

反重力跑台训练在股骨干骨折加压钢板螺钉内固定术后康复治疗中的应用

李克军, 刘水根, 蒋拥军, 何梦凡, 秦健君

(深圳平乐骨伤科医院/深圳市坪山区中医院, 广东 深圳 518010)

摘要 目的:探讨反重力跑台训练在股骨干骨折加压钢板螺钉内固定术后康复治疗中的应用价值。方法:将 58 例行加压钢板螺钉内固定术后 4 周的股骨干骨折患者随机分为常规康复组和联合康复组,每组 29 例。常规康复组采用手法、运动疗法和物理疗法进行康复治疗,联合康复组在常规康复组干预措施基础上采用反重力跑台训练;均每周治疗 5 次,每次 20 min,共治疗 4 周。记录并比较治疗前和治疗结束后 2 组患者 N 端骨钙素、I 型前胶原 N 端前肽(N-terminal propeptide of type I procollagen, PINP)、 β -I 型胶原羧基端肽(β -C-terminal telopeptide of type I collagen, β -CTX)血清含量及美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)膝关节评分和骨痂生长评分。结果:①N 端骨钙素血清含量。治疗结束后,2 组患者 N 端骨钙素血清含量均高于治疗前[(10.07 \pm 2.12) ng \cdot mL⁻¹, (13.10 \pm 1.23) ng \cdot mL⁻¹, $t = -6.660$, $P = 0.000$; (9.69 \pm 2.11) ng \cdot mL⁻¹, (11.93 \pm 1.89) ng \cdot mL⁻¹, $t = -4.267$, $P = 0.000$],联合康复组患者 N 端骨钙素血清含量高于常规康复组($t = -2.798$, $P = 0.007$)。②PINP 血清含量。治疗结束后,2 组患者 PINP 血清含量均高于治疗前[(43.79 \pm 7.79) ng \cdot mL⁻¹, (72.52 \pm 5.03) ng \cdot mL⁻¹, $t = -16.673$, $P = 0.000$; (46.3 \pm 10.76) ng \cdot mL⁻¹, (65.76 \pm 9.37) ng \cdot mL⁻¹, $t = -7.339$, $P = 0.000$],联合康复组患者 PINP 血清含量高于常规康复组($t = -3.421$, $P = 0.001$)。③ β -CTX 血清含量。治疗结束后,2 组患者 β -CTX 血清含量均低于治疗前[(772.93 \pm 18.29) pg \cdot mL⁻¹, (727.76 \pm 16.19) pg \cdot mL⁻¹, $t = 9.930$, $P = 0.000$; (765.38 \pm 25.76) pg \cdot mL⁻¹, (744.07 \pm 25.29) pg \cdot mL⁻¹, $t = 3.179$, $P = 0.002$],联合康复组患者 β -CTX 血清含量低于常规康复组($t = 2.925$, $P = 0.005$)。④HSS 膝关节评分。治疗结束后,2 组患者 HSS 膝关节评分均高于治疗前[(63.04 \pm 6.75) 分, (85.20 \pm 7.72) 分, $t = -8.781$, $P = 0.000$; (66.86 \pm 8.12) 分, (80.14 \pm 6.24) 分, $t = -10.015$, $P = 0.000$],联合康复组患者 HSS 膝关节评分高于常规康复组($t = -2.748$, $P = 0.008$)。⑤骨痂生长评分。治疗结束后,2 组患者骨痂生长评分均高于治疗前[(0.72 \pm 0.45) 分, (2.03 \pm 0.68) 分, $t = -0.821$, $P = 0.000$; (0.76 \pm 0.58) 分, (1.55 \pm 0.51) 分, $t = -5.567$, $P = 0.000$],联合康复组患者骨痂生长评分高于常规康复组($t = -3.065$, $P = 0.003$)。结论:在股骨干骨折加压钢板螺钉内固定术后康复治疗中应用反重力跑台训练,可促进骨折愈合,有利于改善膝关节功能。

关键词 股骨干骨折;骨折固定术;内;康复;反重力跑台;临床试验

Application of anti-gravity treadmill training to functional rehabilitation after compression plate and screw internal fixation for treatment of femoral shaft fracture

LI Kejun, LIU Shuigen, JIANG Yongjun, HE Mengfan, QIN Jianjun

Shenzhen Pingle Orthopedic Hospital (Shenzhen Pingshan District Hospital of Traditional Chinese medicine), Shenzhen 518010, Guangdong, China

ABSTRACT **Objective:** To explore the clinical applied values of anti-gravity treadmill (AlterG) training in postoperative rehabilitation of patients who underwent compression plate and screw internal fixation for treatment of femoral shaft fracture. **Methods:** Fifty-eight patients with femoral shaft fracture who underwent compression plate and screw internal fixation 4 weeks ago were randomly divided into conventional rehabilitation group and combination rehabilitation group, 29 cases in each group. All patients in the 2 groups were treated with the same conventional rehabilitation therapies including manipulation, kinesiotherapy and physiotherapy, moreover, the patients in combination rehabilitation group were further treated with AlterG training. All patients were treated five times a week, 20 minutes at a time for consecutive 4 weeks. The serum levels of N-terminal osteocalcin (OC), N-terminal propeptide of type I procollagen (PINP) and β -C-terminal telopeptide of type I collagen (β -CTX), and Hospital for Special Surgery (HSS) knee score and bony callus growth score were recorded and compared between the 2 groups before the treatment and after the end of the treatment respectively. **Results:** ①The serum level of N-terminal OC

increased in the 2 groups after the end of the treatment compared to pre-treatment (10.07 ± 2.12 vs 13.10 ± 1.23 ng/mL, $t = -6.660$, $P = 0.000$; 9.69 ± 2.11 vs 11.93 ± 1.89 ng/mL, $t = -4.267$, $P = 0.000$), and it was higher in combination rehabilitation group compared to conventional rehabilitation group ($t = -2.798$, $P = 0.007$). ②The serum level of PINP increased in the 2 groups after the end of the treatment compared to pre-treatment (43.79 ± 7.79 vs 72.52 ± 5.03 ng/mL, $t = -16.673$, $P = 0.000$; 46.3 ± 10.76 vs 65.76 ± 9.37 ng/mL, $t = -7.339$, $P = 0.000$), and it was higher in combination rehabilitation group compared to conventional rehabilitation group ($t = -3.421$, $P = 0.001$). ③The serum level of β -CTX decreased in the 2 groups after the end of the treatment compared to pre-treatment (772.93 ± 18.29 vs 727.76 ± 16.19 pg/mL, $t = 9.930$, $P = 0.000$; 765.38 ± 25.76 vs 744.07 ± 25.29 pg/mL, $t = 3.179$, $P = 0.002$), and it was lower in combination rehabilitation group compared to conventional rehabilitation group ($t = 2.925$, $P = 0.005$). ④The HSS knee score increased in the 2 groups after the end of the treatment compared to pre-treatment (63.04 ± 6.75 vs 85.20 ± 7.72 points, $t = -8.781$, $P = 0.000$; 66.86 ± 8.12 vs 80.14 ± 6.24 points, $t = -10.015$, $P = 0.000$), and it was higher in combination rehabilitation group compared to conventional rehabilitation group ($t = -2.748$, $P = 0.008$). ⑤The bony callus growth score increased in the 2 groups after the end of the treatment compared to pre-treatment (0.72 ± 0.45 vs 2.03 ± 0.68 points, $t = -0.821$, $P = 0.000$; 0.76 ± 0.58 vs 1.55 ± 0.51 points, $t = -5.567$, $P = 0.000$), and it was higher in combination rehabilitation group compared to conventional rehabilitation group ($t = -3.065$, $P = 0.003$). **Conclusion:** Application of AlterG training to rehabilitation can promote fracture healing and improve knee function after compression plate and screw internal fixation for treatment of femoral shaft fracture.

Keywords femoral fractures; fracture fixation, internal; rehabilitation; anti-gravity treadmill; clinical trial

股骨干骨折是临床常见的骨折之一,多由直接暴力所致,骨折发生后常伴有明显的局部疼痛、肿胀等^[1-3]。股骨干骨折若治疗不当易导致骨折不愈合、膝关节功能障碍等^[4-5]。股骨干骨折术后康复的重点在于促进骨折愈合,降低骨折延迟愈合和不愈合的发生率。有研究^[6-8]报道,适当的应力刺激有利于促进骨折愈合,从而加快患者康复进程。然而,术后不同时间段患者骨折断端所需应力刺激强度和负重时间不同,常规康复方法难以掌控负重的时间和强度,也无法监测患者实时步态数据。而反重力跑台训练系统可以实时监测患者的负重强度、时间、步态数据等,实现骨折术后患者视觉反馈下的负重步行,从而达到增加骨折断端应力刺激的目的。为了探讨反重力跑台训练在股骨干骨折加压钢板螺钉内固定术后康复治疗中的应用价值,我们开展了此项研究,现报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料 选取 2020 年 3 月至 2022 年 7 月在深圳平乐骨伤科医院(深圳市坪山区中医院)接受加压钢板螺钉内固定术的股骨干骨折患者作为研究对象。试验方案经深圳平乐骨伤科医院(深圳市坪山区中医院)医学伦理委员会审查通过,伦理批件号:KY2020085。

1.2 纳入标准 ①符合《外科学》中股骨干骨折的诊断标准^[9];②单侧股骨干骨折;③行加压钢板螺钉内

固定术后 4 周,手术由同一组医生完成;④术后未出现内固定物松动;⑤年龄 18 ~ 60 岁,性别不限;⑥自愿参与本研究,签署知情同意书。

1.3 排除标准 ①合并严重的心脑血管、肝肾、造血系统等疾病者;②合并其他部位骨折者;③合并血管、神经损伤者;④股骨干髓腔狭窄、畸形者。

1.4 退出标准 ①依从性差,试验期间不配合治疗者;②主动退出试验者;③试验期间出现病情恶化或严重不良反应者。

2 方法

2.1 样本量估算方法 根据预试验结果,联合康复组促进骨折愈合的有效率为 94%,常规康复组有效率为 59%,采用单侧检验,检验水准 $\alpha = 0.025$,检验效能 $1-\beta = 0.9$ 。采用 PASS15.0 软件计算样本量最少为 24 例,考虑到不可控因素导致的病例脱落,每组样本量增加 5 例,每组 29 例,共 58 例。

2.2 随机分组与盲法实施方法 将 58 例患者按入组顺序编号 1 ~ 58,将患者编号输入 excel 表格,应用 excel 表格中 RAND 函数产生 58 个随机数字,对应每一位患者的编号。将随机数字从小到大排序后,将编号对应前 29 个随机数字的患者分配到常规康复组,将编号对应后 29 个随机数字的患者分配到联合康复组。由于 2 组采用的治疗方法差异较大,本研究不采用盲法。

2.3 治疗方法 2 组患者均于加压钢板螺钉内固定

术后 4 周开始康复治疗。

2.3.1 常规康复组 术后常规康复组采用手法、运动疗法和物理疗法治疗。手法治疗包括平乐郭氏荣肌揉筋法^[10]、股四头肌牵伸与放松、膝关节屈膝被动活动。运动疗法包括躯干核心肌群训练、膝关节的屈伸训练和本体感觉训练。物理疗法为:将 SV-IT601D 型干扰电治疗仪的 2 组干扰电吸附于股四头肌上,电流强度设置为 30 mA。每周 5 次,每次 20 min,共治疗 4 周。

2.3.2 联合康复组 术后联合康复组在常规康复组干预措施基础上进行反重力跑台训练。均由同一位治疗师操作 Golden All 反重力跑台训练系统(天津金万象医疗器械有限公司),见图 1。患者进行反重力跑台训练前先穿上密封拉链裤。治疗师将反重力跑台两边把手的高度调整至与患者股骨大转子平行,将拉链裤密封好后开始充气并检测患者的体重,根据跑台测定的体重,设定相应的减重比例开始指导患者训练。跑台训练设置参数:第 1 周减去患者自身体重的 75%~80%,速度为 0~2 km·h⁻¹;第 2 周减去患者自身体重的 65%~75%,速度为 2~4 km·h⁻¹;第 3 周减去患者自身体重的 55%~65%,速度为 4~6 km·h⁻¹;第 4 周减去患者自身体重的 45%~55%,速度为 6~8 km·h⁻¹。每周训练的坡度均设为 0,每次训练 20 min,每周 5 次^[11]。训练时,患者可以通过屏幕实时观察到自身下肢的运动状态、步幅、两侧步长和负重比例,并进行自我调整;治疗师需在透明气囊外对患者的步态进行观察、指导,并及时提醒患者跟上跑台的速度,调整步幅。



图 1 Golden All 反重力跑台训练系统实物图

2.4 疗效评价方法 记录并比较治疗前和治疗结束后 2 组患者 N 端骨钙素、I 型前胶原 N 端前肽(N-terminal propeptide of type I procollagen, PINP)、 β -I 型胶原羧基端肽(β -C-terminal telopeptide of type I collagen, β -CTX)血清含量及美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)膝关节评分^[12]和骨痂生长评分。采集所有患者空腹静脉血 3~5 mL 后,于采血当日在罗氏 Cobas-e601 型全自动电化学发光免疫分析仪上测定患者血清中 N 端骨钙素、PINP、 β -CTX 的含量。采用 Fernandez-Esteve X 线评价骨痂等级标准^[13]评价骨痂生长情况:I 级,骨折断端无放射学骨痂出现(0 分);II 级为骨折断端有云雾状骨痂出现(1 分);III 级,骨折断端正侧位 X 线片示仅一侧可见骨痂出现(2 分);IV 级为骨折断端正侧位 X 线片示两侧均有骨痂出现(3 分);V 级,有连续性骨痂形成(4 分)。

2.5 数据统计方法 采用 SPSS27.0 软件进行数据统计分析。2 组患者性别、骨折侧别的组间比较均采用 χ^2 检验,年龄、体质量、术中出血量及 N 端骨钙素血清含量、PINP 血清含量、 β -CTX 血清含量、HSS 膝关节评分、骨痂生长评分的组间和组内比较均采用 t 检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

3 结果

3.1 分组结果 共纳入 58 例患者,每组 29 例。所有患者均按要求完成治疗及疗效评价,无患者退出试验。2 组患者的基线资料比较,差异无统计学意义,有可比性(表 1)。

3.2 疗效评定结果

3.2.1 N 端骨钙素血清含量 治疗前 2 组患者 N 端骨钙素血清含量比较,差异无统计学意义;治疗结束后,2 组患者 N 端骨钙素血清含量均高于治疗前,联合康复组患者 N 端骨钙素血清含量高于常规康复组(表 2)。

3.2.2 PINP 血清含量 治疗前 2 组患者 PINP 血清含量比较,差异无统计学意义;治疗结束后,2 组患者 PINP 血清含量均高于治疗前,联合康复组患者 PINP 血清含量高于常规康复组(表 3)。

3.2.3 β -CTX 血清含量 治疗前 2 组患者 β -CTX 血清含量比较,差异无统计学意义;治疗结束后,2 组患者 β -CTX 血清含量均低于治疗前,联合康复组患者 β -CTX 血清含量低于常规康复组(表 4)。

3.2.4 HSS 膝关节评分 治疗前 2 组患者 HSS 膝关节评分比较,差异无统计学意义;治疗结束后,2 组患者 HSS 膝关节评分均高于治疗前,联合康复组患者 HSS 膝关节评分高于常规康复组(表 5)。

3.2.5 骨痂生长评分 治疗前 2 组患者骨痂生长评分比较,差异无统计学意义;治疗结束后,2 组患者骨痂生长评分均高于治疗前,联合康复组患者骨痂生长评分高于常规康复组(表 6)。

表 1 2 组股骨干骨折术后患者的基线资料

组别	样本量/ 例	性别/例		骨折侧别/例		年龄/ ($\bar{x} \pm s$, 岁)	体质量/ ($\bar{x} \pm s$, kg)	术中出血量/ ($\bar{x} \pm s$, mL)
		男	女	左	右			
联合康复组	29	21	8	17	12	42.53 ± 9.50	65.55 ± 7.79	395.52 ± 43.69
常规康复组	29	19	10	19	10	39.20 ± 12.33	63.58 ± 9.07	386.69 ± 53.95
检验统计量		$\chi^2 = 0.322$		$\chi^2 = 0.293$		$t = -1.288$	$t = -0.885$	$t = -0.685$
P 值		0.570		0.588		0.319	0.380	0.609

表 2 2 组股骨干骨折术后患者的 N 端骨钙素血清含量

组别	样本量/ 例	N 端骨钙素血清含量/($\bar{x} \pm s$, ng · mL ⁻¹)		t 值	P 值
		治疗前	治疗结束后		
联合康复组	29	10.07 ± 2.12	13.10 ± 1.23	-6.660	0.000
常规康复组	29	9.69 ± 2.11	11.93 ± 1.89	-4.267	0.000
t 值		-0.684	-2.798		
P 值		0.497	0.007		

表 3 2 组股骨干骨折术后患者的 I 型前胶原 N 端前肽血清含量

组别	样本量/ 例	I 型前胶原 N 端前肽血清含量/($\bar{x} \pm s$, ng · mL ⁻¹)		t 值	P 值
		治疗前	治疗结束后		
联合康复组	29	43.79 ± 7.79	72.52 ± 5.03	-16.673	0.000
常规康复组	29	46.3 ± 10.76	65.76 ± 9.37	-7.339	0.000
t 值		1.020	-3.421		
P 值		0.312	0.001		

表 4 2 组股骨干骨折术后患者的 β-I 型胶原羧基端肽血清含量

组别	样本量/ 例	β-I 型胶原羧基端肽血清含量/($\bar{x} \pm s$, pg · mL ⁻¹)		t 值	P 值
		治疗前	治疗结束后		
联合康复组	29	772.93 ± 18.29	727.76 ± 16.19	9.930	0.000
常规康复组	29	765.38 ± 25.76	744.07 ± 25.29	3.179	0.002
t 值		-1.285	2.925		
P 值		0.204	0.005		

表 5 2 组股骨干骨折术后患者的美国特种外科医院膝关节评分

组别	样本量/ 例	美国特种外科医院膝关节评分/($\bar{x} \pm s$, 分)		t 值	P 值
		治疗前	治疗结束后		
联合康复组	29	63.04 ± 6.75	85.20 ± 7.72	-8.781	0.000
常规康复组	29	66.86 ± 8.12	80.14 ± 6.24	-10.015	0.000
t 值		1.943	-2.748		
P 值		0.570	0.008		

表 6 2 组股骨干骨折术后患者的骨痂生长评分

组别	样本量/ 例	骨痂生长评分/($\bar{x} \pm s$, 分)		t 值	P 值
		治疗前	治疗结束后		
联合康复组	29	0.72 ± 0.45	2.03 ± 0.68	-0.821	0.000
常规康复组	29	0.76 ± 0.58	1.55 ± 0.51	-5.567	0.000
t 值		0.253	-3.065		
P 值		0.801	0.003		

3.3 典型病例 患者,男,47岁,左侧股骨干下段骨折,行加压钢板螺钉内固定术治疗,术后4周开始采用手法、运动疗法和物理疗法联合反重力跑台训练进行康复治疗,共治疗4周,术后8周骨折断端间隙减小、骨折周围骨痂增多(图2)。

4 讨论

股骨干骨折术后骨愈合是一个复杂而连续的过程,通常可分为3个阶段:即血肿机化期、原始骨痂形成期和骨痂改造塑形期^[14]。在此过程中,如果采用有利的外在因素进行干预,将会促进骨折的愈合。相关研究^[15]表明,适当的应力刺激有利于促进骨折的愈合,降低骨折延迟愈合或不愈合的概率,而缺乏应力刺激可能会导致骨折延迟愈合或不愈合。负重对骨折断端产生的适当应力刺激是骨折顺利愈合的生物力学基础^[16]。有研究^[17-18]证实,早期负重有利于骨折愈合、缩短骨折愈合时间和促进关节功能恢复。但每次负重时长、应力刺激强度难以监测,而反重力跑台训练系统可以进行实时监测。反重力跑台训练系统是目前国内一种新型的运动训练方式,主要由气压减重和跑台两部分组成,最大可以减去患者体质量的80%、最小为0%;能实时反馈患者每次负重的时间、强度、步幅以及双侧下肢的负重比例等信息,使患者可以在科学指导下进行自我训练,实现骨折术后患者视觉反馈下的负重步行,从而达到增加骨折断端应力刺激的目的。但是,在进行反重力跑台训练时应注意以下事项:穿松软舒适的衣服,严禁穿尖锐的鞋子进入气压仓;训练过程中,若出现患肢疼痛、眩晕、呼吸困难或其他不适,需立即停止训练;训练结束

后,患者需在跑台上停留1 min后再离开,以使身体适应体重的变化。

N端骨钙素、PINP、 β -CTX是骨转换生化标志物中具有代表性的指标,其中N端骨钙素、PINP与成骨细胞的活性呈正相关; β -CTX代表骨的吸收程度,与破骨细胞活性及骨吸收水平呈正相关^[19]。陈伟等^[20]的研究结果显示,胫骨干骨折术后随着时间变化(术后第1周、第4周、第8周)患者血清中N端骨钙素和PINP的含量均明显增加,且正常愈合组血清中N端骨钙素和PINP的含量高于延迟愈合组;认为这可能与成骨细胞活性增强有关,同时也说明了骨折愈合与N端骨钙素、PINP关系密切。本研究结果显示,治疗结束后联合康复组与常规康复组患者血清中N端骨钙素、PINP的含量较治疗前均明显增加,且联合康复组血清中N端骨钙素、PINP的含量高于常规康复组。这可能与反重力跑台训练使骨细胞感受到机械应力的刺激,增加了成骨细胞代谢的活性有关。王首贵等^[21]的研究结果显示,股骨颈骨折术后患者负重后,患者血清中N端骨钙素和PINP的含量明显高于负重前,这与本研究结果相符。 β -CTX被认为是敏感而特异的骨吸收标志物。 β -CTX与骨密度呈负相关,当 β -CTX高于正常值时,表明存在骨质疏松,增加骨折发生的概率;当骨折术后 β -CTX逐渐下降,表明破骨细胞活性减弱,有利于骨折愈合^[22]。研究^[23-24]证实,股骨干骨折术后 β -CTX呈下降趋势,预示着骨折愈合良好。本研究结果显示,治疗结束后2组患者血清中 β -CTX的含量均小于治疗前,且联合康复组患者血清中 β -CTX的含量小于常规康复组,这提示反

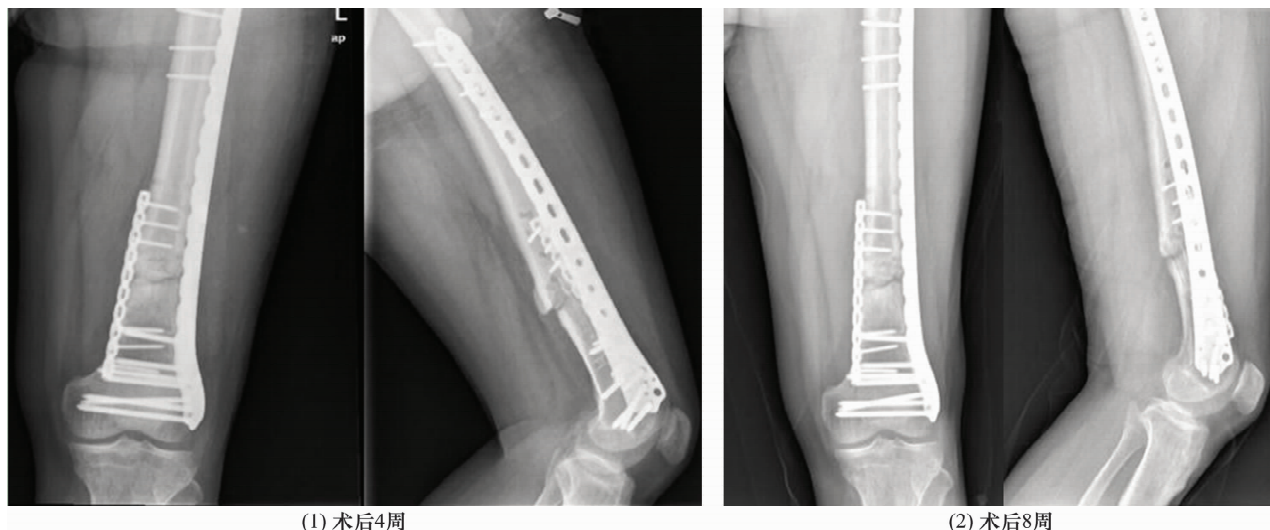


图2 股骨干骨折加压钢板螺钉内固定术后正侧位X线片

重力跑台训练有利于促进骨折愈合。

Fernandez-Esteve 放射评价骨痂等级标准是衡量骨痂生长情况的指标,骨痂生长越好,得分越高^[25]。曹克勇等^[6]研究认为,不同的负重强度对股骨干骨折术后骨痂的生长产生不同的影响,中等强度的负重更利于促进骨折愈合,其骨痂生长越好。本研究结果显示,治疗结束后联合康复组患者骨痂生长评分高于常规康复组,这可能与股骨干骨折术后患者在反重力跑台训练承受了适当的应力刺激有关。Chao 等^[26]也认为,不同的机械和物理刺激可以有效地促进骨折愈合和骨再生。本研究结果显示,联合康复组患者 HSS 膝关节评分明显高于常规康复组,说明反重力跑台训练能明显改善膝关节功能。Liang 等^[27]的研究也表明,反重力跑台训练在缓解疼痛、增加肌肉力量、改善步态和生活质量方面有明显的优势。

本研究结果显示,在股骨干骨折加压钢板螺钉内固定术后康复治疗中应用反重力跑台训练,可促进骨折愈合,有利于改善膝关节功能。

参考文献

- [1] 朱明喜. 闭合复位与切开复位交锁髓内钉内固定术治疗股骨干骨折的比较研究[J]. 现代中西医结合杂志, 2016, 25(22): 2451 - 2453.
- [2] 康立恒, 袁宝明, 彭传刚, 等. 微创钢板内固定治疗股骨干多段骨折髓内钉内固定术后骨折延迟愈合 1 例[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(12): 1338 - 1339.
- [3] MITCHNIK I Y, TALMY T, RADOMISLENSKY I, et al. Femur fractures and hemorrhagic shock: implications for point of injury treatment[J]. Injury, 2022, 53(10): 3416 - 3422.
- [4] 赵唐永, 任原, 王志强. 股骨干骨折内固定术后骨折愈合情况及其影响因素分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(8): 869 - 870.
- [5] 高建华, 邓江涛, 李秋明, 等. 交锁髓内钉与锁定加压钢板内固定对股骨干骨折患者膝关节功能及创伤相关指标的影响[J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(16): 3100 - 3104.
- [6] 曹克勇, 方彩莲, 叶积飞. 不同强度的早期负重对股骨干骨折愈合的影响[J]. 中国康复, 2014, 29(6): 458 - 459.
- [7] ARAZI M, OGÜN T C, OKTAR M N, et al. Early weight-bearing after statically locked reamed intramedullary nailing of comminuted femoral fractures: is it a safe procedure? [J]. J Trauma, 2001, 50(4): 711 - 716.
- [8] BRUMBACK R J, TOAL T R, MURPHY-ZANE M S, et al. Immediate weight-bearing after treatment of a comminuted fracture of the femoral shaft with a statically locked intramedullary nail[J]. J Bone Joint Surg Am, 1999, 81(11): 1538 - 1544.
- [9] 陈孝平, 汪建平, 赵继宗. 外科学[M]. 9 版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 445.
- [10] 徐伟龙, 郝剑, 郑升鹏, 等. 平乐郭氏荣肌揉筋法治疗膝关节置换术后下肢肿胀临床研究[J]. 河南中医, 2022, 42(5): 773 - 776.
- [11] KIM P, LEE H, CHOI W, et al. Effect of 4 weeks of anti-gravity treadmill training on isokinetic muscle strength and muscle activity in adults patients with a femoral fracture: a randomized controlled trial[J]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(22): 8572.
- [12] 王玉龙. 康复功能评定学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 148 - 150.
- [13] PEIRÓ A, ANDRES F, FERNANDEZ-ESTEVE F. Acute Monteggia lesions in children[J]. J Bone Joint Surg Am, 1977, 59(1): 92 - 97.
- [14] 金镇雄, 舒冰, 王乾, 等. 中医辨证分型治疗骨质疏松性骨折的研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志, 2020, 26(12): 1843 - 1846.
- [15] ZHAO H Z, FAN T S, WANG S L, et al. Closed reduction for the treatment of grade IV supination-external rotation fracture of the ankle joint: a retrospective analysis[J]. Orthop Surg, 2021, 13(7): 2163 - 2169.
- [16] 薛雷雷, 武军龙, 魏戎. 腰椎骨折内固定术后影响骨折愈合的危险因素分析[J]. 中国医学工程, 2022, 30(3): 79 - 82.
- [17] 卢红信, 陈笑天, 叶龙飞, 等. 胫骨骨折髓内钉内固定患者术后早期与晚期负重的对比研究[J]. 中华解剖与临床杂志, 2022, 27(8): 563 - 567.
- [18] BHANUSHALI A, KOVOOR J G, STRETTON B, et al. Outcomes of early versus delayed weight-bearing with intramedullary nailing of tibial shaft fractures: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022, 48(5): 3521 - 3527.
- [19] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 骨转换生化标志物临床应用指南[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2021, 37(10): 863 - 874.
- [20] 陈伟, 李鹏, 万永建, 等. 创伤性骨折延迟愈合患者血清骨转化标志物的表达水平及意义[J]. 东南大学学报(医学版), 2021, 40(2): 225 - 229.
- [21] 王首贵, 段涛秀, 刘丽芳, 等. 血栓通对股骨颈骨质疏松性骨折患者置换术后血液高凝状态、骨代谢和康复进程的影响[J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(9): 1312 - 1316.

(下转第 42 页)

- [2] ZHONG D, KE Z Y, CHEN Q, et al. A clinical nomogram for predicting the residual low back pain after percutaneous endoscopic surgery for lumbar disc herniation [J]. *Int Orthop*, 2023, 47(3): 819–830.
- [3] LIU G, LIU W, JIN D, et al. Clinical outcomes of unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion (ULIF) compared with conventional posterior lumbar interbody fusion (PLIF) [J]. *Spine J*, 2023, 23(2): 271–280.
- [4] 过依莎, 王辉昊, 俞仲翔. 腰椎术后综合征的中西医结合诊治进展[J]. *现代中西医结合杂志*, 2022, 31(1): 137–141.
- [5] 钟赣生. *中药学* [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2016.
- [6] 国家药典委员会. *中华人民共和国药典* [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [7] 李灿东, 方朝义. *中医诊断学* [M]. 5 版. 北京: 中国中医药出版社, 2021.
- [8] 崔学军, 梁倩倩. 腰椎间盘突出症中西医结合诊疗专家共识[J]. *世界中医药*, 2023, 18(7): 945–952.
- [9] 张昕洋, 傅延龄, 傅晨. 中医“以方测证”认识方法初探[J]. *北京中医药*, 2018, 37(9): 825–827.
- [10] 孙彤, 崔书国, 孙鹏飞, 等. 阴阳九针联合通督活血汤治疗腰椎间盘突出症椎间孔镜术后残余腰痛的疗效分析[J]. *河北中医药学报*, 2023, 38(2): 30–33.
- [11] 崔宏勋, 郭马珑, 孔亮, 等. 平乐郭氏正骨流派诊治脊柱相关疾病的学术经验[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2022, 30(1): 78–80.
- [12] 王华丽, 卜彩芳, 王丽燕, 等. 热敏灸联合身痛逐瘀汤治疗腰椎间盘突出症微创术后残留症状的临床研究[J]. *浙江中医药大学学报*, 2020, 44(10): 1009–1014.
- [13] 傅世能, 贺竞哲, 张自成, 等. 经皮椎间孔镜下髓核切除术联合通督活血汤治疗腰椎间盘突出症临床研究[J]. *新中医*, 2022, 54(15): 88–92.
- [14] 李俊杰, 梁舒涵, 吴从俊, 等. 壮腰祛瘀方治疗腰椎间盘突出症术后残留症状的临床研究[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2020, 28(2): 24–28.
- [15] 孙凤歧, 温少瑾, 王想福, 等. 身痛逐瘀汤治疗经皮内窥镜下腰椎间盘突出术后残余症状的 Meta 分析[J]. *西部中医药*, 2022, 35(5): 74–79.
- [16] 陈文思, 周红海, 吴晶琳, 等. 脊柱与中医五脏病症关系的研究进展[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2017, 25(9): 77–79.
- [17] SHAMJI M F, SHCHARINSKY A. Use of neuropathic pain questionnaires in predicting persistent postoperative neuropathic pain following lumbar discectomy for radiculopathy [J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 24(2): 256–262.
- [18] 贺志强, 余勤武. 腰椎退行性疾病手术患者腰椎术后综合征发生情况及危险因素分析[J]. *颈腰痛杂志*, 2019, 40(6): 759–761.
- [19] ZHANG Q, YANG T, LI D, et al. The synergistic effect of *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels and *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) DC. on antioxidant activity and protective ability against cell injury [J]. *J Food Biochem*, 2022, 46(8): e14196.
- [20] 王波, 王丽, 刘晓峰, 等. 中药甘草成分和药理作用及其现代临床应用的研究进展[J]. *中国医药*, 2022, 17(2): 316–320.
- [21] 侯宇龙, 王晶石, 王旭凯. 牛膝治疗腰椎间盘突出症潜在作用机制的网络药理学分析[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(17): 2734–2739.
- [22] 韩学超, 孙坤坤, 徐琬梨. 苦味中药的归经及临床应用[J]. *山东中医药大学学报*, 2022, 46(4): 463–466.
- [23] 赵萃, 毕锋莉, 崔静. 基于络病理论指导的补阳还五汤加味对腰椎间盘突出症术后康复的影响[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2020, 26(8): 124–129.
- [24] 邓亚典, 杨勇, 陈曦. 补阳还五汤口服联合浮针疗法治疗腰椎间盘突出症椎间孔镜术后残余神经症状[J]. *中医正骨*, 2017, 29(10): 64–65.
- [25] 孟兰萱, 周峻, 唐向盛, 等. 补阳还五汤辅助治疗对腰椎间盘突出症术后患者血液流变学、疼痛介质和生活质量的影响[J]. *现代生物医学进展*, 2022, 22(16): 3041–3045.

(收稿日期: 2023-02-27 本文编辑: 郭毅曼)

(上接第 25 页)

- [22] 徐文, 邹明, 岳建彪. 血清低 Alb 和低 NMID-OC/ β -CTX 比值与老年女性骨质疏松性骨折的相关性[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2022, 28(6): 825–829.
- [23] 王福平, 史世勤, 任飞, 等. 不同髓内钉锁定方式对股骨干骨折患者术后恢复的影响[J]. *安徽医学*, 2017, 38(10): 1307–1310.
- [24] 张敬飞. 闭合复位交锁髓内钉内固定术治疗股骨干骨折患者的疗效及安全性分析[J]. *中国药物与临床*, 2021, 21(8): 1369–1371.
- [25] 王斌, 郭东哲, 张远, 等. 低频体外冲击波联合红骨髓局部注射治疗骨折延迟愈合的临床疗效分析[J]. *中华急诊医学杂志*, 2020, 29(6): 873–875.
- [26] CHAO E Y, INOUE N. Biophysical stimulation of bone fracture repair, regeneration and remodelling [J]. *Eur Cell Mater*, 2003, 6: 72–84.
- [27] LIANG J, LANG S, ZHENG Y, et al. The effect of anti-gravity treadmill training for knee osteoarthritis rehabilitation on joint pain, gait, and EMG: case report [J]. *Medicine*, 2019, 98(18): e15386.

(收稿日期: 2022-10-07 本文编辑: 时红磊)