

·临床研究·

体外冲击波治疗膝关节骨性关节炎的疗效观察

李明真¹ 张元鸣飞¹ 李 涛¹ 周谋望^{1,2}

摘要

目的:本研究将通过临床随机对照研究观察体外冲击波治疗(ESWT)对膝关节骨性关节炎(KOA)患者的疼痛和功能状态的影响,并探讨体外冲击波治疗后T2 mapping的变化及其意义。

方法:选取36例早中期膝关节骨性关节炎患者为受试者。将符合纳入标准的受试者随机分为对照组和试验组,试验组接受以肌力训练为主的康复训练,包括膝关节活动度训练、下肢肌力训练等,并进行超声引导下ESWT治疗;对照组行以肌力训练为主的康复训练,并进行冲击波能流密度为0的超声引导下ESWT治疗。对所有受试者,分别在治疗前、治疗后即刻及治疗后12周(± 7 天)行膝关节活动度、VAS评分、WOMAC评分、6MWT等评定,治疗前及治疗后12周(± 7 天)行膝关节核磁T2 mapping评估软骨损伤和退变程度。

结果:试验组和对照组相比较,治疗后即刻及治疗后12周VAS评分和WOMAC评分均存在显著性差异($P < 0.05$),在WOMAC评分中的疼痛和僵硬评分存在显著性差异($P < 0.05$),关节功能评分无显著性差异($P > 0.05$);两组治疗后即刻与治疗前6MWT差值及治疗后12周与治疗前差值存在显著性差异($P < 0.05$)。治疗后12周(± 7 天)试验组和对照组T2 mapping值无显著性差异($P > 0.05$);T2 mapping值与VAS评分、WOMAC评分均无显著相关性($R < 0.4$)。

结论:体外冲击波治疗可减轻膝关节骨性关节炎患者的疼痛,改善膝关节功能,有效提高患者的步行能力。本研究条件下体外冲击波治疗不能改善膝关节骨性关节炎患者关节软骨的T2 mapping值,T2 mapping值与膝关节骨性关节炎患者的膝关节疼痛和功能无直接关系。

关键词 膝关节骨性关节炎;体外冲击波治疗;软骨损伤;T2 mapping

中图分类号:R684,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2020)-12-1444-06

Effects of extracorporeal shock wave in the treatment for knee osteoarthritis/LI Mingzhen, ZHANG Yuanmingfei, LI Tao, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2020, 35(12): 1444—1449

Abstract

Objective: To investigate the efficacy of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of knee osteoarthritis, and to investigate if shock wave can delay the progression of knee osteoarthritis in the early and middle stage by improving the cartilage condition.

Method: 36 patients with early-to-mid stage knee osteoarthritis were selected and randomly divided into control group and experimental group. Patients in the experimental group received rehabilitation training focusing on muscle strength training, including knee range of motion training and lower limb muscle strength training, ESWT guided by ultrasound was performed at the same time, and in the control group patients received rehabilitation training focusing on muscle strength training, however the ESWT energy flow density was 0. For all subjects, knee joint range of motion, VAS score, WOMAC score and 6MWT were assessed before treatment, immediately after treatment and 12 weeks(± 7 days) after treatment, and knee joint magnetic resonance imaging was performed before treatment and 12 weeks(± 7 days) after treatment to assess the extent of cartilage lesions.

Result: There were significant differences in VAS score and WOMAC score immediately after treatment and 12 weeks(± 7 days) after treatment compared with the controls ($P < 0.05$), and there were significant differences

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2020.12.007

1 北京大学第三医院,北京市,100191; 2 通讯作者

第一作者简介:李明真,女,博士,住院医师; 收稿日期:2020-03-12

1444 www.rehab.cn

in WOMAC pain and stiffness score ($P<0.05$), nevertheless, there were no significant differences in joint function score ($P>0.05$) in WOMAC. The difference value of 6MWT immediately after treatment and before treatment and the difference value of 12 weeks (± 7 days) after treatment and before treatment were significantly different ($P<0.05$). There was no significant difference in T2 mapping between the experimental group and the control group at 12 weeks (± 7 days) after treatment ($P>0.05$). There was no significant correlation between T2 mapping and WOMAC score ($R<0.4$).

Conclusion: Extracorporeal shock wave therapy could alleviate the pain of patients with knee osteoarthritis, and it could improve knee joint function, and effectively improved the walking ability of patients. Extracorporeal shock wave therapy could not improve the T2 mapping value of cartilage in patients with knee osteoarthritis in this study, and T2 mapping value of articular cartilage has no direct relationship with pain and function of knee joint in patients with knee osteoarthritis.

Author's address Peking University Third Hospital, 100191

Key word knee osteoarthritis; extracorporeal shock wave therapy; cartilage injury; T2 mapping

膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是一种进展缓慢,以疼痛和功能障碍为主要表现的一种慢性膝关节疾病^[1]。疼痛是OA患者就医的最主要原因^[2]。OA病因包括年龄、性别、肥胖、关节损伤、过度使用和感染等,关节不稳与OA高度相关^[3]。通常认为OA是一种由软骨退变和丢失引起的关节软骨疾病,软骨下骨改变也被认为与OA的进展有关^[4-5]。OA康复治疗的目标是控制症状、改善关节功能、提高生存质量^[6]。

体外冲击波治疗(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)是一种对骨肌系统疾病安全有效的无创治疗方式^[7-8]。ESWT通过脉冲波介导产生机械刺激并在组织中转化为生物信号,从而增强组织重塑^[9-10]。目前已有多项研究发现,对于早期骨性关节炎ESWT可以缓解疼痛并改善其功能^[11-13]。然而ESWT治疗KOA的临床机制尚无确切证据,且无统一的临床治疗方案。本研究将通过临床随机对照研究观察ESWT对KOA患者的疼痛和功能状态的影响,并探讨ESWT对骨关节炎的疗效和作用机制。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2018年7—12月于北京大学第三医院康复

医学科就诊的36例KOA患者参与研究。入组标准:①膝关节ROM正常或接近正常:屈 $\geq 120^\circ$,伸膝无明显受限;②膝关节MR提示存在软骨损伤;③Kellgren-Lawrence (K-L)分级^[14] I—III级;④年龄 ≥ 40 岁;⑤知情同意并签署相关文件;遵医嘱并按期随访。排除标准:①存在代谢相关关节炎;②近期有膝关节外伤者;③存在膝关节感染性疾病;④既往膝关节手术史;⑤过去6个月膝关节腔注射史;⑥不能行膝关节MRI检查;⑦伴严重心血管病、肺脏疾病或其他影响生存的严重疾病等。参与研究的全部患者自愿签署知情同意后加入。

本研究采用随机对照研究。根据既往文献试验组和对照组WOMAC评分数据^[11],运用PASS 19.0软件,根据两样本独立 t 检验计算公式得每组18例。通过SAS 9.4软件生成随机数。按患者就诊顺序,将其随机分至试验组(超声引导下ESWT组)和对照组(常规康复组)。受试者基本信息见表1。

1.2 方法

1.2.1 治疗方案:试验组接受以肌力训练为主的康复训练,并进行超声引导下ESWT治疗;对照组行以肌力训练为主的康复训练,并进行超声引导下ESWT治疗(冲击波能流密度为0)。所有患者治疗期间均不使用非甾体类抗炎药。

表1 两组患者一般资料比较

组别	例数	性别		年龄(岁)	BMI	K-L 分级		超声软骨ICRS 分级	
		男	女			II	III	II	III
对照组	18	2	16	58.7 $\pm$ 13.0	24.5 $\pm$ 3.2	8	10	7	11
试验组	18	1	17	57.4 $\pm$ 9.1	23.7 $\pm$ 2.8	6	12	6	12
P				0.815	0.426				

超声引导下 ESWT 治疗:超声选用法国声科 ATXPLOER 声蓝彩色超声诊断仪, L15-4 线阵探头。受试者患膝屈曲 90°, 调整超声探头留取受试者膝关节软骨二维图像, 结合核磁选取并标记软骨损伤最严重的点进行冲击波治疗。冲击波治疗选用广州龙之杰科技有限公司 LGT-2500B 气压弹道式体外冲击波治疗仪, 20mm 放射头, 低能流密度 (1.0—2.0bar), 频率 10Hz。每个点冲击 1000 次, 每周治疗 2—3 次, 为期 4 周。康复治疗包括健康宣教、有氧运动指导、肌力训练等, 为期 4 周。

1.2.2 核磁成像:核磁成像选用 GE Discovery 750 Slient 3.0-T 磁共振扫描仪, 使用 SENSE 8 通道线圈固定膝关节并尽可能减少患者腿部活动。检查体位为伸膝仰卧位; 由经验丰富的技师选择稳定的测量平面, 行 T1、T2、T2 mapping 序列核磁扫描生成矢状面膝关节图像, 将图像传入 AW Volume-Share 5 后处理工作站进行图像及数据分析。

1.3 观察指标

1.3.1 病例报告表:数据以病例报告表方式记录并规范填写。一般情况的具体内容有:性别、年龄、身高、体重、体质指数等。具体内容还包括膝关节活动度(range of motion, ROM)、膝关节骨性关节炎 X 线 K-L 分级、视觉模拟评分法(visual analogue score, VAS)、西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数评分(The Western Ontario and McMaster Universities, WOMAC)、6 分钟步行试验(6-minute walking test, 6MWT)等。

1.3.2 膝关节 MRI T2 mapping:检查体位为伸膝仰卧位; 由经验丰富的技师选择稳定的测量平面, 放大常规图像到固定比例, 再在伪彩图上选中感兴趣区域(region of interest, ROI), 进行多点描绘, 每个位置选取连续 3 个层面, 每个图像 15—20 个像素点, 点间距离约 2mm, 计算平均值并记录为 T2 mapping 值^[15]。

对所有受试者, 分别在治疗前、治疗后即刻及治疗后 12 周行膝关节 ROM、VAS 评分、WOMAC 评分、6MWT 等评定, 治疗前及治疗后 12 周(± 7 天)行膝关节核磁 T2 mapping 评估软骨损伤和退变程度。以治疗前和治疗后 12 周 WOMAC 评分作为衡量膝关节功能改善情况的主要指标, 以膝关节 MRI

的 T2 mapping 值为衡量软骨损伤程度的主要指标, 对比治疗前后膝关节功能改善及软骨损伤改善/进展情况。

1.4 统计学分析

应用 SPSS 19.0 软件处理数据, 数据资料经过缺失值处理, 对定量资料缺失值用末位填补法进行缺失值增补。对计数资料给出例数、发生率等描述性统计分析, 并用卡方检验比较两组间的偏离程度, 计量资料中服从正态分布的数据用独立样本 t 检验的方法进行分析。评价两相关变量的关系用斯皮尔曼相关系数进行分析。

2 结果

2.1 治疗前后 VAS 评分、WOMAC 评分及 6MWT

治疗前组间 VAS 评分无显著性差异 ($P > 0.05$), 治疗后即刻及治疗后 12 周 VAS 评分试验组和对照组存在显著性差异 ($P < 0.05$) (表 2)。治疗前组间 WOMAC 评分无显著性差异 ($P > 0.05$), 治疗后即刻及治疗后 12 周试验组和对照组 WOMAC 评分存在显著性差异 ($P < 0.05$) (表 3)。将治疗后即刻和治疗后 12 周 6MWT 评分分别和治疗前 6MWT 评分作差, 进行差值比较, 两组差值存在显著性差异 ($P < 0.05$) (表 4)。

2.2 T2 mapping

治疗前试验组和对照组 T2 mapping 值差异无显著性意义 ($P > 0.05$), 治疗 12 周后试验组和对照

表 2 试验组和对照组治疗前后 VAS 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	治疗前	治疗后即刻	治疗后 12 周
试验组	4.75 $\pm$ 1.34	2.53 $\pm$ 1.06	2.92 $\pm$ 1.16
对照组	5.12 $\pm$ 1.36	4.38 $\pm$ 1.50	4.62 $\pm$ 1.31
P	0.439	0.000	0.001

表 3 试验组和对照组治疗前后 WOMAC 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	治疗前	治疗后即刻	治疗后 12 周
试验组	13.75 $\pm$ 9.34	7.60 $\pm$ 6.29	9.13 $\pm$ 5.28
对照组	14.94 $\pm$ 7.40	12.93 $\pm$ 6.78	14.40 $\pm$ 6.18
P	0.693	0.034	0.018

表 4 试验组和对照组治疗前后 6MWT 差值比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	治疗后即刻与治疗前差值	治疗后 12 周与治疗前差值
试验组	19.80 $\pm$ 21.10	15.06 $\pm$ 19.67
对照组	4.77 $\pm$ 15.36	-1.78 $\pm$ 12.38
P	0.034	0.045

组 T2 mapping 值差异无显著性意义 ($P > 0.05$) (表 5)。通过斯皮尔曼相关系数分析, T2 mapping 值与 VAS 评分、WOMAC 疼痛评分、僵硬评分及关节功能评分均无显著相关性 ($R < 0.4$) (表 6—7)。

表 5 试验组和对对照组治疗前后 T2 mapping 值比较

组别	治疗前	治疗后 12 周
试验组	40.30±1.66	40.09±1.38
对照组	40.94±2.14	41.84±1.98
<i>P</i>	0.354	0.107

表 6 治疗前后 T2 mapping 值与 VAS 评分之间的关系

	治疗前 VAS 评分	治疗后 12 周 VAS 评分
<i>R</i>	-0.043	-0.119
<i>P</i>	0.816	0.523

注: $P < 0.05$ 则差异有显著性意义。治疗前后 T2 mapping 值与 VAS 疼痛评分无显著相关性 ($R < 0.4$)。

表 7 治疗前后 T2 mapping 值与 WOMAC 评分之间的关系

	治疗前	治疗后 12 周
WOMAC 评分		
<i>R</i>	0.145	0.244
<i>P</i>	0.429	0.445
疼痛		
<i>R</i>	0.118	0.259
<i>P</i>	0.520	0.167
僵硬		
<i>R</i>	0.280	0.357
<i>P</i>	0.120	0.053
关节功能		
<i>R</i>	0.105	0.092
<i>P</i>	0.566	0.630

注: $P < 0.05$ 则差异有显著性意义。T2 mapping 值与 WOMAC 疼痛评分、僵硬评分及关节功能评分均无显著相关性 ($R < 0.4$)。

3 讨论

研究表明 OA 的发生和发展与软骨的损伤、退变和剥脱相关。软骨损伤后主要通过形成纤维软骨修复。纤维软骨的力学性能比透明软骨差, 易受机械应力等影响退化。同时, 由于软骨中没有血管, 软骨细胞较少, 细胞代谢活性相对较低^[3-4]。这些都是软骨组织损伤修复的限制因素, 也是 OA 治疗的可能所在。ESWT 已被多项研究证实是一种安全有效的可以减轻 KOA 患者疼痛并改善功能的无创治疗方式^[16-18]。

3.1 ESWT 对 VAS 评分、WOMAC 评分和 6WMT 的影响

本研究中, 试验组受试者在冲击波治疗后即刻

和治疗后 12 周, 膝关节 VAS 评分较对照组显著下降。从而证明 ESWT 可即时改善并持续减轻膝关节骨性关节炎患者疼痛。这与之前研究结果相符合^[18-20]。

试验组受试者治疗后即刻和治疗后 12 周 WOMAC 评分降低, 较对照组有显著性差异。证明 ESWT 对膝关节功能有即刻改善和短期内改善的作用。这与既往研究结果相符: Lee JH 等^[18]将 20 例 KOA 患者分为保守性物理治疗组和 ESWT 组。两组均接受一般保守性物理治疗, ESWT 组额外增加体外冲击波治疗。比较两组 WOMAC 评分均有显著性下降。证明 ESWT 对于改善 KOA 患者功能是一种有效手段。赵喆等^[11]将 70 例 KOA 患者随机分为 ESWT 组和对对照组, 对 ESWT 组患膝进行痛点定位并行冲击波治疗, 干预后 12 周 ESWT 组 WOMAC 评分优于对照组, 证明 ESWT 可显著改善 KOA 患者膝关节功能。

6MWT 反映个体的活动能力, 体现为行走距离, 可被应用于针对 OA 进展的行为能力评估和某种治疗或方法的效果评价中, 其可靠性高, 测量误差小^[21]。本研究将 6MWT 评分用于 ESWT 对 KOA 的疗效评价, 治疗后即刻和治疗后 12 周 6MWT 评分分别和治疗前作差并进行差值比较, 两组差值存在显著性差异, 证明 ESWT 可以有效提高患者的步行能力。

3.2 体外冲击波治疗后 T2 mapping 的变化

在本研究中, 治疗前、治疗后 12 周试验组和对对照组的 T2 mapping 值差异无显著性意义 ($P > 0.05$), 表明 ESWT 不能改善 KOA 患者患膝关节软骨的 T2 mapping 值。目前尚无使用核磁 T2 mapping 或其他功能相评价 ESWT 对 KOA 疗效的相关研究。T2 mapping 成像技术受背景均匀性、磁化率、幻角效应、化学位移、部分容积效应等限制, 故 T2 mapping 值不能完全反映软骨的组织病理学特点。同时其空间分辨率有限, 组织对比度不足, 会对人工绘制 ROI 的准确性造成不可避免的影响^[22]。同时本研究仅将治疗前和治疗后 3 个月关节软骨作对比, 可能观测时间不足, 软骨改变较小, 不足以引起 T2 mapping 值发生有显著性意义的改变。此外, 冲击波的能量密度和频次可能对结果产生影响。因此, 在本研究中, 尽管 ESWT 治疗前后 T2 mapping 值无显著

性差异,但尚不能确定关节软骨是否发生改变。结合多种MRI成像技术对软骨退变进行评估和软骨组织病理学相关研究可能成为进一步研究的重点。

本研究中治疗前T2 mapping值与VAS疼痛评分无显著相关性。可能的解释是ESWT治疗虽然可改善患者疼痛程度,但对患者的软骨情况在治疗12周无明显改善。前人的几项研究探讨了T2 mapping值与KOA疼痛的关系,结论不尽相同。Baum T等^[23]研究发现软骨T2值的升高与OA早期疼痛的发生有关,膝关节软骨损伤程度与膝关节疼痛状态显著相关。Dautry R等^[24]对KOA患者疼痛部位进行大致分区,发现疼痛部位与T2 mapping值异常升高部位相关性良好。然而也有研究得出了不同结果,van der Heijden RA等^[25]研究了年轻患者髌股关节疼痛与核磁T2 mapping的关系,发现髌股关节疼痛患者组和健康受试者组T2 mapping无显著差异,说明疼痛可能与髌股软骨情况无关。

本研究发现,T2 mapping值与WOMAC评分无显著相关性,说明T2 mapping值与膝关节功能无直接关系。Ferrero G等^[26]探究了关节腔内注射透明质酸后T2 mapping值与WOMAC评分的变化情况,同时证明T2 mapping值与WOMAC具有相关性。在另一个由Pintat J等^[27]进行的关节腔内注射间充质干细胞和富血小板血浆的实验中,治疗后WOMAC中期和长期评分均有所改善,但相应的T2 mapping值较治疗前无显著性意义。综上,T2 mapping值与膝关节功能是否相关尚待研究,如果有相关性,治疗或干预多久出现对应关系尚无定论,有待进行进一步的研究。

本研究存在一定局限性。冲击波的能流密度和治疗频次是根据国内专家共识结合国外临床使用情况确定的,目前国内外尚无客观统一标准,可能对结果产生影响。在治疗过程中,冲击波治疗点尽可能与核磁选择的软骨损伤和退变最严重的点相吻合,每次治疗体位固定,人员固定,但仍不排除可能的偏差。在使用核磁进行影像学评估中,2次影像学评估的3个层面尽可能一致,但不能保证完全相同。T2 mapping成像技术有一定局限性,空间分辨率有限,组织对比度不足,获取T2 mapping值过程存在不可避免的人为测量误差。

4 结论

ESWT可减轻KOA患者的膝关节疼痛,改善其膝关节功能,有效提高患者的步行能力。在本研究观察期,ESWT不能改善KOA患者关节软骨的T2 mapping值,T2 mapping值与患者的疼痛程度和功能情况无直接关系。

参考文献

- [1] Lee JH, Lee S, Choi S, et al. The effects of extracorporeal shock wave therapy on the pain and function of patients with degenerative knee arthritis[J]. J Phys Ther Sci, 2017, 29(3): 536—538.
- [2] Kim JH, Kim JY, Choi CM, et al. The dose-related effects of extracorporeal shock wave therapy for knee osteoarthritis[J]. Ann Rehabil Med, 2015, 39(4): 616—623.
- [3] Blalock D, Miller A, Tilley M, et al. Joint instability and osteoarthritis[J]. Clin Med Insights Arthritis Musculoskeletal Disord, 2015, 8: 15—23.
- [4] Wang CJ, Cheng JH, Chou WY, et al. Changes of articular cartilage and subchondral bone after extracorporeal shock-wave therapy in osteoarthritis of the knee[J]. Int J Med Sci, 2017, 14(3): 213—223.
- [5] 骨肌疾病体外冲击波疗法中国专家共识(第2版)[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2017,(2): 25—33.
- [6] Ji Q, Wang P, He C. Extracorporeal shockwave therapy as a novel and potential treatment for degenerative cartilage and bone disease: Osteoarthritis. A qualitative analysis of the literature[J]. Prog Biophys Mol Biol, 2016, 121(3): 255—265.
- [7] McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2014, 22(3): 363—388.
- [8] Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders[J]. J Orthop Surg Res, 2012, 7: 11.
- [9] Saggini R, Di Stefano A, Saggini A, et al. Clinical application of shock wave therapy in musculoskeletal disorders: part II related to myofascial and nerve apparatus[J]. J Biol Regul Homeost Agents, 2015, 29(4): 771—785.
- [10] Romeo P, Lavanga V, Pagani D, et al. Extracorporeal shock wave therapy in musculoskeletal disorders: a review [J]. Med Princ Pract, 2014, 23(1): 7—13.
- [11] 赵喆,史展,闫君,等. 体外冲击波治疗早中期膝关节关节炎的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2014,(1): 76—78.
- [12] Chen TW, Lin CW, Lee CL, et al. The efficacy of shock wave therapy in patients with knee osteoarthritis and popliteal cyamella[J]. Kaohsiung J Med Sci, 2014, 30(7): 362—370.

- [13] Zhao Z, Ji H, Jing R, et al. Extracorporeal shock-wave therapy reduces progression of knee osteoarthritis in rabbits by reducing nitric oxide level and chondrocyte apoptosis[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2012, 132(11): 1547—1553.
- [14] Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis[J]. Ann Rheum Dis, 1957, 16(4): 494—502.
- [15] Dunn TC, Lu Y, Jin H, et al. T2 relaxation time of cartilage at MR imaging: comparison with severity of knee osteoarthritis[J]. Radiology, 2004, 232(2): 592—598.
- [16] de Rooij M, van der Leeden M, Cheung J, et al. Efficacy of tailored exercise therapy on physical functioning in patients with knee osteoarthritis and comorbidity: a randomized controlled trial[J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2017, 69(6): 807—816.
- [17] Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2008, 16(2): 137—162.
- [18] Lee JH, Lee S, Choi S, et al. The effects of extracorporeal shock wave therapy on the pain and function of patients with degenerative knee arthritis[J]. J Phys Ther Sci, 2017, 29(3): 536—538.
- [19] Dell'Isola A, Allan R, Smith SL, et al. Identification of clinical phenotypes in knee osteoarthritis: a systematic review of the literature[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17(1): 425.
- [20] Khosrawi S, Taheri P, Ketabi M. Investigating the effect of extracorporeal shock wave therapy on reducing chronic pain in patients with pes anserine bursitis: a randomized, clinical- controlled trial[J]. Adv Biomed Res, 2017, 6: 70.
- [21] Dobson F, Hinman RS, Hall M, et al. Reliability and measurement error of the Osteoarthritis Research Society International (OARSI) recommended performance-based tests of physical function in people with hip and knee osteoarthritis[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2017, 25(11): 1792—1796.
- [22] Han X, Hong G, Chen L, et al. T1 rho and T2 mapping for the determination of articular cartilage denaturalization with osteonecrosis of the femoral head: A prospective controlled trial[J]. J Magn Reson Imaging, 2019, 49(3): 760—767.
- [23] Baum T, Joseph GB, Arulanandan A, et al. Association of magnetic resonance imaging-based knee cartilage T2 measurements and focal knee lesions with knee pain: data from the Osteoarthritis Initiative[J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2012, 64(2): 248—255.
- [24] Dautry R, Bousson V, Manelfe J, et al. Correlation of MRI T2 mapping sequence with knee pain location in young patients with normal standard MRI[J]. JBR- BTR, 2014, 97(1): 11—16.
- [25] van der Heijden RA, Oei EH, Bron EE, et al. No difference on quantitative magnetic resonance imaging in patellofemoral cartilage composition between patients with patellofemoral pain and healthy controls[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(5): 1172—1178.
- [26] Ferrero G, Sconfienza LM, Fiz F, et al. Effect of intra-articular injection of intermediate-weight hyaluronic acid on hip and knee cartilage: in-vivo evaluation using T2 mapping[J]. Eur Radiol, 2018, 28(6): 2345—2355.
- [27] Pintat J, Silvestre A, Magalon G, et al. Intra-articular injection of mesenchymal stem cells and platelet-rich plasma to treat patellofemoral osteoarthritis: preliminary results of a long-term pilot study[J]. J Vasc Interv Radiol, 2017, 28(12): 1708—1713.