

离心训练对髌腱末端病治疗效果的meta分析*

王璐¹ 于歌¹ 阮槟² 白硕³ 葛瑞东^{2,4,5}

髌腱末端病(patellar tendinopathy, PT)是一种慢性的髌腱过度使用的病理性疾病,运动员和普通人群都可能发生髌腱末端病^[1]。流行病学显示,患病者经常参加篮球、排球、芭蕾等需跳跃和跑步的运动,也被称为跳跃者膝^[1-6]。它通常表现为股四头肌萎缩,与运动活动相关的膝关节前痛,跳跃和蹲起加重,可能导致运动参与减少^[1,3]。根据症状持续时间,PT分为1—4阶段。第一阶段为活动后无功能损伤的疼痛;第二阶段为活动期间和活动之后的疼痛,功能满足;第三阶段为活动中及活动后持续疼痛,并伴有功能障碍;第四阶段为需要手术修复的肌腱完全撕裂。前三个阶段可先进行非手术治疗^[7-8]。非手术治疗以休息、支具、物理治疗和消炎药物治疗为主^[9]。在保守治疗PT的方法中,离心训练被认为是治疗PT的重要方法^[1,10-12]。有研究表明,离心训练能够改善髌腱末端病患者的膝关节维多利亚运动评分^[13-17](Victorian Institute of Sport Assessment, VISA),改善膝关节疼痛^[13-15,17],提高股四头肌肌力^[13-14]。然而,也有研究显示,离心训练在改善膝关节VISA评分^[18-19]和疼痛^[19]方面并未优于其他治疗,因此,其是否在临床推荐使用尚存在争议。此外,有研究表明离心训练结合其他治疗的PT患者膝关节功能改善优于单纯离心训练^[14,16]或无明显差异^[15,18,20]。目前的多数研究都存在样本量小、研究方法学质量低、研究结果不完全一致等问题,因此,离心训练对髌腱末端病患者的治疗效果及临床应用尚存在争议。本次研究采用系统评价与meta分析探讨离心训练对髌腱末端病患者的治疗效果,为临床应用提供更加可靠的循证医学证据。

1 资料与方法

1.1 文献纳入与排除标准

纳入标准:①英文文献和中文文献;②研究对象为髌腱末端病患者,要求有髌腱疼痛史,且髌腱分期处于1—3期,症状持续8周,VISA在基线时评分低于80分;③干预措施为离心训练对比其他治疗或离心训练对比离心训练结合其他

治疗;④结局指标包含VISA或视觉模拟疼痛量表(visual analog scale, VAS)或股四头肌肌力;⑤试验设计为随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)。

排除标准:①膝关节急性损伤、4期完全髌腱撕裂、既往手术、近3个月有其他膝关节疾病或类固醇药物治疗患者;②检索出的重复性或重复发表的文献;③会议文献;④病报道;⑤动物实验;⑥综述;⑦非随机对照试验。

1.2 文献检索

通过PubMed、the Cochrane Library、Web of Science、中国生物医学文献数据库、中国知网数据库及中国医药学位论文全文数据库(万方),检索时间从2000年1月到2020年1月。检索的英文关键词为:“Eccentric” and “patellar tendinopathy” or “jumper’s knee” or “patellar tendon”。中文检索关键词为“离心”、“髌腱末端病”、“髌腱”、“髌腱病”、“跳跃膝”、“跳跃者膝”、“髌腱炎”。

1.3 文献筛选、资料提取与纳入研究质量评价

两名独立研究人员按照设定的纳入和排除标准分别对检索出来的文献设立数据库,阅读题目、摘要和全文对文献进行筛选,如果筛选过程中遇到分歧,两人进行讨论,并参考第三者意见获得最终决定。对文献资料的提取包括纳入研究(第一作者、发表年份)、样本量、年龄、干预措施(试验组/对照组)、干预时长、结局指标。

两名独立研究人员按照物理治疗证据数据库量表(Physiotherapy Evidence Database Scale, PEDro Scale)对纳入的文献进行方法学质量评价。评价结果出现分歧由研究小组讨论决定。

1.4 统计学分析

对文献数据采用Review Manager5.3进行分析。连续性变量采用加权均数差(weighted mean difference, WMD),二分类变量采用相对危险度(relative risk, RR)。效应量以95%CI表达,检验水准为0.05。 χ^2 检验判断研究之间是否存在异质性,若 $P>0.1$, $I^2<50%$,具有同质性,采用固定效应模

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.06.015

*基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助课题(校2020064)

1 首都医科大学附属北京同仁医院康复医学科,100176; 2 北京体育大学运动医学与康复学院; 3 北京市朝阳区太阳宫社区卫生服务中心康复医学科; 4 中日友好医院康复医学科; 5 通讯作者
第一作者简介:王璐,女,初级治疗师; 收稿日期:2020-06-20

型;反之,存在异质性,采用随机效应模型。

2 结果

2.1 文献检索结果

初始检索到文献 501 篇,经过筛选最终纳入 8 个 RCT^[13-20],总计 232 例患者。文献筛选流程图及结果见图 1。

2.2 纳入研究的基本特征及方法学质量评估

共纳入 8 篇文献^[13-20],基本特征见表 1,方法学质量评估见表 2。其中 1 篇文献方法学质量为优秀,得分为 9 分^[15];7 篇文献方法学质量为良好,其中 2 篇得分为 8 分^[18,20],1 篇得分为 7 分^[19],4 篇得分为 6 分^[13-14,16-17]。

2.3 meta 分析结果

2.3.1 VISA:离心训练与离心训练结合其他治疗对比:共纳入 3 篇文献^[14-15,18],总计 99 例患者。纳入研究之间具有同质性($I^2=0\%$, $P=0.63$),采用固定效应模型进行合并分析。结果显示,离心训练结合其他治疗如力量训练、物理因子、药物等改善疼痛的治疗对于提高髌腱末端病患者的 VISA 评分往往优于单纯离心训练。见图 2。

离心训练与其他治疗对比:共纳入 4 篇文献^[13,16-17,19],总计 114 例患者。纳入研究之间具有较大异质性($I^2=91\%$, $P<0.00001$),采用随机效应模型进行合并分析。与单纯其他治疗如向心运动、物理因子、PNF 牵伸训练比较,离心训练能更有效提高髌腱末端病患者的 VISA 得分。见图 3。

2.3.2 VAS:离心训练与离心训练结合其他治疗对比:共纳入 2 篇文献^[14-15],总计 47 例患者。纳入研究之间具有异质性($I^2=87\%$, $P=0.006$),采用随机效应模型进行合并分析。结果

显示,单纯离心训练与离心训练结合其他治疗对髌腱末端病患者的 VAS 评分改善无明显差异。见图 4。

离心训练与其他治疗对比:共纳入 3 篇文献^[13,17,19],总计 85 例患者。纳入研究之间具有较大异质性($I^2=89\%$, $P=0.0001$),采用随机效应模型进行合并分析。结果显示,离心训练与其他治疗相比,对髌腱末端病患者的 VAS 评分改善无明显差异。见图 5。

2.3.3 股四头肌肌力:离心训练与离心训练结合其他治疗对比:共纳入 2 篇文献^[14,20],总计 66 例患者。纳入研究之间具有同质性($I^2=0\%$, $P=0.56$),采用固定效应模型进行合并分析。结果显示,离心训练结合其他治疗(向心训练、物理因子治疗)对股四头肌肌力的提高优于单纯离心训练。见图 6。

3 讨论

3.1 离心训练对髌腱末端病患者 VISA 评分的影响

VISA 是评价髌腱末端病(也就是跳跃者膝)严重程度的一项可靠指标。问卷实用而简短,共 8 项,包括症状、简单的功能测试和运动能力的评定,得分从 0—100(完全无症状)不等,得分越高,症状和功能越好^[21]。本次研究通过 Meta 分析了 3 篇单纯离心训练对照离心训练结合其他治疗:低强度激光治疗(low-level laser therapy, LLLT)^[14]、体外冲击波(extracorporeal shockwave therapy, ESWT)^[18]、局部三硝酸甘油酯(topical glyceryl trinitrate, GTN)^[15]为试验设计的研究,结果显示,离心训练配合其他治疗对于提高髌腱末端病患者的 VISA 评分往往优于单纯离心训练,略有显著性差异。这可能与与其他治疗产生的额外效果有关:LLLT 可以减少活化的

表 1 纳入研究的基本特征

纳入研究	样本量	年龄(岁)		干预措施		干预时长	结局指标
		试验组	对照组	试验组	对照组		
文江 2018	41	27.6±9.41	28.8±8.39	离心训练	PNF 拉伸训练	3 次/天,3 天/周,持续 4 周	VISA; VAS; 股四头肌肌力
Thijs 2017	52	27.3±5.2	30.5±8.0	离心训练	ESWT+离心训练	2 次/天,3 天/周,持续 12 周	VISA
Liu 2014	14	18—23		离心训练	LLLT+离心训练	3 次/天,6 天/周,持续 4 周	VISA; VAS; 股四头肌肌力
Zwerver 2013	33	33.8±10.5	31.9±9.6	离心训练	GTN+离心训练	2 次/天,7 天/周,持续 12 周	VISA; VAS
Kongsgaard 2009	25	31.3±8.3	31.7±8.5	离心训练	HSR+离心训练	2 次/天,3 天/周,持续 12 周	VISA; VAS
封旭华 2006	29	20.3±3.0	20.8±3.6	离心训练	微波+激光	2 次/天,7 天/周,持续 12 周	VISA
Jonsson 2005	19	25.7±9.9	24.1±6.4	离心训练	向心训练	2 次/天,3 天/周,持续 12 周	VISA; VAS
Cannell 2001	19	26	26	离心训练	向心+离心训练	1 次/天,5 天/周,持续 12 周	股四头肌肌力

PNF: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation 本体感觉神经肌肉促进疗法; ESWT: Extracorporeal Shockwave Therapy 体外冲击波治疗; VISA: The Victorian Institute of Sport Assessment 维多利亚运动评定; VAS: Visual Analog Scale 视觉模拟评分; ESWT: Extracorporeal Shockwave Therapy 体外冲击波治疗; LLLT: low-Level Laser Therapy 低强度激光治疗; GTN: Topical Glyceryl Trinitrate 局部三硝酸甘油酯; HSR: Heavy Slow Resistance Training 高强度慢速抗阻训练

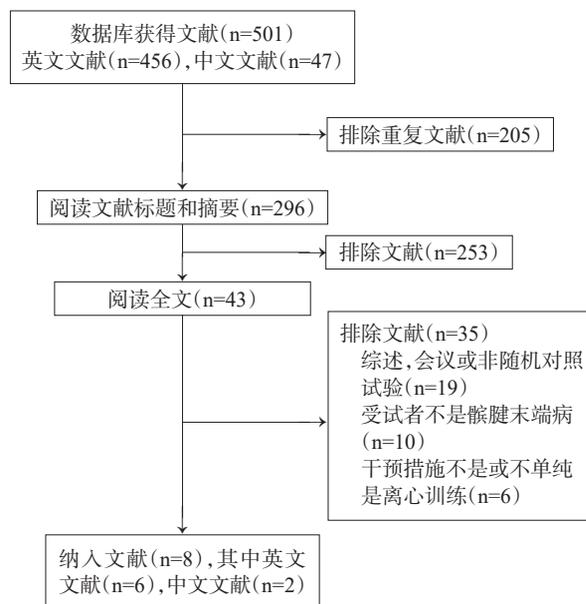
表2 纳入文献的方法学质量评估

(PEDro 评分)

试验	纳入标准明确	随机分组	分配隐藏	基线指标相似	受试者设盲	实施者设盲	评定者设盲	85%以上受试者完成试验	意向性分析	组间比较	点评估和变异性	总分	质量	IF
文江 2018	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	良好	1.594
Thijs 2017	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	8	良好	2.702
Liu 2014	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	良好	2.026
Zwerver 2013	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	优秀	11.645
Kongsgaard 2009	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7	良好	3.631
封旭华 2006	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	良好	1.100
Jonsson 2005	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	良好	11.645
Cannell 2001	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8	良好	11.645

注: 9—10分为优秀;6—8分为良好;4—5分为一般;<4分为差

图1 文献筛选流程图



跟腱炎中腱周前列腺素E2的表达,从而可能通过降低炎症反应以减轻肌腱病变患者的疼痛^[22]。另一方面,LLLT对胶原纤维合成的生物刺激作用可能与肌腱病患者肌力的改善有关。有研究表明,LLLT可增加跟腱愈合时胶原的生成^[23]。有理论认为,ESWT具有再生和组织修复,并抑制疼痛感受器的作用^[24]。Gambito等^[25]综述及meta分析表明,与安慰剂相比,GTN能减少慢性肌腱疾病患者日常生活活动中的疼痛。以上治疗可能通过改善疼痛与肌力从而提高VISA的整体评分。此外本研究通过meta分析了4篇单纯离心训练对照其他治疗:高强度慢速抗阻训练(heavy slow resistance training, HSR)^[19]、向心运动^[17]、物理因子:激光结合微波治疗^[16],本体感觉神经肌肉促进疗法(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)牵伸训练^[13]为试验设计的研

究,尽管3项研究都分别得出了离心运动对于髌腱末端病患者VISA评分优于对照组(其他治疗)的结论,但结果显示研究之间具有较大的异质性,这可能与干预措施不一致、干预时长不一等因素有关^[13,16-17]。长期疗效来看,通过半年随访,结果显示HSR对于髌腱末端病患者在满意度上优于离心训练,且与离心训练相比,HSR在肌腱组织正常化和胶原转化/生成方面更有效,并更倾向于改善临床结果^[19]。离心训练相对于其他治疗对于髌腱末端病患者的VISA评分有无优势还需要更多的研究进行补充。

离心训练是用于改善髌腱末端病患者症状、功能性活动能力和运动能力的有效方法,离心训练结合其他治疗如物理因子治疗和药物等是相对于单纯离心训练更为推荐的方法。具体离心训练的方式多采用单腿25°斜面离心缓慢下蹲的运动模式^[18-19],但也有试验选用平地离心下蹲^[14]或下台阶迈步^[27]等离心训练方式,运动中疼痛多控制在可忍受的范围内,根据疼痛情况选择是否增加负重等^[26]。具体的离心训练运动处方(强度、干预频率和时间)至今未能统一规范,需更多的研究来对此进行补充和论证。

3.2 离心训练对于髌腱末端病患者VAS评分的影响

VAS是一种经常被用于评估疼痛程度的视觉模拟评分法,通过把不易被直接测量的疼痛程度在刻有连续数值的直尺上标注出来,让受试者进行指认。0分代表无痛,10分代表难以忍受的疼痛^[28]。本研究共有5篇文献用VAS评分来评定了髌腱末端病患者的疼痛程度,5篇文献均得出了单纯离心训练治疗一段时间后可以明显改善髌腱末端病患者疼痛的结论^[13-15,17,19]。本研究通过meta分析对其中以离心训练与离心训练结合其他治疗LLLT^[14]、GTN^[15]对比为试验设计的2篇文章进行了分析。结果显示,单纯离心训练与离心训练结合其他治疗相比,对于髌腱末端病患者疼痛的改善程度无明显差异。这可能与两个研究样本量与干预时长差异大,从而导致试验目标数据异质性较高有关。但是,与GTN没有显示出对髌骨末端病患者疼痛的改善的额外效果相反,

图2 两组治疗后VISA比较的meta分析离心训练对照离心训练结合其他治疗(LLLT,ESWT,GTN)

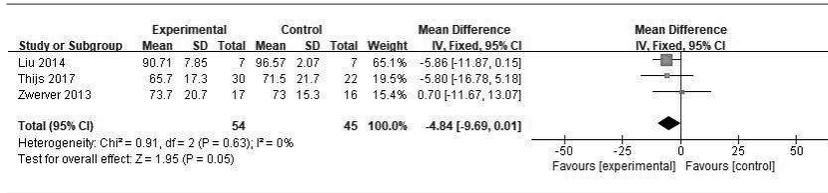


图3 两组治疗后VISA比较的meta分析离心训练对照其他治疗(向心训练,HSR,微波结合激光治疗,PNF牵伸)

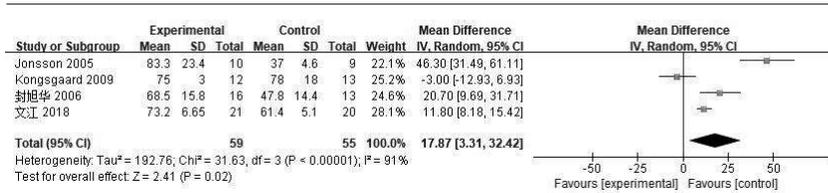


图4 两组治疗后VAS比较的meta分析离心训练对照离心训练结合其他治疗(LLLT,GTN)

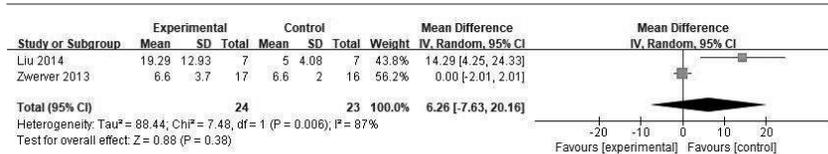


图5 两组治疗后VAS比较的meta分析离心训练对照其他治疗(向心训练,HSR,PNF牵伸)

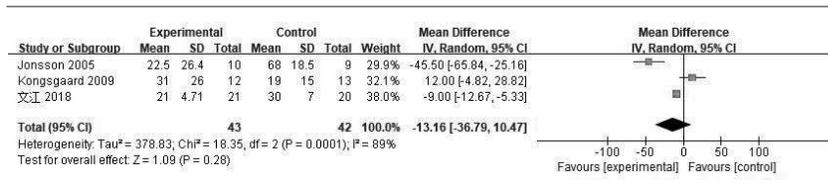
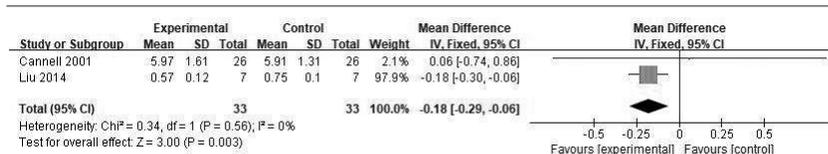


图6 两组治疗后股四头肌肌力比较的meta分析离心训练对照离心训练结合其他治疗(向心训练,LLLTT)



Liu等^[14]试验显示,离心训练配合LLLTT对于髌骨末端病患者疼痛的改善明显优于单纯离心训练,且仅治疗4周就得到了有临床统计学差异的结果,这可能与LLLTT对软组织损伤有减轻炎症、疼痛、促进组织再生的作用有关^[29]。此外,尽管Jonsson等^[17]研究表明,向心训练不能改善髌骨末端病患者疼痛,而离心训练可以,且离心训练对于疼痛的改善优于PNF牵伸训练^[13]。但是,本研究通过meta分析了3篇以离心训练与其他治疗对比的文献,结果表明离心训练相对于其他训练对于改善髌骨末端病患者疼痛程度无明显差异。由于本研

究纳入的文献数量较少,离心训练相对于其他训练对于改善髌骨末端病患者的疼痛有无优势,未来仍需要纳入其他的相关研究得出明确结论。

3.3 离心运动对股四头肌肌力的影响

股四头肌肌力对于膝关节髌骨末端病的恢复十分重要。Van等^[6]对髌骨末端病危险因素的综合表明,增加股四头肌肌力对于髌骨末端病是有益的治疗选择。有研究显示,单纯的离心运动可以增加股四头肌肌力^[13-14,20],且离心训练对于股四头肌肌力的增加优于单纯其他治疗如PNF^[13]。然而,离心训练结合其他治疗相比于单纯离心训练对于股四头肌肌力的增强是否更有优势,不同研究得出的结论不一致。Cannell^[20]对比了离心训练与离心训练结合向心训练的干预措施,结果表明两种干预对于髌骨末端病患者股四头肌肌力的改善无明显差异,然而Liu^[14]研究显示,离心训练结合LLLTT与单纯离心训练相比更能改善股四头肌肌力。本次研究通过meta分析了这2篇以单纯离心训练对照离心训练结合其他治疗为试验设计的研究,结果显示离心训练结合其他治疗如物理因子治疗,对于髌骨末端病患者股四头肌肌力的改善优于单纯离心训练,更值得在临床推广,而具体结合方式因研究数量较少不能给出肯定的推荐,需要之后的高质量研究对其进行补充。

综上所述,与其他治疗相比,离心训练能更有效提高髌骨末端病患者的VISA得分,推荐离心训练用于髌骨末端病的临床治疗。相对于单纯的离心训练,离心训练结合其他治疗如力量训练、物理因子治疗、药物等往往更能改善髌骨

参考文献

- [1] Nayak M, Yadav R. Patellar tendinopathy: "Jumper's knee" [M]. Tendons.IntechOpen.2019.
- [2] Hutchison MK, Houck J, Cuddeford T, et al. Prevalence

- of patellar tendinopathy and patellar tendon abnormality in male collegiate basketball players: a cross-sectional study[J]. *Journal of Athletic Training*,2019,54(9):953—958.
- [3] Malliaras P, Cook J, Purdam C, et al. Patellar tendinopathy: Clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2015,45(11):887—898.
- [4] Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study[J]. *The American Journal of Sports Medicine*, 2005, 33(4):561—567.
- [5] Cummings K, Skinner L, Cushman DM. Patellar tendinopathy in athletes[J]. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*,2019,7(3):227—236.
- [6] Van Der Worp H, Van Ark M, Roerink S, et al. Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature[J]. *Br J Sports Med*,2011,45(5):446—452.
- [7] Blazina ME, Kerlan RK, Jobe FW, et al. Jumper's knee [J]. *The Orthopedic Clinics of North America*, 1973, 4(3): 665—678.
- [8] Volpi P, Prospero E, Bait C, et al. Patellar tendinopathy [M]. *The Lower Limb Tendinopathies*, Springer, 2016: 165—179.
- [9] Vander Doelen T, Jelley W. Non-surgical treatment of patellar tendinopathy: a systematic review of randomized controlled trials[J]. *J Sci Med Sport*,2020,23(2):118—124.
- [10] Figueroa D, Figueroa F, Calvo R. Patellar tendinopathy: diagnosis and treatment[J]. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*,2016,24(12):e184—e192.
- [11] Uchida R, Nakamura N, Horibe S. Pathogenesis and treatment of patellar tendinopathy [M]. *Muscle and Tendon Injuries*, Springer,2017:295—304.
- [12] Van Rijn D, Van Den Akker-Scheek I, Steunebrink M, et al. Comparison of the effect of 5 different treatment options for managing patellar tendinopathy: a secondary analysis[J]. *Clinical Journal of Sport Medicine*,2019,29(3):181—187.
- [13] 文江. 离心训练与PNF拉伸训练股四头肌对髌腱末端病的疗效观察[D]. 成都体育学院,2018.
- [14] Liu XG, Cheng L, Song JM. Effects of low-level laser therapy and eccentric exercises in the treatment of patellar tendinopathy[J]. *International Journal of Photoenergy*, 2014: 785386.
- [15] Zwerver J, Steunebrink M, Brandsema R, et al. Topical glyceryl trinitrate treatment of chronic patellar tendinopathy: a randomised, double blind, placebo controlled clinical trial[J]. *British Journal of Sports Medicine*,2013,47:e2.
- [16] 封旭华, 华英汇, 陈世益. 离心性肌肉训练改善髌腱末端病患者疼痛的效果[J]. *中国临床康复*,2006,(16):20—22.
- [17] Jonsson P, Alfredson H. Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study[J]. *British Journal of Sports Medicine*,2005,39(11):847—850.
- [18] Thijs KM, Zwerver J, Backx FJ, et al. Effectiveness of shockwave treatment combined with eccentric training for patellar tendinopathy: a double-blinded randomized study [J]. *Clinical Journal of Sport Medicine*,2017,27(2):89—96.
- [19] Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy[J]. *Scand J Med Sci Sports*,2009,19(6):790—802.
- [20] Cannell LJ, Taunton JE, Clement DB, et al. A randomised clinical trial of the efficacy of drop squats or leg extension/leg curl exercises to treat clinically diagnosed jumper's knee in athletes: pilot study[J]. *British Journal of Sports Medicine*,2001,35(1):60—64.
- [21] Visentini PJ, Khan KM, Cook JL, et al. The VISA score: an index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (patellar tendinosis). Victorian institute of sport tendon study group[J]. *J Sci Med Sport*, 1998, 1(1): 22—28.
- [22] Bjordal JM, Lopes-Martins RA, Iversen VV. A randomised, placebo controlled trial of low level laser therapy for activated achilles tendinitis with microdialysis measurement of peritendinous prostaglandin E2 concentrations [J]. *Br J Sports Med*,2006,40(1):76—80.
- [23] Reddy GK, Stehno-Bittel L, Enwemeka CS. Laser photostimulation of collagen production in healing rabbit achilles tendons[J]. *Lasers In Surgery and Medicine*, 1998, 22(5): 281—287.
- [24] Van Der Worp H, Van Den Akker-Scheek I, Van Schie H, et al. ESWT for tendinopathy: technology and clinical implications[J]. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,2013,21(6):1451—1458.
- [25] Gambito ED, Gonzalez-Suarez CB, Oquimena TI, et al. Evidence on the effectiveness of topical nitroglycerin in the treatment of tendinopathies: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010, 91(8): 1291—1305.
- [26] 刘春雨, 韩小燕. 离心训练治疗髌腱末端病的系统评价[J]. *中国康复医学杂志*,2016,31(1):71—76.
- [27] Young MA, Cook JL, Purdam CR, et al. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players[J]. *British Journal of Sports Medicine*,2005,39(2):102—105.
- [28] Crichton N. Visual analogue scale (VAS)[J]. *J Clin Nurs*, 2001, 10(5):697—706.
- [29] Liu XG, Zhou YJ, Liu T CY, et al. Effects of low-level laser irradiation on rat skeletal muscle injury after eccentric exercise[J]. *Photomedicine and Laser Surgery*, 2009, 27(6):863—869.