

·临床研究·

# 骨质疏松性骨折风险的 FRAX 评分与脊柱形态的相关性研究

蒋雪生<sup>1</sup>, 李建有<sup>1</sup>, 张文均<sup>2</sup>, 王华军<sup>3</sup>, 陈庭瑞<sup>4</sup>, 蓝文锐<sup>4</sup>, 李义凯<sup>4</sup>, 陈超<sup>4</sup>

(1.湖州市中心医院骨科, 浙江 湖州 313000; 2.深圳市平乐骨伤科医院骨科, 广东 深圳 508010; 3.石家庄市骨科医院骨科, 河北 石家庄 050011; 4.南方医科大学中医药学院外科教研室, 广东 广州 510515)

**【摘要】** 目的:探讨骨质疏松老年人脊柱形态与全身骨折风险之间的关系。方法:2010 年 6 月至 2011 年 1 月,应用双能 X 线(DEXA)测量 107 位老年人股骨颈及腰椎骨密度(BMD),其中男 41 例,女 66 例;年龄 48~82 岁,平均(67±6)岁。并对其骨折风险因素问卷调查,联合应用世界卫生组织(WHO)推荐的骨折风险测评工具(FRAX)对老年人进行骨质疏松性骨折风险评估,计算出每个人 10 年内髋部骨折概率和 10 年内主要的骨质疏松性骨折(脊柱、髋部、前臂或肩部骨折)概率。采用 Spinalmouse 测量老年人站立位的脊柱椎间夹角、脊柱曲度,并分析骨折风险概率与脊柱椎间夹角、脊柱曲度的相关性,做曲线拟合分析。结果:骨质疏松性骨折概率与直立位的 T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 夹角,胸椎曲度,腰椎曲度成正相关(P<0.05),与前倾角成正相关(P<0.05),与其他椎间夹角无明显相关关系。结论:老年人的脊柱形态特征能够反映骨质疏松性骨折风险的高低。

**【关键词】** 骨折; 骨质疏松; 脊柱; 髋; 老年人

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2013.09.007

**Relationship between fracture risk evaluated by FRAX tool and spinal curvature** JIANG Xue-sheng, LI Jian-you, ZHANG Wen-jun, WANG Hua-jun, CHEN Ting-rui, LAN Wen-rui, LI Yi-kai, and CHEN Chao\*. \*Division of Surgery, College of Traditional Chinese Medicine, South Medical University, Guangzhou 510515, Guangdong, China

**ABSTRACT Objective:** To investigate the relationship between the risk of osteoporotic fracture in old people and the spinal morphology. **Methods:** From June 2010 to January 2011, 107 old people's BMD of femoral neck were measured by Dual energy X-ray. A questionnaire survey on fracture risk factors of the 107 aged and data collection were adopted. Among the aged, 41 were male and 66 were female, ranging in age from 48 to 82 years old, with an averaged of (67±6) years old. The fracture risk assessment tools (FRAX) recommended by WHO were adopted. A risk assessment on osteoporotic fracture in old people was done, followed with the calculation of the probability of the hip fracture and the main bone fractures (spine, hip, forearm or shoulder fractures) in ten years. The angles of spine vertebra, spine curvature in the upright positions of the old people were measured by using Spinalmouse. The correlation analysis along with curve fitting analysis between the probability of fracture risk and included angles of spine vertebra, spine curvature were done. **Results:** The probability of osteoporotic fracture had a positive relation with thoracic vertebra T<sub>7</sub> and T<sub>8</sub>, thoracic spine curvature, lumbar curvature and incline angle in upright position (P<0.05). **Conclusion:** The old people's morphological characteristics of spine have the ability to reflect the risk level of osteoporotic fracture.

**KEYWORDS** Fractures; Osteoporosis; Spine; Hip; Aged

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(9):730-734 www.zggszz.com

脊柱是骨质疏松骨折的好发部位,特别是胸腰段。由于椎间盘的退变和椎间隙的改变,使椎体终板的应力分布发生改变。这种应力的重新分布被认为是引发椎体结构形态改变的主要原因<sup>[1-2]</sup>。椎间隙及椎间盘的改变,将会造成脊柱曲度的改变,理论上会导致脊柱应力的重新分布,可能会导致局部的应力

集中,从而容易引起骨折。但脊柱骨折风险的 FRAX 评分与反映脊柱曲度的椎间夹角和脊柱节段曲度之间的关系,目前并无确切的研究结果。本研究对骨质疏松骨折风险与脊柱的曲度进行了研究,报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 纳入和排除标准** 纳入标准:年龄 40~90 岁,近 1 个月内腰腿无明显疼痛而影响活动。排除标准:有强直性脊柱炎、椎间盘突出症、椎管狭窄症等骨病病史,脊椎创伤骨折史及手术史。

**1.2 一般资料** 自 2010 年 6 月至 2011 年 1 月,本

基金项目:国家自然科学基金(编号:30700893)

Fund program: Provided by National Nature Science Foundation of China (No.30700893)

通讯作者:陈超 Tel:020-61648254 E-mail:chenchao@smu.edu.cn

研究在义诊活动中,共计测量 454 名老年人。依据纳入及排除标准,107 例符合标准,并完成了 FRAX 评分,其中男 41 例,女 66 例;年龄 48~82 岁,平均(67±6)岁。

**1.3 测量仪器与测量方法** 双能 X 线骨密度仪 (DEXA) 采用美国 Hologic 公司产生的 Explorer 型,其测量的脊柱和股骨颈 BMD 精度小于 1%。

Spinalmouse (Idiag, 瑞典, 内置软件版本 6.0) 能够测量脊柱的空间曲度以及椎间夹角。其利用重力夹角的原理,测量脊柱在空间上的位置和弧度变化,并将这个弧度变化转化为椎体间夹角,通过随机附送的软件进行分析,以数据表及曲线图形式表示。此设备的使用性和可靠性已经得到了验证<sup>[3-8]</sup>。

骨折风险因素问卷调查并收集数据,主要骨质疏松性骨折概率(颈椎、前臂、髌部或肩部骨折)和 10 年内髌部骨折概率通过世界卫生组织 (WHO) 推荐的 FRAX Tool 计算<sup>[9]</sup>。

#### 1.4 观察项目与方法

**1.4.1 骨折风险概率与脊柱椎间夹角和躯干前倾角的相关性** 首先通过问卷的形式采集临床危险因素,同时逐一测量腰椎骨密度和股骨颈骨密度。把危险因素连同股骨颈 BMD 值输入国际骨质疏松基金会 (IOF) 网站 (<http://www.shef.ac.uk/FRAX/>) 的评测系统,计算出包括 10 年内的主要骨质疏松性骨折概率和髌部骨折概率。FRAX Tool 是将个体的危险因素,如年龄、性别、体重、身高和股骨颈骨密度 (BMD) 输入 FRAX Tool 网络工具,再加入该患者的临床风险因素,如先前发生的脆性骨折、双亲的髌部骨折史、吸烟、长期使用糖皮质激素、类风湿性关节炎、过量饮酒和其他继发性骨质疏松的病因,即可给出该患者未来 10 年骨折风险的百分率。进入 FRAX 评估的危险因素的选定是基于来自北美、欧洲、亚洲和澳洲的 12 个大样本的前瞻性人群研究原始资料的荟萃分析,保证了数据的有效性;并结合了不同国家和地区骨折发生率、人口死亡资料和药物卫生经济学资料,产生了适合该国家和地区 FRAX 和干预阈值。

然后由 1 名经过专门培训的人员操作 Spinalmouse 仪器,测量站立位的脊柱椎间夹角、脊柱曲度、躯干倾角。测量时,被测量者脱鞋,并脱掉上衣暴露 C<sub>7</sub>-S<sub>3</sub>(臀裂),用笔标记起止点 C<sub>7</sub> 和 S<sub>3</sub>。被测者自然站立,双手自然垂于身体两侧,双眼平视前方,双脚同肩宽,两脚同时承重。操作人员按规程将仪器从 C<sub>7</sub> 棘突开始,使滚轮沿着脊柱棘突缓慢匀速滑至 S<sub>3</sub>。测量可得到自 T<sub>1</sub> 至 S<sub>1</sub> 的各椎体间夹角、胸椎总体曲度、腰椎总体曲度。倾角线是 T<sub>1</sub> 至 S<sub>1</sub> 的连线。健康的

受试者站立时一般会稍向前倾,因此倾斜角一般在 5°~10°。负的倾角代表身体后仰。对于活动度来说,倾角线的变化反映总体的活动度,包括胸椎、腰椎和腰骶关节的活动度<sup>[10]</sup>。

将 Spinalmouse 获得的数据导入 SPSS 分析,获得骨折风险概率与脊柱椎间夹角和躯干前倾角的相关性。

**1.4.2 骨折风险概率与直立位脊柱曲度的相关性** 骨折风险概率已在 FRAX Tool 中获得,胸椎及腰椎的曲度通过 Spinalmouse 导出。将数据输入 SPSS 中分析其相关性。

**1.5 统计学处理** 采用 SPSS 13.0 统计软件进行数据统计分析。对骨折风险概率和脊柱椎间夹角、脊柱曲度、躯干前倾角进行 Pearson 相关分析,并对显著相关的参数做曲线拟合分析,选择 Cubic、Quadratic 及 Linear 为拟合方法。

## 2 结果

**2.1 骨折风险概率与脊柱椎间夹角和躯干前倾角的相关性** 骨折风险概率与 T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 夹角成正相关 ( $P<0.01$ ),与其他椎间夹角无显著相关;与前倾角成正相关 ( $P<0.05$ )。结果见表 1。

表 1 骨折风险概率与 T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 夹角和躯干前倾角的相关性  
Tab.1 Relationship between fracture risk and the angle of T<sub>7</sub> and T<sub>8</sub>, incline angle

骨折风险概率	椎间角度及前倾角	r 值	P 值
主要骨质疏松性骨折风险概率	T <sub>7</sub> 、T <sub>8</sub> 夹角	0.358**	0.000
	躯干前倾角	0.202*	0.037
髌部骨折风险概率	T <sub>7</sub> 、T <sub>8</sub> 夹角	0.292**	0.002
	躯干前倾角	0.279**	0.004

注: \*\*在 0.01 水平(双侧)上显著相关。\*在 0.05 水平(双侧)上显著相关

Note: \*\* In level of 0.01 (hibateral) had significantly dependability. \* In level of 0.05 (hibateral) had significantly dependability

T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 夹角和前倾角与主要骨质疏松性骨折概率和髌部骨折概率的最佳曲线拟合,可见 T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 夹角和前倾角与骨折风险概率并不是完全直线相关,而是呈现一定的曲线关系,见图 1-2。

**2.2 骨折风险概率与直立位脊柱曲度的相关性** 骨折风险概率与直立位的胸椎曲度和腰椎曲度成正相关 ( $P<0.05$ ),其中直立位腰椎曲度与髌部骨折概率成正相关 ( $P<0.05$ ),而与主要骨质疏松性骨折概率无显著相关(见表 2)。

直立位的胸椎曲度和腰椎曲度与骨折风险概率的最佳曲线拟合,见图 3-4。

## 3 讨论

**3.1 椎间夹角与骨折风险** 本研究表明,脊柱的形态特征能够反映骨质疏松性骨折风险,可以作为骨

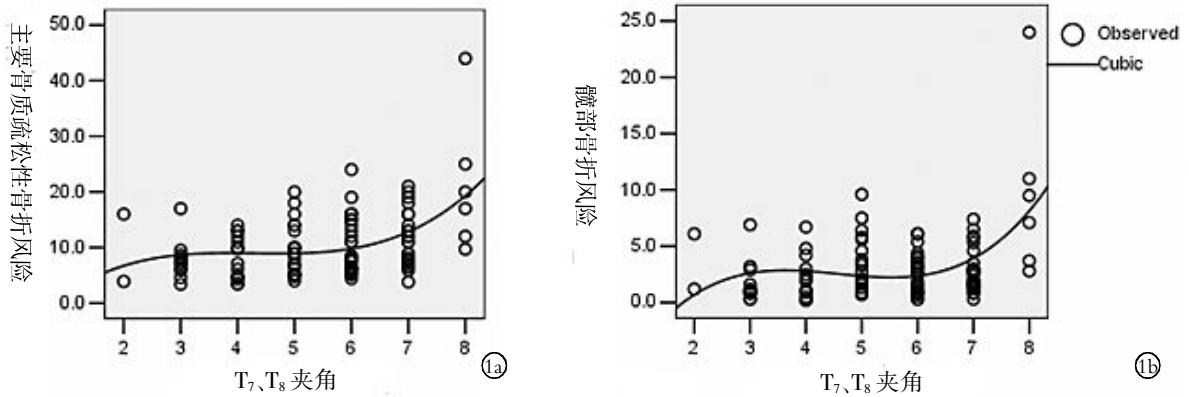


图 1 主要骨质疏松性骨折风险和髋部骨折风险与 T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 夹角的拟合曲线 1a. 主要骨质疏松性骨折风险与 T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 夹角的拟合曲线 1b. 髋部骨折风险与 T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 夹角的拟合曲线

Fig.1 Fitting curve between main risk of osteoporosis fracture, hip fracture and angle of T<sub>7</sub> and T<sub>8</sub> 1a. Fitting curve between main risk of osteoporosis fracture and angle of T<sub>7</sub> and T<sub>8</sub> 1b. Fitting curve between main risk of hip fracture and angle of T<sub>7</sub> and T<sub>8</sub>

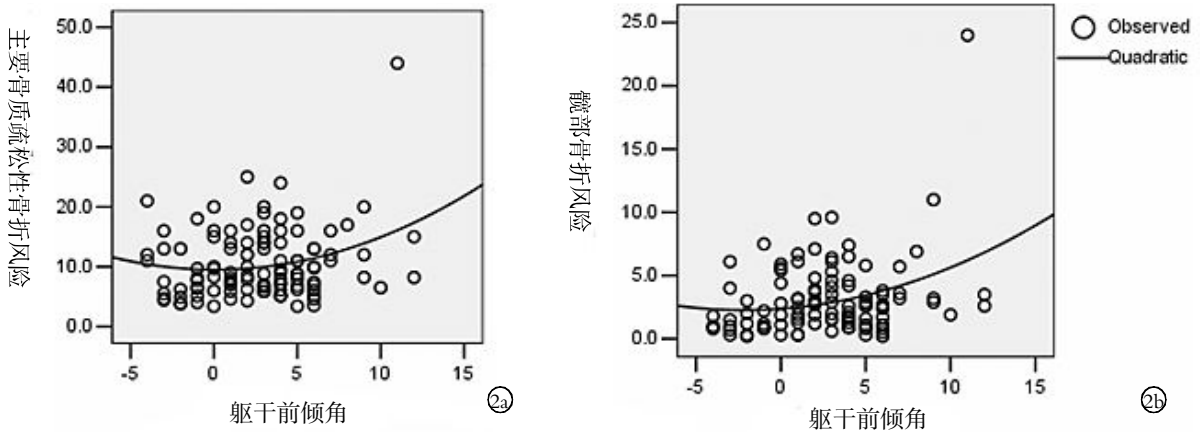


图 2 主要骨质疏松性骨折风险和髋部骨折风险与躯干前倾角的拟合曲线 2a. 主要骨质疏松性骨折风险与躯干前倾角的拟合曲线 2b. 髋部骨折风险与躯干前倾角的拟合曲线

Fig.2 Fitting curve between main risk of osteoporosis fracture, hip fracture and incline angle 2a. Fitting curve between main risk of osteoporosis fracture and incline angle 2b. Fitting curve between main risk of hip fracture and incline angle

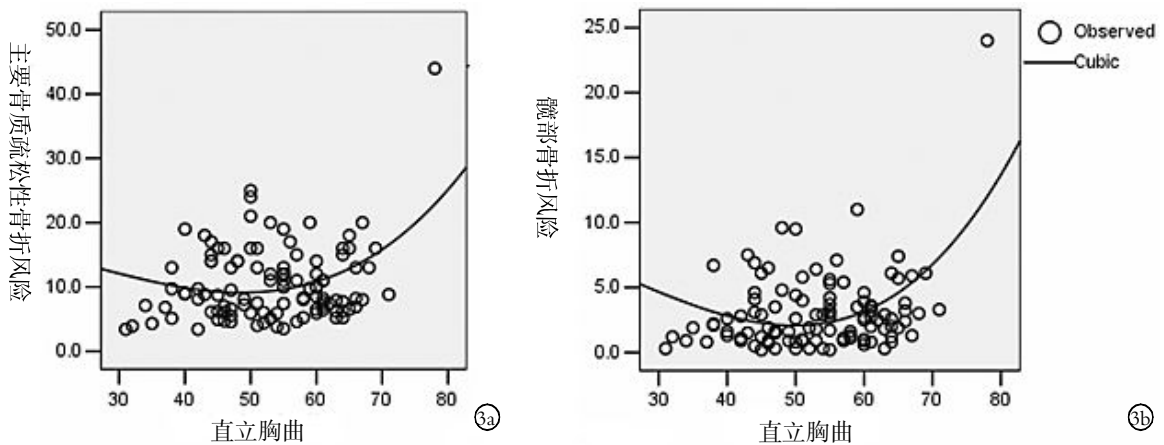


图 3 主要骨质疏松性骨折风险和髋部骨折风险与直立位胸椎曲度的拟合曲线 3a. 主要骨质疏松性骨折风险与直立位胸椎曲度的拟合曲线 3b. 髋部骨折风险与直立位胸椎曲度的拟合曲线

Fig.3 Fitting curve between main risk of osteoporosis fracture, hip fracture and thoracic spine curvature in upright position 3a. Fitting curve between main risk of osteoporosis fracture and thoracic spine curvature in upright position 3b. Fitting curve between main risk of hip fracture and thoracic spine curvature in upright position

折风险的预报因子。其中 T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 夹角与骨折风险成正相关关系。T<sub>7</sub>、T<sub>8</sub> 作为胸段脊柱的活动和力学中心, 承受较大的日常负荷, 局部骨密度的降低将会造成

承受能力的下降, 形成骨折, 导致局部夹角的明显变化。生物力学研究表明, 脊柱的力学特性受椎间盘高度、椎间隙角度等形态学参数改变的影响<sup>[11-12]</sup>。局部

表 2 骨折风险概率与直立位脊柱曲度的相关性  
Tab.2 Relationship between fracture risk and spine curvature in upright position

骨折风险概率	胸椎及腰椎曲度	r 值	P 值
主要骨质疏松性骨折风险概率	直立胸曲	0.221*	0.022
	直立腰曲	0.137	0.160
髋部骨折风险概率	直立胸曲	0.264**	0.006
	直立腰曲	0.198*	0.041

注: \*\*在 0.01 水平(双侧)上显著相关。\*在 0.05 水平(双侧)上显著相关

Note: \*\* In level of 0.01 (hibateral)had significantly dependability. \* in level of 0.05 (hibateral)had significantly dependability

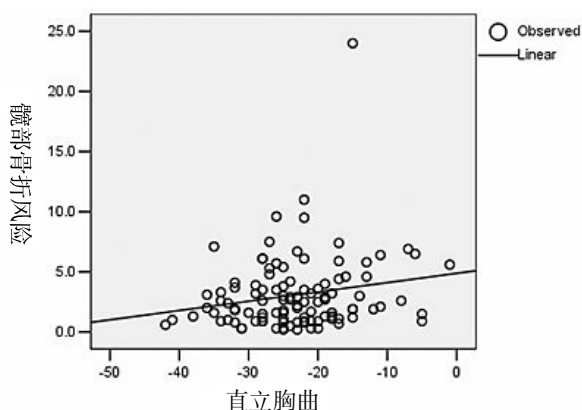


图 4 骨质疏松性髋部骨折风险与直立位腰椎曲度的拟合曲线

Fig.4 Fitting curve between main risk of osteoporosis hip fracture and lumbar spine curvature in upright position

椎体间夹角的改变会使椎体终板的应力重新分布,改变了正常的局部载荷传导,从而更易造成异常的应力分布。这种应力的重新分布被认为是引发椎间盘退变时椎体结构形态发生改变的主要原因<sup>[1,13]</sup>。有研究显示<sup>[14-15]</sup>骨质疏松患者椎体楔形改变的发生率最高,多数集中在中胸段和胸腰段。

**3.2 脊柱整体曲度改变与骨折风险** 本研究中,从脊柱的整体来看,骨折风险与脊柱的胸椎曲度、腰椎曲度和躯干的倾斜角成正相关关系,说明胸椎后凸和腰椎前凸越严重,发生骨折风险的概率越大。

随着年龄的增大、椎体骨强度的降低和椎间盘退变等因素,脊柱的曲度逐渐发生改变。作为一个整体,脊柱任何节段曲度的改变,都会受到其他节段的协调和制约,在胸椎逐渐后凸过程中,为了稳定脊柱整体平衡结构,活动性较大的腰椎也逐渐代偿性地前凸,这是脊柱自我调节的结果,但也改变了腰椎的正常解剖结构和椎体间的载荷方式。

椎体运动范围、间盘内压、韧带应力及小关节传递的应力均随着躯干屈曲角度增加呈曲线上升<sup>[16]</sup>。所以脊柱生理曲线在一定程度上反映脊柱内部与周围组织之间的力学关系。脊柱胸腰椎后凸畸形改变了相邻椎间盘的载荷应力应变分布,这可能加快椎

间盘退变及使后方纤维环易受损破坏。脊柱胸段和腰段曲度的加大都会造成脊柱局部的应力增大,增加了椎体变形和骨折的概率。

**3.3 躯干前倾角与骨折风险** 身体直立平衡状态下,脊柱的重心线是自枢椎齿突、T<sub>2</sub> 紧前方、T<sub>12</sub> 椎体中心,再经 T<sub>5</sub> 椎体后缘到骶骨前面。脊柱节段的曲度改变会引起躯干的质心偏移而破坏这种平衡状态,一定程度上改变了躯干的倾斜角,躯干的倾斜能够导致脊柱局部结构的应力力臂增加,增加了椎体局部骨折的风险,同时也增加了机体的整体倾斜趋势而增加跌倒的概率。

根据本研究结果可以推测,随着年龄的增大,骨质疏松所致椎体骨小梁强度降低,加上椎间盘退变所致椎体变形和脊柱节段曲度改变,使得胸椎后凸和腰椎前凸增大,改变了椎体原有正常的应力传导方式,躯干倾斜角的增大增加了重心至脊柱的力臂,改变了脊柱骨关节结构的力学性能,增加了椎体的负担,从而加速了椎体的变形和增加了椎体骨折的风险。

参考文献

- [1] Fazzalari NL, Manthey B, Parkinson IH. Intervertebral disc disorganisation and its relationship to age adjusted vertebral body morphometry and vertebral bone architecture[J]. Anat Rec, 2001, 262(3): 331-339.
- [2] Gruber HE, Gordon B, Williams C, et al. Vertebral endplate and disc changes in the aging sand rat lumbar spine: cross-sectional analyses of a large male and female population[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(23): 2529-2536.
- [3] Fujiwara S. Clinical sign—height loss and vertebral deformity[J]. Nihon Rinsho, 2006, 64(9): 1610-1614.
- [4] Gallacher SJ, Gallagher AP, McQuillian C, et al. The prevalence of vertebral fracture amongst patients presenting with non-vertebral fractures[J]. Osteoporos Int, 2007, 18(2): 185-192.
- [5] Kerkeni S, Kolta S, Fechtenbaum J, et al. Spinal deformity index (SDI) is a good predictor of incident vertebral fractures[J]. Osteoporos Int, 2009, 20(9): 1547-1552.
- [6] Mika A, Unnithan VB, Mika P. Differences in thoracic kyphosis and in back muscle strength in women with bone loss due to osteoporosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(2): 241-246.
- [7] Miyakoshi N, Hongo M, Maekawa S, et al. Factors related to spinal mobility in patients with postmenopausal osteoporosis[J]. Osteoporos Int, 2005, 16(12): 1871-1874.
- [8] Hirano K, Imagama S, Hasegawa Y, et al. Effect of back muscle strength and sagittal spinal imbalance on locomotive syndrome in Japanese men[J]. Orthopedics, 2012, 35(7): e1073-e1078.
- [9] Watts NB. The Fracture Risk Assessment Tool (FRAX<sup>®</sup>): applications in clinical practice[J]. J Womens Health (Larchmt), 2011, 20(4): 525-531.
- [10] 张智海, 李茂廷, 于智勇, 等. 脊柱形态测量仪(Spinalmouse)测评腰痛患者全脊柱运动能力[J]. 脊柱外科杂志, 2009, 7(6): 346-349, 360.

Zhang ZH, Li MT, Yu ZY, et al. Spinal mobility of low back pain

patients measured by the Spinalmouse[J]. Ji Zhu Wai Ke Za Zhi, 2009, 7(6):346-349, 360. Chinese.

[11] 兰俊,陈其昕,翟晓军,等. 腰椎间盘退变时椎间隙形态与腰椎曲度变化及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2005, 23(2):157-162.

Lan J, Chen QX, Zhai XJ, et al. The change of shape and curvature in degenerative lumbar disc and its clinical significance[J]. Zhongguo Lin Chuang Jie Pou Xue Za Zhi, 2005, 23(2): 157-162. Chinese.

[12] Yeni YN, Zelman EA, Divine GW, et al. Trabecular shear stress amplification and variability in human vertebral cancellous bone: relationship with age, gender, spine level and trabecular architecture[J]. Bone, 2008, 42(3):591-596.

[13] Moore RJ, Vernon-Roberts B, Osti OL, et al. Remodeling of vertebral bone after outer annular injury in sheep[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1996, 21(8):936-940.

[14] Ismail AA, Cooper C, Felsenberg D, et al. Number and type of vertebral deformities; epidemiological characteristics and relation to back pain and height loss. European Vertebral Osteoporosis Study Group[J]. Osteoporos Int, 1999, 9(3):206-213.

[15] Waterloo S, Ahmed LA, Center JR, et al. Prevalence of vertebral fractures in women and men in the population-based Tromsø Study [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2012, 13: 3.

[16] Kong WZ, Goel VK, Gilbertson LG, et al. Effects of muscle dysfunction on lumbar spine mechanics. A finite element study based on a two motion segments model[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1996, 21(19):2197-2207.

(收稿日期:2012-02-05 本文编辑:王宏)

### 《中国骨伤》杂志编辑委员会名单

#### 名誉主编:(按首字汉语拼音字母顺序为序)

陈可冀(中国科学院院士) 葛宝丰(中国工程院院士) 沈自尹(中国科学院院士)  
 王澍寰(中国工程院院士) 吴咸中(中国工程院院士) 钟世镇(中国工程院院士)  
 王正国(中国工程院院士) 卢世璧(中国工程院院士) 戴尅戎(中国工程院院士)  
 邱贵兴(中国工程院院士)

#### 顾问:(按首字汉语拼音字母顺序为序)

白人骁 陈渭良 丁继华 冯天有 顾云伍 胡兴山 蒋位庄 金鸿宾 孔繁锦  
 黎君若 李同生 梁克玉 刘柏龄 孟和 沈冯君 施杞 时光达 石印玉  
 孙材江 赵易 朱惠芳 朱云龙 诸方受

#### 主编:董福慧

#### 副主编:(按首字汉语拼音字母顺序为序)

敖英芳 付小兵 李为农(常务) 马信龙 吕厚山 邱勇 孙树椿 王岩  
 王满宜 卫小春 袁文 朱立国

#### 编委委员:(按首字汉语拼音字母顺序为序)

敖英芳 毕大卫 陈仲强 董健 董福慧 董清平 杜宁 樊粤光 范顺武  
 付小兵 高伟阳 郭万首 郭卫 何伟 贺西京 胡良平 雷仲民 蒋青  
 蒋协远 李盛华 李为农 李无阴 刘兴炎 刘亚波 刘玉杰 刘智 刘忠军  
 刘仲前 罗从风 吕厚山 吕智 马信龙 马远征 马真胜 邱勇 阮狄克  
 沈霖 孙常太 孙树椿 孙铁铮 孙天胜 谭明生 谭远超 童培建 王岩  
 王爱民 王宸 王和鸣 王军强 王坤正 王满宜 王序全 王拥军 韦贵康  
 吴泰相 伍骥 卫小春 肖鲁伟 徐荣明 徐向阳 许硕贵 杨自权 姚共和  
 姚树源 俞光荣 余庆阳 袁文 詹红生 张俐 张保中 张春才 张功林  
 张建政 张英泽 赵平 赵建宁 赵文海 郑忠东 周卫 周跃 朱立国  
 朱振安 邹季