

# 老年高骨转换型骨质疏松的危险因素及康复评定

郑晓熙<sup>1</sup>, 侯建雷<sup>2</sup>, 邱晓蓉<sup>1</sup>, 石冰<sup>1</sup>, 杜培南<sup>1</sup>, 梁振昌<sup>1</sup>, 叶明轩<sup>1</sup>, 伍锦滢<sup>1</sup>, 丁一<sup>2,3\*</sup>

1. 中山市康复医院, 中山市石岐苏华赞医院骨科, 中山 528402

2. 中国人民解放军总医院第三医学中心骨科, 北京 100039

3. 国家康复辅具研究中心附属康复医院, 北京 100176

**摘要** 骨质疏松症(OP)常见于老年群体,易引发脆性骨折。高骨转换型OP的骨形成和骨吸收过程均表现为活跃,治疗困难,缺乏有效改善骨密度(BMD)的治疗方式。以高骨转换型OP患者为研究对象,通过治疗前的康复评定和随访研究,旨在寻找其预后的独立性影响因素。指标包括:BMD、血清铁蛋白水平、下肢肌力的站起-坐下测试(CRT)时间、Berg平衡功能量表(BBS)评分等。结果显示,血清铁蛋白每增加1个单位,发生脆性骨折的风险增加5.3%,CRT每延长1 s,发生脆性骨折的风险增加4.12倍,患者的铁蛋白水平越高,CRT越长,则预后的BMD越低,而BBS每增加1分,发生脆性骨折的风险减少15.8%。说明铁储存水平、下肢肌力和平衡能力是影响高骨转换型OP预后的独立性因素。

**关键词** 骨质疏松症;高骨转换型骨质疏松;脆性骨折;骨密度;血清铁蛋白;下肢肌力;平衡能力;骨质疏松症预后

骨质疏松症(osteoporosis, OP)是一种以骨密度(bone mineral density, BMD)降低、骨小梁结构损坏、骨脆性增加为特征的全身性骨骼疾病<sup>[1]</sup>。OP易发生脆性骨折,严重影响了患者生活质量,加剧了社会经济负担。原发性OP是OP的最主要类型,年龄相关的退变因素为其主要危险因素之一<sup>[2-3]</sup>。随

着现代社会发展及人口老龄化趋势加剧,OP及OP骨折已成为现阶段中国社会所面临的重大公共健康问题之一<sup>[4-6]</sup>。

原发性OP可分为绝经后OP(I型)和老年性OP(II型)。I型OP的发病机制特殊,患者的骨形成与骨吸收反应均表现为活跃,但骨吸收活跃程度高

收稿日期:2023-02-20;修回日期:2023-06-09

基金项目:中山市第一批社会公益与基础研究项目(210327103944373)

作者简介:郑晓熙,副主任医师,研究方向为老年骨质疏松防治,电子信箱:zxx1232@126.com;侯建雷(共同第一作者),主治医师,研究方向为骨科创伤和关节疾病,电子信箱:houlj0601@126.com;丁一(通信作者),主治医师,研究方向为运动系统疾病与康复,电子信箱:dl\_dingyi@126.com

引用格式:郑晓熙,侯建雷,邱晓蓉,等.老年高骨转换型骨质疏松的危险因素及康复评定[J].科技导报,2023,41(23):42-48;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2023.23.006

于骨形成,称为高骨转换型OP。研究显示,高骨转换型OP与绝经后雌激素缺乏之间关系密切<sup>[7]</sup>。现阶段针对高骨转换型OP的治疗方式为补钙、补充维生素D以及雌激素替代疗法(HRT)的综合治疗,但临床研究却发现绝经后女性患者BMD的改善并不显著<sup>[8]</sup>。提示高骨转换型OP可能存在其他发病机制及危险因素。探索影响高骨转换型OP患者BMD的危险因素,在临床医学和预防医学层面具有十分重要的意义。研究提示,铁代谢水平<sup>[9]</sup>、运动水平<sup>[10]</sup>及康复干预可能是高骨转换型OP疗效和预后的潜在影响因素之一。本研究旨在寻找高骨转换型OP患者预后BMD水平和发生脆性骨折的影响因素。

## 1 方法

### 1.1 研究对象

将2020年8月至2022年1月期间在中山市石岐苏华赞医院骨科诊断为高骨转换型OP患者作为研究对象。纳入标准:(1)绝经后女性,BMD降低,骨密度 $T \leq -2.5$ ,符合OP诊断;(2)高骨转换型OP,成骨标志物I型前胶原N-端前肽(type I procollagen amino-terminal peptide, PINP)<sup>[11]</sup>、破骨标志物I型胶原C端肽 $\beta$ 降解产物( $\beta$ -C-terminal telopeptide of type I collagen,  $\beta$ -CTX)<sup>[12]</sup>均增高;(3)已签署知情同意书,愿意参加随访。排除标准:(1)合并慢性肝肾疾病;(2)合并糖尿病、甲状腺功能异常等代谢性疾病;(3)合并血液系统疾病;(4)合并类风湿等自身免疫性疾病;(5)肿瘤病史;(6)40岁前行卵巢切除术;(7)曾接受糖皮质激素、降钙素、双膦酸盐治疗者。

为保证纳入受试者在各年龄段分布的均齐性,<65岁、65~75岁、>75岁3个年龄段受试者按1:1:1的比例纳入。本研究已经中山市石岐苏华赞医院(中山市康复医院)伦理委员会备案(伦理号:210327103944373),符合《赫尔辛基宣言》的伦理要求,所有受试者均签署了知情同意书。

### 1.2 OP药物治疗

所有受试者均进行OP一线药物治疗,包括:钙

剂、维生素D或衍生物、HRT。碳酸钙D3片(北京朗迪制药有限公司,国药准字H20093675,规格:钙0.5 g、维生素D3 5  $\mu$ g),1片/d;骨化三醇软胶囊(正大制药(青岛)有限公司,国药准字H20143141,规格:0.5  $\mu$ g),1粒/d;替勃龙片(南京欧加农制药有限公司,国药准字H20051085,规格:2.5 mg),前3个月1片/d,之后0.5片/d。

### 1.3 随访

随访开始日期为患者入组日期,随访终点为患者出现脆性骨折/死亡/失访/疗程满1年之中最先发生的事件。记录脆性骨折的部位、类型,记录随访过程中出现的并发症。受试者在随访起点进行BMD检测、生化检测、康复评定,在随访终点时进行BMD检测和预后生活质量评估。所有指标均采用双人录入的方式进行质量控制。

### 1.4 BMD检查

双能X线检测BMD是诊断OP的金标准。采用双能X线骨密度仪(MEDILINK,法国)检测受试者第四腰椎椎体BMD。根据WHO标准:BMD的 $T \geq -1.0$ 为正常, $2.5 < T < -1.0$ 为骨量减低, $T \leq -2.5$ 为OP。

### 1.5 生化检测

采集患者空腹静脉血6 mL,以3000 r/min速率离心10 min,取血清。骨转换指标:采用放射免疫分析法测定血清PINP、 $\beta$ -CTX。铁代谢指标:血清铁蛋白,提示铁储存状态。绝经后女性的血清铁蛋白 $>300 \mu$ g/L为铁蓄积。

### 1.6 康复评定

康复评定包括下肢肌力评定与平衡性评定。采用站起-坐下测试(chair rising test, CRT)对受试者的下肢肌力情况进行康复评定,CRT为受试者连续5次从普通座椅站立并坐下所需的总时间,下肢肌力越好,则CRT时间越短<sup>[13]</sup>。

采用Berg平衡功能量表(berg balance scale, BBS)对受试者的身体平衡情况进行康复评定,BBS包含坐位起立、无支撑直立、闭目直立、单腿直立等14项,每项得分0~4分,总分56分<sup>[14]</sup>。BBS可从坐、站、转移等方面全面评估受试者的平衡能力,BBS得分越高,则平衡能力越好<sup>[14]</sup>。

## 1.7 统计学分析

采用SPSS 16.0统计软件进行数据处理,计量资料用均数 $\pm$ 标准差表示,计数资料以率(%)或例数( $n$ )表示。采用Spearman相关性分析进行各个指标之间的相关性分析,采用多因素回归分析的方法,寻找影响结局指标的独立性因素。定义双侧 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般情况

自2020年8月至2022年1月期间,本研究共纳入90例OP患者,<65岁者30例、65~75岁者30例,>75岁者30例。在随访过程中,有3例患者自然死亡、5例搬离本市、2例发生失联,总失访率11.1%。在随访过程中,有2例患者出现胃肠道不耐受,3例患者出现下肢水肿,故而退出了本次研究。本次随访研究的总脱落率(脱落=失访+退出)为16.7%。

在随访终点,9例患者发生了脆性骨折,66例患者完成了1年随访(表1)。

表1 受试者基线资料及随访过程一般情况

指标	数值
纳入病例/例	90
年龄/岁	66.4 $\pm$ 7.7(分布:53~87)
$I_{bm}/(kg \cdot m^{-2})$	21.56 $\pm$ 1.94(分布:19.00~25.30)
并发症/例	胃肠道不耐受 2;下肢水肿 3
失访/例	自然死亡 3;搬离本市 5;失联 2
脱落/例	失访 10;并发症退出 5
脆性骨折/例	9
完成1年随访/例	66

### 2.2 相关性分析

相关性分析显示,高骨转换型OP患者的年龄与基线铁蛋白水平、脆性骨折之间具有负相关性;高骨转换型OP患者的基线血清铁蛋白水平与BBS呈正相关,与CRT呈负相关;BBS与发生脆性骨折之间呈负相关性;CRT与发生脆性骨折之间呈正相关性(表2)。

表2 高骨转换型OP患者的各临床参数之间的相关性

	年龄	$I_{bm}$	治疗前BMD	PINP	$\beta$ -CTX	铁蛋白	BBS	CRT	骨折	随访BMD
年龄	1	-0.104	0.0490	0.084	-0.072	-0.296**	-0.038	0.036	-0.254*	0.074
$I_{bm}$		1	-0.093	0.032	0.111	0.028	-0.023	-0.080	0.109	0.036
治疗前BMD			1	0.000	-0.042	0.082	-0.006	0.038	0.140	-0.206
PINP				1	-0.032	-0.094	-0.002	-0.002	-0.154	-0.159
$\beta$ -CTX					1	-0.099	0.042	0.010	-0.003	-0.081
铁蛋白						1	0.228*	-0.377**	0.199	-0.152
BBS							1	-0.015	-0.239*	0.074
CRT								1	0.268*	-0.182

注:\*为 $P < 0.05$ ,\*\*为 $P < 0.01$ 。

### 2.3 脆性骨折的Logistic回归

对随访结局是否发生脆性骨折与受试者年龄、 $I_{bm}$ 、BMD、PINP、 $\beta$ -CTX、铁蛋白水平、BBS和CRT等基线数据之间进行Logistic回归,模型系数Omnibus检验的 $P < 0.0001$ ,表示模型总体有意义。Logistic分析显示,高骨转换型OP患者基线的铁蛋白水平、BBS和CRT是其未来发生脆性骨折的独立危险因素。血清铁蛋白每增加1个单位,发生脆性骨折的风险增加5.3%;BBS每增加1分,发生脆性骨折的风险减少15.8%;CRT每延长1s,发生脆性骨折的

风险增加4.12倍(表3)。

### 2.4 随访BMD的多因素回归分析

对高骨转换型OP患者经药物治疗1年随访时的BMD与年龄、 $I_{bm}$ 、BMD、PINP、 $\beta$ -CTX、铁蛋白水平、BBS和CRT等基线数据之间进行多因素回归分析,模型拟合的 $R$ 值为0.535( $R^2=0.286$ ),说明模型对结果的解释程度为中等。多因素回归分析显示,高骨转换型OP患者的基线血清铁蛋白水平和CRT是影响其预后BMD的独立性因素,基线血清铁蛋白水平越高,CRT越长,则预后BMD越低(表4)。

表3 高骨转换型OP患者发生脆性骨折的Logistic回归分析

	常数	标准误	P值	OR值	OR值95%置信区间
铁蛋白	0.520	0.019	0.008**	1.053	1.014~1.094
BBS	-0.172	0.067	0.010**	0.842	0.739~0.960
CRT	1.635	0.618	0.008**	5.128	1.527~17.222

注:\*\*为 $P<0.01$ 。

表4 高骨转换型OP患者预后BMD的多因素回归分析

	常数	标准误	t值	P值	方差膨胀因子
年龄	0.003	0.004	0.691	0.492	1.117
$I_{bm}$	-0.002	0.010	-0.153	0.879	1.151
治疗前BMD	-0.052	0.037	-1.407	0.165	1.098
PINP	-0.002	0.002	-1.123	0.266	1.076
$\beta$ -CTX	-0.388	0.259	-1.499	0.139	1.777
铁蛋白	-0.001	0.000	-3.657	0.001**	1.315
BBS	0.003	0.001	2.253	0.028	1.471
CRT	-0.042	0.012	-3.663	0.001**	1.117

注:\*\*为 $P<0.01$ 。

### 3 讨论

#### 3.1 高骨转换型OP的骨代谢

人体的成骨细胞和破骨细胞通过“偶联”机制,维持着骨形成与骨吸收的动态平衡,这一过程称为骨代谢。骨代谢使骨组织具有一定的可塑性,可因外界因素的改变而发生结构重建。

PINP和 $\beta$ -CTX是骨代谢的特异性标志物。骨组织有机成分90%以上为I型胶原,由前胶原蛋白经特异性蛋白酶切割生成,此过程的另一个产物为PINP,因此PINP可反映成骨细胞活性及骨形成的速率<sup>[11]</sup>。当骨组织分解时,I型胶原经水解形成 $\beta$ -CTX,因此 $\beta$ -CTX是反应破骨细胞活性和骨吸收的标志物<sup>[12]</sup>。高骨转换型OP患者的PINP和 $\beta$ -CTX均增高,说明骨形成和骨吸收均处于活跃状态,但骨吸收程度大于骨形成,最终结果是骨代谢水平处于负平衡的状态<sup>[15]</sup>,BMD显著低于同年龄段健康人群。

高骨转换型OP早期大多无症状,部分患者可出现疼痛、驼背、身高变矮等症状,后期可发生脊椎、桡骨远端、股骨颈等部位的脆性骨折<sup>[16]</sup>。本研究将脆性骨折和预后BMD作为高骨转换型OP的结局指标。

#### 3.2 铁蛋白与高骨转换型OP预后

本研究发现,人体的铁储存水平是影响高骨转

换型OP未来是否发生脆性骨折及预后BMD水平的独立性因素。Logistic分析显示,高骨转换型OP患者的血清铁蛋白每增加1  $\mu\text{g/L}$ ,发生脆性骨折的风险将增加5.3%,多因素回归分析显示,高骨转换型OP患者的血清铁蛋白水平越高,则预后BMD越低。血清铁蛋白是体内含铁最丰富的一种蛋白质,血清铁蛋白水平是判断铁储存水平的重要指标。周颖昊等<sup>[17]</sup>研究发现,围绝经期OP患者的血清PINP、 $\beta$ -CTX水平增高,而铁调素水平降低,利用血清铁调素诊断OP的诊断效能为0.855,铁调素对铁储存水平发挥负性调节作用,说明机体的铁储存状态与高骨转换型OP的骨代谢情况密切相关。与本研究结果类似,张文韬等<sup>[18]</sup>的研究也发现铁蓄积或铁过载是发生绝经后OP的独立性危险因素。血清铁蛋白增高说明机体的铁储存水平整体性增高,可伴随骨组织中铁含量增高的发生,可能会影响骨代谢,导致BMD降低,进而引发脆性骨折。研究发现,血清铁蛋白水平增加可致使骨量下降,引发骨折不愈合<sup>[19]</sup>,而发生股骨颈脆性骨折的围绝经期OP患者的股骨头中的铁含量显著增加,提示骨组织的铁储存水平增高可能是脆性骨折的危险因素<sup>[20]</sup>。本研究进一步肯定了既往研究的推测,发现高骨转换型OP患者的血清铁蛋白水平是影响其预后的危险因素之一,血清铁蛋白水平越高,则

患者治疗后的BMD越低、发生脆性骨折的风险越高。

### 3.3 下肢肌力与高骨转换型OP预后

本研究发现,高骨转换型OP患者的下肢肌力是影响患者预后脆性骨折的发生及BMD水平的独立性因素。Logistic分析显示,高骨转换型OP患者的CRT每延长1 s,发生脆性骨折的风险增加4.12倍,多因素回归分析显示,高骨转换型OP患者的CRT越长,则预后BMD越低。

下肢肌力有利于维持BMD,抑制骨量丢失。研究发现,运动训练有维持骨量、改善BMD的作用<sup>[21-22]</sup>,可以用于预防和治疗OP<sup>[23-24]</sup>。对OP患者进行肌力训练后,其血清PINP增高, $\beta$ -CTX降低,BMD显著提高<sup>[25]</sup>,说明OP患者的肌力可促进骨合成,抑制骨吸收,提高预后的BMD。骨组织具有一定的可塑性,良好的下肢肌力可能有利于维持骨代谢的正平衡,从而抑制骨量丢失,反之,较差的肌力水平可能会加速骨量丢失,不利于OP药物治疗的疗效,患者预后BMD依旧较低。另一方面,较差的下肢肌力水平会增加跌倒风险,使OP患者更倾向于发生骨折<sup>[26]</sup>。下肢肌力属于OP患者康复评定中的重要内容。OP患者常由于疼痛、担心摔倒等原因而限制运动,导致肌力下降。本研究发现,下肢肌力下降不利于高骨转换型OP患者的预后,其BMD降低、发生脆性骨折的风险将增加,提示下肢肌力康复评定及康复介入对高骨转换型OP患者预后的重要性。

### 3.4 平衡能力与骨折风险

本研究发现,高骨转换型OP患者的平衡能力是其预后是否发生脆性骨折的独立性因素,Logistic分析显示,高骨转换型OP患者的BBS每增加1分,发生脆性骨折的风险将减少15.8%。跌倒是导致OP患者发生脆性骨折的重要原因,研究显示,OP患者的平衡能力及下肢肌力的下降均为导致跌倒发生的主要因素<sup>[26]</sup>。

平衡能力属于OP患者康复评定中的另一项重要内容。OP患者的年龄往往较大,本身平衡能力就有所降低,加之常由于疼痛、担心摔倒等原因而限制运动,核心肌肉的力量不足,导致躯体平衡能

力及稳定性下降。研究发现,腰背部核心肌力训练可显著提高OP患者的平衡功能和BMD<sup>[25]</sup>,降低患者发生跌倒的概率<sup>[3]</sup>,是一种有效的康复干预方案。本研究说明,良好的平衡能力是避免高骨转换型OP患者发生脆性骨折的保护性因素,提示平衡能力的康复评定与康复训练对高骨转换型OP患者预后具有重要的指导意义。

### 3.5 局限性

本研究尚存在不足之处。第一,本研究的样本量有限,共纳入90例OP患者,因此仅为初步研究的结果,并未达到人群流行病学研究的水平。第二,本研究的随访时间为1年,仅为高骨转换型OP患者经治疗的短期预后发生脆性骨折的危险因素的分析。未来仍需开展更多大样本、多中心,远期随访的纵向临床研究,以进一步明确高骨转换型OP患者预后发生脆性骨折的危险因素和保护因素。

## 4 结论

本研究的依托单位位于中山市,地处港澳大湾区中心,经济发达,社会老龄化严重,高骨转换型OP的发病率较高。本研究发现,人体的铁储存水平、下肢肌力、平衡能力是影响高骨转换型OP预后的独立性因素,血清铁蛋白每增加1个单位,发生脆性骨折的风险增加5.3%,CRT每延长1 s,发生脆性骨折的风险增加4.12倍,患者的血清铁蛋白水平越高、CRT越长,则预后的BMD越低,而高骨转换型OP患者的BBS是避免其发生脆性骨折的保护性因素,BBS每增加1分,发生脆性骨折的风险减少15.8%。提示铁代谢紊乱、下肢肌力和平衡能力的康复评定与康复训练可能是未来治疗高骨转换型OP的新靶点。

### 参考文献(References)

- [1] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2017)[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2017, 10(5): 413-443.
- [2] Qadir A, Liang S, Wu Z, et al. Senile osteoporosis: The involvement of differentiation and senescence of bone mar-

- row stromal cells[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2020, 21(1): 349.
- [3] 陈良慈. 核心稳定训练对骨质疏松症患者平衡功能、下肢肌力及跌倒发生的影响[J]. *临床研究*, 2019, 27(3): 15-17.
- [4] Compston J E, McClung M R, Leslie W D. Osteoporosis [J]. *Lancet*, 2019, 393(10169): 364-376.
- [5] Wang L, Yu W, Yin X, et al. Prevalence of osteoporosis and fracture in China: The China osteoporosis prevalence study[J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4(8): e2121106.
- [6] 贺丽英, 孙蕴, 要文娟, 等. 2010—2016年中国老年人骨质疏松症患病率 Meta 分析[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2016, 22(12): 1590-1596.
- [7] 翁玉蓉, 朱燕飞. 绝经后骨质疏松症患者血清 IL-6、骨钙素 N 端中分子、骨碱性磷酸酶、雌二醇及 IGF-1 水平的变化及意义[J]. *中国妇幼保健*, 2017, 32(12): 2672-2674.
- [8] 张晟肇, 苏娜, 徐珽, 等. 地舒单抗用于经双膦酸盐治疗绝经后骨质疏松症的 Meta 分析[J]. *医药导报*, 2020, 39(12): 1677-1683.
- [9] 张辉, 徐又佳. 铁调素与骨质疏松症[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2017, 10(2): 160-164.
- [10] 赵昱, 张亚宁, 王彬, 等. 影响老年女性骨质疏松症的危险因素调查及预防措施研究[J]. *系统医学*, 2022, 7(24): 63-66.
- [11] 段蔚楠, 易开君, 周高晋, 等. 废用性骨质疏松症模型大鼠血清 I 型前胶原 N 端前肽分析研究[J]. *西北国防医学杂志*, 2018, 39(12): 778-782.
- [12] 胡小刚, 王红祥, 王巧娥, 等. tPINP、OCN 和  $\beta$ -CTX 在骨质疏松性骨折和骨关节炎老年患者唑来膦酸治疗前后变化[J]. *临床和实验医学杂志*, 2018, 17(12): 1299-1302.
- [13] Hagins M, Lamberg E M. Individuals with low back pain breathe differently than healthy individuals during a lifting task[J]. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2016, 46(3): 141-148.
- [14] 杨雅琴, 周亚楠, 邢德利, 等. Berg 平衡量表应用于帕金森病患者的信度分析[J]. *中国康复理论与实践*, 2016, 22(3): 303-305.
- [15] Lane N E. Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis[J]. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 2006, 194(Suppl 2): S3-S11.
- [16] 彭红发, 闫晓楠. 绝经激素治疗与骨质疏松症[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2020, 36(3): 230-233.
- [17] 周颖昊, 孟醒. 血清铁调素、PINP、 $\beta$ -CTX 在围绝经期骨质疏松症患者中的检测意义[J]. *中国医学工程*, 2021, 29(3): 12-14.
- [18] 张文韬, 陈勋, 宋涛, 等. 血清铁过载与老年女性骨质疏松性骨折的相关性[J]. *海南医学*, 2018, 29(24): 45-47.
- [19] 廖强, 王娟. 骨质疏松患者血清 25(OH)D、骨膜素、铁蛋白水平及其与骨折发生的相关性分析[J]. *现代检验医学杂志*, 2021, 36(5): 138-142.
- [20] 白璧辉, 谢兴文, 李鼎鹏, 等. 我国近 5 年来骨质疏松症流行病学研究现状[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2018, 24(2): 253-258.
- [21] Chien M Y, Wu Y T, Hsu A T, et al. Efficacy of a 24-week aerobic exercise program for osteopenic postmenopausal women[J]. *Calcified Tissue International*, 2000, 67(6): 443-448.
- [22] Yeh J K, Aloia J F, Tierney J M, et al. Effect of treadmill exercise on vertebral and tibial bone mineral content and bone mineral density in the aged adult rat: Determined by dual energy X-ray absorptiometry[J]. *Calcified Tissue International*, 1993, 52(3): 234-238.
- [23] Howe T E, Shea B, Dawson L J, et al. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women[J]. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2011, (7): CD000333.
- [24] Pagnotti G M, Styner M, Uzer G, et al. Combating osteoporosis and obesity with exercise: Leveraging cell mechanosensitivity[J]. *Nature Reviews Endocrinology*, 2019, 15(6): 339-355.
- [25] 顾文钦, 胡健康, 周鹏, 等. 腰背部核心肌力训练对骨质疏松症患者平衡功能及骨密度的干预效果[J]. *中国临床医学*, 2021, 28(5): 842-845.
- [26] 吴青, 朱汉民. 骨质疏松基础防治措施对老年人 25-羟维生素 D 水平和下肢肌力及平衡功能的影响[J]. *中华老年医学杂志*, 2014, 33(10): 1135-1138.

## Risk factors and rehabilitation assessment of elderly high bone turnover osteoporosis

ZHENG Xiaoxi<sup>1</sup>, HOU Jianlei<sup>2</sup>, QIU Xiaorong<sup>1</sup>, SHI Bing<sup>1</sup>, DU Peinan<sup>1</sup>, LIANG Zhenchang<sup>1</sup>, YE Mingxuan<sup>1</sup>, WU Jinying<sup>1</sup>, DING Yi<sup>2,3\*</sup>

1. Department of Orthopedics, Zhongshan Rehabilitation Hospital, Zhongshan Shiqi Suhuazan Hospital, Zhongshan 528402, China

2. Department of Orthopedics, the Third Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100039, China

3. National Rehabilitation Assistants Research Center Affiliated Rehabilitation Hospital, Beijing 100176, China

**Abstract** Osteoporosis (OP) is common in the elderly population and can easily lead to brittle fractures. The bone formation and bone resorption processes of high bone turnover OP are both active, making treatment difficult and lacking effective treatment methods to improve bone density (BMD). This study focuses on patients with high bone turnover type OP and aims to identify independent prognostic factors through rehabilitation assessment and follow-up studies before treatment. The indicators include BMD, serum ferritin level, standing sit test (CRT) time for lower limb muscle strength, Berg balance function scale (BBS) score, etc. The results show that for every 1 unit increase in serum ferritin, the risk of brittle fracture is increased by 5.3%. For every 1 second extension of CRT, the risk of brittle fracture is increased by 4.12 times. The higher the patient's ferritin level and the longer the CRT, the lower the prognosis of BMD. However, for every 1 point increase in BBS, the risk of brittle fracture is decreased by 15.8%. The iron storage level, lower limb muscle strength, and balance ability are mutually independent factors that affect the prognosis of high bone turnover type OP.

**Keywords** osteoporosis; high conversion type osteoporosis; fragile fracture; bone density; serum ferritin; lower limb muscle strength; balance ability; prognosis of osteoporosis ●



(责任编辑 傅雪)