

富血小板血浆关节腔注射联合冲击波治疗距骨骨软骨损伤的疗效观察

刘英¹, 刘太², 付婷婷³, 陈君蓉¹, 李旭雪¹

(1. 四川省骨科医院放射科, 四川 成都 610041; 2. 四川省骨科医院筋伤科, 四川 成都 610041; 3. 四川省骨科医院康复科, 四川 成都 610041)

【摘要】 目的: 探讨富血小板血浆 (platelet-rich plasma, PRP) 关节腔注射联合体外冲击波 (extracorporeal shock wave therapy, ESWT) 治疗 II a 型距骨骨软骨损伤 (osteocondral lesion of the talus, OLT) 的临床疗效。方法: 自 2022 年 1 月至 2022 年 6 月采用 PRP 关节腔注射联合 ESWT 治疗 45 例 II a 型 OLT 患者, 其中男 29 例, 女 16 例; 年龄 18~63 (37.7±10.3) 岁; 病程 6~20 (13.3±4.8) 个月。分别于治疗前及治疗后 3、6 个月, 采用美国足与踝关节协会 (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 踝与足评分、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、软骨损伤体积及骨髓水肿体积评估患者踝关节功能及距骨骨软骨恢复情况。结果: 所有患者获得至少 6 个月的随访。所有患者未出现并发症。AOFAS 评分分别由治疗前的 (68.3±3.6) 分提高至治疗后 3、6 个月的 (83.7±3.2)、(90.8±2.2) 分 ($P<0.05$); VAS 由治疗前的 (5.2±1.2) 分降至治疗后 3、6 个月的 (3.2±0.8)、(1.9±1.2) 分 ($P<0.05$); 软骨及软骨下骨损伤体积由治疗前的 (71.0±42.5) mm³ 降至治疗后 3、6 个月的 (50.6±31.5)、(36.5±27.3) mm³ ($P<0.05$); 骨髓水肿体积由治疗前的 (1 182.7±675.1) mm³ 降至治疗后 3、6 个月的 (656.1±455.1)、(382.1±485.6) mm³ ($P<0.05$)。结论: PRP 关节腔内注射联合 ESWT 治疗 II a 型 OLT 可减轻患者临床症状, 有效改善关节功能, 促进软骨修复和骨髓水肿吸收。

【关键词】 距骨; 软骨损伤; 磁共振; 骨髓水肿

中图分类号: R683.1

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230762

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Therapeutic effect of joint injection of platelet-rich plasma combined with shock wave on osteochondral injury of talus

LIU Ying¹, LIU Tai², FU Ting-ting³, CHEN Jun-rong¹, LI Xu-xue¹ (1. Department of Radiology, Sichuan Orthopaedic Hospital, Chengdu 610041, Sichuan, China; 2. Department of Tendon Injury, Sichuan Orthopaedic Hospital, Chengdu 610041, Sichuan, China; 3. Department of Rehabilitation, Sichuan Orthopaedic Hospital, Chengdu 610041, Sichuan, China)

ABSTRACT Objective To explore clinical efficacy of platelet rich plasma (PRP) injection combined with extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in treating osteochondral lesion of talus (OLT) with type II a. **Methods** From January 2022 to June 2022, 45 patients with type II a OLT were treated with PRP arthroscopic injection combined with ESWT, including 29 males and 16 females; aged from 18 to 63 years old with an average of (37.7±10.3) years old; the courses of disease ranged from 6 to 20 with an average of (13.3±4.8) months. American Foot and Ankle Association ankle and foot (AOFAS) score, visual analogue scale (VAS), cartilage injury volume and bone marrow edema volume were evaluated for ankle joint function and osteochondral recovery of talus before treatment, 3 and 6 months after treatment. **Results** All patients were followed for at least 6 months. No related complications occurred in all patients. AOFAS score were increased from (68.3±3.6) before treatment to (83.7±3.2) and (90.8±2.2) at 3 and 6 months after treatment, respectively ($P<0.05$). VAS decreased from (5.2±1.2) before treatment to (3.2±0.8) and (1.9±1.2) at 3 and 6 months after treatment ($P<0.05$). The injury volume of cartilage and subchondral bone decreased from (71.0±42.5) mm³ before treatment to (50.6±31.5) mm³ and (36.5±27.3) mm³ at 3 and 6 months after treatment ($P<0.05$). The bone marrow edema volume decreased from (1 182.7±675.1) mm³ before treatment to (656.1±455.1) mm³ and (382.1±485.6) mm³ at 3 and 6 months after treatment ($P<0.05$). **Conclusion** PRP intraarticular injection combined with ESWT for the treatment of type II a OLT could alleviate clinical symptoms, effectively improve joint function, and promote cartilage repair and bone marrow edema absorption.

KEYWORDS Talus; Osteochondral injury; Magnetic resonance imaging; Bone marrow edema

基金项目: 四川省医学会骨科 (尚安通) 专项科研课题 (编号: 2021SAT18)

Fund program: Sichuan Medical Association Orthopedics (Shang Antong) Special Research Topic (No. 2021SAT18)

通讯作者: 刘英 E-mail: 229562656@qq.com

Corresponding author: LIU Ying E-mail: 229562656@qq.com

距骨骨软骨损伤(osteochondral lesion of the talus, OLT)指距骨关节面软骨、软骨下骨损伤或骨折,常伴有软骨下骨骨髓水肿,主要由踝关节外伤、慢性劳损或者不稳等导致,是临床踝关节慢性疼痛的主要因素^[1-2]。因软骨本身无血管和神经,自我修复能力差,为了避免早期 OLT 进一步发展为距骨坏死、塌陷,造成踝关节畸形,应及早对 OLT 进行干预治疗^[3]。对于 HEPPLER 等^[4]改良 MRI 分型在 I-III 型的早中期 OLT,临床可选择保守治疗,如限制患者负重、对症药物治疗、物理治疗及踝周肌力康复训练等,但目前的治疗方法存在病情反复、治疗时间长、部分患者过分依赖止痛药物等问题。因此,迫切需要找到新的治疗技术来提高其疗效。富血小板血浆(platelet-rich plasma, PRP)是自体全血离心后得到的小血小板浓缩物,其内含有大量的生长因子及胶原蛋白,能够促进软骨修复并提高其生物学性能^[5]。体外冲击波疗法(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)能起到保护、修复软组织及软骨作用,对慢性运动损伤有很好的止痛和治疗价值^[6]。但这两种技术联合治疗 OLT 的研究报道较少。本研究回顾性分析 2022 年 1 月至 2022 年 6 月的 45 例采用 PRP 关节腔注射联合 ESWT 保守治疗的 II a 型 OLT 患者的临床资料,现报告如下。

1 临床资料

1.1 病例选择

纳入标准:踝关节慢性疼痛,影响患者日常生活;术前 MRI 证实软骨损伤, MRI 分期为 II a 期;患者自愿接受 PRP 关节腔注射联合 ESWT 治疗方案;能够配合治疗并获得完整随访者。排除标准:合并新近外伤患者(3 个月内);合并骨质疏松患者;合并严重骨关节炎、关节感染或肿瘤等病变;合并全身代谢性免疫性疾病(如痛风、类风湿)或出血凝血功能障碍者;随访过程中失访或未按时复查者;MRI 图像无法满足测量者。

1.2 一般资料

根据纳排标准共纳入 45 例 OLT 患者,其中男 29 例,女 16 例;年龄 18~63(37.7±10.3)岁;身体质量指数(body mass index, BMI)为 19.4~37.1(25.9±3.8) kg·m⁻²;病程 6~20(13.3±4.8)个月。所有患者采用 MASTER PULS MP 100 放散式冲击波治疗仪(STORZ 公司)及 GE 3.0T MR 扫描仪。MRI 扫描参数:T1WI 快速自旋回波(fast spin echo, FSE), TR=520, TE=11; T2WI FSE, TR=2 500, TE=85;质子加权脂肪抑制序列(proton density weighted-fat suppression, PDW-FS), TR=3 700, TE=36; FOV=170 mm×170 mm, 层厚 3.5 mm, 层间隔 0.5 mm, 矩阵 320×

256。所有患者知情同意并签署知情同意书,本试验方案经医院医学伦理委员会审查通过[批准文号:(伦审)KY2022-018-01]。

1.3 治疗方法

1.3.1 ESWT 治疗 患侧踝关节处于极度跖屈状态,依据患肢压痛点及 MRI 图像,确定距骨损伤的体表位置,画出治疗靶区。能量设置为 0.1~0.4 MPa,频率为 5~8 Hz,每次选择 2~3 个治疗点,每个点冲击 1 000~1 500 次,共治疗 3 次,每 2 次治疗间隔 7 d。

1.3.2 PRP 关节腔注射 ESWT 治疗后第 2 天,采用自体血离心法制备 PRP,经踝关节内侧间隙将制备的 PRP 注入关节腔内,每次 3 ml。注射结束后要求患者主动活动踝关节数次。以后 ESWT 治疗后的第 2 天行踝关节腔内 PRP 注射,共治疗 3 次。

1.3.3 康复训练 由同一康复治疗师指导进行患肢踝周肌力训练,每日 1 次;以上疗法常规治疗 3 周。整个治疗期间减少活动量,限制患肢负重 5 周。

1.4 观察项目与方法

(1)疗效评价标准。分别于治疗前及治疗后 3、6 个月采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)^[7]进行疼痛缓解程度评价;采用美国足与踝关节协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝与后足评分^[8],从疼痛(40 分)、自主活动(10 分)、最大步行距离(5 分)、地面步行(5 分)、异常步态(8 分)、前后活动(8 分)、后足活动(6 分)、踝-后足稳定性(8 分)、足部对线(10 分)方面进行功能评价,满分 100 分;总分 90~100 分为优,75~89 分为良,50~74 分为可,<50 分为差。(2)测量软骨及软骨下骨损伤体积、骨髓水肿体积。在冠状、矢状位 T1WI 像测量距骨骨软骨损伤的体积,在冠状、矢状位 PDW-FS 像测量骨髓水肿体积。椭球体的体积测量方法:在 MRI 上测量病灶的最大长径、宽径及深度(高径), $V=4\pi abc/3$ 进行近似计算,a、b、c 为其 3 个轴的半径长。距骨骨软骨损伤 MRI 分型^[4]: I 型,仅有关节软骨损伤; II a 型,关节软骨损伤,伴有软骨下骨折和周围骨髓水肿; II b 型,关节软骨损伤,伴有软骨下骨折,无周围骨髓水肿; III 型,骨碎片分离,但无移位; IV 型,骨碎片分离,有移位; V 型,关节软骨下囊肿形成。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的定量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,治疗前后比较采用配对设计定量资料 *t* 检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

所有患者获得至少 6 个月的随访。所有患者未

见相关并发症。所有患者软骨下骨存在不同程度的骨髓水肿,左踝发病率明显高于右踝(28 例 vs 17 例),距骨内侧份发病率明显高于外侧份(35 例 vs 10 例)。AOFAS 评分分别由治疗前的(68.3±3.6)分提高至治疗后 3、6 个月的 (83.7±3.2)、(90.8±2.2)分 ($P<0.05$)。见表 1。VAS 由治疗前的(5.2±1.2)分降至治疗后 3、6 个月的(3.2±0.8)、(1.9±1.2)分($P<0.05$);软骨及软骨下骨损伤体积由治疗前的(71.0±42.5) mm³ 降至治疗后 3、6 个月的 (50.6±31.5)、(36.5±27.3) mm³($P<0.05$);骨髓水肿体积由治疗前的(1 182.7±675.1) mm³ 降至治疗后 3、6 个月的(656.1±455.1)、(382.1±485.6) mm³($P<0.05$)。见表 2。典型病例图片见图 1。

3 讨论

3.1 OLT 的诊断及评估方法

OLT 的临床表现为在行走或负重时出现持续的

慢性踝关节不适或疼痛,疼痛及压痛点呈弥散性,难以确定部位,因此很难依据这些模糊的临床线索来确诊距骨软骨损伤。关节镜是诊断软骨自身病变的金标准,但为有创性检查,故不作为评估软骨损伤及损伤治疗后修复的常规手段^[9]。MRI 具有良好的软骨及软骨下骨分辨力,可显示骨髓水肿,具有可重复性及无创性,是一种理想的评估 OLT 的成像方法,既可用于治疗前的诊断和治疗方案的决策,也可用于治疗后的疗效监测。因此,本研究患者均采用 MRI 检查进行诊断和随访。

3.2 早期 OLT 发病特点的分析

由于距骨软骨本身无血供和神经,因此仅有关节软骨损伤而无软骨下骨髓水肿的 OLT 患者临床症状不明确或仅表现踝关节不适,容易被忽视,一般在体检或无意中发现。本研究结果发现 45 例 II a 型 OLT 患者中均以不同程度的踝关节疼痛为首发

表 1 距骨骨软骨损伤患者 45 例治疗前后 AOFAS 踝-后足评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.1 Comparison of AOFAS of 45 patients with osteochondral lesion of talus before and after treatment($\bar{x}\pm s$)

单位:分

时间	疼痛	自主活动	最大步行距离	地面步行	异常步态	前后活动	后足活动	踝-后足稳定性	足部对线	总分
治疗前	22.2±2.9	6.7±0.8	3.0±0.4	3.3±0.6	4.7±1.0	4.8±1.0	5.8±0.4	7.8±4.0	10.0±0.0	68.3±3.6
治疗后 3 个月	29.4±2.5	8.4±0.8	4.1±0.5	4.1±0.5	6.8±0.8	7.1±0.6	5.9±0.3	7.9±0.3	10.0±0.0	83.7±3.2 ^①
治疗后 6 个月	33.7±2.2	8.9±0.6	4.6±0.5	4.6±0.5	7.6±0.8	7.4±0.8	6.0±0.0	7.9±0.3	10.0±0.0	90.8±2.2 ^{②③}

注:与治疗前比较,^① $t=-27.70, P=0.00$; ^② $t=-40.22, P=0.00$ 。与治疗 3 个月比较,^③ $t=-15.15, P=0.00$

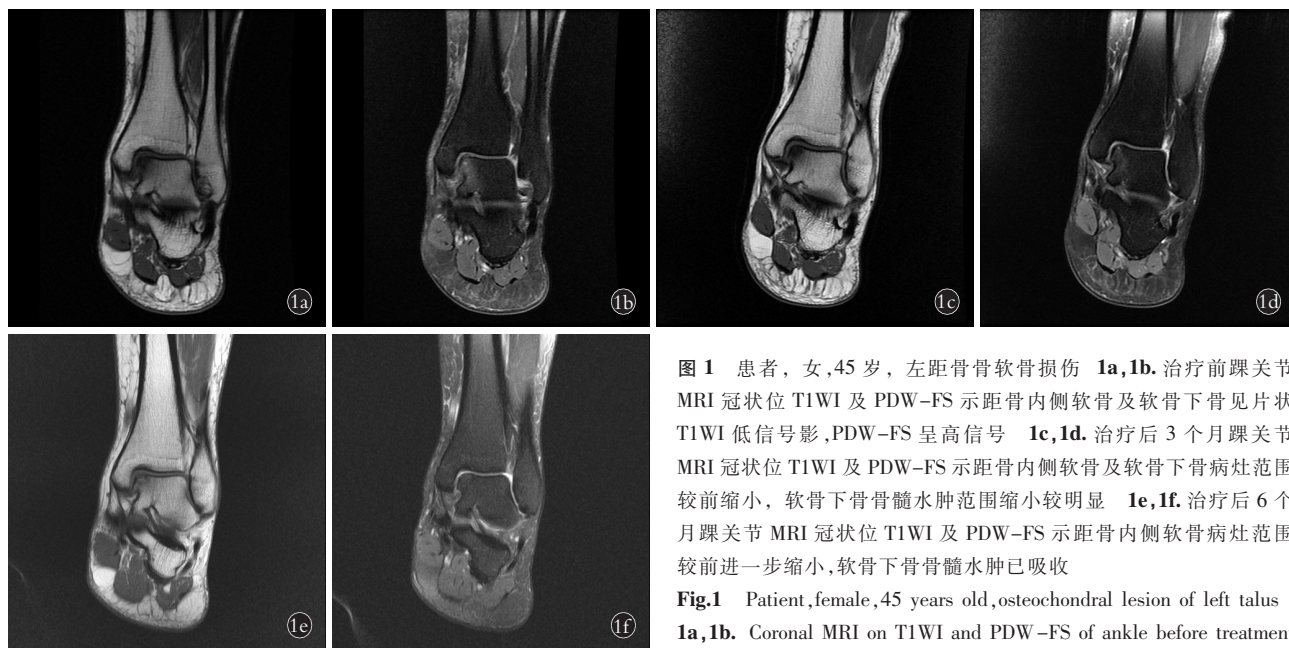


图 1 患者,女,45 岁,左距骨骨软骨损伤 1a,1b。治疗前踝关节 MRI 冠状位 T1WI 及 PDW-FS 示距骨内侧软骨及软骨下骨见片状 T1WI 低信号影,PDW-FS 呈高信号 1c,1d。治疗后 3 个月踝关节 MRI 冠状位 T1WI 及 PDW-FS 示距骨内侧软骨及软骨下骨病灶范围较前缩小,软骨下骨骨髓水肿范围缩小较明显 1e,1f。治疗后 6 个月踝关节 MRI 冠状位 T1WI 及 PDW-FS 示距骨内侧软骨病灶范围较前进一步缩小,软骨下骨骨髓水肿已吸收

Fig.1 Patient, female, 45 years old, osteochondral lesion of left talus 1a,1b. Coronal MRI on T1WI and PDW-FS of ankle before treatment showed lamellar low signal shadow on T1WI and high signal on PDW-FS

of medial talus and subchondral bone 1c,1d. Coronal MRI T1WI and PDW-FS of ankle joint at 3 months after treatment showed range of medial talus cartilage and subchondral bone lesions was smaller than before, and the range of subchondral bone marrow edema was significantly reduced 1e,1f. Coronal MRI T1WI and PDW-FS of ankle joint at 6 months after treatment showed lesion area of medial talus cartilage was further reduced than before, and subchondral bone marrow edema had been absorbed

表 2 距骨骨软骨损伤患者 45 例治疗前后 VAS、损伤体积、骨髓水肿体积比较 ($\bar{x} \pm s$)Tab.2 VAS, injury volume and bone marrow edema volume of 45 patients with osteochondral lesion of talus before and after treatment ($\bar{x} \pm s$)

时间	VAS/分	损伤体积/mm ³	骨髓水肿体积/mm ³
治疗前	5.2±1.2	71.0±42.5	1 182.7±675.1
治疗后 3 个月	3.2±0.8 ^①	50.6±31.5 ^②	656.1±455.1 ^③
治疗后 6 个月	1.9±1.2 ^{④⑦}	36.5±27.3 ^{⑤⑧}	382.1±485.6 ^{⑥⑨}
F 值	177.77	29.64	28.95
P 值	0.00	0.00	0.00

注：与治疗前比较，^① $t=16.71, P=0.00$ ；^② $t=6.22, P=0.00$ ；^③ $t=7.07, P=0.00$ ；^④ $t=16.58, P=0.00$ ；^⑤ $t=7.77, P=0.00$ ；^⑥ $t=7.63, P=0.00$ 。与治疗 3 个月比较，^⑦ $t=7.36, P=0.00$ ；^⑧ $t=5.71, P=0.00$ ；^⑨ $t=4.91, P=0.00$

症状就诊，软骨下骨髓水肿引起的炎性反应造成的疼痛症状可能是促使患者就诊的主要原因。因此，临床治疗中以 II a 型 OLT 多见。本研究 45 例 OLT 患者平均年龄为 (37.7±10.3) 岁，可见 OLT 患者好发于中青年。这与史尉利等^[10]的研究结果近似，中青年是社会中最活跃的一组群体，受伤的概率大于儿童及老年人，由此推测踝关节创伤仍是距骨骨软骨损伤的主要致病因素。因此，中青年群体要多关注踝关节的自我防护。同时，中青年又是社会劳动力的重要组成部分，距骨软骨损伤后如何进行早期干预治疗，对减少患者痛苦及远期并发症尤其重要。本研究结果发现 OLT 患者 BMI 为 (25.9±3.8) kg·m⁻²，均为肥胖状态。因距骨是连接踝与足重要骨骼，支撑着整个身体，距骨软骨面几乎承受着人体的全部重量，BMI 影响着距骨的承重负荷，BMI 越大，距骨软骨的负荷越大，运动或变换体位过程中，软骨越容易损伤。通常距骨骨软骨内侧损伤 (67%) 比外侧更常见^[11]，常伴有软骨下骨髓水肿，这与本研究结果一致，这也许与距骨骨软骨损伤的受伤机制有一定关系。

3.3 PRP 联合 ESWT 治疗早期 OLT 的方法探索及疗效分析

早期 OLT 的治疗以保守治疗为主，既往对 OLT 的非手术治疗方法是患肢制动、针灸或使用非类固醇类药物等，但具体的临床疗效仍存在争议，目前还未出现针对 OLT 治疗较为理想的保守方法^[12]。本研究采用 PRP 关节腔注射联合 ESWT 保守治疗 OLT，并借助 MRI 检查定量观察治疗前后距骨骨软骨的修复变化情况。在治疗前及治疗后随访中，结果发现软骨及软骨下骨损伤体积随着时间延长逐渐缩小，同时骨髓水肿体积也相应的缩小，VAS 减低，AOFAS 评分增高。患者的影像检查、临床症状及

踝关节功能等各项指标变化相互吻合。这一结果表明 PRP 关节腔注射联合 ESWT 不仅能缓解患者踝关节疼痛症状，改善踝关节功能，还能促进软骨病灶的修复及骨髓水肿的吸收。分析其原因有以下几点：(1) ESWT 的作用机制是利用其物理特性传导力学信号对人体组织产生相应的生物学效应。一方面通过对损伤区域的机械刺激，引起组织间的松解，增加细胞摄氧，促进微循环及局部致痛物质代谢，从而起到松解软组织，刺激血管再生，改善微循环作用^[9,13]。另一方面机械应力效应作用于软骨及软骨下骨，可影响软骨细胞及骨细胞中的一些机械敏感信号通路，加速软骨细胞增殖及骨再生，延缓软骨及骨的退变^[14]。(2) PRP 是通过释放多种生长因子促使软骨细胞增殖，骨髓间充质干细胞从软骨下骨向软骨细胞分化，诱导透明软骨基质合成，形成透明软骨。同时 PRP 中的抗炎因子可抑制软骨细胞衍生因子-1/Cx₂C 趋化因子受体 4 信号通路和白介素 1 β ，减少炎症刺激，抑制软骨细胞的降解^[15]。(3) 本研究是在 ESWT 治疗的第 2 天进行关节腔内 PRP 注射，ESWT 的机械刺激使治疗区域发生微损伤，为 PRP 中生长因子的激活提供了良好的土壤，更有利于软骨基质增殖分化，促进软骨的修复。同时，PRP 刺激滑膜细胞调节内源性透明质酸的合成，起到润滑、营养软骨细胞的作用，加之 ESWT 促进修复组织内血管生成、保护软骨作用，这将更有助于稳固软骨修复的效果。虽然 ESWT 与 PRP 本身无消炎止痛的成分，但因损伤部位微循环的改善、炎症因子的抑制、软骨的修复及软骨下骨的再生，既能有效减轻疼痛，恢复踝关节功能，还能达到促进软骨损伤及软骨下骨髓水肿体积缩小的目的。(4) 本研究 OLT 治疗后 3 个月软骨病灶及软骨下骨髓水肿体积开始缩小，6 个月时病灶体积继续缩小，表明 PRP 修复软骨的作用会持续很长时间，这与以往研究结果近似^[16]。(5) 踝周肌力训练可调整筋骨失衡的状态，改善踝关节生物力学平衡，促进踝关节功能的康复，并进一步稳固治疗效果。因此，以上治疗方案对 OLT 的症状改善，软骨修复具有相互协同、相互促进的作用。

3.4 PRP 联合 ESWT 治疗早期 OLT 的研究体会

距骨软骨损伤是一种慢性疾病，病因比较复杂，治疗及康复周期长。笔者总结治疗体会如下：(1) 因踝关节韧带断裂、松弛、骨关节退变、踝关节撞击等引起距骨软骨损伤的患者，如根本问题不解决，该方法也达不到软骨修复的效果，但在一定程度上可缓解患者的疼痛症状。(2) 在随访过程中，发现个别患者治疗后临床症状减轻，3 个月后复查 MRI 显示软骨及软骨下骨损伤范围较治疗前减小，6 个月

MRI 虽然显示软骨下骨髓水肿消失,但病灶开始发生囊变。对于这种情况的年轻患者,建议尽早采用距骨软骨微骨折手术治疗。(3)患者在日常生活中也应加强踝周肌力锻炼,避免参加长期行走、爬山及跳舞等过度使用踝关节的活动。(4)在应用 MRI 作为随访手段时,软骨及软骨下骨损伤体积变化测量应选择 T1WI 像,因软骨观察 T1WI 较其他序列像显示更清晰,研究结果会更可靠。

3.5 本研究的局限性

本研究仅有 45 例 OLT 患者,病例数量有限;随访时间为 6 个月,这是损伤软骨修复形成的关键期,但形成的软骨并未达到成熟、稳定,因此该研究的长期疗效尚待延长随访时间进一步研究。后续如能进一步对超重患者进行医学减重治疗,对老年患者进行抗骨质疏松治疗,观察是否能提高 OLT 患者治疗效果,也值得进一步研究。

综上所述,PRP 关节腔注射联合 ESWT 物理疗法为 OLT 的保守治疗提供了全新的思路,弥补了常规治疗只治标不治本的缺点。MRI 可作为 OLT 治疗后定量评估骨软骨修复的手段。

参考文献

[1] KRAUSE F, ANWANDER H. Osteochondral lesion of the talus; still a problem[J]. EFORT Open Rev, 2022, 7(6): 337-343.

[2] 陈城, 李学谦, 傅绍菱, 等. 关节镜治疗踝关节不稳合并前内侧撞击综合征[J]. 中国骨伤, 2022, 35(3): 238-242.
CHEN C, LI X Q, FU S L, et al. Arthroscopic treatment of ankle instability combined with anteromedial impingement syndrome[J]. China J Orthop Traumatol, 2022, 35(3): 238-242. Chinese.

[3] BRUNS J, HABERMANN C, WERNER M. Osteochondral lesions of the talus: a review on talus osteochondral injuries, including osteochondritis dissecans[J]. Cartilage, 2021, 13(1_suppl): 1380S-1401S.

[4] HEPPLER S, WINSON I G, GLEW D. Osteochondral lesions of the talus: a revised classification[J]. Foot Ankle Int, 1999, 20(12): 789-793.

[5] PENG J L, WANG Q, XU Y, et al. Platelet-rich plasma treatment for talar cartilage repair: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1): 366.

[6] ZHANG C C, HUANG H Q, YANG L, et al. Extracorporeal shock wave therapy for pain relief after arthroscopic treatment of osteochondral lesions of talus[J]. J Foot Ankle Surg, 2020, 59(1): 190-194.

[7] JENSEN M P, CHEN C, BRUGGER A M. Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain[J]. J Pain, 2003, 4(7): 407-414.

[8] KITAOKA H B, ALEXANDER I J, ADELAAR R S, et al. Clinical rating systems for the ankle - hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes[J]. Foot Ankle Int, 1997, 18(3): 187-188.

[9] 曹晋. 关节镜下微骨折对距骨骨软骨损伤及冲击波对足部骨髓水肿综合征的疗效观察[D]. 中国人民解放军陆军军医大学, 2021.
CAO J. Effect of arthroscopic microfracture on osteochondral lesion of the talus and shock wave on bone marrow edema syndrome of the foot[D]. Chinese People's Liberation Army Medical University, 2021. Chinese.

[10] 史尉利, 郭秦炜, 陈临新, 等. 距骨骨软骨损伤的流行病学特点、影像学及关节镜下表现[J]. 中国运动医学杂志, 2019, 38(2): 85-91.
SHI W L, GUO Q W, CHEN L X, et al. The epidemiological characteristics, imaging and arthroscopic findings of osteochondral lesions of the talus[J]. Chin J Phys Med, 2019, 38(2): 85-91. Chinese.

[11] POWERS R T, DOWD T C, GIZA E. Surgical treatment for osteochondral lesions of the talus[J]. Arthroscopy, 2021, 37(12): 3393-3396.

[12] 谢盼盼, 叶方, 叶积飞. 距骨软骨损伤的诊疗进展[J]. 中国骨伤, 2018, 31(9): 880-884.
XIE P P, YE F, YE J F. Progress on diagnosis and treatment of cartilage injury of the talus[J]. China J Orthop Traumatol, 2018, 31(9): 880-884. Chinese.

[13] 王琪. 微骨折孔内低能量冲击波修复兔关节软骨缺损的实验研究[D]. 中国人民解放军军医进修学院, 2011.
WANG Q. Experimental study of low-energy shock waves in microfracture holes in the repair of articular cartilage defects in a rabbit model[D]. Chinese People's Liberation Army Medical College, 2011. Chinese.

[14] WANG Z, SUN J B, YAN J, et al. Comparison of the efficacy of posterior-anterior screws, anterior-posterior screws and a posterior-anterior plate in the fixation of posterior malleolar fractures with a fragment size of ≥ 15 and < 15 [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 570.

[15] 魏芳远, 曲峰, 王显军, 等. 富含血小板血浆通过抑制基质细胞衍生因子-1/CxCR4 趋化因子受体 4 通路治疗距骨骨软骨损伤的作用机制[J]. 中国临床医生杂志, 2019, 47(7): 834-837.
WEI F Y, QU F, WANG X J, et al. Mechanism of platelet-rich plasma in the treatment of talus cartilage injury by inhibiting stromal cell-derived factor-1/CxCR4 chemokine receptor 4 pathway[J]. Chin J Clin, 2019, 47(7): 834-837. Chinese.

[16] 刘水涛, 杨军, 史展, 等. 发散式体外冲击波治疗距骨骨软骨损伤的效果[J]. 武警医学, 2017, 28(7): 694-697.
LIU S T, YANG J, SHI Z, et al. Treatment of osteochondral lesions of the talus with radial extracorporeal shock wave[J]. Med J Chin People's Armed Police Force, 2017, 28(7): 694-697. Chinese.

(收稿日期: 2023-11-08 本文编辑: 李宜)