

离心训练治疗髌腱末端病的系统评价

刘春雨¹ 韩小燕¹

摘要

目的:在已经发表的随机对照试验中,系统地回顾、总结,并比较治疗髌腱末端病的各种离心训练方法。

方法:在各大数据库中检索关于离心训练治疗髌腱末端病的研究,纳入类型为随机对照试验,9篇文献共计229例患者最终被纳入研究。

结果:现有的证据表明离心训练是治疗髌腱末端病的有效手段,但由于研究质量差异较大,未能进行meta分析。

结论:离心训练对于髌腱末端病来说是一种有效的治疗措施,但是是否比其他形式的运动疗法(如向心训练、牵伸训练)更有效,仍缺乏足够的证据支持。多数方案采用在25°斜面上进行缓慢的离心下蹲这种运动形式,运动中疼痛应在可接受的范围内,从自身体重开始,出现疼痛减轻或无痛等适应训练表现时逐渐增加负荷。

关键词 离心训练;髌腱末端病;循证医学

中图分类号:R493 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-1242(2016)-01-0071-06

髌腱末端病,又称为跳跃膝、髌骨肌腱炎,是目前最常见的膝关节运动损伤,以往的研究已经表明,本病属于退行性疾病而非炎症^[1-2],是由于使用过度所引起,主要原因包括在跑、跳过程中不断快速变换动作方向等^[3]。一旦发生,对运动表现和生存质量影响较大。一般的保守治疗手段包括:离心训练、体外冲击波治疗、超声波治疗、非甾体抗炎药、硬化剂注射、富血小板血浆注射、开放或关节镜手术、抑肽酶和自体生长因子等^[4-5]。而像非甾体抗炎药、糖皮质激素注射等^[6]治疗手段效果都十分有限,因为这些方式都局限于减少炎症,而末端病恰恰并不属于炎症。20世纪80年代,Curwin、Stanish、Fyfe和Stanish等^[7-9]开始报道他们使用渐进式离心训练作为治疗的一部分来减轻肌腱末端病的症状。尽管这种方法已经存在了30年,进行相关干预的实验研究一直比较少见,直到2000年之后才逐渐增多。虽然现阶段有很多治疗髌腱末端病的方法,但是其循证医学证据都不够充足,关于本病的最佳治疗方法并没有达成共识。

本文的目的是:**①**通过收集随机对照试验来调查离心训练对末端病的治疗效果。**②**评估现有的使用离心训练治疗末端病的文献的证据等级。**③**整理现有离心训练方法的运动方案。**④**为将来研究提出建议。

1 研究方法

1.1 检索策略

1.1.1 检索数据库:①中文数据库:中国期刊网全文数据库

(中国知网CNKI)、维普数据库、中国生物医学文献数据库(CBM)、中国医药学位论文全文数据库(万方)。②英文数据库:pubmed数据库、Embase医药数据库。

1.1.2 检索时间:检索时间限定为1990年1月—2014年12月,通过参考文献采用追溯法以保证查全。

1.1.3 检索词:中文检索词:定义疾病的限制词:A、髌骨;B、末端病;C、腱病;D、跳跃膝。定义干预方法的限制词:E、离心训练。

英文检索词:“patella OR patellar”、“tendinopathy”、“#1 AND #2”、“Jumper's knee”、“#3 OR #4”、“eccentric”、“#5 AND #6”。

1.2 纳入、排除标准

1.2.1 纳入标准:①纳入研究类型:1990年以来,所有关于离心训练治疗髌腱末端病的临床随机对照试验。②纳入干预措施类型:主要干预措施中至少有一项包括离心训练的内容。

1.2.2 排除标准:①排除重复发表的文献,排除综述和回顾性研究研究;②排除设计不够严谨的非随机对照试验;③排除综合治疗中并非以离心训练治疗为主要干预措施的文献,排除所得效应量不能明确代表离心训练治疗效果的文献,排除以离心训练作为基础治疗进行其他干预的临床研究。

1.3 结局指标

1.3.1 主要结局指标:VISA评分、VAS疼痛评分等。Victorian Institute of Sport Assessment(VISA)、visual analogue

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.01.016

1 广西玉林师范学院,广西玉林,537000

作者简介:刘春雨,男,讲师; 收稿日期:2015-07-25

scale (VAS)。

1.3.2 次要结局指标:肌肉力量、回归运动、患者满意度等。

1.4 资料筛选及数据提取

1.4.1 筛选方法:由两位评价者独立阅读文献题目及摘要,在排除明显的不符合纳入标准的文献后,对可能符合纳入标准的文献阅读全文,以确定是否真正符合纳入标准。对有分歧的文献通过讨论或由第3位研究者决定是否纳入。无法获得全文者尽可能与原作者联系,联系不到者,则排除。

1.4.2 数据采集表的设计:“离心训练治疗髌腱末端病临床随机对照试验的系统评价信息表”,涉及文献的研究对象、干预方法和指标、组内和组间比较、文献质量评价等。

“治疗髌腱末端病的离心训练治疗方案总结表”,涉及离心训练的具体运动形式(重复×组数)、强度(负重)、频度与持续时间、运动中疼痛水平、增加强度依据等。

1.5 文献评价方法

采用 PEDro 量表对纳入文献的质量进行评分^[10],低于4分为低质量,4—7分为中等质量,7分以上为高质量,考虑到离心训练这种物理治疗干预不能在患者或治疗师实施盲法。因此,最高实现的评分是9/11。

1.6 是否可以进行 meta 分析

由于纳入文献各研究之间研究方法的差别,故本系统评价不适合进行 meta 分析,因此使用叙述性表格进行定性分析。

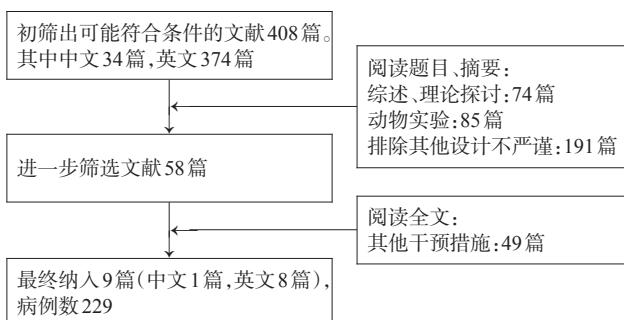
1.7 文献检索结果

共检出408篇临床研究文献,其中中文文献34篇,英文文献374篇。通过阅读文献题目、摘要,筛除综述和理论探讨,动物实验以及其他设计不严谨的研究,选出篇文献58篇。阅读全文,筛除不符合纳入标准文献,最终得到随机对照试验文献9篇(中文1篇,英文8篇,共计229例病例,所有文献均出版于2000年之后)。文献检索流程图,见图1。

2 结果

离心训练治疗髌腱末端病各研究基本情况,见表1。治疗髌腱末端病的离心训练具体治疗方案总结,见表2。

图1 文献检索流程图



3 讨论

根据表1的描述,在纳入的9项研究中,大部分离心训练组均有比较显著和确切的疗效,而且一般都要求肌腱处于避免承受大负荷的间歇期。主要使用的评估指标是 VAS 和 VISA 评分,也有少数研究使用了患者满意度和肌力等评估指标。不同的研究者之间对照组差异较大,有离心训练与外科手术、常规理疗、糖皮质激素注射进行对比的,也有离心训练和向心训练比较以及不同离心训练方法之间进行比较的。因此研究之间的异质性较大,无法进行进一步的 meta 分析。不同研究之间研究质量也不尽相同,Visnes H 等^[20]的研究局限之处在于研究的样本量较小,随访时间较短,且没有明确的给出具体的治疗方案。封旭华等^[14]的研究的质量评分较高,不足之处在于对离心训练的描述仍不够明确。Jonsson 和 Alfredson^[16]的研究显示,相对于向心训练而言,离心训练对于髌腱末端病的治疗效果更好,尽管有阳性研究结果,考虑到 PEDro 评分为 5/11,主要是因为缺乏具体细节,包括随机化的方法,因此本研究的证据强度较弱。一般而言,离心训练是当前治疗肌腱末端病最值得选择的方法。许多研究也印证了这种观点,长期(5 年)的随访发现,大多数跟腱末端病的患者经离心训练治疗后完全恢复^[21],而不积极治疗干预,则效果非常有限^[22]。

离心训练起作用的机制目前仍然不明确。Curwin^[7]提出,末端病的发生与肌腱受载荷过大有关,而在肌肉运动尤其是离心肌肉运动时,可以提高神经肌肉控制能力,减少对于肌腱的过度受力。研究表明末端病患者和正常人之间在运动模式上有所差异^[23],离心训练是否能使运动模式和负荷模式正常化尚不得而知,但离心训练可能能够增加退化肌腱力学性能。众所周知,负重运动可以通过增加血流、提高供氧和代谢率,促进胶原降解,以及促进健康肌腱的胶原合成等多种机制来提高肌腱的力学特性^[24]。然而,关于运动是如何影响末端病,以及离心运动与其他形式运动对于肌腱的结构基础影响上有何不同,这些方面的研究仍然很少。有研究发现^[25],12周的离心训练能够减少末端病相关的疼痛并刺激胶原蛋白的合成,但并不改变胶原降解率。这一发现表明,离心运动能增加肌腱的质量,其主要原理是增加了 I 型胶原纤维的沉积,而 I 型胶原纤维的产生可能对于末端病有着特殊的好处,因为通常情况下,来自末端病区域的成纤维细胞一般会有更多的可能合成机械性能较差的 III 型胶原纤维^[26]。因此,离心运动可以起到增强肌腱、保护其免受持续的过度使用伤害的作用。据推断离心运动还可以抑制致痛疼痛化学物质的产生^[27],具体可包括 P 物质、谷氨酸和降钙素基因相关肽等^[28]。末端病的疼痛产生还可能与新生的血管有关^[29-31]。机制可能是由于存在于动脉管壁中的自主神经受到机械刺激所致^[30],这一类神经通常对于压力刺激比较

表1 离心训练治疗髌腱末端病临床随机对照试验的系统评价信息

研究/年份	研究对象	干预方法及指标	组内与组间比较	PEDro评分
Kongsgaard et al ^[11] /2009	39例患者被纳入为实验对象	干预方法:CORT组:两次注射给药间隔4周;ECC组:缓慢重复的离心单侧下蹲;HSR组:3周双侧向心运动+12周离心运动。评估指标:主要指标:VISA-P评分;次要指标:VAS、肌腱异常、患者满意度。	组内比较:与基线水平相比,经过12周时间,所有组别VISA-P和VAS均显著改善。组间比较:HHSR组和ECC组在VISA-P评分上的改善相对CORT组更显著。HSR组在9/11(高)VAS的改善上相对于CORT组更明显。相对于CORT组,HSR组在肌腱异常上的改善更明显。HSR组治疗效果最令人满意。	
Frohm et al ^[12] /2007	20例髌腱末端病患者	干预方法:I组:借助Browsman装置进行下蹲训练;II组:在倾斜面上做单腿下蹲训练。评估指标:主要指标:VISA-P评分、等速肌力测试;次要指标:功能测试、VAS、安全性。	组内比较:两组均症状均显著改善。组间比较:两组间无显著性差异。	7/11(高)
Bahr et al ^[13] /2006	35例髌腱末端病患者/共计40个膝关节	干预方法:I组:手术治疗;II组:离心训练。评估指标:VISA评分、综合评分(GES)、功能测试、回归运动。	组内比较:12个月之后,与基线相比,两组在VISA评分、GES,和功能测试上均明显改善。组间比较:两组间无明显差异(GES在三个月时表现出差异,离心训练优于手术治疗)。	8/11(高)
封旭华等 ^[14] /2006	29例已诊断为髌腱末端病的患者	干预方法:理疗组:①微波治疗,每天一次,每次15min。②激光治疗,每天一次,每次15min。离心训练组:缓慢平稳离心下蹲训练。评估指标:VISA评分、VAS评分。	组内比较:理疗组治疗前后VISA评分、VAS评分比较没有显著性意义,离心训练组治疗前后VISA评分、VAS评分显著改善。组间比较:两组间差异显著,离心训练优于传统理疗。	9/11(高)
Visnes et al ^[15] /2006	29例自愿参与的患有跳跃膝的排球运动员。	干预方法:训练组:离心下蹲训练;对照组:不进行其他干预。评估指标:VAS疼痛评分、GES评分、在6周和6个月分别测试跳跃能力。	组内比较:改善没有显著性差异(除第一周外)。组间比较:6周或6个月时间,组间均没有明显的显著性差异。	8/11(高)
Jonsson and Alfredson ^[16] /2005	15例长期髌腱近端疼痛的髌腱末端病患者(共计19个膝关节)	干预方法:a组:股四头肌离心训练;b组:股四头肌向心训练。评估指标:VAS疼痛评分、VISA评分、患者满意度。	组内比较:离心训练组VAS下降和VISA得分增加更明显,7/8的患者(9/10肌腱)表示满意。组间比较:在随后的12周,离心训练组VAS降低更明显。	5/11(中)
Young et al ^[17] /2005	17例经临床和影像学诊断患有髌腱末端病的优秀排球运动员	干预方法:斜面组:在25°斜面上进行单腿离心下蹲训练;台阶组:在高10cm台阶上进行单腿离心下蹲训练。评估指标:VISA评分、VAS疼痛评分。	组内比较:与基线状态相比,两组患者在12周和12个月时,症状均改善显著。组间比较:组间无差异。斜面组有更高VISA得分增高的可能性,台阶组有更高减少疼痛的可能性。	8/11(高)
Stasinopoulos and Stasinopoulos ^[18] /2004	30例慢性髌腱末端病的患者	干预方法:A组:运动疗法治疗;B组:脉冲超声治疗;C组:横向摩擦治疗。评估指标:疼痛反应。	组内比较:三组治疗前后对比疼痛均明显减轻。组间比较:三组间差异显著,运动疗法组效果最优。	6/11(中)
Cannell et al ^[19] /2001	15例髌腱末端病的患者	干预方法:下蹲组:离心下蹲训练;膝屈伸组:膝关节屈伸训练。评估指标:主要指标:VAS评分、回归运动;次要指标:股四头肌和胭绳肌等速肌力。	组内比较:两组治疗前后疼痛症状均明显改善。组间比较:两组间对比,离心下蹲组减轻疼痛更显著,回归运动及股四头肌与胭绳肌等速肌力变化方面两组间无显著差异。	8/11(高)

注:global evaluation score (GES)

敏感。离心运动可阻止病变区域的血管生长,并减轻与之相关的一系列疼痛^[32]。然而Pufe等^[30]的研究却驳斥了这一观点,他们认为,离心运动能使血管生成抑制因子生成增加,从而限制了新血管的生长,进而减少了肌腱的变性,最终使肌腱结构得以增强^[33]。虽然临床医生可以通过离心训练减少末端病的症状,但是这种疗法是否可以真正减少肌腱的退化,仍需持慎重态度。

根据表2描述,离心训练的方案选择上,大部分研究者采用25°斜面上进行缓慢的离心下蹲的运动形式,强度从自身体重开始逐渐增加。运动中疼痛在可接受的范围内,增加强度的标准是疼痛减轻或无痛等适应训练的表现。离心训练另一个值得考虑的因素是其所产生的应力,参与大负荷的专项运动可能会加重末端病症状,而进行有控制的离心收缩训练却能产生治疗效果,具体多大的训练负荷才是安全的,

表2 治疗髌腱末端病的离心训练治疗方案总结

研究/年份	具体运动形式(重复×组数)	强度(负重)、频度与持续时间	运动中疼痛水平	增加强度依据
Kongsgaard et al ^{[11]/2009}	在25°斜面上完成单侧缓慢离心下蹲动作,15次×3组,建议每次动作耗时约3s,组间休息2min。向心恢复初始位置阶段使用双腿以确保动作的正确和最佳效果。	强度:从自身体重开始逐渐增加。 频度与持续时间:2次/天,持续12周。	在可接受的范围内,但训练结束后疼痛和不适感不应该继续增加。	当疼痛减轻时,利用负重增量背包来增加负荷。
Frohm et al ^{[12]/2007}	具体离心训练形式包括两种:I组:借助Browsman离心负荷训练装置进行下蹲训练,抗阻杠铃320kg。从直立位屈膝到大概110°,速度设置为0.11m/s,利用双腿进行,4次×4组。 II组:在25°倾斜面上做伤侧单腿下蹲训练,15次×3组,向心恢复阶段利用双腿进行。 运动前在功率自行车上进行100W的热身运动15min,离心训练与躯干和踝关节的稳定性训练交替进行。每组离心练习之间进行4min的积极性休息,每次训练持续约70min。	强度:I组:负重320kg;II组:从自身体重开始逐渐增加。 频度与持续时间:2次/周,持续6周。	运动中疼痛不应超过VAS=5分。	当运动时VAS低于3分时,增加5kg额外负重。
Bahr et al ^{[13]/2006}	在25°倾斜面上做伤侧单腿下蹲训练,15次×3组,向心恢复阶段利用双腿进行。无热身,如果双侧受伤则允许在向心恢复阶段用双手协助,每次离心动作维持2s,下蹲时腰背保持竖直,膝关节屈曲90°,确保髌腱承受最大的负荷,前八周不参与专项训练,后四周逐渐恢复专项训练。	强度:从自身体重开始逐渐增加。 频度与持续时间:2次/天,2次/周,持续至少12周。	运动中疼痛保持在VAS=4分或5分。	当运动时VAS低于3分时,增加5kg背包负重,当VAS大于5分时,适度减少负荷。
封旭华等 ^{[14]/2006}	缓慢单腿直立下蹲至90°,然后双手扶住栏杆,双侧同时负重,缓慢站起。每次训练60次,约15min。训练前后均非负重情况下都充分伸展膝关节15次。两组均未影响正常训练。	强度:从自身体重开始逐渐增加至背负15kg重物。 频度与持续时间:2次/天,持续12周。	在可接受的范围内。	逐渐增加。
Visnes et al ^{[15]/2006}	25°倾斜面上做离心下蹲训练,15次×3组。	强度:从自身体重开始逐渐增加。 频度与持续时间:2次/天,持续12周。	中等程度的疼痛。	当运动时VAS低于5分时,增加5kg额外负重。
Jonsson and Alfredson ^{[16]/2005}	25°倾斜面上做离心下蹲训练,15次×3组。	强度:从自身体重开始逐渐增加。 频度与持续时间:2次/天,持续12周。	在可接受的范围内。	当运动时无痛则增加负荷。
Young et al ^{[17]/2005}	斜面组:在25°斜面上进行单腿离心下蹲训练。 台阶组:在高10cm台阶上进行单腿离心下蹲训练。15次×3组。	强度:从自身体重开始逐渐增加。 频度与持续时间:2次/天,持续12周。	斜面组:运动至疼痛,台阶组:在无痛状态下运动。	斜面组:当疼痛缓解时增加5kg额外负重;台阶组:速度由慢到中速最后到快速,然后增加强度并将速度减慢。
Stasinopoulos and Stasinopoulos ^{[18]/2004}	单侧离心下蹲训练,15次×3组,组间休息2min。	强度:从自身体重开始逐渐增加。 频度与持续时间:3次/周,持续8周。	轻微疼痛可以接受。	当运动中无痛时,增加手持负重。
Cannell et al ^{[19]/2001}	离心下蹲训练,20次×3组。	强度:从自身体重开始逐渐增加,共4级强度的进展。 频度与持续时间:5次/周,持续12周。	少许疼痛。	当能够轻松完成本级别强度后进展到下一级别。

注:global evaluation score (GES)

这个界限仍不明确。临床医生或治疗师必须清醒意识到这一点,确保采取合适的运动方案而不产生有害应力。

4 结论

①离心训练对于髌腱末端病来说是一种有效的治疗措

施,但是否比其他形式的运动疗法(如向心训练、伸展训练)更有效,仍缺乏足够的证据支持。②离心训练可能比一些其他物理治疗更有效果,而且往往在避免肌腱承受大负荷的间歇期更有效。③具体的离心训练方案上,多数方案采用在25°斜面上进行缓慢的离心下蹲这种运动形式,运动中疼痛

应在可接受的范围内,从自身体重开始,出现疼痛减轻或无痛等适应训练表现时逐渐增加负荷,由于纳入文献在方法学上异质性较大,尚无其他明确的强度和时间可供推荐。

参考文献

- [1] Khan KM, Cook JL, Bonar F, et al. Histopathology of common tendinopathies: update and implications for clinical management[J]. Sports Medicine, 1999, 27(6): 393—408.
- [2] Maffulli N, Khan KM, Puddu G. Overuse tendon conditions: time to change a confusing terminology[J]. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, 1998, 14(8): 840—843.
- [3] Zwerver J, Bredeweg SW, van den Akker-Scheek I. Prevalence of jumper's knee among non-elite athletes from different sports: a cross-sectional survey[J]. British Journal Of Sports Medicine, 2011, 39(9): 1984—1988.
- [4] Andres BM, Murrell GA. Treatment of tendinopathy: what works, what does not, and what is on the horizon[J]. Clinical Orthopaedics and Related Research, 2008, 466(7): 1539—1554.
- [5] Taylor DW, Petrera M, Hendry M, et al. A systematic review of the use of platelet-rich plasma in sports medicine as a new treatment for tendon and ligament injuries[J]. Clinical Journal of Sport Medicine, 2011, 21(4): 344—352.
- [6] Alfredson H, Lorentzon R. Chronic achilles tendinosis: recommendations for treatment and prevention[J]. Sports Medicine, 2000, 29(2): 135—146.
- [7] Curwin S. Tendinitis: Its Etiology and Treatment [M]. 1984.
- [8] Fyfe I, Stanish WD. The use of eccentric training and stretching in the treatment and prevention of tendon injuries [J]. Clin Sports Med, 1992, 11(3): 601—624.
- [9] Stanish WD, Rubinovich RM, Curwin S. Eccentric exercise in chronic tendinitis[J]. Clinical Orthopaedics and Related Research, 1986, (208): 65—68.
- [10] Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials [J]. Journal of the American Physical Therapy Association, 2003, 83(8): 713—721.
- [11] Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy[J]. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2009, 19 (6): 790—802.
- [12] Frohm A, Saartok T, Halvorsen K, et al. Eccentric treatment for patellar tendinopathy: a prospective randomised short-term pilot study of two rehabilitation protocols[J]. British journal of sports medicine, 2007, 41(7): e7.
- [13] Bahr R, Fossan B, Løken S, et al. Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (Jumper's Knee). A randomized, controlled trial[J]. Journal of Bone and Joint Surgery American volume, 2006, 88(8): 1689—1698.
- [14] 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].中国临床康复杂志,2006,(16): 20—22.
- [15] Visnes H, Hoksrud A, Cook J, et al. No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season: a randomized clinical trial[J]. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2005, 15(4): 227—234.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] Stasinopoulos D, Stasinopoulos I. Comparison of effects of exercise programme, pulsed ultrasound and transverse friction in the treatment of chronic patellar tendinopathy[J]. Clinical Rehabilitation, 2004, 18(4): 347—352.
- [19] 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]. 2001, 35(1): 60—64.
- [20] Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes[J]. Br J Sports Med, 2007, 41(4): 217—223.
- [21] Silbernagel KG, Brorsson A, Lundberg M. The majority of patients with achilles tendinopathy recover fully when treated with exercise alone: a 5-year follow-up[J]. The American Journal Of Sports Medicine, 2011, 39(3): 607—613.
- [22] Rompe JD, Nafe B, Furia JP, et al. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial[J]. American Journal of Sports Medicine, 2007, 35(3): 374—383.
- [23] Baur H, Divert C, Hirschm Ller A, et al. Analysis of gait differences in healthy runners and runners with chronic Achilles tendon complaints [J]. Isokinetics and Exercise Science, 2004, No.2): 111—6.
- [24] Kjaer M, Magnusson P, Krogsgaard M, et al. Extracellular

- matrix adaptation of tendon and skeletal muscle to exercise [J]. Journal of Anatomy, 2006, 208(4): 445—450.
- [25] Knobloch K. Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis[J]. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2007, 17(3): 298—299.
- [26] Maffulli N, Ewen SW, Waterston SW, et al. Tenocytes from ruptured and tendinopathic achilles tendons produce greater quantities of type III collagen than tenocytes from normal achilles tendons[J]. AJSM, 2000, 28(4): 499—505.
- [27] Alfredson H, Lorentzon R. Intratendinous glutamate levels and eccentric training in chronic Achilles tendinosis: a prospective study using microdialysis technique[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2003, 11(3): 196—199.
- [28] Alfredson H. The chronic painful Achilles and patellar tendon: research on basic biology and treatment[J]. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2005, 15 (4): 252—259.
- [29] Gisslén K, Alfredson H. Neovascularisation and pain in jumper's knee: a prospective clinical and sonographic study in elite junior volleyball players[J]. British journal of sports medicine, 2005, 39(7): 423—428.
- [30] Pufe T, Petersen W, Kurz B, et al. Mechanical factors influence the expression of endostatin--an inhibitor of angiogenesis-- in tendons[J]. Journal of Orthopaedic Research, 2003, 21(4): 610—616.
- [31] Sanchis-Alfonso V, Roselló-Sastre E, Subías-Lopez A. Neuromanatomic basis for pain in patellar tendinosis (jumper's knee): a neuroimmunohistochemical study[J]. The American Journal of Knee Surgery, 2001, 14(3): 174—177.
- [32] Ohberg L, Alfredson H. Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic midportion Achilles tendinosis? [J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2004, 12(5): 465—470.
- [33] Shalabi A, Kristoffersen-Wiberg M, Aspelin P, et al. Immediate Achilles tendon response after strength training evaluated by MRI[J]. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2004, 36(11): 1841—1846.

(上接第49页)

- strength training on arterial blood pressure in patients with type 2 diabetes mellitus measured with ambulatory 24-hour blood pressure systems[J]. Wiener Medizinische Wochenschrift, 2008, 158(13—14):379—384.
- [8] Lamina S, Okoye CG, Hanif SM. Effects of interval exercise training programme on the indices of adiposity and biomarker of inflammation in hypertension: a randomised controlled trial[J]. The Nigerian Postgraduate Medical Journal, 2014, 21(2):136—143.
- [9] Tjønna AE, Lee SJ, Rognmo Ø, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study[J]. Circulation, 2008, 118(4):346—354.
- [10] Bond V, Mills RM, Caprarola M, et al. Aerobic exercise attenuates blood pressure reactivity to cold pressor test in normotensive, young adult African-American women[J]. Ethnicity & disease, 1999, 9(1):104—110.
- [11] 毕业,陈文鹤.太极拳运动对高血压患者血液流变性的影响[J].中国运动医学杂志,2005,24(5):606—607.
- [12] Cakir-Atabek H, Atsak P, Gunduz N, et al. Effects of resistance training intensity on deformability and aggregation of red blood cells[J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2009, 41(4): 251—261.

- [13] Adachi H, Sakurai S, Tanahata M, et al. Effect of long-term exercise training on blood viscosity during endurance exercise at an anaerobic threshold intensity[J]. Japanese Circulation Journal, 2000, 64(11):848—850.
- [14] Coppola L, Grassia A, Coppola A, et al. Effects of a moderate-intensity aerobic program on blood viscosity, platelet aggregation and fibrinolytic balance in young and middle-aged sedentary subjects[J]. Blood Coagul Fibrinolysis, 2004, 15(1):31—37.
- [15] 赵静,卢英民,陆懿,等.运动训练对轻中度高血压患者颈动脉内膜中层厚度的影响[J].心血管康复医学杂志,2014,23(03):247—249.
- [16] Guimarães GV, Ciolac EG, Carvalho VO, et al. Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension[J]. Hypertension Research, 2010, 33(6):627—632.
- [17] Wisloff U, Støylen A, Loennechen JP, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study[J]. Circulation, 2007, 115(24):3086—3094.
- [18] 汪流,林秀瑶,许云辉,等.不同强度的有氧运动对高血压病患者动态血压和生存质量的影响[J].中国康复医学杂志,2009,24 (11):1018—1020.