组可作为计算机辅助诊断的基础,预测结果可供临床医生参考。

**关键词** 骨质疏松 髋部骨折 危险性预测 骨密度

## Risk prediction of senile osteoporotic fracture

Huang Zhisheng, Li Fobao, Yang Zhonghan, Xu Dongliang and Liao Weiming

Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital,

Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China

**Abstract** Purpose: Designing new index for risk prediction of senile osteoporotic fractures according to the two main causes that cause senile hip fractures; improving the reliability and correctness of risk prediction. Method: Measuring BMD of hips by DEXA; deducing the formula of the new predication index according to laws of physics. Results: By discriminant analysis, prediction function groups and the rates of prediction correctness were obtained. Conclusion: The prediction correctness is much improved by multi-area analysis. The function groups are bases for computer-based diagnosis and the prediction results can be used as reference for clinical doctors.

**Key words** Osteoporosis Hip fracture Risk prediction Bone mineral density

骨质疏松性髋部骨折对病人、对社会的影响巨大,已引起全世界的广泛关注。老年人髋部骨折的内在原因是骨力学强度的下降,外在原因是髋部受到的外力负荷。骨的力学强度大约 75~85% 由骨量决定<sup>[1-3]</sup>。髋部骨折 92% 由跌倒所致<sup>[1]</sup>。目前文献中多单纯以骨密度来预测

老年人骨质疏松性髋部骨折的危险性,这有一定局限性,未能同时考虑引起老年人髋部骨折的两个重要因素。跌倒时髋部受到的冲击力量与身高、体重有关。较为理想的预测方式是将这些因素综合考虑。这就要更全面的预测指标。另外目前对骨质疏松性髋部骨折危险性的预测以

作者单位:510080 广州,中山医科大学附属第一医院骨科

作者简介:黄芝胜,男,25岁,福建莆田人。1997年7月毕业于中山医科大学,获临床硕士学位(导师为中山医科大学附属第一医院骨科主任李佛保教授)。毕业后继续从事骨科临床与科研工作。研究方向为骨质疏松症及其骨折

单测量区预测为主,这只能孤立地、局限地反映髌部某个测量区对骨质疏松性髌部骨折的影响。多测量区预测可更全面、更恰当地分析这个问题。研究有效的预测指标,利用多测量区分析提高老年人骨质疏松性髌部骨折危险预测的准确性和可靠性是本研究的目的。

## 1 材料和方法

### 1.1 受试对象

**1.1.1 骨折组** 共 35 例,男 12 例,女 23 例。年龄 55~81 岁,平均为 67.54 岁。所有患者为不慎跌倒,髌部首先着地而导致骨折。已排除由暴力直接撞击髌部或从高处跌落所致的骨折及病理骨折。

**1.1.2 对照组** 共 35 例,男 12 例,女 23 例。按年龄、性别与骨折组配对。年龄 50~79 岁,平均为 65.89 岁。

**1.1.3 一般资料** 所有受试对象均有详细的病史、必要的体格检查及实验室检查(血、尿常规,生化,肝功等),排除影响骨代谢的疾病,如糖尿病、甲状腺功能亢进、甲状旁腺功能亢进等。准确记录受试者年龄、性别、出生年月日,并测量身高、体重。

### 1.2 方法

**1.2.1 骨密度测定** 骨密度测定采用美国 HOLOGIC 公司生产的 QDR-2000 型第三代多束 X 线骨密度仪。该机定位准确,误差小,重复性好。配有图像自动分析软件,为目前所使用的最先进的骨矿含量检测技术之一。该骨密度仪体内精度值小于 0.01 gm(在  $BMD=1.0g/cm^2$  时,  $CV=1.0\%$ )。

测定全身、腰椎正位及侧位( $L_2-L_4$ )、股骨颈、股骨转子区、股骨粗隆间、股骨 Ward 三角区的骨密度。仪器由微机控制,自动分析及打印结果。骨折组病例一般于骨折后 1~14 天测定,其中髌部骨折患者髌部骨密度均测定健侧。

### 1.2.2 BMD/I 指标的计算

跌倒时髌部受力是一个碰撞过程。由于碰撞发生在人体与大地之间,碰撞时间极短,可近

似地认为碰撞时间相等,为一常量,因冲量  $I=F \cdot t$ ,则受力与冲量成正比,故可用冲量代替受力进行分析。髌部骨折危险性与髌部 BMD 成反比,而与髌部受到的外力负荷成正相关。用 BMD/I 这一新指标进行老年人髌部骨折的危险性预测就同时考虑了引起老年人髌部骨折的两个重要因素。

根据动能定理  $1/2mv_2^2 - 1/2mv_1^2 = mgh$  及动量定理  $I = mv_2 - mv_1$ ,得  $I = 2mgh^{1/2}$ 。  $v_1$  为跌倒人体触地后的速度,为 0 m/s,  $v_2$  为平地跌倒时髌部触地前瞬间的速度。 $m$  为体重, $g$  为重力加速度( $9.8 m/s^2$ ), $h$  为身体重心高度,在男性是身高的 56%,女性是身高的 55%<sup>[4]</sup>。由此可计算跌倒时髌部所受的冲量。整理得 BMD/I 计算公式如下:

男性:  $BMD/I = 91.18BMD / (\text{weight} \times \text{height}^{1/2})$

女性:  $BMD/I = 92.76BMD / (\text{weight} \times \text{height}^{1/2})$

其中 BMD 为骨密度,以  $g/cm^2$  为单位;weight 为体重,以千克(kg)为单位;height 为身高,以米(m)为单位。以上二式计算结果以( $10^{-2}s/m^3$ )为单位。

**1.3 统计分析方法** 建立 foxbase plus 数据库,由 SPSS for Window 分析软件进行  $t$  检验及判别分析。

## 2 结果

### 2.1 非骨折组左、右髌各骨密度指标比较

为了解人体左、右髌骨密度是否相同,由配对  $t$  检验分析非骨折组左、右髌各骨密度指标。分析结果表明:非骨折组髌部各项指标均无显著统计差异。从整体上可认为人体左、右髌骨密度基本相等。这与段云波等的研究相符<sup>[5]</sup>。据此,进行统计分析时非骨折组可用任一侧髌的骨密度进行分析,本研究均取左侧;而髌部骨折者可取健侧骨密度代替患侧进行分析。统计分析结果详见表 1 及表 2。各指标值以  $\bar{x} \pm s$  表示。

**表 1** 非骨折组左、右髌 BMD 值(g/cm<sup>2</sup>)配对 t 检验

部位	例数	左髌	右髌	P 值
Neck	35	0.753±0.089	0.746±0.078	0.401
Inter	35	1.008±0.125	0.986±0.125	0.015
Troch	35	0.643±0.089	0.640±0.092	0.576
Total	35	0.865±0.101	0.845±0.099	0.062
Ward	35	0.624±0.123	0.613±0.126	0.205

注:Neck:股骨颈;Inter:股骨粗隆间;Troch:股骨转子区;Ward:股骨 Ward 三角区;Total:股骨颈、股骨粗隆间、股骨转子区平均骨密度

**2.2 骨折组与非骨折组髌部 BMD/I 比较**

BMD/I 是预测老年人髌部骨折危险性的新指标。为了解骨折组与非骨折组 BMD/I 有无差异,由配对 t 检验分析骨折组与非骨折组髌部各 BMD/I 指标(BMD 数值骨折组取健侧,非骨折组取左侧)。统计分析结果表明:骨折组髌部各 BMD/I 指标较非骨折组明显低(P 均<0.01),差异有非常显著性,见表 3。各指标值以  $\bar{x} \pm s$  表示。

**2.3 骨折组髌部各项 BMD/I 指标按性别分**

**表 3** 骨折组与非骨折组髌部 BMD/I 配对 t 检验( $\times 10^{-2}s/m^3$ )

部位	例数	骨折组	非骨折组
Neck	35	2.418±0.530	2.996±0.560
Inter	35	3.163±0.651	4.000±0.717
Troch	35	2.003±0.469	2.555±0.497
Total	35	2.702±0.541	3.432±0.591
Ward	35	1.550±0.523	2.500±0.665

**2.4 骨质疏松性髌部骨折危险性预测——判别分析法**

我们以髌部 BMD/I 指标预测(BMD 值骨折组取健侧,非骨折组取左侧)得到以下结果。

(1)Fisher 线性判别函数组 I (直接判别分析法):

**表 2** 非骨折组左、右髌 BMD 百分率配对 t 检验

部位	例数	左髌(%)	右髌(%)	P 值
Neck	35	95.114±11.422	93.857±10.082	0.226
Inter	35	88.829±17.940	89.286±13.024	0.855
Troch	35	90.229±14.564	90.114±14.389	0.897
Total	35	88.314±13.579	87.314±11.940	0.466
Ward	35	81.343±18.188	79.829±18.244	0.240

注:BMD 百分率指检查部位骨密度值与年轻人峰值骨密度的比值

**组比较**

为了解髌部骨折患者不同性别组的 BMD/I 指标之间有无差异,由方差分析,按性别分组比较骨折组髌部各 BMD/I 指标(数值取健侧)。统计分析结果表明:按性别分组比较,骨折组髌部各 BMD/I 指标男女之间无统计差异。这说明 BMD/I 这一指标不受性别影响,可用同一个危险阈值来预测老年男、女性髌部骨折的危险性。统计分析结果详见表 4。各指标值以  $\bar{x} \pm s$  表示。

**表 4** 骨折组髌部 BMD/I 按性别分组方差分析( $\times 10^{-2}s/m^3$ )

部位	例数	女	例数	男
Neck	23	2.471±0.580	12	2.317±0.424
Inter	23	3.225±0.729	12	3.042±0.469
Troch	23	2.002±0.487	12	2.003±0.453
Total	23	2.734±0.595	12	2.640±0.436
Ward	23	1.549±0.555	12	1.550±0.479

$$F_{G1} = -17.8813374 + 4.7250501neck - 17.6122888inter - 15.0293281troch + 45.8157769total - 9.7089566ward$$

$$F_{G2} = -23.6724773 - 1.2226682neck - 26.5268094inter - 21.8562440troch + 65.6460964total - 5.4807810ward$$

(2) Fisher 线性判别函数组 II (逐步判别分析法):

$$F_{G1} = -13.6218095 + 16.0271711\text{neck} - 8.3266688\text{ward}$$

$$F_{G2} = -16.4315817 + 13.7134766\text{neck} - 3.8451321\text{ward}$$

G1 为骨折组, G2 为非骨折组。将受试者髋部各 BMD/I 值代入上述各函数组, 受试者判别归属函数值大者。Fisher 线性判别函数组 I 的正确预测率为 88.57%; 判别函数组 II 的正确预测率为 82.86%。

### 3 讨论

目前对骨质疏松尚无特别有效的治疗方法, 骨质疏松性髋部骨折应以预防为主。有研究表明, 90% 以上的老年人髋部骨折是可以预防的<sup>[6]</sup>。这说明筛选高危人群或个体, 有针对性地进行预防干预的重要性。因此临床上经常要判断某患者有无骨质疏松性髋部骨折的危险。这就很有必要研究有效的髋部骨折危险性的预测方法, 制定可靠的预测指标。

#### 3.1 单测量区分析预测老年人髋部骨折的危险性

统计分析结果表明骨折组髋部骨密度较非骨折组明显低 ( $P=0.000$ )。其中 Ward 区骨密度最低, 为  $0.323 \pm 0.095$  ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ); 下降最明显, 与年青人峰值骨密度比较下降了  $58.086 \pm 12.040\%$ 。故 Ward 区能最敏感地反映髋部骨量的变化。这与 Steiger P 等的研究相符<sup>[7]</sup>。Mazess 认为 Ward 三角 BMD 计量可看作预测髋部骨折的新技术<sup>[8]</sup>。本研究中骨质疏松性髋部骨折危险阈值的提出即以 Ward 区骨密度计算。

本组髋部骨折患者有 35 例, BMD/I 平均值为  $1.550 \pm 0.523$  ( $\times 10^{-2} \text{s}/\text{m}^3$ )。以 BMD/I 为预测指标, 为同时减少误诊率和漏诊率, 根据统计学正态分布有关知识, 本研究提出的危险阈值为  $2.025$  ( $\times 10^{-2} \text{s}/\text{m}^3$ ), 误诊率和漏诊率为 21.48%, 正确预测率为 78.52%。

#### 3.2 多测量区分析预测老年人髋部骨折的危险性

一般文献中以单测量区分析预测老年人骨质疏松性髋部骨折的危险性, 由 Ward 区骨密度预测。这种方法简单, 但正确预测率低。所以除单测量区分析之外, 我们进一步以判别分析来预测老年人骨质疏松性髋部骨折的危险性, 考虑髋部不同测量区的 BMD/I 值。判别分析法属多因素分析法的一种, 能有效地提高骨质疏松性髋部骨折危险性预测的准确性和可靠性, 有直接判别法与逐步回归法。直接判别分析法建立的判别方程包含髋部所有测量区的骨密度, 不论其对预测效果影响大小。该法得到的判别方程判别准确率高, 但判别方程相当复杂。逐步回归法的目的是建立如下判别方程, 仅包含那些对骨质疏松性髋部骨折危险预测影响显著的测量区的骨密度, 而不包含影响不显著区, 从而对髋部不同测量区骨密度的危险预测效果作出主次评价。从 Fisher 线性判别函数组 II 可以看出 Neck 和 Ward 区的 BMD/I 对老年人骨质疏松性髋部骨折的危险性预测作用最大。

以上各方法对老年人骨质疏松性髋部骨折危险性的预测能力见表 5。可以看出多测量区预测分析的判别正确率较单测量区预测分析高。Fisher 线性判别函数组 II 的正确预测率虽然较 Fisher 线性判别函数组 I 低, 但计算明显简单, 且此正确预测率亦较为满意。

表 5 各方法预测正确率比较 (%)

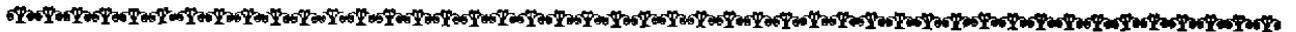
预测指标	单测量区分析	多测量区分析	
		直接判别法	逐步回归法
BMD/I 指标	78.52	88.57	82.86

利用判别方程预测老年人髋部骨折的危险性判别准确率高, 但计算繁琐。其运用在于借助计算机利用上述判别方程进行判别诊断, 即计算机辅助诊断, 在分析骨密度测量仪扫描结果时同时做出危险预测诊断, 供临床医生参考。

参 考 文 献

- 1 Nevitt MC. Epidemiology of osteoporosis. *Rheum Dis Clin North Am.* 1994, August, 20(3):535~559.
- 2 Scott JC. Osteoporosis and hip fractures. *Rheum Dis Clin North Am.* 1990, 16(3):717~740.
- 3 Riss BJ. The role of bone turnover in the pathogenesis of osteoporosis. *British J Obstetrics Gynecology.* 1996, 103 Suppl, 9~15.
- 4 运动生物力学. 全国体育学院教材委员会审定. 人民体育出版社. 1990, 112.
- 5 段云波, 刘忠厚, 马海波, 等. 420名健康成年男、女腰椎及

- 髋部骨密度的相关分析. *解放军医学杂志.* 1994, 19(5): 362.
- 6 Lauritzen JB. Prevention with hip protectors. *Biomedical aspects in falls and hip fractures. Nord Med.* 1996, 111(10):340-3.
- 7 Steiger P, Cummings SR, Black DM, et al. Age-related decrements in bone mineral density in women over 65. *J Bone Mineral Res.* 1992, 7(6):625~32.
- 8 Mazess RB, Barden H, Ettner M, et al. Bone density of the radius, spine, and proximal femur in osteoporosis. *J Bone Miner Res.* 1988, 3:13~18.



(上接7页)

$L_{2-4}$ 的测量值大于已知值(真值)0.026, 从表1中精确度为1.4%(或0.014)当准确度大于0.028以上应校正, 仅大于已知值0.026则不需要校正, 而 $L_4$ 的测量值大于已知值3.2%应该校正, 校正系数=已知值(真值)/测量值=1.401/1.446=0.969. 测量值 $\times$ 0.969=校正值。如果测量值大于已知值, 则会造成漏诊, 同时仪器测量值无法与其他仪器测量值相比。

大白鼠的股骨和胫骨的准确度误差分别为-0.15(或-15.0%)和-0.092(-9.2%), 提示测量值小于灰值(真值)。从表2中平行式测量股骨和胫骨的精确度分别为0.019和0.034, 都应该校正, 校正系数=灰值(已知值)/测量值, 校正系数 $\times$ 测量值=校正值。校正方法

系大白鼠的股骨测量值乘1.177, 胫骨测量值乘1.10而得到校正, 校正后的测量值进行药物疗效比较的可比性强。

参 考 文 献

- 1 Herd RJM, Blake GM, Parker JC, et al. Total body studies in normal British women using dual energy X-ray absorptiometry. *Br J Radiol.* 1993, 66:303~308.
- 2 李晓冬, 井上哲朗. 体重和身长对大白鼠骨量影响的双能X线吸收法的应用. *中国骨质疏松杂志.* 1995, 1(1): 21, 23.
- 3 Edmondston SJ, Singen KP, Pice RI, et al. Accuracy of lateral dual energy X-ray absorptiometry for the determination of bone mineral content in the thoracic and lumbar spine; an in vitro study. *Br J Radiol.* 1993, 66:309~313.
- 4 Hamson MA, Hassager C, Overgard, et al. Dual-energy X-ray absorptiometry; a precise method of measuring bone mineral density in the lumbar spine. *J Nucl Med.* 1990, 31, 1156~1162.
- 5 Pearson J, Dequekej, Henley M, et al. European semi-anthropomorphic spine phantom for the calibration of bone densitometers. assessment of precision, stability and accuracy. *The European quantitation of osteoporosis study group. Osteoporosis Int.* 1995, 5:174~184.

表4 49只大白鼠股骨、胫骨骨密度测量的准确度

指标	股骨	胫骨
灰值BMD(M±s)	0.402±0.053	0.293±0.035
测量值	0.341±0.077	0.266±0.056
BMD(M±s)	-0.150	-0.092
准确度	1.177	1.100