

tween the two groups during treatment ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** The combination of MECT and antidepressant drugs has a definite effect on the treatment of severe depressive episodes, and the post-treatment EEG power is correlated with HAMD score.

**Key words:** depressive episode; modified convulsive electroconvulsive therapy; Hamilton Depression Rating Scale score; brain waves; electroencephalogram

抑郁症是临床较为常见的精神科疾病之一,主要以思维迟缓、情绪低落为主要临床表现,同时还可能伴有持续性紧张不安、自主神经功能的兴奋。且存在明显的脑电波活动异常,左右半球功能明显不对称,造成机体的认知功能障碍<sup>[1]</sup>。目前,临床主要采用药物治疗抑郁症。然而,药物治疗起效较慢,特别是重度抑郁患者,治疗后症状改善不明显,导致患者社会功能下降。因此,快速减轻患者的临床症状成为临床治疗抑郁症的首要目标<sup>[2]</sup>。改良无抽搐电休克疗法(MECT)是治疗抑郁症的一种物理治疗方法,效果显著,通过改善大脑功能失调以及神经递质传递,进一步减轻患者的临床症状<sup>[3]</sup>。本研究旨在探讨抑郁发作患者在 MECT 治疗前后脑电波形的变化,以及在 MECT 治疗之后脑电波变化与汉密尔顿抑郁量表(HAMD)评分间的关系。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 以 2021 年 5 月至 2022 年 12 月于本院诊断为重度抑郁发作的 120 例住院患者作为研究对象,随机将其分为观察组、对照组,每组 60 例。两组患者的一般资料之比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。所有患者家属均签署知情同意书。本研究经本院医学伦理委员会审核通过(20211111005)。纳入标准:(1)年龄 18~65 岁;(2)小学及以上文化程度;(3)符合国际疾病分类(ICD)-10 中规定的重度抑郁发作诊断标准,HAMD 量表(24 项版)评分 $\geq 35$ 分<sup>[4]</sup>;(4)无躁狂发作和双相情感障碍家族史;(5)无严重躯体疾病以及家族史;(6)首次抑郁发作,入院前未进行抗抑郁药物治疗、未服用苯二氮草类药物和抗癫痫药物。排除标准:(1)其他精神障碍伴发的抑郁发作;(2)躯体及神经系统疾病伴发抑郁;(3)合并任何精神活性物质滥用或依赖;(4)有癫痫、脑肿瘤、脑外伤以及其他神经系统疾病病史;(5)治疗过程中或治疗结束后转躁狂发作;(6)经脑电图专业医师评估,认为有导致影响脑电图结果异常的躯体疾病。

## 1.2 方法

**1.2.1 治疗方法** 对照组仅给予药物治疗,即予以单一抗抑郁药物(SSRIs/SNRIs)口服治疗,2 周之内加至有作用效果的治疗量。失眠严重的患者短期给予小剂量奥氮平或者喹硫平辅助治疗,避免使用苯二氮草类等镇静催眠药物以及对脑电活动影响明显的药物。观察组患者在药物治疗的基础上,经评估符合 MECT 治疗的适应证<sup>[5]</sup>,且需要进行 MECT 治疗以

迅速改善症状,MECT 治疗每周 2 次,共治疗 8 次。患者在进行 MECT 治疗之前进行常规脑电图检查,评定脑电图等级(正常、轻度异常、中度异常、重度异常),排除禁忌证,并在 MECT 治疗过程中复查脑电图。两组患者均治疗 4 周。

表 1 两组一般资料比较( $\bar{x} \pm s$  或  $n/n$ )

组别	$n$	年龄 (岁)	体质量指数 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	接受教育年限 (年)	性别 (男/女)
观察组	60	31.25 $\pm$ 1.37	24.56 $\pm$ 1.29	14.44 $\pm$ 1.66	41/19
对照组	60	31.26 $\pm$ 2.44	24.96 $\pm$ 2.72	14.69 $\pm$ 1.12	35/25
$t/\chi^2$		0.028	1.029	0.967	1.503
$P$		0.978	0.305	0.336	0.472

**1.2.2 前额脑电波功率检测** 分别于治疗前、治疗后检查两组患者脑电图,记录左前额、右前额的  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 、 $\beta$ 、 $\delta$ 、 $\theta$  波的功率。

**1.2.3 HAMD 评分** 分别于治疗前、治疗后测定两组患者 HAMD 评分, $\leq 7$  分为正常, $> 7 \sim < 20$  分为轻度抑郁, $20 \sim < 35$  分为中度抑郁, $\geq 35$  分为重度抑郁。本研究以患者的 HAMD 的减分率作为治疗效果的评价依据。治疗 4 周后,患者的 HAMD 减分率 $> 74\%$  为痊愈,HAMD 减分率在 $> 49\% \sim 74\%$  为显著进步,HAMD 减分率在 $25\% \sim 49\%$  为进步, $< 25\%$  为无效,总有效率为痊愈率、显著进步率和进步率之和<sup>[6]</sup>。

**1.2.4 不良反应发生情况** 记录治疗期间两组口干、恶心呕吐、厌食、视力模糊等不良反应发生情况。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS26.0 统计软件进行数据处理。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;呈正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比较采用独立样本  $t$  检验;采用 Pearson 相关分析观察组患者治疗后脑电波功率与 HAMD 评分的相关性。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组治疗效果比较** 观察组治疗总有效率(96.67%)高于对照组(86.67%),差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.2 两组前额脑电波功率、HAMD 评分比较** 治疗前,两组左前额、右前额的脑电波功率及 HAMD 评分比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );治疗后,观察组左前额、右前额的  $\alpha_1$  波功率高于对照组( $P < 0.05$ ), $\delta$ 、 $\theta$  波功率及 HAMD 评分均明显低于对照组

( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 2 两组治疗效果比较[n(%)]

组别	n	痊愈	显著进步	进步	无效	总有效率
观察组	60	34(56.67)	12(20.00)	12(20.00)	2(3.33)	58(96.67)
对照组	60	12(20.00)	32(53.33)	8(13.33)	8(13.33)	52(86.67)
$\chi^2$						3.931
P						0.048

表 3 两组前额脑电波功率、HAMD 评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	时间	左前额( $\mu V^2$ )						HAMD (分)
			$\alpha 1$ 波	$\alpha 2$ 波	$\alpha 3$ 波	$\beta$ 波	$\delta$ 波	$\theta$ 波	
观察组	60	治疗前	7.83±1.53	8.73±0.63	2.33±0.42	4.01±0.92	8.93±0.53	8.73±0.63	
		治疗后	9.25±0.45 <sup>#</sup>	8.75±0.79	2.36±0.16	4.09±0.61	6.91±0.73 <sup>#</sup>	7.41±0.48 <sup>#</sup>	
		t	-6.897	-0.153	-0.517	-0.561	17.345	12.910	
		P	<0.001	0.878	0.606	0.576	<0.001	<0.001	
对照组	60	治疗前	7.94±0.28	8.68±1.00	2.35±0.28	4.03±0.54	9.02±1.28	8.81±1.30	
		治疗后	8.94±0.38	8.77±0.42	2.31±0.21	4.06±0.36	7.49±0.34	8.07±0.32	
		t	-77.460	-0.643	0.885	-0.358	8.949	4.281	
		P	<0.001	0.522	0.378	0.721	<0.001	<0.001	
组别	n	时间	右前额( $\mu V^2$ )						HAMD (分)
			$\alpha 1$ 波	$\alpha 2$ 波	$\alpha 3$ 波	$\beta$ 波	$\delta$ 波	$\theta$ 波	
观察组	60	治疗前	7.05±0.43	9.10±0.57	2.44±0.39	4.04±0.54	8.14±0.43	9.64±1.57	37.97±2.48
		治疗后	9.49±0.89 <sup>#</sup>	8.99±0.27	2.48±0.36	4.12±0.89	6.96±0.14 <sup>#</sup>	7.21±0.49 <sup>#</sup>	10.61±1.92 <sup>#</sup>
		t	-19.121	1.351	0.584	0.595	20.212	11.445	67.572
		P	<0.001	0.179	0.560	0.553	<0.001	<0.001	<0.001
对照组	60	治疗前	7.07±0.94	9.14±1.51	2.56±0.61	4.17±0.26	8.12±1.02	9.33±1.01	37.88±2.55
		治疗后	8.63±0.22	8.84±0.14	2.44±0.23	4.18±0.26	7.09±0.16	8.96±0.38	16.37±0.42
		t	-12.517	1.532	1.426	0.211	7.727	2.656	64.471
		P	<0.001	0.128	0.158	0.834	<0.001	0.010	<0.001

注:与对照组治疗后比较,<sup>#</sup> $P < 0.05$ 。

**2.3 相关性分析** 观察组患者治疗后左前额、右前额的  $\alpha 1$  波功率与 HAMD 评分均呈负相关( $P < 0.001$ ), $\delta$ 、 $\theta$  波功率与 HAMD 评分呈正相关( $P < 0.001$ )。见表 4。

表 4 观察组治疗后前额脑电波功率与 HAMD 评分的相关性分析

指标	r	P
左前额 $\alpha 1$ 波	-0.704	<0.001
左前额 $\delta$ 波	0.502	<0.001
左前额 $\theta$ 波	0.505	<0.001
右前额 $\alpha 1$ 波	-0.655	<0.001
右前额 $\delta$ 波	0.489	<0.001
右前额 $\theta$ 波	0.726	<0.001

**2.4 两组不良反应发生情况比较** 治疗期间两组患

者口干、恶心呕吐、厌食、视力模糊的发生率比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 5。

表 5 两组不良反应情况比较[n(%)]

组别	n	口干	恶心呕吐	厌食	视力模糊
观察组	60	1(1.67)	2(3.33)	0(0.00)	1(1.67)
对照组	60	3(5.00)	3(5.00)	2(3.33)	2(3.33)
$\chi^2$		1.034	0.209	2.034	0.342
P		0.309	0.648	0.154	0.559

### 3 讨论

近年来,随着社会节奏的不断加快,抑郁症已经成为全球性的精神问题之一,尤其是重度抑郁发作,给社会以及家庭造成沉重负担。流行病学调查显示,10%~15%的抑郁症患者死于自杀<sup>[7]</sup>。抑郁症主要临床表现为心境低落、愉悦感丧失、兴趣下降等。流

行病学调查显示,抑郁症的终身患病率为 3.4%,12 个月的患病率为 2.1%。同时,抑郁症的患病率呈现明显上升趋势<sup>[8]</sup>。脑电图检查是通过贴附于头皮上的电极获得大脑自发电活动的量度。每个电极上记录的活动是由电极周围皮质区域中的许多不同神经元引起的电活动总量度。脑电图的主要频谱有  $\delta$  波、 $\theta$  波、 $\alpha$  波和  $\beta$  波。目前有多项研究探讨抑郁发作患者抗抑郁药物的临床疗效与脑电图变化的关系,特别是海马、前额叶皮质的  $\alpha$  波和  $\theta$  波变化之间的关系。研究认为, $\alpha$  波功率反映大脑皮质和丘脑中同步放电的神经元数量, $\alpha$  波频率或振幅增强是皮质功能减退的一个指标<sup>[9-10]</sup>。

在检查患者脑电波的过程中,主要依赖电子计算机对脑生物电的分析,进而对大脑病变部位进行超前诊断<sup>[11-12]</sup>。在脑地形图检查过程中,慢波高功率区域为脑组织的损伤区域。局部病灶部位的慢波功率越高,其损伤程度越严重<sup>[13]</sup>。抑郁发作患者存在严重的记忆执行功能、注意力等全面认知功能损伤,而额叶则是参与大脑执行认知功能的重要区域<sup>[14]</sup>。本研究中,从绝对功率分析来看,治疗后两组左前额、右前额的  $\alpha 1$  波功率高于治疗前( $P < 0.05$ ), $\delta$ 、 $\theta$  波功率均低于治疗前( $P < 0.05$ ),且治疗后,观察组左前额、右前额的  $\alpha 1$  波功率高于对照组( $P < 0.001$ ), $\delta$ 、 $\theta$  波功率均明显低于对照组( $P < 0.05$ ),表明 MECT 治疗可明显改善抑郁发作患者  $\alpha 1$ 、 $\delta$ 、 $\theta$  波功率<sup>[15]</sup>。 $\alpha 1$  波是一种频率较低(8.0~10.0 Hz)的脑电信号,与精神放松状态相关,当处于放松状态时  $\alpha 1$  波会增加; $\delta$  波是频率最慢(0.5~4.0 Hz)的脑电波,在深度睡眠时出现,清醒状态下较少出现; $\theta$  波是一种频率较低(4.0~8.0 Hz)的脑电信号,与放松、催眠或轻度睡眠状态相关。据报道,抑郁症患者在静息状态下  $\alpha 1$  波能量降低、 $\delta$  波能量增加<sup>[16]</sup>,表明抑郁症患者在静息状态下大脑皮层活动水平降低<sup>[17]</sup>。MECT 通过对大脑的电刺激,诱导短暂的癫痫发作,从而引发一系列神经生理和神经化学变化,这些变化有助于改善抑郁发作患者的症状。

HAMD 评分<sup>[18]</sup>是临床上广泛使用的评估抑郁症严重程度和治疗效果的工具,通过对患者的情绪、躯体症状、认知功能、睡眠状态等多个方面进行评分,反映抑郁症的整体严重程度,通过持续监测 HAMD 评分,医生可以评估当前治疗方案的有效性,并决定是否需要调整治疗策略。本研究中,两组治疗后 HAMD 评分均明显降低,治疗后观察组 HAMD 评分明显低于对照组,且观察组患者的治疗总有效率(96.67%)高于对照组(86.67%),表明 MECT 可显著改善抑郁发作症状。相关性分析研究结果显示,观察组治疗后的 HAMD 评分与左前额、右前额的  $\alpha 1$  波功率呈负相关,与  $\delta$ 、 $\theta$  波功率呈正相关,表明 MECT

治疗抑郁发作的治疗效果与患者  $\alpha 1$  波、 $\delta$  波和  $\theta$  波变化相关。分析其原因如下:(1) $\alpha 1$  波。抑郁发作患者前额叶区域  $\alpha 1$  波活动降低,与负性情绪、注意力不集中和认知功能受损有关,MECT 治疗帮助恢复了患者大脑中与情绪调节和认知功能相关的神经网络, $\alpha 1$  波活动增加,患者情绪和认知功能得到改善<sup>[19]</sup>。(2) $\delta$  波。抑郁发作患者大脑功能处于广泛性抑制和低唤醒状态, $\delta$  波增加,而 MECT 治疗可减少大脑皮层的过度抑制状态,使患者从低唤醒状态中恢复过来, $\delta$  波降低,进而改善精神迟缓、疲劳感和其他抑郁症相关症状。(3) $\theta$  波。抑郁发作患者伴有情绪调节困难和认知功能障碍, $\theta$  波活动在前额叶和边缘系统区域增加,MECT 通过增强神经可塑性,改善神经网络的功能连接性,从而减少  $\theta$  波活动,患者对情绪刺激的反应变得更为正常,认知能力得到改善<sup>[20]</sup>。总之,MECT 治疗改善抑郁发作患者临床症状及降低 HAMD 评分,可能与改变抑郁发作患者脑电波功率有关。此外,两组不良反应发生率无明显差异,表明 MECT 治疗重度抑郁发作安全性良好。

综上所述,MECT 与抗抑郁药物联用治疗重度抑郁发作效果确切,重度抑郁发作患者 MECT 治疗后脑电波功率与 HAMD 评分相关,MECT 改善抑郁发作症状可能与改变脑电波有关。

## 参考文献

- [1] 侯强强,吴越,吕华明,等.改良电休克疗法治疗重性抑郁症的静息态功能磁共振分析[J].中华医学杂志,2021,101(39):3221-3226.
- [2] 李伟,冀成君,杨可冰,等.阈下改良电休克治疗抑郁症的疗效和安全性评估[J].中华精神科杂志,2020,53(1):42-48.
- [3] 陈前修,万运强,刘行.氯胺酮联合丙泊酚麻醉的改良电休克治疗对超重抑郁症患者脂肪因子及临床结局的影响[J].实用医学杂志,2020,36(4):518-521.
- [4] GÓMEZ GARCÍA A, NAVAS VINAGRE I, HERRANZ BÁRCENAS A. Video neuroimages: idiopathic recurring stupor: an unusual clinical condition responding to flumazenil[J]. Neurology, 2021, 96(12):586.
- [5] 范桂红,何俊,庞高峰,等.无抽搐电休克疗法对精神分裂症患者的治疗效果和脑内及不同脑区神经递质水平的影响研究[J].中国全科医学,2022,25(3):325-330.
- [6] TAN J M T, PARK H S, COHLE S D, et al. Recurrent cardiogenic syncope from extrinsic organ anomaly[J]. Chest, 2021, 159(3):e167-e171.
- [7] 李潇,柳亚亚,袁伊雯,等.文拉法辛联合改良电休克治疗躯体症状障碍共病重性抑郁障碍 1 例[J].中国神经精神疾病杂志,2020,46(3):169-171.
- [8] 陈鑫,高巨,米智华,等.经皮穴位电刺激对改良电休克患者认知功能的影响[J].临床麻醉学杂志,2021,37(2):159-163.

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2024.21.026

# 体外冲击波疗法联合自体骨软骨移植治疗 Hepple-V 期距骨骨软骨损伤的疗效\*

刘核达, 刘林, 黄飞, 李鹏伟, 李明, 刘胜, 李森田  
河北省沧州中西医结合医院足踝一科, 河北沧州 061000

**摘要:**目的 观察体外冲击波疗法(ESWT)联合自体骨软骨移植(OAT)治疗 Hepple-V 期距骨骨软骨损伤(OLT)的疗效。方法 选择 2021 年 1 月至 2023 年 1 月该院收治的 60 例 OLT 患者,按随机数字表法分为对照组和研究组,每组 30 例。对照组实施 OAT 治疗,研究组实施 ESWT 联合 OAT 治疗。比较两组软骨下骨骨髓水肿(BME)体积、视觉模拟量表(VAS)评分、白细胞介素-8(IL-8)水平、降钙素原(PCT)水平、血小板衍生生长因子(PDGF)水平、转化生长因子- $\beta$ 1(TGF- $\beta$ 1)水平、踝关节活动度(ROM)、不良反应及足、踝关节功能。结果 治疗后 3 个月,两组的软骨下骨 BME 体积、VAS 评分及 IL-8、PCT、TGF- $\beta$ 1 水平均小于治疗前( $P < 0.05$ ),且研究组小于对照组( $P < 0.05$ )。治疗后 3 个月,两组的 PDGF 水平、跖屈 ROM、背伸 ROM、足踝结局评分、美国足踝关节外科协会评分均大于治疗前( $P < 0.05$ ),且研究组大于对照组( $P < 0.05$ )。研究组的不良反应总发生率低于对照组( $P < 0.05$ )。结论 ESWT 联合 OAT 可改善 Hepple-V 期 OLT 患者的足、踝关节功能及踝关节 ROM,缓解 BME,减轻疼痛,降低不良反应发生率,且能调节 IL-8、PCT、PDGF、TGF- $\beta$ 1 水平。

**关键词:**体外冲击波疗法; 自体骨软骨移植; Hepple-V 期; 距骨骨软骨损伤; 疗效

中图分类号:R681.3;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2024)21-3229-05

## Efficacy of extracorporeal shock wave therapy combined with osteochondral autologous transplantation in the treatment of Hepple-V stage osteochondral lesions of the talus\*

LIU Heda, LIU Lin, HUANG Fei, LI Pengwei, LI Ming, LIU Sheng, LI Sentian

First Department of Foot and Ankle Surgery, Cangzhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Cangzhou, Hebei 061000

**Abstract: Objective** To observe the efficacy of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) combined with osteochondral autologous transplantation (OAT) in the treatment of Hepple-V stage osteochondral lesions of the talus (OLT). **Methods** A total of 60 patients with OLT treated in the hospital from January 2021 to January 2023 were selected and randomly divided into control group and study group, 30 cases in each group using a random number table method. The control group received OAT treatment, while the study group received ESWT combined with OAT treatment. The volume of subchondral bone marrow edema (BME), visual analog scale (VAS) score, levels of interleukin-8 (IL-8), procalcitonin (PCT), platelet-derived growth factor (PDGF), transforming growth factor- $\beta$ 1 (TGF- $\beta$ 1), range of motion (ROM) of the ankle joint, complications, and foot and ankle joint function were compared between the two groups. **Results** After 3 months of treatment, the volume of subchondral bone BME, VAS score, and levels of IL-8, PCT and TGF- $\beta$ 1 in both groups were significantly lower than those before treatment ( $P < 0.05$ ), and these indicators were significantly lower in the study group compared with the control group ( $P < 0.05$ ). After 3 months of treatment, the levels of PDGF, plantarflexion ROM, dorsiflexion ROM, Foot and Ankle Outcome Score and American Orthopaedic Foot and Ankle Society scores in both groups were significantly higher than those before treatment ( $P < 0.05$ ), and these indicators were significantly higher in the study group compared with the control group ( $P < 0.05$ ). The overall incidence of adverse reactions in the study group was lower than that in the control group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** ESWT combined with talus OAT can improve foot and ankle joint function and ankle ROM, alleviate BME, relieve pain, reduce the incidence of complications, and regulate IL-8, PCT, PDGF and TGF- $\beta$ 1 levels in patients with Hepple-V stage OLT.

**Key words:** extracorporeal shock wave therapy; osteochondral autologous transplantation; Hepple-V stage; osteochondral lesions of the talus; efficacy

\* 基金项目:河北省中医药管理局中医药类科研计划(2020508);河北省中西医结合骨关节病研究重点实验室(筹)。

作者简介:刘核达,男,副主任医师,主要从事足踝外科方向的研究。

距骨软骨损伤(OLT)多见于男性,是一种累及距骨、关节透明软骨、软骨下骨的骨科临床常见病<sup>[1]</sup>。OLT 分期为 Hepple-V 期的患者普遍病情复杂,常需手术干预<sup>[2]</sup>。自体骨软骨移植(OAT)是治疗 Hepple-V 期 OLT 的常用术式,且多项研究表明,其有较好的短期疗效<sup>[3-4]</sup>。然而,单独采用 OAT 治疗 OLT 也可能发生移植后再次塌陷等不良事件。此外,关于采用 OAT 治疗的相关文献鲜见报道。为解决以上问题,本研究尝试采用 OAT 治疗 OLT 的同时,联用其他物理方法。体外冲击波疗法(ESWT)能改善局部血运、加快组织修复等,该物理疗法常辅助治疗难治性骨科疾病,不仅显示出较好的疗效,还被证实兼具多重优势,例如周期短、无创、费用少等<sup>[5-6]</sup>。本研究主要分析 ESWT 联合 OAT 治疗 OLT 的效

果,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择 2021 年 1 月至 2023 年 1 月本院收治的 60 例 OLT 患者作为研究对象。纳入标准:(1)确诊 OLT;(2)首次发生 OLT;(3)有 OAT 指征;(4)单侧 OLT;(5)Hepple-V 期。排除标准:(1)合并肝、肾、肺、心功能障碍;(2)伴精神障碍;(3)合并血液系统疾病;(4)合并传染病;(5)存在 ESWT 禁忌证;(6)有沟通障碍;(7)合并其他骨科疾病;(8)有踝关节既往骨折/手术史。按随机数字表法将 60 例 OLT 患者分为对照组、研究组,每组 30 例。两组一般资料比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。本研究经医院医学伦理委员会审查通过(伦理审批号:2021-KY-010),患者均签署知情同意书。

表 1 两组一般资料比较

组别	n	性别[n(%)]		年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	病程 ( $\bar{x}\pm s$ ,月)	患足[n(%)]	
		男	女			左	右
对照组	30	21(70.00)	9(30.00)	29.73±5.65	24.17±6.92	16(53.33)	14(46.67)
研究组	30	17(56.67)	13(43.33)	27.33±6.16	22.36±7.04	20(66.67)	10(33.33)
$\chi^2/t$		1.148		1.573	1.004	1.111	
P		0.284		0.121	0.319	0.292	

## 1.2 方法

**1.2.1 对照组** 采用 OAT 治疗(由同一高年资足踝外科医生实施)。步骤:(1)麻醉,患者取仰卧位,OLT 侧肢体系气囊止血带,消毒铺巾,气囊止血带打气。(2)准确找到距骨病变处,作切口,分离软组织,至踝关节显露。判断能否充分显露 OLT 部位,如不能显露则需进行踝关节截骨,病变处开孔(此操作使用软骨取出器),同时清理软骨、软骨下骨,用克氏针(规格:1.2 mm)在病灶深部钻孔,取骨时当优先选择距骨非负重关节面(取骨后用松质骨填平),病变处放置带软骨的骨柱。如没有进行踝关节截骨,此时可冲洗、缝合;如进行踝关节截骨,先复位,再空心钉固定截骨,冲洗、缝合,放气。(3)组装调试外固定架。(4)视每位患者实际情况实施三角韧带修补等相关辅助手术。(5)术后处理包括预防性使用抗菌药物、局部冰敷等。术后 7 d 起以 1 mm/d 的速度调整外固定架螺丝,牵张踝关节,共调整 7 d。外固定架拆除后开始康复训练。

**1.2.2 研究组** 采用 ESWT 联合 OAT 治疗。ESWT:使用瑞士 EMS DolorClast 冲击波治疗机,设置能流密度(约 0.15 mJ/mm<sup>2</sup>),冲击频率(约 45 次/min),冲击次数(约 2 000 次)等多项参数。ESWT 隔天 1 次,ESWT 治疗 5 次即 1 个疗程,共治疗 3 个疗程,相邻疗程间隔 8 周。OAT 治疗步骤同 1.2.1。

## 1.3 观察指标

**1.3.1 软骨下骨骨髓水肿(BME)体积及疼痛程度**

治疗前、治疗后 3 个月行 MRI,获取 BME 的冠状面图像、矢状面图像、横断面图像,测得最大直径,根据椭圆球计算公式计算软骨下骨 BME 体积<sup>[7]</sup>;采用视觉模拟量表(VAS)评分<sup>[8]</sup>评估疼痛程度,总分 0(无痛)~10 分(剧痛)。

**1.3.2 血清白细胞介素-8(IL-8)、降钙素原(PCT)、血小板衍生生长因子(PDGF)、转化生长因子- $\beta$ 1(TGF- $\beta$ 1)水平** 治疗前、治疗后 3 个月,采用酶联免疫吸附试验检测血清 IL-8、PCT、PDGF、TGF- $\beta$ 1 水平。

**1.3.3 踝关节活动度(ROM)** 用量角器(轴心靠近足底)于治疗前、治疗后 3 个月测量跖屈 ROM(患侧)、背伸 ROM(患侧)。

**1.3.4 足、踝关节功能** 治疗前、治疗后 3 个月,采用足踝结局评分(FAOS)<sup>[9]</sup>、美国足踝关节外科协会评分(AOFAS)<sup>[10]</sup>评估足、踝关节功能,总分 0(足、踝关节功能差)~100 分(足、踝关节功能好)。

**1.3.5 不良反应** 观察随访期间有无发生局部肿胀、疼痛加重、创口感染、骨赘增生、愈合不良等,并统计总发生率。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS23.0 统计软件处理数据。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,两组间比较行  $t$  检验;计数资料以例数或百分率表示,两组间比较行  $\chi^2$  检验。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组 BME 体积、疼痛程度比较** 治疗后 3 个