

渐进抗阻训练配合过伸牵引弹性按压对OVCF术后患者康复效果的影响

朱诗苗¹, 王功旭²

1. 湘南学院附属医院康复科, 湖南 郴州 423000; 2. 湘南学院附属医院急诊科, 湖南 郴州 423000

【摘要】目的:观察渐进抗阻训练(PRT)配合过伸牵引弹性按压用于骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)患者经皮椎体成形(PVP)术后对疼痛指数及康复效果的影响。**方法:**选取98例OVCF患者,随机分为观察组和对照组,每组49例。两组患者均于术前采用过伸牵引弹性按压后行PVP术,对照组术后行常规康复训练,观察组在此基础上行PRT,均持续训练3个月。观察两组患者术前、术后1周及术后3月影像学指标、腰椎疼痛指数、腰椎功能指标、骨代谢指标、日常生活能力变化情况。**结果:**术后3月,观察组伤椎前缘高度高于对照组($P<0.05$),Cobb角低于对照组($P<0.05$);观察组视觉疼痛评分和Oswestry功能障碍指数评分低于对照组($P<0.05$),下腰痛日本骨科协会评估治疗评分高于对照组($P<0.05$);观察组血清骨钙素和骨特异性碱性磷酸酶水平低于对照组($P<0.05$);观察组日常生活活动能力评估量表评分高于对照组($P<0.05$)。**结论:**OVCF患者PVP术前采用过伸牵引弹性按压,术后配合PRT,能降低患者术后腰椎疼痛指数,促进骨生长,进一步改善腰椎功能,提高日常生活能力。

【关键词】渐进抗阻训练;过伸牵引弹性按压;骨质疏松性椎体压缩性骨折;椎体成形术;疼痛指数;康复效果

【中图分类号】R318.01;R49

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2024)05-0623-05

Effects of progressive resistance training combined with hyperextension traction elastic pressure on rehabilitation in OVCF patients after PVP

ZHU Shimiao¹, WANG Gongxu²

1. Department of Rehabilitation, Affiliated Hospital of Xiangnan University, Chenzhou 423000, China; 2. Department of Emergency, Affiliated Hospital of Xiangnan University, Chenzhou 423000, China

Abstract: Objective To observe the effects of progressive resistance training (PRT) combined with hyperextension traction elastic pressure on pain indexes and rehabilitation outcome in patients with osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF) after percutaneous vertebroplasty (PVP). **Methods** A total of 98 OVCF patients were randomly divided into observation group and control group, with 49 cases in each group. All underwent PVP following preoperative hyperextension traction elastic pressure. After operation, control group was given routine rehabilitation training, while observation group was treated with PRT in addition to routine rehabilitation training. All were intervened for 3 months. The changes of imaging indexes, lumbar pain indexes, lumbar function indexes, bone metabolism indexes and activities of daily living before, at 1 week and 3 months after operation were observed. **Results** Three months after operation, the anterior vertebral height was higher ($P<0.05$) and Cobb Angle was lower ($P<0.05$) in observation group than in control group. Compared with control group, observation group had lower scores on visual analog scale and Oswestry disability index, obtained higher Japanese Orthopaedic Association score for low back pain, scored higher on activities of daily living scale, and showed lower levels of serum osteocalcin and bone specific alkaline phosphatase (all $P<0.05$). **Conclusion** Hyperextension traction elastic pressure before PVP combined with PRT after surgery can better reduce postoperative lumbar pain index, and promote bone growth, further improving lumbar function and activities of daily living in OVCF patients.

Keywords: progressive resistance training; hyperextension traction elastic pressure; osteoporotic vertebral compression fracture; percutaneous vertebroplasty; pain index; rehabilitation outcome

【收稿日期】2023-11-03

【基金项目】湖南省自然科学基金(2021JJ30927)

【作者简介】朱诗苗, 主治医师, 研究方向: 急诊康复, E-mail: zhushimiao2014@163.com

【通信作者】王功旭, 主治医师, 研究方向: 心脑血管疾病, E-mail: wxg20081209@163.com

前言

骨质疏松在老年人群常见,尤其是女性,在日常活动中易导致骨折,称为骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)^[1]。既往因老年患者多合并基础性疾病,开放性手术的耐受力较差,常予以保守性治疗,但因保守性治疗需长期卧床,易出现肺部感染、褥疮等并发症,对患者预后不利^[2]。随着微创手术的不断发展,经皮椎体成形(PVP)术应时而出,具有创伤小、操作方便、适应性好、术后恢复较快的优势,现为OVCF的首选手术方案^[3]。既往研究也证实其临床疗效,但术后仍存在骨水泥渗漏、慢性腰背痛等并发症^[4]。过伸牵引弹性按压是中医传统骨折复位手法之一,既往肖峰等^[5]将过伸牵引手法与PVP进行联合治疗,有效提高临床疗效,且郑伟杰等^[6]也提到术前复位对OVCF的有效性,可有效降低术后并发症风险,促进术后恢复。我们近年来也将过伸牵引弹性按压联合PVP术应用于OVCF中,具有较好的疗效,但仍有部分患者术后康复不佳。渐进抗阻训练(PRT)是锻炼肌力的一种常用方法,既往常在职业运动员训练中应用,效果显著^[7]。近年被逐渐应用于临床疾病康复中,具有较好的效果^[8]。Chen等^[9]将PRT应用于关节性疾病术后康复中,可有效提高术后康复效果,但在OVCF术后康复中少见。基于此,本研究对PRT配合过伸牵引弹性按压用于OVCF患者PVP术后康复中的效果进行探讨,旨在为临床提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究遵循医学研究相关原则,并获医院伦理部门审批通过(审批号:K2022-014-01)。选取2021年3月~2022年3月在湘南学院附属医院收治的98例OVCF患者,男43例,女55例。纳入标准:①经影像学确诊为OVCF且均为单节新鲜骨折;②骨密度T值低于-2.5;③患者及家属对本研究内容知晓并同意参与。排除标准:①存在恶性肿瘤者;②本次治疗方案禁忌者;③存在全身感染性疾病者;④病理性骨折者;⑤存在神经压迫或有严重的椎管狭窄者。随机分为观察组和对照组。观察组49例,年龄60~78岁,平均(68.95±4.12)岁;男20例,女29例;平均BMI(22.36±3.34) kg/m²;平均骨密度T值[-2.17(-2.24,-2.03)];骨折椎体:T₁₀、T₁₁、T₁₂、L₁、L₂分别为7、9、12、13、8例。对照组49例,年龄61~78岁,平均(69.41±3.95)岁;男23例,女26例;平均BMI(22.41±3.58) kg/m²;平均骨密度T值[-2.19(-2.27,-2.05)];骨折椎体:T₁₀、T₁₁、T₁₂、L₁、L₂分别为6、8、13、13、9例。两组患者一般资料比较无统计学差异(年龄: $t=0.564$, $P=0.574$;

性别: $\chi^2=0.373$, $P=0.541$;BMI: $t=0.071$, $P=0.943$;骨密度T值: $Z=0.480$, $P=0.632$;骨折椎体: $\chi^2=0.235$, $P=0.994$),具有可比性。

1.2 方法

两组患者均采取术前过伸牵引弹性按压联合PVP术,对照组术后行常规康复训练,观察组行PRT。

过伸牵引弹性按压:患者取俯卧位,骨盆下、胸前垫软垫,使腰椎处于过伸状态,找准伤椎部位,用以局部麻醉,待麻醉起效后,邀请两名助手分别将患者双踝部和双腋窝处抓住,适当做持续对抗牵引,实施者将左手掌根置于伤椎棘突隆起部,而后将右手置于左手上,以掌心对手背,双肘伸直与腰椎呈90°,首先轻缓按压,待患者适应后,将上身力量集中于双手快速下压,下压深度为40~60 mm。按压复位过程中与患者随时进行交流,当患者下肢出现触电样感觉时停止按压,观察复位情况,复位不佳者可再次进行以上牵拉按压。

PVP术:局部麻醉,在C臂X线机下进行骨水泥注入,定位伤椎,至椎体左右两侧椎弓根穿入导管针,针尖至椎体前中1/3处停止,将调制好的骨水泥均匀注入伤椎椎体,在X线机下观察骨水泥分布情况,满意后,抽出套管,进行局部压迫,覆盖无菌辅料,术毕。

常规康复训练:术后第1天,指导进行床上主动训练,如挺腹训练等,3次/d,每次10 min;术后第3天,指导患者使用护腰带,下床进行平地行走,由床边运动逐渐向走廊运动逐渐过渡,1~2次/d,每次15 min;术后第5天,指导患者进行抬腿运动,在有支撑支持向无支撑支持逐渐过渡,1~2次/d,每次10~15 min;术后第7天,指导患者进行上下楼运动,1~2次/d,每次15 min。出院后,嘱患者延续院内康复训练计划,定期复诊,调整计划。

PRT:于术后第3天开始进行渐进抗阻训练,采用脊椎腰背康复测试仪对患者躯干肌进行最大等张收缩肌力测定,测定值9.8为最大等张收缩肌力值。根据患者情况设定起始助力(50%最大等张收缩肌力值),指导患者进行腰部运动,包括前屈、后伸、侧伸、旋转等肌力等张训练,每部位训练15次。根据患者情况,当本次设定助力患者可顺利完成后,在下次训练时提高约5%阻力。每周1次。

两组患者均于术后持续3个月的康复训练。

1.3 观察指标

1.3.1 影像学指标 于术前、术后1周及术后3月分别采用X线检测患者伤椎前缘高度(AH)、后缘高度(PH)、Cobb角。

1.3.2 腰椎疼痛指数 于术前、术后1周及术后3月分

别利用视觉疼痛评分(VAS)工具^[10]评估患者腰椎疼痛程度,VAS评分0~10分,疼痛程度越高则评分越高。

1.3.3 腰椎功能 于术前、术后1周及术后3月分别利用Oswestry功能障碍指数(ODI)^[11]、下腰痛日本骨科协会评估治疗评分(JOA)^[12]评估患者腰椎功能。ODI包含10项与腰椎相关日常生活方面,每项评分0~5分,腰椎功能越差,分数则越高。下腰痛JOA含主观症状、客观体征、日常生活、排尿功能等4项,总分29分,腰椎功能越好则分数越高。

1.3.4 骨代谢指标 于术前、术后1周及术后3月分别抽取患者空腹静脉血,放射免疫法检测血清骨钙素(BGP)水平、ELISA法检测血清骨特异性碱性磷酸酶(BALP)水平。

1.3.5 日常生活能力 于术前、术后1周及术后3月分别利用日常生活活动能力评估量表(ADL)^[13]对患者日常生活能力进行评估。ADL共含10项日常生活自理功能评分,总分100分,生活自理能力越好则分数越高。

1.4 统计学处理

应用SPSS 22.0统计学软件作为数据分析工具,计量资料,如影像学指标、腰椎功能及日常生活能力评分等,均经检验满足正态分布的计量指标采用均数±标准差表示,多时间点组间组内差异用重复方差测量分析,无多时间点组间差异行*t*检验,不满足正态分布的以M(P25, P75)表示,组间比较行非参数秩和检验;计数资料,如入组患者性别、骨折椎体等,以[例(%)]表示,行 χ^2 检验。*P*<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组不同时间点影像学指标比较

两组患者术后1周及3月AH较术前增高、Cobb角较术前降低(*P*<0.05),术后3月观察组AH高于对照组,Cobb角低于对照组(均*P*<0.05)。两组患者间PH较术前无明显变化且组间不同时间点比较无差异(*P*>0.05)。见表1。

表1 两组不同时间点影像学指标比较($\bar{x}\pm s$)
Table 1 Comparison of imaging indexes between two groups at different time points (Mean±SD)

组别	<i>n</i>	AH/cm			PH/cm			Cobb角/°		
		术前	术后1周	术后3月	术前	术后1周	术后3月	术前	术后1周	术后3月
观察组	49	1.57±0.20	2.25±0.20*	2.23±0.26*#	2.74±0.25	2.81±0.29	2.79±0.28	23.51±1.84	20.86±1.37*	12.25±1.25*#
对照组	49	1.54±0.26	2.19±0.17*	2.06±0.31*	2.77±0.35	2.83±0.30	2.84±0.32	23.47±1.86	20.24±1.46*	16.14±1.48*

*表示与同组术前比较,*P*<0.05;#表示与对照组比较,*P*<0.05

2.2 两组不同时间点腰椎疼痛指数比较

两组患者术后1周及3月VAS较术前降低(*P*<0.05),术后3月观察组VAS低于对照组(*P*<0.05)。见表2。

表2 两组不同时间点VAS评分比较($\bar{x}\pm s$)
Table 2 Comparison of VAS scores between two groups at different time points (Mean±SD)

组别	<i>n</i>	术前	术后1周	术后3月
观察组	49	8.44±0.47	4.69±0.68*	1.78±0.54*#
对照组	49	8.36±0.56	5.19±0.72*	2.12±0.61*

*表示与同组术前比较,*P*<0.05;#表示与对照组比较,*P*<0.05

2.3 两组不同时间点腰椎功能指标比较

两组患者术后1周及3月ODI评分较术前降低、下腰痛JOA评分较术前升高(*P*<0.05);观察组术后3

月ODI低于对照组,下腰痛JOA高于对照组(*P*<0.05)。见表3。

2.4 两组不同时间点骨代谢指标比较

两组患者术后3月骨代谢指标BGP、BALP水平均较术前降低(*P*<0.05),观察组术后3月BGP、BALP水平均低于对照组(*P*<0.05)。见表4。

2.5 两组不同时间点日常生活自理能力比较

两组患者术后3月ADL评分均较术前升高(*P*<0.05),观察组术后3月ADL评分高于对照组(*P*<0.05)。见表5。

3 讨论

随着我国人口老龄化的加剧,OVCF的发病率也随之上升^[14]。PVP术是治疗OVCF的有效手段,可有效对伤椎进行固定、改善椎体强度,提高椎体稳定性,且具有微创、患者适应性高、术后恢复快等优势^[15]。但对于伤椎高度难以恢复,脊柱无法恢复至

表3 两组不同时间点腰椎功能指标比较($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Comparison of lumbar function indexes between two groups at different time points ($Mean\pm SD$)

组别	n	ODI/分			下腰痛 JOA/分		
		术前	术后1周	术后3月	术前	术后1周	术后3月
观察组	49	47.58±6.24	30.47±4.21*	21.04±3.24*#	18.41±1.14	19.67±1.21*	24.12±1.17*#
对照组	49	47.62±5.63	32.25±3.47*	30.26±3.21*	18.52±1.27	19.41±1.68*	21.14±1.12*

*表示与同组术前比较, $P<0.05$; #表示与对照组比较, $P<0.05$

表4 两组不同时间点骨代谢指标比较($\bar{x}\pm s$)

Table 4 Comparison of bone metabolic indexes between two groups at different time points ($Mean\pm SD$)

组别	n	BGP/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$			BALP/ $\text{U}\cdot\text{L}^{-1}$		
		术前	术后1周	术后3月	术前	术后1周	术后3月
观察组	49	14.41±2.87	12.98±1.25	9.41±1.24*#	20.35±2.41	18.21±2.54	14.21±1.98*#
对照组	49	14.38±2.92	13.24±1.47	12.14±1.25*	20.54±2.97	18.64±2.65	17.21±2.36*

*表示与同组术前比较, $P<0.05$; #表示与对照组比较, $P<0.05$

表5 两组不同时间点ADL评分比较($\bar{x}\pm s$)

Table 5 Comparison of ADL scores between two groups at different time points ($Mean\pm SD$)

组别	n	术前	术后1周	术后3月
观察组	49	45.87±7.48	61.59±8.24	84.21±2.14*#
对照组	49	46.14±6.25	60.25±7.45	79.25±5.21*

*表示与同组术前比较, $P<0.05$; #表示与对照组比较, $P<0.05$

正常生理弧度,可能会造成后凸畸形,导致腰背部肌肉长期处于紧张状态易形成慢性腰背痛,对患者日常生活影响较大^[16]。过伸牵引弹性按压是中医传统骨折复位手法,在PVP术前使用可使伤椎复位,恢复椎体高度,避免术后出现后凸畸形,减少术后腰背痛的风险^[17]。在动物实验中也提到过伸牵引弹性按压有利于退变椎间盘的再生和修复^[18]。仍有患者术后康复不满意。本研究将PRT应用于OVCF患者PVP术后康复中,研究显示两组患者术后AH均较术前增高、Cobb角较术前降低,说明过伸牵引弹性按压联合PVP可有效改善患者伤椎状况,术后3月,观察组AH、Cobb角改善均优于对照组,分析其原因可能是术后联合PRT,PRT根据患者情况在行腰肌锻炼时人为予以患者一定的外加阻力,且循序渐进增加阻力,使患者在锻炼时将肌肉张力达到最高,可有效增强腰肌肌力,维持腰椎稳定,促进术后康复^[19]。既往许新旋等^[20]将PRT应用到老年股骨骨折术后患者中,显示可有效增强关节肌肌力,促进骨折愈合。本研

究与其具有异曲同工之处。国外学者也提出PRT可有效改善老年患者肌肉力量,维持稳态平衡^[21]。本研究显示术后3月,观察组腰椎VAS低于对照组,提示联合PRT可有效提高患者疼痛阈值,降低患者疼痛感。分析其原因可能是,OVCF患者伤椎周围韧带、软组织多数并未受到损伤,结构较为完整,术前过伸牵引弹性按压利用伤椎周围软组织的持续牵拉牵开被压缩的椎体,促进伤椎复位,恢复正常高度,术中利用骨水泥对椎体进行固定和稳定,可有效缓解术后疼痛。术后采用PRT更能使骨骼和韧带维持胸骨椎体的稳定和平衡,有效提高胸骨椎体、腰肌肌肉的疼痛阈值,进一步降低患者术后疼痛感。孙鹏程等^[22]也报道PRT可有效缓解腰椎疼痛。本研究显示观察组术后3月ODI及下腰痛JOA评分改善幅度均大于对照组,提示观察组腰椎功能恢复程度也好于对照组,分析其原因可能是PRT可有效提高肌肉耐力,增强肌肉功能,维护脊柱平衡,促进腰椎功能恢复。本研究还显示观察组术后3月BGP、BALP水平均低于对照组,提示观察组的骨代谢较优,骨骼生长情况较好,分析其原因可能是PRT对骨骼施加较大的机械负荷,且随着患者阻力强度的不断提升,运动量的不断增加,患者局部血液流动量也逐渐增大,刺激骨骼分泌成骨细胞,加快骨骼代谢,促进骨生长,也有效提高骨骼密度,促进术后康复^[23]。既往也有动物实验验证PRT活动可诱导骨蛋白生成^[24]。李丽娟等^[25]研究也指出PRT可有效改善骨质疏松患者的骨密度,增强骨代谢,提高骨强度。本研究显示

术后3月观察组ADL评分高于对照组,提示观察组患者的日常生活自理能力优于对照组,分析其原因可能与术后腰椎功能恢复情况有关,说明OVCF患PVP术前采用过伸牵引弹性按压,术后配合PRT,更有利于患者术后康复,提高生活功能。

综上所述,OVCF患者PVP术前采用过伸牵引弹性按压,术后配合PRT,能降低患者术后腰椎疼痛指数,促进骨生长,进一步改善腰椎功能,提高日常生活能力。

【参考文献】

- [1] Li J, Xu L, Liu Y, et al. Open surgical treatments of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(11): 2743-2748.
- [2] 刘建文,李明,杨敏. 经皮椎体成形术改善保守治疗效果不佳的老年OVCF患者疼痛和功能障碍的效果观察[J]. *实用医院临床杂志*, 2019, 16(2): 11-14.
Liu JW, Li M, Yang M. Effects of percutaneous vertebroplasty in the improvement of pain and dysfunction in elderly OVCF patients when conservative treatment is not effective[J]. *Practical Journal of Clinical Medicine*, 2019, 16(2): 11-14.
- [3] 肖运祥,陈海丹,刘杨. PVP一期治疗多节段骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效和安全性观察[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2018, 33(3): 236-239.
Xiao YX, Chen HD, Liu Y. Clinical curative effect and safety of percutaneous vertebroplasty one-stage treatment of multiple segmental osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2018, 33(3): 236-239.
- [4] 崔志远,毛兆虎,刘玉林,等. 单侧PVP术对OVCF术后椎体高度恢复及疼痛程度的效果研究[J]. *中国医药导报*, 2021, 18(18): 92-95.
Cui ZY, Mao ZH, Liu YL, et al. Effect of unilateral PVP on vertebral height recovery and the degree of pain score after surgery in patients with OVCF[J]. *China Medical Herald*, 2021, 18(18): 92-95.
- [5] 肖峰,肖宏,尹泽龙,等. 过伸牵引手法复位联合经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的体会[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2020, 35(1): 49-50.
Xiao F, Xiao H, Yin ZL, et al. Experience of hyperextension traction manipulation reduction combined with percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2020, 35(1): 49-50.
- [6] 郑伟杰,马航展,曾展鹏. 胸腰椎压缩性骨折复位床联合经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的疗效[J]. *实用医学杂志*, 2023, 39(3): 326-331.
Zheng WJ, Ma HZ, Zeng ZP. Clinical effect of thoracolumbar compression fracture reduction bed combined with percutaneous vertebroplasty in treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *The Journal of Practical Medicine*, 2023, 39(3): 326-331.
- [7] Plotkin D, Coleman M, Van Every D, et al. Progressive overload without progressing load? The effects of load or repetition overproliferation on muscular adaptations[J]. *Peer J*, 2022, 10: e14142.
- [8] 郭华平,鞠智卿,王芳,等. 头颈部弹力带渐进抗阻训练治疗慢性颈痛患者的疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(8): 738-740.
Guo HP, Ju ZQ, Wang F, et al. To observe the effect of progressive resistance training with head and neck elastic band in the treatment of patients with chronic neck pain[J]. *Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2020, 42(8): 738-740.
- [9] Chen X, Li X, Zhu Z, et al. Effects of progressive resistance training for early postoperative fast-track total hip or knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis[J]. *Asian J Surg*, 2021, 44(10): 1245-1253.
- [10] Shafshak TS, Elnemr R. The visual analogue scale versus numerical rating scale in measuring pain severity and predicting disability in low back pain[J]. *J Clin Rheumatol*, 2021, 27(7): 282-285.
- [11] Garg A, Pathak H, Churyukanov MV, et al. Low back pain: critical assessment of various scales[J]. *Eur Spine J*, 2020, 29(3): 503-518.
- [12] Haro H, Ebata S, Inoue G, et al. Japanese Orthopaedic Association (JOA) clinical practice guidelines on the management of lumbar disc herniation, third edition-secondary publication[J]. *J Orthop Sci*, 2022, 27(1): 31-78.
- [13] Amaral Gomes ES, Ramsey KA, Rojer AG, et al. The association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with (Instrumental) activities of daily living in community-dwelling older adults: a systematic review[J]. *Clin Interv Aging*, 2021, 28(16): 1877-1915.
- [14] Long Y, Yi W, Yang D. Advances in vertebral augmentation systems for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Pain Res Manag*, 2020, 12(7): 3947368.
- [15] Yu D, Liu Z, Wang H, et al. Treatment of elderly patients with acute symptomatic OVCF: a study of comparison of conservative treatment and percutaneous kyphoplasty[J]. *Front Surg*, 2022, 13(9): 942195.
- [16] 吴永恒,那雨虹,李俊辰,等. 经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的早期疗效[J]. *临床骨科杂志*, 2020, 23(1): 6-8.
Wu YH, Na YH, Li JC, et al. The early effect of percutaneous vertebroplasty for treatment of thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fracture[J]. *Journal of Clinical Orthopaedics*, 2020, 23(1): 6-8.
- [17] 吕召民. 过伸牵引弹性按压法联合二次球囊扩张PKP治疗骨质疏松性胸腰椎压缩骨折[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2017, 25(3): 60-63.
Lü ZM. Hyperextension traction elastic compression combined with secondary PKP balloon dilatation in the treatment of osteoporotic thoracolumbar compression fractures [J]. *Chinese Journal of Traditional Medical Traumatology & Orthopedics*, 2017, 25(3): 60-63.
- [18] Guo JB, Che YJ, Hou JJ, et al. Stable mechanical environments created by a low-tension traction device is beneficial for the regeneration and repair of degenerated intervertebral discs[J]. *Spine J*, 2020, 20(9): 1503-1516.
- [19] 郝丽,李冬咏,李金虎,等. 弹力带抗阻训练在老年患者下肢肌肉力量训练中的应用效果[J]. *安徽医学*, 2019, 40(2): 219-222.
Zhen L, Li DY, Li JH, et al. To explore the application effect of elastic band resistance training in lower limb muscle strength training in elderly patients[J]. *Anhui Medical Journal*, 2019, 40(2): 219-222.
- [20] 许新旋,杨龙飞,蒋苏,等. 渐进性抗阻运动训练在老年股骨粗隆间骨折内固定术后患者中的应用效果[J]. *中国医药导报*, 2021, 18(9): 99-103.
Xu XX, Yang LF, Jiang S, et al. Application effect of progressive resistance exercise training in elderly patients with intertrochanteric fracture after internal fixation[J]. *China Medical Herald*, 2021, 18(9): 99-103.
- [21] Hewitt J, Goodall S, Clemson L, et al. Progressive resistance and balance training for falls prevention in long-term residential aged care: a cluster randomized trial of the sunbeam program[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2018, 19(4): 361-369.
- [22] 孙鹏程,孙超. 渐进性抗阻训练在女性绝经后骨质疏松症的辅助改善作用[J]. *颈腰痛杂志*, 2019, 40(3): 372-374.
Sun PC, Sun C. The adjunctive effect of progressive resistance training on postmenopausal osteoporosis in women [J]. *The Journal of Cervicodynia and Lumbodynia*, 2019, 40(3): 372-374.
- [23] O'Bryan SJ, Giuliano C, Woessner MN, et al. Progressive resistance training for concomitant increases in muscle strength and bone mineral density in older adults: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Sports Med*, 2022, 52(8): 1939-1960.
- [24] 李良,徐建方,房国梁,等. 有氧运动或抗阻运动诱导骨形态发生蛋白7调节大鼠能量代谢的研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2019, 38(11): 960-968.
Li L, Xu JF, Fang GL, et al. Effects of aerobic exercise or resistance exercise training on energy metabolism by activating BMP7 in rats[J]. *Chinese Journal of Sports Medicine*, 2019, 38(11): 960-968.
- [25] 李丽娟,别明波,张宗欣,等. 渐进性抗阻训练对绝经后骨质疏松患者骨密度及骨代谢标记物的影响[J]. *中国骨与关节杂志*, 2018, 7(1): 77-80.
Li LJ, Bie MB, Zhang ZX, et al. Effects of progressive resistance exercises on bone metabolic markers in patients with postmenopausal osteoporosis[J]. *Chinese Journal of Bone and Joint*, 2018, 7(1): 77-80.

(编辑:黄开颜)