

髌韧带末端病运动疗法的研究进展*

赵田芋¹ 晋松^{2,3}

末端病即发生在肌腱附着于骨骼端的劳损性疾病,通常是微细结构的损伤,好发于四肢关节的主要发力肌腱的末端区域^[1],如肱二头肌腱、冈上肌腱、髌腱、髌尖、跟腱等。髌韧带末端病临床多表现为以疼痛为主的髌腱慢性创伤性病变^[2],如运动员训练后,普通人参加运动会后,旅游登山后出现髌韧带区域疼痛,如酸痛、压痛、膝部酸软、跑跳无力、发力疼痛,甚至可有轻微的肿胀。患有髌韧带末端病部分人群在运动过程中就会出现相应的表现,大多是在长时间专项训练后或者运动量的突然增加后出现这一疾病^[3]。由于髌韧带构成了伸膝装置,作为运动整体,只要伸膝装置的负荷增大,髌韧带就会随之发生损伤,包括股四头肌过度负荷,长期发力姿势错误,肌肉力量不平衡等^[4-5]。股四头肌过度负荷有长期反复跳跃动作的进行^[6],发力姿势错误有长期半蹲发力,旋转中发力等;肌肉力量不平衡又分为股四头肌与拮抗肌力量不平衡,股内侧肌与外侧肌力量不平衡等。由此可见,末端病对于人们生活存在不同程度的影响,其康复也具有一定的现实意义。

1 髌韧带末端病的运动疗法

运动疗法对于退行性关节疾病和损伤性疾病的康复就笔者所查阅的文献来看,已经具有肯定疗效。运动可以改善肌肉微环境,减轻水肿^[7],减少炎性细胞浸润,降低损伤区域的细胞应激反应;松解软组织的挛缩和黏连,增加肌力,纠正损伤骨骼肌排列,缓解肌肉疲劳,提高肌腱的生物力学性能;提高肌群的协调性与平衡性,增强关节的稳定性;运动训练还能够重建肌肉-肌腱复合体以及神经组织^[8]。末端病既可因退行性疾病产生,也可因损伤性疾病产生,据现有研究成果发现运动疗法在末端病康复中是切实有效的^[9-10],目前髌韧带末端病的运动疗法有各种新型的现代运动疗法和各种传统中医运动疗法,对于髌韧带末端病的治疗及预防来说,运动疗法既不产生创口,又不影响日常生活,身体情况允许即可进行,是一种积极且方便的康复方式。

1.1 现代运动疗法

目前已被证明有助于缓解髌韧带末端病疼痛的现代运动疗法包括常用的离心运动、牵伸训练、循环运动、等长收缩运动以及相对少用的超等长收缩运动、本体感觉训练、选择性肌力训练等。其中在文献中出现频次最多,也是最常应用,有效性极高的一项运动疗法是离心运动;出现频次较少但具有极大可操作性的一项运动疗法是超等长收缩运动;作为辅助运动项目出现,但对于效果有较大影响,不可或缺的一项运动项目为牵伸运动。总体而言,髌韧带末端病的现代运动康复是多种运动训练方法的集合,但具体各项运动的组合配比还需要进一步分析研究。

1.1.1 离心运动:肌肉是人体接受冲击的适当缓冲条件^[11],足够的力量及正确控制的收缩方式有助于其发挥充分作用,减少髌韧带损伤的机会,对于肌肉力量训练方法有许多,等张训练和等长训练分别在康复的不同阶段应用,其中离心运动是目前运用于髌韧带末端病的最主要运动疗法之一^[12]。有研究提出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,减少肌腱的过度受力^[13];肌腱结构得以增强^[14]。运动对于中枢神经系统具有反馈作用,故而离心运动能通过促进抑制疼痛的物质等的释放,如P物质、谷氨酸、降钙素基因相关肽等^[15],来减轻患者的疼痛。

通常在进行离心训练的前期我们需要先进行短期的等长训练^[16],在相关肌肉的弹性得到一定调整的情况下再进行离心训练。具体离心运动所采用的方法为小强度到大强度缓慢增加的有控制的离心运动,主要是股四头肌的离心运动,如25°斜板下蹲^[17]。此外考虑到髌韧带末端病病因包含肌肉力量不平衡,所以腘绳肌的离心运动,如俯卧位的缓慢伸膝等也可以作为髌韧带末端病离心运动的重要内容。遵循由易到难逐步进阶的康复原则,训练一定时间后,除静态的离心训练外也可加入动态离心训练,如步行练习、蹬自行车,另外偏心负荷也是后期训练的重要内容^[18]。虽然离心运动被广泛运用于髌韧带末端病的康复中,但是它的具体作用机制仍然存在争议,在正确避免疼痛及患者依从性方面相对于其他运动更差,由于这一因素影响,临床疗效也出现了差

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.02.024

*基金项目:成都中医药大学资助项目(ZRYY1703)

1 成都中医药大学养生康复学院,四川成都市金牛区,610072; 2 成都中医药大学附属医院; 3 通讯作者

第一作者简介:赵田芋,女,硕士研究生; 收稿日期:2019-03-15

异和矛盾^[19]。所以在应用离心训练治疗髌韧带末端病时应仔细分析情况,合理设计方案。

1.1.2 牵伸运动:髌韧带末端病中,由于肌腱长时间的负重及重复性伸缩产生了肌腱韧带的紧张反应,合理的牵伸运动对于紧张的肌肉韧带等软组织能起到很好的放松作用,将痉挛状态的髌腱伸展,使作用于膝关节力更加均匀,避免过度集中于髌腱处^[20]。另外,由于牵伸运动对于不平衡的肌肉也具有一定的调理作用,所以将其应用在内外侧肌肉不平衡,主动肌与拮抗肌不平衡的髌韧带末端病中是具有积极的康复意义的。需要注意的一点是应用于髌韧带末端病的牵伸训练目前是有PNF牵伸和静态牵拉两种类型的,这两类牵伸训练在改善股四头肌力量和柔韧性方面均有作用,也均能改善临床症状,其中PNF牵伸在效果上优于静态牵伸^[21]。

牵伸运动主要是进行膝关节四周肌肉韧带的牵拉,以前侧伸膝装置为主,如股四头肌的PNF牵伸:仰卧位,主动收缩股四头肌,抵抗施术者的外力,保持10s左右,然后放松,同时向相反方向牵拉,将股四头肌伸展到最大长度后保持40s;股四头肌的静态牵伸:患者大腿放松,牵拉股四头肌至最大角度,保持60s。腘绳肌、小腿三头肌的牵拉也与股四头肌类似。髌韧带的牵伸除了在股四头肌牵伸的同时进行外,还能通过被动推动髌骨进行,对髌韧带进行各个方向的牵伸。除此以外,髌胫束的牵伸也是牵伸运动中的一个重要项目,髌胫束力量过分强于内侧肌肉甚至紧张挛缩,导致膝关节周围力量不平衡,从而使伸膝装置负荷过大。另一个需要注意的内容是牵伸的模式,连续性牵伸 vs. 间歇性牵伸是考察静态拉伸对肌肉性能急性影响时的一个重要变量,有研究证明由于肌肉的粘弹性变化取决于拉伸的总时间,且间歇性的牵伸对于肌肉应对急性状态变化具有更好的效果^[22],适合于髌韧带末端病的损伤康复。

1.1.3 循环运动:循环训练不是单一的运动形式,而是既有跑步,又有跳跃,将跑跳结合起来为末端区提供了预热^[23],即循环运动其实是对末端区的一个激活训练,促进其血液循环,有助于恢复。有研究人员对垂耳兔进行循环训练后发现循环训练能降低末端区受损程度,增强其抗损伤能力,预防末端病的发生^[24]。循环运动还有利于提高有氧代谢和肌肉耐力的能力;有助于延缓疲劳的产生;此外热身是运动疗法中的一个重要内容,循环训练也正好能够满足这一要求。

髌韧带末端病的循环训练也是以膝关节及其周围肌肉的训练为主,包括跳跃训练、跑步训练以及中间休息等,不同的训练内容作用于不同的肌肉区域,使末端区肌肉被充分激活,并锻炼了其活动度、弹性以及力量,一般采用少量多组的训练方法,强度不宜过大,避免产生疲劳及过度训练后的肌纤维损伤。这里还需要引入一项不同于平常陆地循环训练的方法:水中循环训练,在34—35℃左右的康复水池中锻炼,

可引起肌肉松弛,提高痛阈,对跌倒和受伤给予更大的保护^[25],由于髌韧带末端病不是外伤,不存在感染影响,所以我们可以利用水的浮力及粘滞性特点进行康复,如水中交叉步、水中慢跑等,另外由于水导热性更好,人在水中散热更快,所以进行循环训练时对于身体代谢系统运行需求更高,有助于损伤部位炎性物质,代谢废物的消除。

1.1.4 超等长运动:超等长训练是指先进行离心收缩,再进行向心收缩,使得肌肉在不断的伸长与收缩的过程当中,形成机械的肌肉弹力,从而不断的增加肌肉在受到牵引之后产生的有利条件反射^[26]。超等长运动分为三个阶段:第一阶段肌肉快速拉长称为离心期,第二阶段为短暂的停顿期,第三阶段为肌肉快速向心运动称为向心期,从这三个阶段而言,超等长运动本身是一种激烈的运动,对于爆发力训练和力量训练较为适合^[27-28],但相关研究也显示超等长训练对增加肌肉-肌腱复合体的性能具有较大的积极意义^[29],还有研究显示超等长运动对改善肌肉力量平衡和协调性起到了作用^[30],低强度的超等长运动是可以用于韧带损伤康复和预防的^[31]。负重超等长训练对膝关节肌肉力量的需求程度较小^[32-33],无负重超等长训练优先发展膝关节肌肉快速力量,能够看出,在无负荷的情况下,超等长训练其实对于膝关节力量需求较小,适合髌韧带末端病中膝关节力量不足的状态,其主要方法是跳跃训练,包括跳深、跳箱等,可控条件则是重复的次数,跳跃的高度,落地的姿势等,结合适量组间休息有助于疲劳的恢复。

末端病高发人群是运动员,对于此类人群来说,超等长训练不仅可以用于末端病康复还能用于末端病预防,值得进一步探索其具体操作方法和原理。依据末端病的发病原因而言,下肢肌群力量不平衡,韧带弹性降低是主要因素,故而髌韧带末端病的超等长训练取股四头肌和腘绳肌为主,分别以这两个肌群作为原动肌和拮抗肌,进行屈伸训练。期间需要保证膝关节的稳定性,不产生多余动作,遵循循序渐进原则从不负重到逐渐增加负重训练,以及尽量减少第二阶段的时长,集中训练离心和向心过程。

1.1.5 其他现代运动:其他运动包括等长收缩运动、本体感觉训练、选择性训练股内侧肌、动静态肌力训练等,这些运动是对下肢的整体训练,包括肌力控制以及对髌骨运动轨迹的干预,从而来治疗髌韧带末端病。

1.2 传统运动疗法

依据《素问·痰论》“宗筋主束骨而利机关也”我们可以知道筋多附于骨和关节处,具有约束骨骼的功能,主司关节运动,中医所说的筋普遍观点认为应包括现代解剖学的骨骼肌、肌腱及韧带^[34]。髌韧带是全身“筋”之一,是人体运动系统的组成部分,髌韧带末端病也属于筋伤的一种类型,暴力、过劳、错误活动、风寒湿邪侵袭等都可引起筋伤,其常用中医

治疗方法包括针刺、按摩、导引、热敷等,其中导引便是我们现代所说的运动疗法。单纯髌韧带末端病使用传统运动疗法进行康复的相对偏少,但当其合并各类退行性病变、损伤性疾病中时,使用传统运动疗法进行康复则更多一些,且取得了肯定疗效,另外,传统运动疗法并不等同于离心运动或等长收缩运动这类的单一运动模式,而是多种训练模式的集合。目前主要的可以运用于髌韧带末端病康复的传统运动疗法包括八段锦、五禽戏、易筋经、太极等一系列传统功法。

1.2.1 八段锦应用于髌韧带末端病康复:八段锦讲求天人合一的思想,其运动理念为体医结合^[35]。八段锦总共分为八式:双手托天理三焦式、左右开弓似射雕式、调理脾胃须单举式、五劳七伤往后瞧式、摇头摆尾去心火式、两手攀足固肾腰式、攒拳怒目增气力式、背后七颠百病消式,总体动作缓慢舒展,属于小强度的健身运动,在放松的状态下即可达到锻炼效果,不会给已经出现损伤的髌韧带带来更多负担,现代医学已经证实八段锦能够改善关节处血液循环,舒张紧张的肌肉血管。有实验证实八段锦在改善股四头肌力量及肌肉功能的方面有优势^[36-37],还有研究显示八段锦对改善下肢柔韧性和本体感觉有较好作用^[38]。八段锦中放松状态的站姿及下蹲姿势如“左右开弓似射雕”对于股四头肌的静态力量稳定性有明显的锻炼作用,同时,由于八段锦进行过程中机体是处于一种舒展放松的状态,这对膝关节的压力相对于正常发力蹲姿更小。从中医理论上讲,肝主筋,髌韧带损伤与肝气亏虚无法濡养筋脉有一定联系,而肝气亏虚从中医方面讲与脾肾亏虚又有因果,故而八段锦中调理脾胃,三焦的动作如“双手托天理三焦”“调理脾胃须单举”等也是有利于髌韧带末端病的恢复的。

总的来说,八段锦的练习可以疏通经络、调理内脏及身体气机,促进腿部血液循环,有助于肌肉筋膜的供应,损伤的髌韧带从而得以加速恢复。

1.2.2 太极拳应用于髌韧带末端病康复:太极拳分类众多,现用于康复训练的多为陈氏太极第一路:运动状态柔和平滑,缓慢沉稳,动作多为静力性的下蹲姿势,能够增加股四头肌及小腿三头肌的稳定性及力量^[39]。练习太极拳时,膝关节屈曲角度小,基本在140°以上,肌肉负荷较小,属于中小负荷。有研究显示太极拳对于膝关节屈伸肌耐力具有明显的提高^[40],对于膝关节力矩以及本体感觉方面也有一定的调整作用^[41-43],正确的太极拳动作时,膝关节周围肌肉韧带均匀发力,下肢肌肉强度增加^[44],考虑太极拳运动的多变化,其对于肌肉平衡的训练和本体功能方面均有作用^[45],关节的灵活性也能得到训练。

综合以上我们能知道太极拳其实是通过增加下肢极力,调整力矩来帮助髌韧带末端病的康复,但是在训练中必须高度重视动作的准确性及正确性。有研究显示,错误的太极拳

动作反而使肌肉受的外展力矩更大,为了维持膝关节的稳定,肌肉的张力也相对增加^[46],加重了髌韧带末端病时肌群不平衡的情况,也加重了肌肉韧带的疲劳情况,所以在进行太极运动康复髌韧带末端病时需要准确控制膝关节下蹲的角度,踝关节外展的角度,从而达到需要的康复效果。

1.2.3 五禽戏应用于髌韧带末端病康复:五禽戏分为虎戏、鹿戏、熊戏、猿戏、鸟戏等五种术式,其中包含大量膝关节屈伸、旋转、重心转移等动作,但总体而言都是柔和,轻缓贴近日常生活的动态行为。五禽戏练习能够有效提高股四头肌和腘绳肌的肌力及肌耐力,对于膝关节屈伸肌群都有很好的平衡促进作用^[47]。有研究显示,五禽戏中猿提、鸟伸、鸟飞等动作能对腓肠肌、股四头肌起到很好的锻炼作用,提高老年人的下肢肌力和平衡能力^[47],这有助于减轻髌韧带末端病中肌肉力量不足,肌肉力量不平衡的状态。此外,“鹿戏”中下肢动作以进退两种步法为主,长期练习可以增加下肢力量及膝关节踝关节的灵活性^[48]。从中医整体观的角度,人体各方面都是相互联系的,五禽戏动作对于人体气机,生理功能,核心力量,下肢控制具有积极的调整作用,故而长期坚持五禽戏练习有助于髌韧带末端病的康复。

1.2.4 易筋经应用于髌韧带末端病康复:易筋经功法舒展牵引,可以改善患者筋膜、肌腱、肌肉、韧带、关节囊部位的柔韧性,促进全身各组织的血液循环^[49],使各关节协调运动,对于下肢力量有较好的改善^[50]。易筋经功法各势强度,位置均可以由操作者本人控制,具有明显的个体优势。通过对身体各关节肌肉的牵拉拔伸,易筋经能够调理髌韧带末端病中紧张不平衡的肌肉;通过对于筋膜的舒缓,对内脏的按摩,易筋经能够使气血运行通畅,筋脉得以营养。从前文我们知道髌韧带末端病与肝肾脾胃都具有密切的联系,易筋经中“三盘落地式”“饿虎扑食式”等对于肝肾腰具有调理作用,强化肾阳及丹田之气,调畅任督二脉,使肝血可布散全身,使肝所主的经筋得到充分的濡养,使“筋挛者易之以舒,筋弱者易之以强,筋弛者易之以和,筋缩者易之以长,筋靡者易之以壮”^[51]。综上,易筋经主要是通过对气血内脏筋膜的调理来达到对膝关节末端病的康复作用,更适合由营养问题、肝肾亏虚、筋膜拘挛等问题所致的髌韧带末端病。

2 运动疗法负荷及注意事项

髌韧带末端病中末端区由于已经发生了慢性劳损,其相较于健康组织对于运动的适应能力以及恢复能力都较低,所以运动中还是采取中低强度为主,恢复至一定阶段后再对强度进行调整。末端区各部分对不同强度的负荷的反应程度也是不同的。强度较低时,末端区仅出现适应性改变,即使出现一过性损伤,也可以自行修复;当强度过高时,末端区将出现损伤性改变,如果继续而不予缓冲,则损伤将进一步

加重,并且难以自行修复^[23]。从黄昌林等^[52]的实验我们可以看出髌韧带末端区其实也是有一个薄弱时间,即我们开始运动疗法的第4周左右,对此,我们在对髌韧带末端病进行运动疗法康复时应当掌握好时机,给予足够且合理的缓冲时间。

在进行传统运动疗法康复时,应掌握正确的姿势,正确的呼吸状态,以免导致二次损伤。传统运动疗法均属于中小强度的运动疗法,对于损伤的髌韧带负荷小,其训练原则是练功后感到精神愉快,心情舒畅,肌肉略感酸胀,但不感到太疲劳,不妨碍正常的工作和生活。总体上也应遵循适当缓冲这一要求,并且掌控好薄弱时间。

3 髌韧带末端病运动疗法面临的主要问题

目前大众人群对于髌韧带末端病还没有系统的认识,在全民体育的现代社会,基础运动损伤知识普及和相关预防方法宣教还存在较大局限性。普通运动人群或者损伤人群仍旧持“伤筋动骨一百天”,即关节韧带损伤后不能运动,害怕再次损伤这一观点,对于正确且适当的运动能够促进康复这一在医学领域较为熟知的观点持怀疑态度。针对这一现状,我们仍需要加大知识普及力度,宣传运动康复的必要性和重要性。运动疗法不是随便运动,错误的运动或者运动动作不标准反而会导致损伤加重,所以准确的指导监测十分必要。运动疗法康复的过程中人体也会出现一些适应性反应,这不是由于错误训练导致的,所以需要康复者进行准确合理的解释,避免误会。此外,相关康复人才还比较稀缺,无法满足现有市场需要。人们还分不清健身教练和运动疗法指导康复师的差别,对于运动疗法也就相应的持有怀疑态度。针对这一问题,我们还需完善相关知识的普及系统。

4 展望

髌韧带末端病运动疗法选取膝关节肌肉为主,下肢训练为重点,采取不同运动方式,结合不同训练强度以恢复膝关节力量的平衡,缓解肌肉异常的紧张,增加肌肉力量,减轻髌韧带的过度负荷,纠正错误发力,纠正异常运动模式,从而使髌韧带损伤恢复正常。“治未病”是医学的重要内容,效果也明显好于“治已病”,长期进行运动训练不仅能够对髌韧带末端病达到康复目的,还能够预防其发生,保养全身,值得大家坚持推广。

在我国,康复医学仍然处于发展阶段,运动促进康复就更不为大众熟知。作为康复工作者,促进运动康复这一简便易行的康复方法发挥其应有作用还需要我们共同努力。首先是划分能够进行运动康复的人群标准;其次是针对性的康复训练方法,如能适用于髌韧带末端病的康复方法等;最后是系统的康复评估方法,例如髌韧带末端病可通过VAS评分,肌力检查等来评估恢复效果。另外,传统疗法与现代疗

法结合起来进行运动康复也是目前运动康复的一个重要方面,需要我们深入研究,找出正确合理的结合方法应用方法。总之,运动康复在各类疾病中能充分发挥作用还任重道远,亟待进一步完善应用。

参考文献

- [1] 方小芳,史清钊,周军.末端病发病机制的国内外研究现状[J].中国康复医学杂志,2009,24(11):1055—1058.
- [2] 丁坤.击剑运动员髌腱末端损伤调查分析[J].青少年体育,2018,(9):24—25+59.
- [3] 余兵.电针配合静蹲练习治疗髌尖末端病32例[J].中国针灸,2015,35(1):16.
- [4] 王敬强,秦彦.综合疗法治疗运动员髌腱末端病的临床观察[J].中国卫生标准管理,2017,8(10):69—71.
- [5] 苗润青,晋松.传统疗法结合力量训练治疗膝关节退行性变疗效观察[J].四川中医,2012,30(12):101—102.
- [6] 赵忠民.三联疗法治疗髌腱末端病12例临床报告[J].中国中医骨伤科杂志,2009,17(04):51—52.
- [7] Gramatikova, Mariya.Kinesio- Taping effect on edema of knee joint (Preliminary communication)[J]. Research in Kinesiology. 2015,43(2):220—223.
- [8] Peterson M, Butler S, Eriksson M, et al. A randomized controlled trial of exercise versus wait-list in chronic tennis el-bow (lateral epicondylitis)[J]. Upsala Journal of Medical Sciences, 2011, 116(4): 269—279.
- [9] Smith BE, Hendrick P, Bateman M, et al. Study protocol: a mixed methods feasibility study for a loaded self-managed exercise programme for patellofemoral pain[J].Pilot and Feasibility Studies,2018,4:24.
- [10] 黄梅,高淑清.温针灸结合离心训练治疗髌腱末端病的疗效观察[J].湖北中医杂志,2018,40(4):44—46.
- [11] Robert Michnik, Jacek Jurkojć, Piotr Wodarski, et al. Similarities and differences of body control during professional, externally forced fall to the side performed by men aged 24 and 65 years[J]. Science of Martial Arts, 2015, (10):233—243.
- [12] 史姗姗,庞伟.离心运动训练在康复治疗中的应用进展[J].中国康复理论与实践,2018,24(2):173—178.
- [13] 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.
- [14] Dimitrios S. Exercise for tendinopathy[J]. World J Methodol,2015,5(2):51—54.
- [15] 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.
- [16] Camelia, Burcea Claudia, Armean Petru. Rehabilitation of knee mobility using hydrokinesitherapy in patients with gon-

- arthrosis[J]. Sports Medicine Journal, 2015, x(3):2406—2410.
- [17] 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.
- [18] Barker-Davies RM, Roberts A, Watson J, et al. Kinematic and kinetic differences between military patients with patellar tendinopathy and asymptomatic controls during single leg squats[J]. Clinical Biomechanics, 2019, 62:127—135.
- [19] 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.
- [20] 石洋, 罗海军. 针灸推拿结合PNF牵伸术治疗髌骨髌腱末端病的疗效分析[J]. 中国民间疗法, 2016, 24(4):41—42.
- [21] 邓登介. PNF拉伸训练与静态牵拉股四头肌治疗髌腱末端病的疗效对比观察[D]. 成都体育学院, 2018.
- [22] Bogdanis GC, Donti O, Tsolakis C, et al. Intermittent but not continuous static stretching improves subsequent vertical jump performance in flexibility-trained athletes[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2019, 33(1): 203—210.
- [23] 晋松, 冯媛, 胡幼平. 末端病非手术治疗的中西医研究概况[J]. 四川中医, 2006(12):39—41.
- [24] 黄昌林, 张建党, 薛刚. 训练模式对跟腱组织结构的影响及其意义[J]. 人民军医, 2004(9):499—501.
- [25] Łyp M, Kaczor R, Cabak A, et al. A water rehabilitation program in patients with hip osteoarthritis before and after total hip replacement[J]. Medical Science Monitor, 2016, 22: 2635—2642.
- [26] 丁娜. 浅析超等长训练的生理机制[J]. 才智, 2017, (15):261.
- [27] Stojiljkovi, Dejan, Danica Piršl. Influence of plyometric training on explosive strength[J]. Acta Kinesiologica, 2016, 10 (2):65—68.
- [28] Ozbar, Nurper. Effects of plyometric training on explosive strength, speed and kicking speed in female soccer players [J]. Anthropologist, 2015, 19(2): 333—339.
- [29] Kurt, C Kornelsen. Influence of traditional and cluster set plyometric warm-ups on reactive strength index and leg stiffness in male rugby players[J]. Isokinetics and Exercise Science, 2018, 26(3):237—244.
- [30] Chelly MS, Hermassi S, Aouadi R, et al. Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2018, 28(5):1401—1410.
- [31] Wang YC, Zhang N. Effects of plyometric training on soccer players[J]. Experimental and Therapeutic Medicine, 2016, 12: 550—554.
- [32] 姜宏斌. 超等长训练负荷监控与实践效果评价的研究述评[J]. 武汉体育学院学报, 2013, 47(3):75—82.
- [33] 井兰香, 刘宇. 篮球运动员8周负重超等长训练后下肢及髌、膝、踝关节动力学和刚度变化[J]. 中国运动医学杂志, 2010, 29 (4):417—420, 429.
- [34] 陈朝晖. 《黄帝内经》关于筋的理论及研究[D]. 中国中医科学院, 2009.
- [35] 杨耀华. 健身气功八段锦对中老年人膝关节骨性关节炎的影响[J]. 武术研究, 2018, 3(9):110—112.
- [36] 孙立杰. 八段锦特色护理训练对膝关节骨性关节炎股四头肌等速肌力影响的研究[D]. 长春中医药大学, 2017.
- [37] An B, Dai K, Zhu Z, et al. Baduanjin alleviates the symptoms of knee osteoarthritis[J]. Journal of Alternative and Complementary Medicine, 2008, 14 (2): 167—174 .
- [38] Li M, Fang Q, Li J, et al. The effect of Chinese traditional exercise-baduanjin on physical and psychological well-being of college students: a randomized controlled trial[J]. PLoS One, 2015, 10(7):e0130544.
- [39] 朱亚琼, 彭楠, 周明. 太极拳对老年人下肢肌力及功能的影响[J]. 中国中西医结合杂志, 2016, 36(1):49—53.
- [40] 夏永涛. 太极拳对大学生膝关节屈伸肌群肌力影响的实验研究[D]. 福建师范大学, 2013.
- [41] 黄灵燕. 太极拳干预对老年膝骨关节炎患者临床康复效果及步态生物力学的影响[D]. 上海体育学院, 2015.
- [42] Cavegn EI, Riskowski JL. The effects of Tai Chi on peripheral somatosensation, balance, and fitness in hispanic older adults with type 2 diabetes: a pilot and feasibility study [J]. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: eCAM, 2015: 767213 .
- [43] Xu D, Hong Y, Li J, et al. Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people[J]. British Journal of Sports Medicine, 2004, 38 (1): 50—54.
- [44] Wang C, Schmid CH, Roncs R, et al. A randomized trial of Tai Chi for fibromyalgia[J]. The New England Journal of Medicine, 2010, 363 (8): 743—754 .
- [45] 蓝秀芦. 太极拳运动对大学生静态平衡、下肢本体功能和柔韧性影响的随机对照研究[D]. 福建中医药大学, 2015.
- [46] 陶萍, 刘云发. 太极拳“野马分鬃”正误动作的膝关节动力学特征[J]. 上海体育学院学报, 2016, 40(06):84—90.
- [47] 涂平, 廖远朋. 五禽戏和站桩练习对女性KOA患者伸、屈膝力量及WOMAC评分的影响[J]. 成都体育学院学报, 2014, 40 (06):68—71, 84.
- [48] 谢萌. 健身气功·五禽戏平衡动作对下肢稳定性的运动解剖学与肌电分析[D]. 上海体育学院, 2011.
- [49] 何宜忠, 肖嵘. 健身气功·五禽戏之鹿戏健身养生作用[J]. 医学信息(中旬刊), 2010, 5(4):948—950.
- [50] 梅凯. 易筋经锻炼改善退行性膝关节炎肝肾亏虚证的机理研究[D]. 湖南中医药大学, 2015.
- [51] 胡立. 健身气功·易筋经改善老年妇女平衡能力的研究[D]. 北京体育大学, 2017.
- [52] 黄昌林, 张建党, 薛刚. 训练模式对跟腱组织结构的影响及其意义[J]. 人民军医, 2004, (9):499—501.