

24式太极拳足踝关节主要运动方式分析

李东岳^{1,3}, 刘学谦¹, 王岩^{2,3}, 倪明³, 张明^{2,3}

(1. 广州大学体育学院, 广州 510006; 2. 香港理工大学深圳研究院, 广东深圳 518057;
3. 香港理工大学生物医学工程系, 香港 999077)

摘要:运用文献资料法、录像观察法和访谈法,根据解剖学知识,按24式太极拳套路顺序和步型转换统计足踝运动方式并进行分析,研究表明:24式太极拳中八种足踝关节运动方式都存在,其中以背伸和跖屈为主,分别占48.03%和34.50%,练习24式太极拳可改善足踝的跖屈和背伸肌肌力;但24式太极拳中足踝关节的内翻运动方式较少,各占0.87%,可以和其他足踝运动方式编排所需组合;跖屈、背伸、内旋、外旋主要集中在丁字步和弓步转换上;提膝和仆步转换中包含六种足踝关节运动方式,其中内收和内翻为该步型转换独有。

关键词:24式太极拳;足踝关节;运动方式;步型转换

中图分类号:G804;G852.11 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-3596(2018)04-0064-07

足踝关节有八种运动方式:跖屈、背伸、内翻、外翻、内旋、外旋、外展、内收,这些运动方式牵连着28块骨骼及100多条韧带^[1]协调运作配合着小腿肌肉做着不同的功,以维持人的行为需求。踝关节位于身体底部,支撑着我们的身体重量,发挥着缓冲来自身体的力量的作用,同时也发挥着调整足踝方向、准确应对来自足底的力量作用。太极拳运动有上亿人参与,但相关文献对于足踝关节的研究甚少。有文献资料显示:太极拳运动能够强化第1跖骨头和第1脚趾部位的皮肤触觉^[2],改善踝关节和足部的屈/伸肌肌力,增强小腿肌肉力量,提高平衡控制能力^[3-7]。足踝关节骨折或扭伤患者可以配合太极拳练习进行更好的治疗或康复^[8-10]。运动医学研究者认为,适度的关节负荷可以保持关节软骨的

完整性,可以预防关节疾病的软骨破坏^[11]。生物力学研究认为,动态张力施加于软骨细胞时,会促进细胞增殖,通过体内实验还可以清楚地发现,软骨细胞对其周围的许多生物物理信号会产生反应^[12]。以上研究成果提到的机械负荷和动态张力与太极拳的下肢运动特征对关节和骨骼的力极为相似,所以有学者研究认为,太极步态(足踝运动方式起关键作用)的不同运动方式,对膝关节的不同位置挤压负荷相对均匀^[13];踝关节运动也对风湿性关节炎有一定的好处^[14]。根据以上太极拳运动效果,以及骨骼被加压或刺激后的力学特征,可以利用太极拳的这种缓慢加压放松的交替运动方式,进行足踝关节和肌肉的练习,让足踝肌腱通过拉伸保持一定的柔软度和刚度,发挥足踝损伤预防和康复、减少关节疼痛

收稿日期:2018-01-16

基金项目:国家自然科学基金重点项目(11732015);2015年广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目——武术系列课程教学团队;广州大学2017年高水平大学建设经费(体育学院综合预算)对外交流与合作项目之中青年教师海外培养经费资助

作者简介:李东岳(1977—),男,山东滕州人,副教授,硕士,研究方向为运动损伤。

通讯作者:张明(1961—),男,山东威海人,教授,博士,博士生导师,研究方向为生物力学。

文本信息:李东岳,刘学谦,王岩,等.24式太极拳足踝关节主要运动方式分析[J].河北体育学院学报,2018,32(4):64-70.

的作用^[15-16]。以上这些分析都基于准确认识足踝在太极拳运动中究竟出现了哪些运动方式,了解这些运动方式,对以后科学研究太极拳的足踝运动规律、运动效果等也具有重要的参考价值。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以24式太极拳足踝关节主要运动方式为研究对象。

1.2 研究方法

1.2.1 录像观察法

观察对象为早期三位武英级运动员、世界武术锦标赛太极拳冠军(邱慧芳、陈思坦、高佳敏)演练的24式太极拳的视频录像(百度视频搜索和YouTube视频观看数量排前)。

1.2.2 专家访谈法

对有疑问的动作,访谈十所高校从事太极拳教学的专业教师,获取统一的标准动作。但由于足踝运动是太极动作中关注比较少的关节运动,在规则上基本不属于扣分系列(有些规则对脚的外摆超过45°做扣分处理),且动作规格没有进一步统一,所以统计结果不是绝对的。

1.2.3 文献资料法

在中国知网,分别以“24式太极拳”“24式太极拳足踝”和“足踝运动特征”为关键词进行检索;同时,利用Web of Science引文数据库,以“Tai ji quan”或“Tai chi”或“Taiji chuan”为一级搜索,“ankle joint”或“movement characteristics”为二级搜索,进行检索,没有发现关于24式太极拳足踝运动特征的文章。

2 按套路顺序对足踝关节运动方式的统计分析

2.1 足踝关节运动方式的梳理

(一) 起式—第二个左野马分鬃

并步到下蹲:左足跖屈—左右脚背伸

开立步到(A)右丁字步到左弓步:左踝跖屈—背伸—跖屈,右踝背伸—内旋,两脚外侧用力撑。

(B)左弓步到左丁字步:右踝背伸,左踝背伸—外旋,右踝跖屈。

(C)左丁字步到右弓步:右踝跖屈—背伸—跖屈,左踝背伸—内旋,两脚外侧用力撑。

(D)右弓步到右丁字步:左踝背伸,右踝背伸—外旋,左踝跖屈。

(E)右丁字步到左弓步:左踝跖屈—背伸—跖屈,右踝背伸—内旋,两脚外侧用力撑(同A)。

(二) 第二个左野马分鬃结束—白鹤亮翅

左弓步到跟步到虚步:左踝背伸,右踝跖屈—背伸,右踝背伸,左踝跖屈。

(三) 白鹤亮翅结束—第二个左搂膝拗步

虚步到(A)右丁字步到左弓步:左踝跖屈—背伸—跖屈,右踝背伸—内旋,两脚外侧用力撑。

(B)左弓步到左丁字步:右踝背伸,左踝背伸—外旋,右踝跖屈。

(C)左丁字步到右弓步:右踝跖屈—背伸—跖屈,左踝背伸—内旋,两脚外侧用力撑。

(D)右弓步到右丁字步:左踝背伸,右踝背伸—外旋,左踝跖屈。

(E)右丁字步到左弓步:左踝跖屈—背伸—跖屈,右踝背伸—内旋,两脚外侧用力撑(同A)。

(四) 第二个左搂膝拗步结束—手挥琵琶

左弓步到跟步到虚步:左踝背伸,右踝跖屈—背伸,右踝背伸,左踝跖屈—背伸。

(五) 手挥琵琶结束—第四个倒卷肱

虚步到(A)左退步到虚步:左踝跖屈—背伸,右踝跖屈。

(B)右退步到虚步:右踝跖屈—背伸,左踝跖屈。

(C)左退步到虚步:左踝跖屈—背伸,右踝跖屈(同A)。

(D)右退步到虚步:右踝跖屈—背伸,左踝跖屈(同B)。

(六) 第四个倒卷肱结束—左揽雀尾

虚步到右丁字步到左弓步(弓步↔虚步):左踝跖屈—背伸,右踝背伸,左踝跖屈,右踝背伸,左踝背伸,右踝背伸,左踝跖屈,右踝背伸,左踝背伸,右踝背伸。两脚外侧用力撑。

(七) 左揽雀尾结束—右揽雀尾

左弓步到虚步到左丁字步到右弓步(弓步↔虚步):右踝背伸,左踝跖屈—背伸—内旋(超过90°),右踝背伸—跖屈,右踝跖屈—背伸,左踝背伸,右踝跖屈,左踝背伸,右踝背伸,左踝背伸,右踝跖屈,左踝背伸,右踝背伸,左踝背伸。两脚外侧用力撑。

(八) 右揽雀尾结束—单鞭

右弓步到右丁字步到左弓步：左踝背伸，右踝跖屈—背伸—内旋（超过90°），右踝背伸，左踝外旋—跖屈，跖屈—背伸，右踝背伸。两脚外侧用力撑。

(九) 单鞭结束—云手（第一个收脚）

左弓步到开立步：右踝背伸，左踝背伸，左踝内旋，右踝跖屈—背伸。

(十) 云手（第一个收脚）结束—云手（第二个收脚）

开立步到左外侧独立步到右外侧独立步到开立步：右踝背伸，左踝跖屈—外翻—外展—背伸，右踝跖屈—背伸。

(十一) 云手（第二个收脚）结束—云手（第三个收脚）

开立步到左外侧独立步到右外侧独立步到开立步：右踝背伸，左踝跖屈—外翻—外展—背伸，右踝跖屈—背伸（同十）。

(十二) 云手（第三个收脚）结束—单鞭

右丁字步到左弓步：右踝背伸，左踝跖屈—背伸，右踝背伸。

(十三) 单鞭结束—高探马

左弓步到跟步到虚步：左踝背伸，右踝跖屈—背伸，右踝背伸，左踝跖屈。

(十四) 高探马结束—右蹬脚

虚步到右蹬脚独立：左踝外旋—背伸，右踝跖屈—跖屈，右踝背伸。

(十五) 右蹬脚结束—双峰贯耳

右蹬脚独立到右弓步：右踝跖屈—背伸—跖屈—背伸，左踝背伸。

(十六) 双峰贯耳结束—左蹬脚

右弓步到左蹬脚独立：左踝背伸，右踝内旋—背伸，左踝跖屈—背伸。

(十七) 左蹬脚结束—左下势独立

左蹬腿独立到仆步到右提膝独立：左踝跖屈—内收，跖屈—内翻—内收（旋后），右踝背伸，左踝背伸—外旋—外展，右踝外旋—跖屈，跖屈—内收。

(十八) 左下势独立结束—右下式独立

右提膝独立到仆步到左提膝独立：左踝外旋—跖屈，右踝跖屈—内收，跖屈—内翻—内收（旋后），左踝背伸，右踝背伸—外旋—外展，左踝外旋—跖屈，跖屈—内收。

(十九) 右下式独立结束—右穿梭

左提膝独立到左丁字步到右弓步：左踝背伸—外旋，右踝跖屈—背伸—跖屈，左踝背伸—背伸。

(二十) 右穿梭结束—左穿梭

右弓步到右丁字步到左弓步：右踝背伸，左踝跖屈—背伸—跖屈，右踝背伸—背伸。

(二十一) 左穿梭结束—海底针

左弓步到跟步到虚步：左踝背伸，右踝跖屈—背伸，右踝背伸，左踝跖屈。

(二十二) 海底针结束—闪通臂

虚步到左弓步：左踝背伸—跖屈—背伸，右踝跖屈—背伸。

(二十三) 闪通臂结束—转身搬拦捶

左弓步到左丁字步到虚步到右丁字步到左弓步：右踝背伸，左踝跖屈—内旋—背伸，右踝跖屈—背伸—外旋—背伸，左踝跖屈—背伸—跖屈—背伸。

(二十四) 转身搬拦捶结束—如封似闭

左弓步到虚步到左弓步：右踝背伸，左踝跖屈—背伸。

(二十五) 如封似闭结束—十字手

左弓步到右弓步到开立步：右踝背伸，左踝背伸—内旋，右踝背伸—外旋，左踝背伸，右踝跖屈。

(二十六) 十字手结束—收势

开立步下蹲到站起：左右踝背伸—跖屈。

2.2 足踝关节运动方式的统计与分析

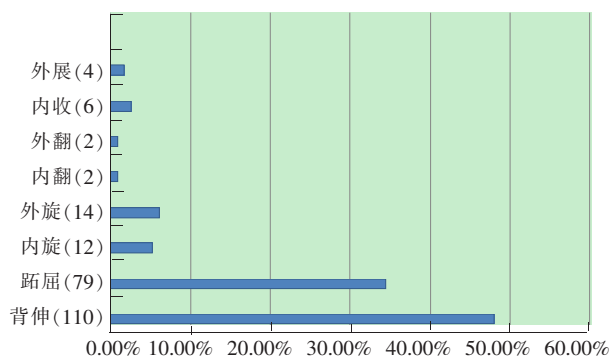


图1 24式太极拳足踝关节运动方式统计 (N=229)

根据图1可知，24式太极拳足踝关节运动共计229次，八种运动方式都存在，且有两次典型的旋后复合动作（十七、十八），太极足踝的这种全方位锻炼是其他项目少有的，动作连贯柔和及不同位置的施压，类似于物理治疗师的手法节奏，不同的是靠自重压力和肌肉牵拉对足踝进

行理疗。这种自重加压式的缓慢交替运行非常符合肌肉的牵拉康复方式^[8-10],所以具有康复或治疗足踝损伤的功能。

2.2.1 足踝关节跖屈和背伸统计与分析

图1中,24式太极拳足踝关节背伸运动110次(背伸的原动肌:胫骨前肌、趾长伸肌、拇长伸肌),太极足踝背伸常伴有足趾伸展(足趾伸展原动肌:趾长伸肌、趾短伸肌、蚓状肌);跖屈运动79次(跖屈的原动肌:腓肠肌、比目鱼肌、胫骨后肌、趾长屈肌、拇长屈肌、趾肌),太极足踝跖屈常伴有足趾屈曲(足趾屈曲原动肌:趾长屈肌、趾短屈肌、蚓状肌、骨间背侧肌、骨间足底肌、小趾展肌、小趾短屈肌、足底方肌)。这种抗自重阻力肌肉练习,可以增加足踝关节的屈/伸肌肌力,也印证了相关文献的研究结果^[3-7],足踝跖屈和背伸的力量练习与人的步态、平衡、跌倒有密切关系^[17]。踝跖屈内翻动作是常见的受伤形式,距腓前韧带最常受伤^[18]。可见,老年人或踝关节不稳者可以通过24式太极拳的练习提高足踝的跖屈/背伸肌群力量。

2.2.2 足踝关节内旋和外旋统计与分析

统计显示,24式太极拳足踝关节内旋动作12次,其中(一至三)变弓步时足踝有6次内旋。其他6次为(七)左揽雀尾结束—右揽雀尾、(八)右揽雀尾结束—单鞭、(九)单鞭结束—云手(第一个收脚)、(十六)双峰贯耳结束—左蹬脚、(二十三)闪通臂结束—转身搬拦捶、(二十五)如封似闭结束—十字手。

分析:(七)、(八)、(十六)、(二十三)这四次内旋幅度比较大,要求脚尖内旋超过 90° 为好,这样膝关节的内旋受力就会减小,防止受伤。对这一内旋幅度的要求主要是出于满足 180° 转体的这一动作规格的需要,同时也提醒太极拳练习者扣脚方法不得体对膝关节有一定伤害^[19-20]。如果没有达到一定的转体角度,练习者就会用膝关节的过度旋转来弥补,或膝尖偏离脚尖的方向,可能会导致髌骨外移^[21]。先转移重心再进行足踝内旋(扣脚)是练习者不伤膝关节的重点。

外旋合计14次,其中脚跟为运动轴的有8次:(一)的B和D、(三)的B和D、(十七)第一个、(十八)第二个、(二十三)、(二十五);脚前掌为运动轴的有5次:(八)、(十四)、(十

七)第二个、(十八)第一和第四个;离地外旋1次:(十九)。

分析:24式太极拳足踝关节外旋方式有脚跟为轴外旋、脚前掌为轴外旋和离地外旋三种,脚跟为轴外旋的前一个动作基本为背伸,脚前掌为轴外旋的前一个动作基本为跖屈,而离地外旋则多伴随着足趾伸展。足踝外旋是转体之前的先行动作,否则会因转体位移不顺导致跌倒,或不平衡增加其他关节或肌肉的负荷。24式太极拳这种看似简单的复合运动,基本包括了日常生活中的足踝外旋方式,通过习练,有利于增加转体时对足踝需求的本体感觉,减少日常足踝扭伤,增强平衡能力^[22]。

2.2.3 足踝关节内翻、外翻、内收、外展统计与分析

内翻:(十七、十八)为仆步,有2次内翻,伴有内收。

外翻:(十、十一)为云手时的左出脚,有2次外翻,伴有跖屈。

内收:(十七、十八)为提膝和仆步的复合运动,有6次内收。

外展:(十、十一)为云手时的左出脚,有2次外展;(十七、十八)仆步起身时伴有2次外展。

其中(十七、十八)为仆步,有2次复合运动的旋后动作。

分析:24式太极拳中足踝关节内翻、外翻、内收、外展等运动方式出现较少,对此可根据需求有针对性地进行重复练习,以弥补这方面的不足。如果再给予足踝不同的力量(视情况需要),同时配合一定的意识投入,会增加对足踝的运动知觉。我们相信,随着对不同太极拳练习者大数据的收集和更多科技方法的介入,太极一定能更好地服务人们的健身需求。

太极拳连绵不断、迈步如猫行的运动特点,使得其足踝运动方式多是复合运动,有同一时间的单脚复合运动,如从起式到野马分鬃结束,左(右)足踝的跖屈和背伸来回运行11次,并伴随内旋、外旋各2次;双脚的同时运动也很常见,如弓步到独立步过程中,重心后坐时就是右(左)脚背伸,左(右)脚同时跖屈—外旋,接着就是右(左)脚外旋—跖屈,左(右)脚同时背伸;还有联合运动的旋前(如云手动作出左脚时,足踝伴有背伸—外翻—外展)和旋后(从提

膝到下式独立的仆步时,足踝伴有跖屈—内翻—内收)。复合运动及联合运动让足踝的肌肉肌腱、足底肌肉及小腿肌肉得到了全方位的练习,可以更好地按摩刺激不常用的关节和韧带,诱发滑膜液渗出,润滑关节,拉伸韧带,并协同作业,对足踝的伤病康复及预防提供帮助。我们也可以根据需要,将24式太极拳中的某些动作重新组合成新的足踝运动方式,通过锻炼,增加足踝灵活性和运动范围^[23]。

3 步型转换中足踝关节运动方式的统计分析

3.1 运动方式统计

统计表明,24式太极拳中的步型转换共有六种类型(表1),其中最多的为丁字步和弓步的转换。现分别对六种步型转换中足踝关节的运动方式进行统计。

(1) 丁字步与弓步的转换。左右野马分鬃(一):8次跖屈,10次背伸,3次内旋,2次外旋;左右搂膝拗步(三):8次跖屈,10次背伸,3次内旋,2次外旋;左右揽雀尾(六和七):4次跖屈,16次背伸,1次内旋;两次单鞭(八和十二):4次跖屈,8次背伸,1次内旋,1次外旋;双峰贯耳(十五):2次跖屈,3次背伸;左

右穿梭(十九和二十):4次跖屈,7次背伸;阴通臂(二十二):2次跖屈,3次背伸;转身搬拦捶(二十三):3次跖屈,6次背伸,1次内旋。合计:跖屈35次,背伸63次,外旋5次,内旋9次(说明:弓步蹬后腿时有些动作是脚尖的方向已定,后腿只是足的外延用力,内旋情况未出现)。

(2) 弓步和虚步的转换。白鹤亮翅(二):2次跖屈,3次背伸;手挥琵琶(四):2次跖屈,4次背伸;高探马(十三):2次跖屈,3次背伸;海底针(二十一):2次跖屈,3次背伸。合计:跖屈8次,背伸13次。

(3) 虚步到虚步的转换。倒卷肱(五):8次跖屈,4次背伸。

(4) 弓步到开立步的转换。第一个云手(九):3次背伸,1次跖屈,1次内旋;十字手(二十五):4次背伸,1次跖屈,1次内旋,1次外旋。合计:跖屈2次,背伸7次,内旋2次,外旋1次。

(5) 开立步到开立步的转换。云手(十和十一):6次背伸,6次跖屈,2次外翻,2次外展。

(6) 提膝和仆步的转换。左右提膝下式独立(十七和十八):9次跖屈,4次背伸,6次内收,2次外展,2次内翻,5次外旋。

表1 24式太极拳步型转换中足踝关节的运动方式统计

步型转换方式	跖屈	背伸	内旋	外旋	内翻	外翻	内收	外展
①丁字步和弓步	35	63	9	5	0	0	0	0
②弓步和虚步	8	13	0	0	0	0	0	0
③虚步到虚步	8	4	0	0	0	0	0	0
④弓步到开立步	2	7	2	1	0	0	0	0
⑤开立步到开立步	6	6	0	0	0	2	0	2
⑥提膝和仆步	9	4	0	5	2	0	6	2
总计	68	97	11	11	2	2	6	4

注:(十四和十六)左右蹬脚、(二十四)如封似闭、(二十六)收势,与以上步型转换类别不符,未做统计,包括11个跖屈、13个背伸、3个外旋和1个内旋

3.2 运动方式分析

通过表1可以看出,足踝的跖屈、背伸、内旋、外旋主要集中在①上,主要原因是①的动作中大部分落脚方式为足跟着地,所以跖屈、背伸比较多,且伴有转体,这时就需要足跟或第1脚趾部位作为着地点进行足踝的内旋和外旋。武术中非常重视步法,有“宁教十手,不教一步”的说法,特别是转体时足的旋动发力,对控制速

度、保证动作流畅、招法的使用和预防足踝受伤等,起着关键的作用。所以武术中有转体先摆脚或内扣之说,本次未做统计的离地内旋或外旋也是同样的原因,这是武术技击的需求,也是其本质特点。⑥中有六种足踝运动方式,说明这个步型转换对足踝的锻炼是全方位的,可以和④⑤一起编排,如:单鞭+云手+左右下式独立,而且可以左右搭配,这样的动作简单实用,锻炼效果

全面。⑥中独有内收和内翻运动方式,提膝时足踝微绷而不是松垮无力,以微微给力的“虚”为下一步“实”的到来做准备,从而体现太极拳的虚实转换、节节贯穿的特点;内翻是在做仆步时出现的,是足踝主动旋后的动作要求,仆出去的腿基本与地面平行,要求全脚掌落地,这时足踝就有内翻内旋的需求,足底小趾区给力内收,产生了典型的旋后关节运动。同时配合支撑腿,肌肉协调用力,动作才能稳固,身体不会晃动。明显用力、主动拉伸才会达到全脚掌着地的动作要求,从而增加足踝的灵活性及活动范围^[23],也会增加足踝的本体感觉^[24]。与之类似的是④,即云手时的左出脚,这里出现了24式太极拳足踝运动方式中唯一的两次外翻,微给力使足踝跖屈—外翻,能让第1脚趾部位更好地找到皮肤感觉,进而提高本体位置觉,以上⑥中的内翻和④中的外翻动作是人们在习练太极拳的过程中容易忽视的地方,尤其是足踝用力和足踝角度的变化问题。这也导致科研测试数据不准确,需要更多的太极专家进行细化研究,对足踝关节运动方式、动作规格进行统一。②和③中只存在跖屈和背伸两种运动方式,运动方向为向前和向后,后足太极步态动作顺序为脚趾着地—全足着地—站立期,是一个向后滚动的落地方式,和正常走路步态相反,实际是对足底的反向肌肉神经感知的练习。有研究发现,人的步态的多种指标随着年龄的增长而下降,太极的步态练习对这种“下降”有积极的预防和遏制效果^[25-26]。

4 结论

24式太极拳中八种足踝关节运动特征都存在,有助于足踝的全方位锻炼。其中背伸和跖屈为最主要的运动方式,分别占48.03%和34.50%,有利于改善足踝肌屈/伸肌肌力,增加小腿力量。内外翻最少,各占0.87%,可以按照锻炼、治疗或康复需要,和其他足踝运动方式进行组合编排。按步型转换方式统计:跖屈、背伸、内旋、外旋主要集中在丁字步和弓步的转换上;内收和内翻为提膝和仆步转换中所独有。根据以上足踝运动方式分布特征,可以编排更多的太极动作。

参考文献:

[1] WANG Y, LI Z Y, ZHANG M. Biomechanical study

of tarsometatarsal joint fusion using finiteelement analysis[J]. *Medical Engineering & Physics*, 2014, 36(11):1394.

- [2] 杨春荣. 太极拳运动中的足底压力分布研究[J]. *北京体育大学学报*, 2007, 30(5):646.
- [3] LIU B, LIU Z H, ZHU H E, et al. Effects of Tai Chi on Lower-Limb Myodynamia in the Elderly People: A Meta-Analysis[J]. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2011, 31(2):141.
- [4] CHENG L, CHANG S W, LI J X, et al. Effects of different periods of TaiChi exercise on the kinesthesia of the lower limb joints of elderly women[J]. *Research in Sports Medicine*, 2017, 25(4):462.
- [5] ZHOU J H, CHANG S W, HONG Y L, et al. Effects of 24-week Tai Chi exercise on the knee and ankle proprioception of older women[J]. *Research in Sports Medicine*, 2016, 24(1):84.
- [6] CHOI J H, MOON J S, SONG R. Effects of Sun-style Tai Chi exercise on physical fitness and fall prevention in fall-prone older adults[J]. *Journal of Advanced Nursing*, 2005, 51(2):150.
- [7] CHOI J H, MOON J S, SONG R. Spatial, temporal and muscle action patterns of Tai Chi gait[J]. *Journal of Electromyography And Kinesiology*, 2004, 14(3):343.
- [8] 周勇. 中药熏洗配合太极拳训练对踝关节骨折后僵硬的康复治疗作用研究[J]. *山东体育科技*, 2003, 25(3):646.
- [9] 周勇. 太极拳对踝关节韧带损伤康复作用的研究[J]. *山西师范大学体育学院学报*, 2006, 21(1):118.
- [10] 潘贵超, 温建民, 潘贵春, 等. 踝关节跖屈背屈运动的研究[J]. *中国骨伤*, 2007, 20(2):82.
- [11] SUN H B. Mechanical loading, cartilage degradation, and arthritis[J]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2010, 1211(1):37.
- [12] 姜宗来, 樊瑜波. 生物力学——从基础到前沿[M]. 北京: 科学出版社, 2010:306-307.
- [13] JAGODINSKY A, FOX J, DECOUX B, et al. Biomechanical comparison of frontal plane knee joint moment arms during normal and Tai Chi walking [J]. *Journal of Physical Therapy Science*, 2015, 27(9):2959.
- [14] HAN A, JUDD M, WELCH V, et al. Tai Chi for treating rheumatoid arthritis [J]. *Australasian Journal on Ageing*, 2009, 28(4):1.
- [15] YAN J H, GU W J, SUN J, et al. Efficacy of Tai Chi on Pain, Stiffness and Function in Patients with Osteoarthritis: A Meta-Analysis [J]. *PLoS*

- One, 2013, 8(4):1.
- [16] HALL A, COPSEY B, RICHMOND H, et al. Effectiveness of Tai Chi for Chronic Musculoskeletal Pain Conditions Updated Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *Physical Therapy*, 2017, 97(2):227.
- [17] PORTER M M, VANDERVOORT A A. Standing strength training of the ankle plantar and dorsiflexion in older women, using concentric and eccentric contractions [J]. *European Journal of Applied Physiology*, 1997, 76(1):62.
- [18] 田春宽, 徐文泉. 踝关节跖屈、背屈肌群的生物力学研究进展 [J]. *北京体育大学学报*, 2005, 28(11):1527.
- [19] 郭振华. 论“摆”“扣”在太极拳教学中地位和作用——以二十四式简化太极拳为例 [J]. *搏击·武术科学*, 2012, 9(12):73.
- [20] 罗姗. 太极拳典型动作膝关节角度变化与下肢肌电的关联性分析 [D]. 上海: 上海体育学院, 2013:36.
- [21] 徐伟军, 李英奎. 杨式太极拳演习者髌骨外移现象及其纠正 [J]. *北京体育大学学报*, 2008, 31(10):1414.
- [22] 毛晓锐, 张秋霞, 嵇洁, 等. 慢性踝关节不稳者足底压力分布特征研究进展 [J]. *河北体育学院学报*, 2015, 29(3):84.
- [23] ZOU L Y, WANG C Y, TIAN Z G, et al. Effect of Yang-Style Tai Chi on Gait Parameters and Musculoskeletal Flexibility in Healthy Chinese Older Women [J]. *Sports*, 2017, 5(3):6.
- [24] ZHANG C, SUN W, YU B, et al. Effects of exercise on ankle proprioception in adult women during 16 weeks of training and eight weeks of detraining [J]. *Research in Sports Medicine*, 2015, 23(1):102.
- [25] GOW B J, HAUSDORFF J M, MANOR B, et al. Can Tai Chi training impact fractal stride time dynamics, an index of gait health, in older adults? Cross-sectional and randomized trial studies [J]. *PLoS One*, 2017, 12(10):1-17.
- [26] WAYNE P M, HAUSDORFF J M, LOUGH M, et al. Tai Chi training may reduce dual task gait variability, a potential mediator of fall risk, in healthy older adults: cross-sectional and randomized trial studies [J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2015(9):1.

Analysis of the Movement Methods of the Ankle Joint in 24 Style Taijiquan

LI Dong-yue^{1,3}, LIU Xue-qian¹, WANG Yan^{2,3}, NI Ming³, ZHANG Ming^{2,3}

(1. School of Physical Education, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China;

2. Shenzhen Research Institute, The Hong Kong Polytechnic University, Shenzhen 518057, China;

3. Department of Biomedical Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong 999077, China)

Abstract: This study, combining with anatomy, investigates and analyzes the ankle joint movement methods according to the 24 style Taijiquan routine order and step type conversion using the literature review, video observation and interview methods. The results show that all the eight kinds of 24 style Taijiquan ankle joint movement methods emerge in the study, what is more, dorsiflexion (48.03%) and plantar flexion (34.50%) are the main methods which indicates that 24 style Taijiquan could improve the muscular strength of dorsiflexion and plantar flexion. Among the methods, the internal (0.87%) and external (0.87%) rotation emerge less than other methods, which could be exercised with other methods. Plantar flexion, dorsiflexion and internal and external rotation focus on the conversion between the T step and bow step. Knee lifting and crouch step include six kinds of ankle joint movement methods in which the adduction and internal rotation are the unique methods.

Key words: 24 style Taijiquan; ankle joint; movement methods; step type conversion