

# 高能量激光疗法联合本体感觉训练对半月板损伤病人术后膝关节疼痛及运动功能的疗效

李海晴 郑广昊 魏媛媛 王璐怡

**【摘要】** 目的 探讨高能量激光疗法(HILT)联合本体感觉训练对半月板损伤病人术后膝关节疼痛和功能的疗效。方法 选取2021年1月至2023年1月我院收治拟行关节镜半月板成形术的膝关节半月板损伤病人82例,采用随机数字表法分为观察组和对照组,每组41例。两组病人术后康复训练2周后,对照组采用本体感觉训练,观察组采用HILT联合本体感觉训练。观察两组治疗前后疼痛视觉模拟量表(VAS)评分,简版生活质量量表(SF-12)评分,美国膝关节协会(AKS)评分,膝关节主动活动度和下肢运动学指标(步频、步长、步速),并发症发生率和病人满意度。结果 治疗10周后,两组VAS评分均较治疗前显著降低( $P < 0.05$ ),SF-12评分、AKS的膝关节评分和活动功能评分、膝关节屈曲和伸展角度以及下肢运动学指标均较治疗前显著提升( $P < 0.05$ );观察组VAS评分显著低于对照组( $P < 0.05$ ),SF-12评分、膝关节评分和活动功能评分、膝关节屈曲和伸展角度以及下肢运动学指标均显著高于对照组( $P < 0.05$ )。结论 HILT联合本体感觉训练能够有效改善半月板损伤病人术后膝关节疼痛、运动功能和生活质量,并且还能够减少术后并发症、提高治疗满意度。

**【关键词】** 高能量激光;本体感觉训练;半月板损伤;膝关节疼痛;膝关节运动功能

**Effects of High-intensity Laser Therapy Combined with Proprioceptive Training on Knee Pain and Motor Function in Patients with Meniscal Injury.** Li Haiqing, Zheng Guanghao, Wei Yuanyuan, Wang Luyi. Rehabilitation Diagnosis and Treatment Center, Beijing Rehabilitation Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing 100144, China

Corresponding author: Wang Luyi, E-mail: wangly992012@163.com

**【Abstract】 Objective** To explore the therapeutic effect of high-intensity laser therapy (HILT) combined with proprioception training on knee pain and function in patients with meniscal injury. **Methods** A total of 82 patients with knee meniscal injury who were admitted to our hospital from January 2021 to January 2023 and planned to undergo arthroscopic meniscus reconstruction surgery were selected. They were randomly divided into an observation group and a control group using a random number table method, with 41 cases in each group. After 2 weeks of postoperative rehabilitation training, the control group received proprioceptive training, while the observation group received HILT combined with proprioceptive training. The visual analogue scale (VAS) scores, SF-12, the American Knee Association (AKS) scores, knee active range of motion and lower limb movement indicators (step frequency, step length, step speed), incidence of complications, and patient satisfaction were observed in all patients. **Results** After 10 weeks of treatment, the VAS score in the two groups was significantly lower than that before treatment ( $P < 0.05$ ), while the SF-12 score, AKS knee joint score and activity function score, knee joint flexion and extension angle, and lower limb movement indicators were significantly improved compared to those before treatment ( $P < 0.05$ ). The VAS score in the observation group was significantly lower than that in the control group ( $P < 0.05$ ), while the SF-12 score, knee joint score and activity function score, knee joint flexion and extension angle, and lower limb movement indicators in the observation group were significantly higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** HILT combined with proprioceptive training can effectively relieve knee pain, improve motor function and quality of life in patients with meniscal injury, and can also reduce postoperative complications and improve treatment satisfaction.

**【Key words】** High-intensity laser; Proprioceptive training; Meniscal injury; Knee pain; Knee joint motor function

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.02.010

作者单位:首都医科大学附属北京康复医院康复诊疗中心,北京 100144

通信作者:王璐怡, E-mail: wangly992012@163.com

半月板损伤在膝关节病变中较为常见,主要表现为膝关节肿胀、疼痛和活动受限,并伴有本体感觉的减退<sup>[1]</sup>。目前主要采用关节镜微创手术治疗,但是术后疼痛经常会使病人无法及早进行康复训练,导致膝关节出现关节粘连、活动受限等,严重影响病人预后和生活质量<sup>[2]</sup>。既往术后康复训练模式较为单一,缺乏针对性的阶梯治疗措施,因此,在病人膝关节术后进行合理的辅助治疗至关重要。本体感觉训练是一种通过多种平衡性练习来提高位置觉功能,提高膝关节运动功能的康复训练。近年来,高能量激光疗法(high-intensity laser therapy, HILT)作为一种可缓解急慢性疼痛的治疗手段<sup>[3]</sup>,已应用于膝关节术后的辅助康复领域。我们将HILT联合本体感觉训练应用于半月板损伤病人术后的康复治疗,并评估该方法的康复效果。

## 资料与方法

### 一、纳入标准和排除标准

纳入标准:①初次诊断为膝关节单侧半月板损伤,拟行关节镜手术者;②伴有不同程度的膝关节疼痛;③同意参与本研究,并签署知情同意书。

排除标准:①膝关节畸形、严重软组织损伤或关节退行性病变者;②服用骨代谢药物者;③半月板膝关节镜术后继发性损伤;④随访不足3个月。

### 二、一般资料

选取2021年1月至2023年1月我院收治的膝关节半月板损伤病人82例,采用随机数字表法分为观察组和对照组,每组41例。观察组男22例,女19例,年龄为(35.8±4.13)岁(15~54岁);病程为(10.90±2.32)d(0.25~15.00d);内侧半月板损伤21例,外侧半月板损伤13例,内外侧半月板同时损伤7例。对照组男23例,女18例,年龄为(35.2±3.97)岁(15~54岁);病程为(11.04±1.96)d(0.50~15.00d);内侧半月板损伤21例,外侧半月板损伤11例,内外侧半月板同时损伤9例。两组病人一般资料比较,差异均无统计学意义( $P$ 均>0.05)。本研究经我院医学伦理委员会审批同意。

### 三、方法

两组病人均由同一组医师团队完成半月板成形术。术后,所有病人先在康复科进行为期2周的牵伸训练、关节松动术、关节活动度训练、肌力训练、核心稳定训练的康复训练。而后,对照组采用本体感觉训练,观察组在本体感觉训练基础上结合HILT进行治疗。

### (一)本体感觉训练

术后3~4周,病人闭眼取仰卧位直抬腿或坐位勾腿等位置进行本体感觉训练;术后5~7周,进行站立训练、静态平衡器训练、平衡板训练、半蹲投掷接球训练和阶梯训练;术后7~10周,行走柔韧性训练、下肢特定负重下本体感觉功能训练以及自体重力下双下肢本体感觉功能训练。

### (二)HILT治疗

观察组在本体感觉训练基础上结合HILT进行治疗。采用LTS-1500型高能量激光治疗仪(LITE-CURE公司,美国),波长为1064 nm,功率为7~14 W(依肤色深浅选择),治疗模式为持续生物刺激,定位在疼痛区域上方,采用接触式治疗头直接治疗,紧贴病人皮肤以3~8 cm/s的速度移动手柄,始终保持手柄垂直于皮肤。治疗以病人可耐受为宜,避免激光照射病人眼睛,可手动调节关节在适当范围内活动。5~10 min/次,1次/d,10 d为1疗程;间隔2 d后再进行下一疗程的治疗,共治疗8周。

### 四、观察指标

#### (一)疼痛及生活质量评估

治疗前和治疗10周后,采用疼痛视觉模拟量表(VAS)评估疼痛程度;采用简版生活质量量表(SF-12)评估病人生活质量,该量表包括8个维度,共12个条目,得分越高者表示生活质量越高。

#### (二)膝关节功能评估

治疗前和治疗10周后,使用美国膝关节协会(AKS)评分评价膝关节整体的功能和形态,该量表由膝关节评分和活动功能评分两部分构成,膝关节评分包括疼痛(50分)、活动度(25分)和稳定性(25分),根据膝关节屈曲挛缩、伸展滞缺、力线畸形程度进行减分;活动功能评分包括行走能力(50分)和上下楼能力(50分)评价,根据是否需要辅助工具行走进行减分。得分越高表示病人膝关节状态越好。

#### (三)膝关节主动活动度

治疗前和治疗10周后,使用肢体角度尺测量病人俯卧位膝关节主动屈曲和伸展的最大范围。

#### (四)三维步态分析

治疗前和治疗10周后,使用IDEEA便携式步态分析仪器(MiniSun公司,美国)对病人步态数据进行采集与分析,其包括一个主机和7个肢体三维加速度微型传感器,分别粘贴于测试者的双大腿前侧、双踝外侧、双足底部和胸骨上<sup>[4]</sup>,采样频率为64 Hz。嘱病人在30 m的平坦路面自由步行120 m,测试结束后步态数据可自动导入ActView3分析软件进行

数据处理。本研究纳入 3 个步态参数:①步频,指每分钟行走的步数;②步长,指行走时一侧足跟着地到对侧足跟着地时所行进的距离;③步速,指单位时间内行走的距离。

#### (五)术后并发症及病人满意度

观察记录两组病人治疗期间发生感染、下肢静脉血栓和关节积液的情况。治疗结束 3 个月后,调查病人满意度,调查表由病人按其真实感受匿名填写,分为满意和不满意。

#### 五、统计学分析

采用 SPSS 25.0 统计软件(IBM 公司,美国)进行统计学分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,采用  $t$  检验;计数资料以例(%)表示,采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法分析。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、两组治疗前后疼痛及生活质量比较

治疗前,两组 VAS 评分和 SF-12 评分差异均无统计学意义( $P$ 均  $> 0.05$ )。治疗 10 周后,两组 VAS 评分和 SF-12 评分较治疗前显著改善( $P$ 均  $< 0.05$ );观察组 VAS 评分和 SF-12 评分均显著优于对照组( $P$ 均  $< 0.05$ ,表 1)。

### 二、两组治疗前后 AKS 评分比较

治疗前,两组膝关节评分和活动功能评分差异均无统计学意义( $P$ 均  $> 0.05$ )。治疗 10 周后,两组膝关节评分和活动功能评分均较治疗前显著提升( $P$ 均  $< 0.05$ );观察组膝关节评分和活动功能评分显著高于对照组( $P$ 均  $< 0.05$ ,表 2)。

### 三、两组治疗前后膝关节主动活动度比较

治疗前,两组膝关节屈曲、伸展角度差异均无统计学意义( $P$ 均  $> 0.05$ )。治疗 10 周后,两组膝关节屈曲、伸展角度均较治疗前明显改善( $P$ 均  $< 0.05$ );观察组膝关节屈曲、伸展角度显著高于对照组( $P < 0.05$ ,表 3)。

### 四、两组病人下肢运动学指标比较

治疗前,两组步频、步长和步速差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。治疗 10 周后,两组步频、步长和步速均较治疗前明显提高( $P < 0.05$ );观察组步频、步长和步速均显著高于对照组( $P < 0.05$ ,表 4)。

### 五、两组术后并发症及满意度情况

治疗期间,观察组发生感染 1 例,关节积液 1 例;对照组发生感染 3 例,下肢静脉血栓 2 例,关节积液 4 例;两组比较,差异有统计学意义( $P=0.023$ )。观

察组病人 40 例满意(40/41, 97.56%),对照组病人 34 例满意(34/41, 82.93%);两组比较,差异有统计学意义( $P=0.026$ )。

## 讨 论

半月板位于股骨髁与胫骨平台之间,在承重、维持膝关节运动协调和稳定、缓冲和润滑等方面发挥着重要作用,当膝关节处于半屈曲或半伸直位内旋或外旋时极易受损,出现关节肿胀、关节屈伸障碍和膝关节交锁等<sup>[5]</sup>,严重影响病人生活质量。目前,半月板损伤以手术治疗为主,但术后疼痛会限制病人膝关节康复训练,影响病人预后。高能激光作为一种无创技术用于炎症及疼痛治疗,疼痛缓解效果显著<sup>[6-7]</sup>。本体感觉在控制关节、校正姿势和维持稳定方面有极为重要的临床意义<sup>[8]</sup>,而膝关节术后康复通常以改善病人患侧膝关节活动度和增强患侧膝关节周围肌肉力量为主,忽略了膝关节本体感觉的康复训练,导致膝关节不稳,增加了膝关节再次损伤的风险<sup>[9]</sup>。而且,本体感觉训练有助于提高膝

表 1 两组治疗前后疼痛评分及生活质量评分比较( $\bar{x}\pm s$ ,分)

组别	例数	VAS 评分		SF-12 评分	
		治疗前	治疗 10 周后	治疗前	治疗 10 周后
对照组	41	7.31 $\pm$ 0.83	5.97 $\pm$ 0.59*	60.99 $\pm$ 6.04	78.12 $\pm$ 6.79*
观察组	41	7.45 $\pm$ 0.74	4.23 $\pm$ 0.63*	61.13 $\pm$ 6.25	95.62 $\pm$ 7.79*
$t$ 值	-	-0.806	12.908	-0.103	-10.843
$P$ 值	-	0.423	$< 0.001$	0.918	$< 0.001$

注:与治疗前比较,\* $P < 0.05$

表 2 两组治疗前后 AKS 评分比较( $\bar{x}\pm s$ ,分)

组别	例数	膝关节评分		活动功能评分	
		治疗前	治疗 10 周后	治疗前	治疗 10 周后
对照组	41	55.06 $\pm$ 7.43	92.61 $\pm$ 4.08*	38.31 $\pm$ 6.14	70.71 $\pm$ 8.41*
观察组	41	54.89 $\pm$ 7.12	95.39 $\pm$ 3.72*	38.44 $\pm$ 6.31	76.92 $\pm$ 9.13*
$t$ 值	-	0.106	-3.224	-0.095	-3.023
$P$ 值	-	0.916	0.001	0.925	0.002

注:与治疗前比较,\* $P < 0.05$

表 3 两组治疗前后膝关节主动活动度比较( $\bar{x}\pm s$ , $^{\circ}$ )

组别	例数	屈曲		伸展	
		治疗前	治疗 10 周后	治疗前	治疗 10 周后
对照组	41	62.06 $\pm$ 7.43	106.61 $\pm$ 10.32*	3.31 $\pm$ 1.04	-2.71 $\pm$ 0.75*
观察组	41	62.39 $\pm$ 8.12	114.03 $\pm$ 13.29*	3.44 $\pm$ 1.03	-3.82 $\pm$ 0.93*
$t$ 值	-	-0.192	-2.824	-0.569	5.949
$P$ 值	-	0.848	0.006	0.571	$< 0.001$

注:与治疗前比较,\* $P < 0.05$

表4 两组病人下肢运动学指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	步频(步/min)		步长(cm)		步速(m/min)	
		治疗前	治疗10周后	治疗前	治疗10周后	治疗前	治疗10周后
对照组	41	91.97±8.87	95.45±8.96 <sup>*</sup>	46.23±4.43	52.12±3.38 <sup>*</sup>	42.43±3.46	49.26±4.89 <sup>*</sup>
观察组	41	92.32±9.12	99.43±9.01 <sup>*</sup>	47.34±5.34	55.23±4.32 <sup>*</sup>	43.81±4.22	53.21±6.23 <sup>*</sup>
<i>t</i> 值	-	-0.176	-2.006	-1.024	-3.630	-1.619	-3.194
<i>P</i> 值	-	0.861	0.048	0.309	<0.001	0.109	0.002

注:与治疗前比较,<sup>\*</sup>*P*<0.05

关节本体觉,增强关节稳定性,有利于膝关节功能的改善<sup>[10]</sup>。因此,本研究采用HILT联合本体感觉训练的方式,对半月板损伤病人术后进行联合干预,旨在为改善其预后提供一种新的治疗思路。

本研究结果表明,HILT联合本体感觉训练能够显著降低病人VAS评分,提高病人AKS评分、膝关节主动活动度、下肢运动的步频、步长和步速,以及SF-12评分,说明HILT联合本体感觉训练能够减轻病人膝关节疼痛、提高膝关节运动功能,有效改善病人生活质量。分析其原因:①高能激光可以通过生物刺激和光学机械刺激促进组织细胞再生、神经修复,同时可以提高痛阈、缓解疼痛;②高能激光能有效减轻病灶部位的组织水肿、胀痛感和关节活动受限<sup>[11]</sup>;③高能激光减轻疼痛后,提高了病人术后进行康复锻炼的依从性,配合本体感觉训练可以有效恢复膝关节本体感觉反馈机制和周围肌群力量。通过反复练习肌肉收缩舒张来提高患肢神经-肌肉反射弧的调节能力和肌肉收缩张力,并有效增强肌肉感受器对空间运动的感知敏感性,从而有助于恢复患肢本体感觉,改善病人步行运动参数。患肢本体感觉恢复后也能减少关节不合理运动对半月板造成的二次磨损。

本研究结果表明,观察组治疗期间并发症发生率低于对照组,且治疗结束3个月后观察组病人治疗满意度显著高于对照组。分析其原因,高能激光能够减少感染和关节积液,本体感觉训练能够有效预防肌肉萎缩和长期制动导致的双下肢静脉血栓。HILT联合本体感觉训练显著的康复效果增强病人信心,因而病人满意度高。

综上所述,HILT联合本体感觉训练能够有效改善半月板损伤病人术后膝关节疼痛、运动功能和生活质量,并且还能减少术后并发症,提高治疗满意

度。但本研究样本数较少,后续将设置常规康复组来对本体感觉训练法的疗效进行深入研究。

### 参 考 文 献

- [1] 江佩师, 陈志伟, 方玉基, 等. 602例膝关节半月板损伤流行病学调查[J]. 中医学科学杂志, 2020, 48(2): 160-163.
- [2] 刘瑶, 周柳晓, 徐欢. 膝关节镜下半月板成形术后应用推拿手法联合早期康复训练的临床效果[J]. 中华全科医学, 2021, 19(7): 1202-1205.
- [3] 龚显玉, 袁晓芳, 谈笑, 等. 高能激光联合冲击波治疗肱骨外上髁炎的疗效观察[J]. 中国康复, 2020, 35(10): 532-534.
- [4] 王巍, 刘艳成, 王连成, 等. 量化评估早期系统康复对全膝关节置换患者步态的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(9): 1180-1185.
- [5] 耿晓林, 周迎峰, 张超, 等. 关节镜下半月板部分切除术治疗膝关节半月板损伤的临床研究[J]. 创伤外科杂志, 2020, 22(3): 212-216.
- [6] 喻雅婷, 邓佳林, 蹇婷婷, 等. 不同物理疗法对膝关节骨性关节炎疼痛缓解效果的meta分析[J]. 重庆医学, 2022, 51(8): 1384-1391.
- [7] 王建军, 田潇纯, 孟兆祥, 等. 高能激光治疗联合离心肌力训练对肱骨外上髁炎的疗效[J]. 江苏医药, 2021, 47(12): 1242-1246.
- [8] Petrella RJ, Lattanzio PJ, Nelson MG. Effect of age and activity on knee joint proprioception[J]. Am J Phys Med Rehabil, 1997, 76(3): 235-241.
- [9] 李瑾, 宋佳凝, 李健, 等. 本体感觉训练联合肌内效贴对全膝关节置换术后患者膝关节功能与本体感觉的影响[J]. 中国康复, 2022, 37(3): 145-148.
- [10] Ordahan B, Küçükşen S, Tuncay I, et al. The effect of proprioception exercises on functional status in patients with anterior cruciate ligament reconstruction [J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2015, 28(3): 531-537.
- [11] Siriratna P, Ratanasutiranont C, Manissorn T, et al. Short-term efficacy of high-intensity laser therapy in alleviating pain in patients with knee osteoarthritis: a single-blind randomised controlled trial [J]. Pain Res Manag, 2022: 1319165.

(收稿日期: 2023-07-26)

(本文编辑: 孙琴)

### 引用格式

李海晴, 郑广昊, 魏媛媛, 等. 高能激光疗法联合本体感觉训练对半月板损伤病人术后膝关节疼痛及运动功能的疗效[J]. 骨科, 2024, 15(2): 155-158. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.02.010.