

# 不同间隔时间体外冲击波治疗膝关节骨性关节炎的疗效观察

刘亚丽<sup>1</sup>, 于观潇<sup>1</sup>, 张涛琳<sup>1</sup>, 张其亮<sup>2</sup>

<sup>1</sup>青岛大学附属青岛市市立医院运动医学康复中心, 山东 青岛

<sup>2</sup>青岛大学附属青岛市市立医院骨关节与运动医学科, 山东 青岛

收稿日期: 2021年11月21日; 录用日期: 2021年12月11日; 发布日期: 2021年12月21日

## 摘要

目的: 本研究通过比较不同间隔时间体外冲击波治疗(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)的效果, 以评估体外冲击波(ESW)治疗KOA的最佳间隔时间, 为临床KOA提供实验数据, 以期KOA患者提供更精准的疗效。方法: 选取我院运动医学康复中心住院及骨科门诊在2020年3月~2021年3月期间收治的KOA患者共90位, 采用随机数字表法将患者分为ABC组, 每组30人, 三组均在常规康复治疗的基础上进行ESWT, 完整治疗4次; A组患者每间隔6天使用一次ESWT; B组患者每间隔3天使用一次ESWT; C组患者每间隔1天使用一次ESWT。采用肢体活动疼痛视觉模拟评分法(visual analogue score, VAS)、WOMAC骨关节炎指数(The Western Ontario and McMaster Universities, WOMAC)、5次坐立试验(five-times-sit-to-stand test, FTSST)来分析比较各组KOA患者的疗效。结果: 1) 治疗前三组一般临床资料差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。2) 首次治疗结束后一个月, 组间比较发现A组VAS、WOMAC及FTSST优于B、C组( $P < 0.05$ ), C组各指标比B组差, 差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。3) 组内比较发现与治疗前相比三组各指标均明显下降( $P < 0.05$ )。结论: 体外冲击波用于膝关节骨性关节炎患者可以缓解疼痛, 改善膝关节功能障碍, 间隔时间为6天时ESW治疗KOA的疗效最佳。

## 关键词

体外冲击波, 间隔时间, 膝关节骨性关节炎

## Observation of the Effect of Extracorporeal Shock Wave at Different Intervals in the Treatment of Knee Osteoarthritis

Yali Liu<sup>1</sup>, Guanxiao Yu<sup>1</sup>, Taolin Zhang<sup>1</sup>, Qiliang Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sports Medicine Rehabilitation Center, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao University, Qingdao Shandong

<sup>2</sup>Bone Joint and Sports Medicine, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao University, Qingdao Shandong

## Abstract

**Objective:** This study compares the effects of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) at different intervals in the treatment of knee osteoarthritis (KOA). In order to evaluate the optimal interval for extracorporeal shock wave (ESW) treatment of KOA, KOA Standardized treatment provides experimental data to provide more accurate curative effects for KOA patients. **Methods:** A total of 90 KOA patients admitted to the inpatient and orthopedic clinics of our hospital's Sports Medicine Rehabilitation Center from March 2020 to March 2021 were selected. The patients were divided into ABC groups by random number table method, 30 people in each group, and all three groups ESWT was performed on the basis of conventional rehabilitation treatment, and 4 complete treatments were performed; patients in group A used ESWT every 6 days; patients in group B used ESWT every 3 days; patients in group C used ESWT every 1 day. Using visual analogue score (VAS), WOMAC osteoarthritis index (The Western Ontario and McMaster University, WOMAC), and five-times-sit-to-stand test, FTSST) to analyze and compare the efficacy of KOA patients in each group. **Results:** 1) There was no significant difference in general clinical data between the three groups before treatment ( $P > 0.05$ ). 2) One month after the first treatment, VAS, WOMAC and FTSST in group A were better than those in group B and C ( $P < 0.05$ ), and the indexes of group C were worse than group B. The difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). 3) Compared within the group, it was found that the indexes of the three groups were significantly decreased compared with that before treatment ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Extracorporeal shock wave for knee osteoarthritis patients can effectively relieve pain and improve knee dysfunction. KOA has the best effect when the ESWT treatment interval is 6 days.

## Keywords

Extracorporeal Shock Wave, Intervals, Knee Osteoarthritis

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是一种多致病因素的慢性退行性关节病变,以关节软骨退变和继发性骨质增生为特征[1]。随着社会人口老龄化现象的不断加重,老年 KOA 的发病率正逐年增高,是老年人生活质量的“杀手”之一[2]。原发性 KOA 发病机制尚不明确,年龄、性别、免疫机制、基因表达、代谢紊乱、内分泌失调均与其发生发展有关[3]。典型症状包括麻木、疼痛、肿胀、弹响、僵硬和畸形等,病变晚期可导致关节完全钙化磨损或撕裂,严重致残,影响患者的生活质量,给家庭和社会带来沉重的负担[4]。

国内外骨关节科医生不断努力,以期降低 KOA 的患病率和提供精准疗效[5]。手法治疗、外用药物、口服非甾体类抗炎药为公认的一线 KOA 治疗方案,膝关节置换术为末期 KOA 患者最佳选择[6]。体外冲击波治疗(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)由于无创、便捷,近年来被广泛应用于肌骨关节病的治疗[7],其具有缓解疼痛,改善运动功能的功效而被认可[8]。Lu [9]等通过 Meta 分析,总结了冲击次数对治疗效果的影响,对比 3000 次、1500 次与 2000 次 ESWT 治疗发现,3000 次效果最好,然而,并没

有指出, 治疗间隔周期对疗效的影响。当前有关研究证实 ESWT 治疗 KOA 疗效显著且优于单纯药物治疗[10], 然而, 有关 ESWT 治疗 KOA 最佳间隔时间尚未明确。因此, 本研究采用前瞻性随机对照研究, 比较不同时间间隔行体外冲击波治疗膝关节骨性关节炎治疗效果, 为明确 KOA 的研究提供参数依据, 以期更精准地提高 KOA 的疗效。

## 2. 临床资料与方法

### 2.1. 临床资料

选取我院运动医学康复中心住院及门诊在 2020 年 3 月~2021 年 3 月期间收治的 KOA 患者共 90 位, 采用随机数字表法将其分为 ABC 三组, 每组 30 人。三组患者均给予常规康复治疗 + ESWT, 所使用 ESW 型号均为瑞士 EMS, 每组选取的治疗痛点均为 3~4 个部位, 设置治疗压力强度 2.0~2.5 bar, 频率 6 Hz, 1000 次/每治疗痛点, 治疗次数为不间断 4 次。A 组 ESW 的使用间隔时间为 6 天, B 组 ESW 的使用间隔时间为 3 天, C 组 ESW 的使用间隔时间为 1 天。所有患者实验研究期间均禁止使用非甾体类抗炎药。

诊断标准: 依据中华风湿病学协会对膝关节骨性关节炎的诊断指南[6]。临床标准: 1) 近 1 个月以来频繁出现膝关节疼痛, 2) 可触及骨摩擦音, 3) 晨僵时间低于 30 分钟, 4) 年龄  $\geq 38$  岁, 5) 可见骨性膨大; 满足前 4 条, 或 1)+2)+5)条或 1)+4)+5)条可诊断为 KOA。

临床 + 放射学标准: 1) 近 1 个月频繁出现膝关节疼痛, 2) X 线读片发现骨赘形成, 3) 关节液穿刺化验结果支持 OA, 4) 年龄  $\geq 40$  岁, 5) 晨僵时间低于 30 分钟, 6) 可触及骨摩擦音; 满足前两条或 1)+3)+5)+6)条, 或 1)+4)+5)+6)条者可诊断为 KOA。

纳入标准: 1) 单侧发病 2) 符合 KOA 诊断标准(中华医学会骨科学分会《骨关节炎诊治指南》2018 年版)[6]; 3) X 线显示 KOA 分级 I~III 级; 4) 近 3 个月内未行其他方法治疗; 5) 年龄在 45~75 岁之间。

排除标准: 1) 有精神障碍; 2) 无法完成治疗及随访; 3) 既往有膝关节外伤手术史; 4) 安装有心脏起搏器; 5) 严重骨质疏松; 6) 合并其他关节疾病; 7) X 线分级为 0 级或 I 级; 8) 凝血功能障碍; 9) 偶联剂过敏 10) 哺乳期或妊娠妇女。

### 2.2. 观察指标

所有患者在治疗前、首次治疗结束后一个月由同一位医生评估, 对分评估者为对组情况及治疗方案均不知情的专业康复评定师。评定标准如下:

1) WOMAC: 使用 24 个问题分疼痛、僵硬、关节功能三方面来评估患者膝关节的功能状态。分值低者功能状态佳。

2) VAS: 使用 0~10 分, 由患者自主按照评分表打分, 分值越小表示患者疼痛程度越轻。

3) 5 次坐 - 立试验(FTSST)评估患者的运动功能[4], 在试验中使用凳子(高 43 cm), 患者腰背挺直, 双脚平放于地面, 双手放于前胸, 试验开始后, 迅速进行站立与坐下的动作, 共进行 5 次, 在实验中患者全程不能分开双手, 站立时膝关节完全伸直, 评定师记录患者从口令开始到患者完成试验时间。一次试验完成后间隔 1 分钟进行下次试验试验次数为 3 次, 计算平均时间。时间越短说明运动功能越好。

### 2.3. 统计学分析

使用 SPSS 20.0 软件对数据进行统计学分析, 计量资料表示为( $\bar{x} \pm s$ ), 两组间比较采用独立样本 t 检验, 多组间比较采用 F 检验, 组内比较采用配对 t 检验, 计数资料用%表示,  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

### 3. 结果

#### 3.1. 一般基线资料分析

三组患者的年龄、性别、BIM、病变分级差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性。见表 1。

#### 3.2. 对三组患者治疗前后的 VAS、WOMAC、FTSST 各指标比较

治疗前三组临床指标差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。首次治疗结束后一个月时, 组间比较发现: A 组 VAS、WOMAC 及 FTSST 分值均优于 B、C 两组( $P < 0.05$ ), C 组结果较 B 组较差, 差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ); 组内比较发现: 与治疗前相比, 三组患者各指标均降低, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

**Table 1.** General baseline data of the 3 groups of patients ( $\bar{x} \pm s$ )

**表 1.** 3 组患者的一般基线资料( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别          | 性别(男/女) | X 线分级(II/III) | 年龄(岁)        | BMI          |
|-------------|---------|---------------|--------------|--------------|
| A 组(n = 30) | 15/15   | 22/8          | 57.66 ± 6.22 | 23.61 ± 3.21 |
| B 组(n = 30) | 13/17   | 24/6          | 56.17 ± 7.55 | 22.42 ± 3.54 |
| C 组(n = 30) | 16/14   | 22/8          | 59.36 ± 6.51 | 21.94 ± 3.68 |

**Table 2.** Comparison of the indexes of VAS, WOMAC and FTSST before and after treatment in the three groups of patients (n = 30,  $\bar{x} \pm s$ )

**表 2.** 三组患者治疗前后的 VAS、WOMAC、FTSST 各指标比较(n = 30,  $\bar{x} \pm s$ )

| 项目(分)<br>组别 | VAS         |              | WOMAC         |               | FTSST        |               |
|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
|             | 治疗前         | 治疗后          | 治疗前           | 治疗后           | 治疗前          | 治疗后           |
| A 组         | 7.82 ± 2.26 | 4.53 ± 1.34* | 36.15 ± 10.03 | 25.31 ± 7.39* | 24.07 ± 1.61 | 21.31 ± 2.03* |
| B 组         | 7.79 ± 2.37 | 4.98 ± 1.06* | 37.01 ± 10.27 | 27.76 ± 6.02* | 23.94 ± 1.62 | 22.16 ± 2.16* |
| C 组         | 7.62 ± 2.56 | 5.65 ± 0.96* | 35.98 ± 9.84  | 31.69 ± 4.98* | 23.71 ± 1.82 | 22.15 ± 1.95* |
| F 值         | 1.562       | 24.336       | 0.159         | 156.33        | 0.961        | 25.63         |
| P 值         | 0.199       | 0.000        | 0.544         | 0.000         | 0.473        | 0.000         |

注: 两组比较, \* $P < 0.05$ 。

### 4. 讨论

KOA 是由于机械力学与免疫反应共同作用于负重大、活动多的膝关节, 免疫反应、内分泌与代谢、炎症因子共同作用, 引发一系列相互作用的级联反应, 造成不可逆损伤, 最终导致关节退行性变[11]。早期诊断与积极治疗可以延缓 KOA 的病理进程, 降低致残率[6]。体外冲击波(ESTW)是一种非侵入的治疗方式, 起初用于泌尿系结石的治疗, 后来被广泛应用于骨骼肌肉疾病[12]。1968 年, Haupt 等[13]通过动物实验研究, 首次提出, 体外冲击波可以促进动物骨折愈合。1988 年 Haupt 再次突破了体外冲击波技术的应用——用于促进人类骨折不愈合。此后, 体外冲击波对于骨折不愈合及延迟愈合的治疗也被深入的探索与应用。1990 年, 首次发现体外冲击波可以有效地治疗肩周炎(冻结肩), 这一成功的案例提示康复科人员进行其他慢性无菌性炎症病变的探索, 并在随后发现, 体外冲击波对肱骨外上髁炎(网球肘)、跖筋膜炎(跟痛症)也有很好的疗效[14]。这些发现不断鼓舞着骨关节与运动康复科的研究者, 也促成了世界上第一台体外冲击波发生器——Ossatron——的问世, Ossatron 于 1993 年在瑞士初次面试[15], 专门用于治

疗骨骼肌肉疾病, 目前体外冲击波治疗骨骼肌肉疾病在全世界广泛开展应用。

近年来, 国内外的研究表明, ESWT 从物理与生物两个层面的效应影响肌肉骨骼系统, 抑制软骨退变, 促进骨组织重塑, 且疗效肯定[16]。在物理层面, 它以一种机械脉冲压强波发挥效应, 通过引起介质的机械性改变而使组织间的松解与变形[17]。在生物学层面, 其可以抑制炎症因子的分泌[5], 减少疼痛因子的释放, 降低神经末梢的敏感性, 阻断疼痛的传导通路[13]。

相比炎症介质和分子水平, 康复科医生更关注的是疼痛和功能障碍。国外有研究证实, ESWT 对肌骨疾病有很好的镇痛作用[18], 这与本研究结果一致。三组患者在首次治疗结束 1 个月后, VAS 评分均较前明显降低。我们对痛点及痛点周围神经末梢进行高强度的刺激, 会出现疼痛后抑制现象。同时减少 P 物质等疼痛因子的释放, 在最佳的时间间隔内, 镇痛效果最佳。C 组逊于 A 组却较治疗前有更好的体验, 作者认为原因在于, C 组在 1 天时间间隔内, 冲击波的刺激过于频繁, 不利于镇痛效应的发挥。Lee [19]等对 20 例膝关节骨性关节炎患者进行了临床疗效观察, 实验组为每周 3 次行 ESWT 治疗, 对照组行保守治疗, 持续 4 周后评估疗效, 发现实验组可以明显缓解疼痛, 获得更高的满意度。

本研究发现, 所有患者在首次治疗结束后 1 月, WOMAC, FTSST 评分均较治疗前显著改善, 说明 ESWT 的物理和生物效应可以改善膝关节动能, Lyon R [20]研究结果也证实了这一点。ESWT 可以调节骨代谢, 抑制软骨退变, 促进软骨组织修复[21]。我们在痛点及痛点周围进行冲击, 骨质吸收了冲击波的能量, 会形成为骨折, 刺激骨重塑[22]。成骨后可进一步增加关节的承重能力及运动功能。WOMAC 从疼痛、僵硬、功能障碍三个方面来评价膝关节状态。A 组治疗效果最佳, C 组较治疗前明显改善却不如其他两组优秀。作者认为, 此现象可能与能量的积累与损耗相关, A 组间隔时间长, 无效损耗的能量少, 能量作用时间久, 所以疗效最好。体外冲击波具有代谢激活的作用, 通过诱导骨生长因子生成, 促进软骨下骨重建, 从而延缓关节退行性变的病理进程[23] [24]。如果短时间间隔进行体外冲击波治疗, 频繁的冲击波刺激会对骨骼肌肉组织的机械效应和生物学反应就难以维持恒定, 不利于持续松解组织, 甚至发生能量的消耗与削弱。先前研究证实, 大剂量体外冲击波治疗膝关节骨性关节炎会产生明显的破坏作用, 临床治疗往往选择中小剂量, 每周治疗一次。吴宗耀[25]认为, 尽管冲击次数越多, 作用越大, 但是如果超过 1000 次的频率, 可能会抑制软骨细胞的分化。从病理层面上, 可以解释为, ESWT 具有代谢激活效应, 可以诱导生长因子形成, 促进骨与关节重建, 进而干预 KOA 的发生发展进程。赵喆[26]通过兔的 KOA 模型, 发现其病理机制在于, 软骨细胞是冲击波的机械力敏感细胞, ESWT 治疗时, 冲击次数太多, 可能会降低软骨细胞的增殖活性。ESWT 治疗 KOA, 只有在冲击量达到一定的要求, 才能发挥促进软骨细胞增值的效应, 如果冲击量过度, 反而会抑制软骨细胞增值, 膝关节软骨组织, 是如何将冲击波的机械力转化为促进软骨细胞增值的作用机制, 有待更进一步的探索。国内外大多数研究认为[27] [28], 间隔 1 周左右行 ESWT 治疗 KOA 效果更稳定。

综上所述, ESWT 可有效改善 KOA 患者的运动功能障碍, 缓解疼痛。间隔时间为 6 天时 ESW 治疗 KOA 的疗效最佳。不可置否, ESWT 可以显著提高 KOA 的疗效, 延缓 KOA 病程的发展。然而, 在临床应用, ESW 的强度, 频率及间隔周期还需进一步探索与规范。

## 参考文献

- [1] 谢军, 柳建德. 膝关节骨性关节炎的临床研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(6): 68.
- [2] Peffers, M.J., Balaskas, P. and Smagul, A. (2018) Osteoarthritis Year in Review 2017: Genetics and Epigenetics. *Osteoarthritis and Cartilage*, **26**, 304-311. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2017.09.009>
- [3] Magnusson, K., Turkiewicz, A. and Englund, M. (2019) Nature vs Nurture in Knee Osteoarthritis—The Importance of Age, Sex and Body Mass Index. *Osteoarthritis Cartilage*, **27**, 586-592. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2018.12.018>
- [4] 王斌, 邢丹, 董圣杰, 等. 中国膝关节骨性关节炎流行病学和疾病负担的系统评价[J]. 中国循证医学杂志, 2018, 18(2):

- 134-142.
- [5] Berenbaum, F. (2008) New Horizons and Perspectives in the Treatment of Osteoarthritis. *Arthritis Research & Therapy*, **10**, 1. <https://doi.org/10.1186/ar2462>
- [6] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018年版)[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(12): 705-715.
- [7] 张利恒, 马云杰. 体外冲击波是治疗膝关节骨性关节炎的最新疗法[J]. 医学与哲学, 2018, 39(10B): 9-11.
- [8] Kang, S., Gao, F., Han, J., *et al.* (2018) Extracorporeal Shock Wave Treatment Can Normalize Painful Bone Marrow Edema in Knee Osteoarthritis: A Comparative Historical Cohort Study. *Medicine*, **97**, e9796. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000009796>
- [9] Lu, Z., Lin, G., Reed-Maldonado, A., *et al.* (2017) Low-Intensity Extracorporeal Shock Wave Treatment Improves Erectile Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Urology*, **71**, 223-233. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.05.050>
- [10] 邢娟, 胡树华, 汤沉沉, 程琼. 体外冲击波治疗膝骨性关节炎患者的疗效观察[J]. 中国康复, 2018, 33(6): 505-507.
- [11] 廖林波, 王小超, 梁俊卿. 膝骨性关节炎易感性与相关基因多态性研究进展[J]. 右江医学, 2017, 45(6): 732-735.
- [12] Revenaugh, M.S. (2005) Extracorporeal Shock Wave Therapy for Treatment of Osteoarthritis in the Horse: Clinical Applications. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, **21**, 609-625. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2005.09.001>
- [13] Wang, F.S., Wang, C.J., Sheen-Chen, S.M., *et al.* (2002) Superoxide Mediates Shock Wave Induction of ERK-Dependent Osteogenic Transcription Factor (CBFA1) and Mesenchymal Cell Differentiation toward Osteoprogenitors. *Journal of Biological Chemistry*, **277**, 10931-10937. <https://doi.org/10.1074/jbc.M104587200>
- [14] Gollwitzer, H., Saxena, A., DiDomenico, L.A., *et al.* (2015) Clinically Relevant Effectiveness of Focused Extracorporeal Shock Wave Therapy in the Treatment of Chronic Plantar Fasciitis: A Randomized, Controlled Multicenter Study. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **97**, 701-708. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.01331>
- [15] Wang, C.J., Sun, Y.C., Wong, T., *et al.* (2012) Extracorporeal Shockwave Therapy Shows Time-Dependent Chondroprotective Effects in Osteoarthritis of the Knee in Rats. *Journal of Surgical Research*, **178**, 196-205. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.01.010>
- [16] Gollwitzer, H., Diehl, P., von Korff, A., *et al.* (2007) Extracorporeal Shock Wave Therapy for Chronic Painful Heel Syndrome: A Prospective, Double-Blind, Randomized Trial Assessing the Efficiency of a New Electromagnetic Shock Wave Device. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*, **46**, 348-357. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2007.05.011>
- [17] Gerdesmeyer, L., Frey, C., Vester, J., *et al.* (2008) Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy Is Safe and Effective in the Treatment of Chronic Recalcitrant Plantar Fasciitis: Results of a Confirmatory Randomized Placebo-Controlled Multicenter Study. *The American Journal of Sports Medicine*, **36**, 2100-2109. <https://doi.org/10.1177/0363546508324176>
- [18] McClinton, S.M., Heiderscheit, B.C. and McPoil, T.G. (2019) Effectiveness of Physical Therapy Treatment in Addition to Usual Podiatry Management of Plantar Heel Pain: A Randomized Clinical Trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **20**, 630. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-3009-y>
- [19] Lee, J.H., Lee, S., Choi, S., *et al.* (2017) The Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on the Pain and Function of Patients with Degenerative Knee Arthritis. *The Journal of Physical Therapy Science*, **29**, 536-538.
- [20] Lyon, R., Liu, X.C., Kubin, M., *et al.* (2013) Does Extracorporeal Shock Wave Therapy Enhance Healing of Osteochondritis Dissecans of the Rabbit Knee? A Pilot Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **471**, 1159-1165. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2410-8>
- [21] Alshihri, A., Peer, W.K., Heimes, D., *et al.* (2019) Extracorporeal Shock Wave Stimulates Angiogenesis and Collagen Production in Facial Soft Tissue. *Journal of Surgical Research*, **245**, 483-491. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.06.077>
- [22] Wang, C.J. (2012) Extracorporeal Shockwave Therapy in Musculoskeletal Disorders. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **7**, 11. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-7-11>
- [23] Li, W., Pan, Y., Yang, Q., *et al.* (2018) Extracorporeal Shockwave Therapy for the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Retrospective Study. *Medicine*, **97**, e11418. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011418>
- [24] Kim, J.H., Kim, J.Y., Choi, C.M., *et al.* (2015) The Dose-Related Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy for Knee Osteoarthritis. *Annals of Rehabilitation Medicine*, **39**, 616-623. <https://doi.org/10.5535/arm.2015.39.4.616>
- [25] 吴宗耀. 体外冲击波治疗[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(10): 787-793.
- [26] 赵喆, 刘春梅, 白晓东, 等. 体外冲击波对兔膝软骨细胞增殖的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(9): 824-826.

- 
- [27] 陈捷, 段小军, 黄振俊, 等. 骨肌疾病体外冲击波疗法中国专家共识[J]. 中国医学前沿杂志, 2017, 9(2): 25-33.
- [28] 席立成, 李宏宇, 赵子星, 等. 体外冲击波治疗早中期膝关节骨性关节炎效果观察及其机制[J]. 山东医药, 2016, 56(48): 60-62.