

运动干预防治踝关节不稳效应的 Meta 分析

高丕明 罗小兵 虞亚明 荣海波 何栩 周文琪 胥龙飞

【摘要】 目的 探讨运动干预防治踝关节不稳的效应机制, 以期运动干预防治踝关节不稳提供循证依据。**方法** 通过计算机检索 NCBI、CNKI、维普、万方数据库中建库至 2014 年 12 月所发表的运动干预防治踝关节不稳的随机对照试验, 并辅以手工检索。由 3 位研究人员采用 Cochrane handbook 提供的文献质量评价标准对纳入文献进行质量评估。由 3 位研究人员对纳入文献结局指标进行数据抽取, 采用 RevMan 5.2 版软件对效果和运动功能数据进行分析。**结果** 初检出文献 665 篇, 其中英文文献 357 篇, 中文文献 308 篇。经阅读文章题目和摘要, 获得 92 篇文献。进一步查找和阅读全文, 剔除不符合纳入标准的文献, 最终纳入 14 篇 RCT 文献, 其中英文 12 篇, 中文 2 篇。经研究分析发现, 运动干预可明显改善踝关节不稳症状和功能 [SMD=0.98, 95% CI(0.65, 1.31), $P<0.01$], 并提高肌力 [SMD=1.50, 95% CI(0.99, 2.01), $P<0.01$]、平衡能力和姿势稳定性 [SMD=-0.54, 95% CI(-0.84, -0.25), $P<0.01$], 但不能有效地改善本体感觉 [SMD=-0.27, 95% CI(-0.60, 0.06), $P>0.05$] 和神经肌肉功能 [SMD=-0.02, 95% CI(-0.51, 0.47), $P>0.05$]。**结论** 运动干预可有效地改善踝关节不稳患者踝关节肌力、平衡能力和姿势稳定性, 这些因素可能是运动干预缓解踝关节不稳症状, 提高踝关节功能, 防治踝关节不稳的主要机制, 但肌力干预的针对性有待提高; 另外, 纳入文献中所采用的运动干预方法不能有效地改善踝关节的本体感觉和神经肌肉功能, 这可能与运动干预方式的选择有关。

【关键词】 踝关节不稳; 运动干预; meta 分析

基金项目: 四川省科技厅科技支撑项目 (2014SZ0003, 2015SZ0055); 国家体育总局中医药防治运动创伤重点实验室资助项目

Preventing ankle instability through exercise: A meta-analysis Gao Piming, Luo Xiaobing, Yu Yaming, Rong Haibo, He Xu, Zhou Wenqi, Xu Longfei. Disease Prevention of Sichuan Orthopedic Hospital, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Yu Yaming, Email: yym2016@163.com

【Abstract】 Objective To explore the effect and mechanism of preventing ankle instability through exercise, so as to provide evidence-based references for practice. **Methods** The randomized and controlled trials (RCT) on preventing ankle instability through exercise published before December 2014 were searched for in the NCBI, CNKI, VIP and Wanfang databases by computer, supplemented by manual searching. Each study's quality was evaluated according to the standards of the Cochrane handbook by 3 researchers. The outcome indexes were extracted and analyzed using RevMan 5.2 software. **Results** After the initial selection, 665 papers (357 in English and 308 in Chinese) were retained. From these 92 were chosen after reading the titles and abstracts. Ultimately, 14 RCT studies (12 in English and 2 in Chinese) met the inclusion criteria. They showed that exercise improved ankle function and symptoms of ankle instability significantly [SMD=0.98, 95% CI(0.65, 1.31), $P\leq 0.01$], improved muscle strength [SMD=1.50, 95% CI(0.99, 2.01), $P\leq 0.01$], improved balance and postural stability [SMD=-0.54, 95% CI(-0.84, -0.25), $P\leq 0.01$], but did not improve proprioception or neuromuscular functioning significantly. **Conclusions** Exercise can effectively improve muscle strength, balance and postural stability, but not proprioception or neuromuscular functioning. The details of these findings may be related to the exercise intervention chosen.

【Key words】 Ankle instability; Exercise; Meta analysis

Fund program: The science and technology support project of the Science and Technology Department of Sichuan Province (2014SZ0003); The Key Laboratory of Sports Injuries Prevention and Treatment with Traditional Chinese Medicine of the General Administration of Sport of China

踝关节不稳是踝关节扭伤的常见后遗症,多数踝关节扭伤患者在疼痛、肿胀等临床症状消除后仍然会存在踝关节不稳,导致踝关节扭伤反复发生,给患者造成沉重的生理和心理负担,严重影响患者的生活质量和水平。近些年,多数学者认为运动干预能够有效改善踝关节不稳,预防踝关节扭伤的复发。目前运动干预中应用的运动方式很多,如本体感觉训练、力量训练、平衡性训练等,由其组成的运动干预方案也均不一致^[1-14],而且关于运动干预防治踝关节不稳效应的循证医学证据尚未见报道。因此,本文选择运动干预踝关节不稳的随机对照研究进行 Meta 分析,旨在观察运动干预防治踝关节不稳的效应,探讨运动干预改善踝关节不稳的运动机能机制,以期为运动干预防治踝关节不稳提供循证依据。

资料与方法

一、研究资料

1. 文献纳入标准:①实验设计为运动干预防治踝关节不稳的随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)。②受试者为功能性踝关节不稳(functional ankle instability, FAI)或者慢性踝关节不稳(chronic ankle instability, CAI)患者。③采用运动干预,干预周期在 4 周以上,对照组不进行与试验组相同的干预。

2. 文献排除标准:①重复发表;②质量差或者未提供完整数据且索取无果;③基线不一致,无法说明运动干预效果;④对照组为健康受试者。

二、结局指标

1. 量表评分:Cumberland 踝关节不稳定评价问卷、足踝功能障碍指数-运动、足踝功能障碍指数、踝后足功能评分表等量表评分。

2. 力量指标:踝关节外翻力量、外翻峰力矩、最大等长力量(maximum voluntary isometric contraction, MVIC)。

3. 本体感觉指标:被动外翻角度差、背屈角度差、外翻力量差。

4. 平衡功能和姿势稳定性指标:单脚站立试验得分、压力中心分布面积、最大摆动距离、跳落试验踝内翻角度。

5. 神经肌肉功能指标:腓骨长肌积分肌电均值及中频值变化百分比。

三、检索策略

计算机检索 NCBI、中国知网、维普、万方数据库,检索时间为建库至 2014 年 12 月,英文检索词包括 ankle instability, chronic ankle instability, functional ankle instability, exercise intervention, exercise therapy,

strength training, coordination training, balance training, proprioception training; 中文检索词包括踝关节不稳、慢性踝关节不稳、功能性踝关节不稳、运动干预、运动治疗、力量训练、协调性训练、平衡训练、本体感觉训练;检索策略采用主题词与自由词相结合的方式,且经反复预检后确定,必要时追溯纳入文献的参考文献。

四、文献筛选

由 3 名研究人员独立检索相关研究的中英文文献,经阅读文章题目和摘要后,对符合纳入标准的文献进一步查找和阅读全文,剔除不符合纳入标准的文献,有不同意见协商解决。

五、文献质量评价

由 3 名研究人员独立采用 Cochrane handbook 提供的文献质量评价标准对纳入文献进行质量评估,有不同意见共同讨论解决或咨询相关专家。

六、资料提取

由 3 名研究人员阅读纳入文献全文后,进行资料提取并交叉核对,有分歧相互协商解决,提取内容包括:作者、发表年份、文献来源、样本量、研究对象的基本资料、干预方案、分组的方法和过程、评价指标中连续性指标的均数和标准差等。

七、统计学方法

采用 RevMan 5.2 版软件对结局指标进行定量综合分析。首先采用 χ^2 检验进行统计学异质性分析,根据不同研究结果间的变异程度选择统计分析模型,若 $P > 0.1$, $I^2 < 50%$,则认为多个同类研究具有同质性,即选用固定效应模型进行 Meta 分析;如 $P < 0.1$, $I^2 \geq 50%$,则说明各研究结果存在异质性,需进行亚组分析,分析文章的临床异质性和方法学异质性,对异质性进行分析和处理,若无临床异质性和方法学异质性需要进行合并时,则选择随机效应模型;如 $P < 0.1$,且无法判断异质性的来源,则不进行 Meta 分析,采用描述性分析。由于本研究纳入的各个研究的结局指标均为连续性变量,并且使用的测量方法、干预方法和干预周期均有不同,所以采用标准均数差(standardized mean difference, SMD)及其 95% 置信区间(confidence interval, CI)作为统计分析效应值。

结 果

一、文献纳入研究特征及检索结果

初检出文献 665 篇,其中英文文献 357 篇,中文文献 308 篇。经阅读文章题目和摘要,获得 92 篇文献。进一步查找和阅读全文,剔除不符合纳入标准的文献,最终纳入 14 篇 RCT 文献,其中英文 12 篇,中文 2 篇。纳入研究特征见表 1。文献筛选流程及结果见图 1。

表 1 纳入研究特征

作者及年份	样本一般资料		运动干预方式		干预时间和频率
	对照组	试验组	对照组	试验组	
Hale SA, et al ^[1] 2007	男 4 例, 女 9 例, 平均年龄 (22.2±4.6) 岁	男 9 例, 女 10 例, 平均年龄 (21.0±3.1) 岁	N	活动度、力量、平衡、功能训练	4 周, 3 次/周
Kim KJ, et al ^[2] 2014	男 2 例, 女 9 例, 平均年龄 (23.4±2.1) 岁	男 3 例, 女 7 例, 平均年龄 (23.5±2.7) 岁	N	力量训练	4 周, 3 次/周
McKeon PO, et al ^[3] 2008	男 6 例, 女 9 例, 平均年龄 (19.5±1.2) 岁	男 6 例, 女 10 例, 平均年龄 (22.2±4.5) 岁	正常活动	平衡训练	4 周, 3 次/周
刘欣, 等 ^[4] 2014	男 6 例, 女 10 例, 平均年龄 (41.3±10.1) 岁	男 7 例, 女 9 例, 平均年龄 (39.6±11.1) 岁	自主活动	活动度、力量及平衡训练	4 周, 3 次/周
Smith BI, et al ^[5] 2012	男 10 例, 女 10 例, 平均年龄 (20.2±2.1) 岁	男 10 例, 女 10 例, 平均年龄 (20.9±2.2) 岁	N	力量训练	6 周, 3 次/周
Docherty CL, et al ^[6] 1998	男 5 例, 女 5 例, 平均年龄 (20.6±2.23) 岁	男 5 例, 女 5 例, 平均年龄 (20.6±2.23) 岁	除力量训练外的其他治疗	力量训练	6 周, 3 次/周
Eils E, et al ^[7] 2001	总 10 例, 平均年龄 (26.4±4.9) 岁	总 20 例, 平均年龄 (27.0±7.7) 岁	N	平衡训练	6 周, N
Bernier JN, et al ^[8] 1998	总 14 例, 平均年龄 (22.5±4.0) 岁	总 17 例, 平均年龄 (22.5±4.0) 岁	不参加力量和平衡运动	力量、平衡训练	6 周, 3 次/周
Huang PY, et al ^[9] 2014	男 7 例, 女 3 例, 平均年龄 (23.50±3.0) 岁	男 8 例, 女 2 例, 平均年龄 (23.80±4.13) 岁	N	超等长、平衡训练	6 周, 3 次/周
Han K, et al ^[10] 2009	男 5 例, 女 5 例, 平均年龄 (21.9±3.1) 岁	男 5 例, 女 5 例, 平均年龄 (20.1±3.4) 岁	N	力量训练	4 周, 3 次/周
Cloak R, et al ^[11] 2010	女 19 例, 平均年龄 (19±1.3) 岁	女 19 例, 平均年龄 (19±0.8) 岁	不参加力量和平衡运动	振动、平衡训练	6 周, 2 次/周
Coughlan G, et al ^[12] 2007	男 7 例, 女 3 例, 平均年龄 (27.4±5.8) 岁	男 7 例, 女 3 例, 平均年龄 (25.8±3.9) 岁	正常训练	平衡训练	4 周, 5 次/周
徐建侃 ^[13] 2010	男 10 例, 女 8 例, 平均年龄 26.5 岁	男 9 例, 女 9 例, 平均年龄 25.2 岁	电针和微波治疗	电针和微波治疗、活动度、力量、平衡训练	6 周, 6 次/周
Jain TK, et al ^[14] 2014	总 12 例, 平均年龄 (34.6±9.04) 岁	总 12 例, 平均年龄 (33.8±6.4) 岁	N	平衡训练	4 周, N

注: N 为正文中未提及或没具体说明

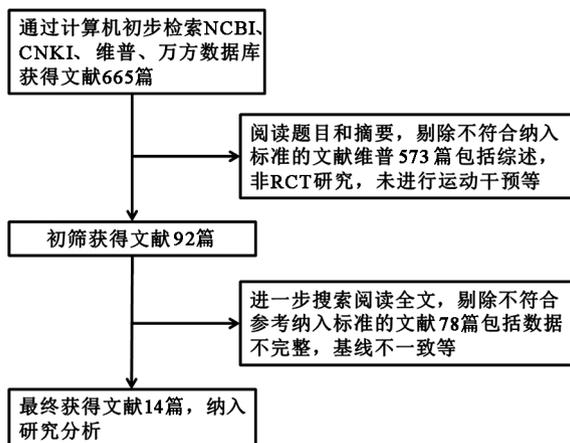


图 1 文献筛选流程及结果

二、纳入研究质量评价

所有纳入研究均报道了受试者的基线情况, 平行可比, 文献中均提及“随机”或者“随机对照试验”, 但只有 2 篇文章交代了具体的随机方法, 分别采用随机数字表法^[4]和编码随机抽取法^[13], 有 2 篇文章进行了分配隐藏^[3,11], 1 篇文章数据分析由研究组以外成员完成^[1](详见图 2, 3)。除 1 篇文章^[14]外, 其余研究纳入

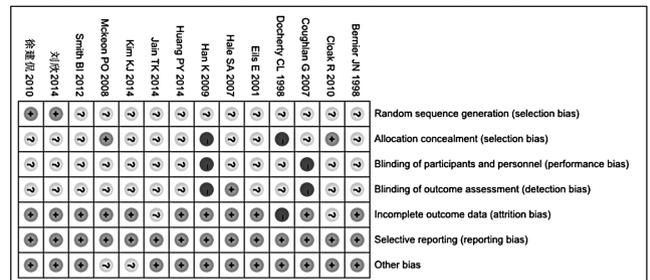


图 2 纳入研究偏倚评价结果

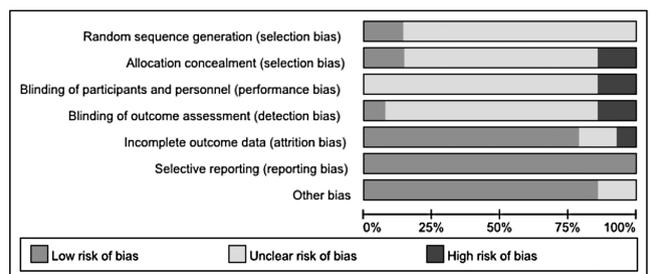


图 3 偏倚风险比例图

的受试者均签署知情同意书。因各项指标的纳入研究少于 10 个, 所以本研究没有做漏斗图, 未进行发表偏

倚评估。

三、运动干预对踝关节不稳的影响

共有 6 篇文章研究了运动干预前后踝关节不稳患者量表评分的变化, 纳入研究病例共 168 例(运动干预组 85 例, 对照组 83 例), 各研究间无异质性($P=0.11, I^2=44%$)。采用固定效应模型, 分析发现, 各个研究干预方案均能够有效地改善踝关节不稳量表评分[SMD = 0.98, 95%CI(0.65, 1.31), $P<0.01$], 详见图 4。

四、运动干预对踝关节肌力的影响

共有 3 篇文章研究了运动干预对踝关节不稳患者肌力的影响, 纳入研究病例共 80 例(运动干预组 40 例, 对照组 40 例), 各研究间无异质性($P=0.43, I^2=0%$)。采用固定效应模型, 分析发现, 运动干预可明显提高踝关节不稳患者踝关节周围肌力[SMD = 1.50, 95% CI (0.99, 2.01), $P<0.01$], 详见图 5。

五、运动干预对踝关节本体感觉的影响

共有 4 篇文章研究了运动干预对踝关节不稳患者本体感觉的影响, 纳入研究病例共 145 例(运动干预组

79 例, 对照组 66 例), 各研究间无异质性($P=0.62, I^2=0%$)。采用固定效应模型, 分析发现, 本研究纳入文献中所采用的运动干预方法不能有效地改善本体感觉[SMD = -0.27, 95%CI(-0.60, 0.06), $P>0.05$], 详见图 6。

六、运动干预对平衡能力和姿势稳定性的影响

共有 7 篇文章研究了运动干预对踝关节不稳患者平衡能力的影响, 纳入研究病例共 191 例(运动干预组 102 例, 对照组 89 例), 各研究间无异质性($P=0.21, I^2=28%$)。采用固定效应模型, 分析发现, 运动干预可明显改善踝关节不稳患者的平衡能力和姿势稳定性[SMD = -0.54, 95%CI(-0.84, -0.25), $P<0.01$], 详见图 7。

七、运动干预对神经肌肉功能的影响

共有 2 篇文章研究了运动干预对神经肌肉功能的影响, 纳入研究病例共 68 例(运动干预组 39 例, 对照组 29 例), 研究之间无异质性($P=0.33, I^2=0%$)。采用固定效应模型, 分析发现, 本研究纳入文献中所采用的运动干预方法不能有效地改善神经肌肉功能[SMD = -0.02, 95%CI(-0.51, 0.47), $P>0.05$], 详见图 8。

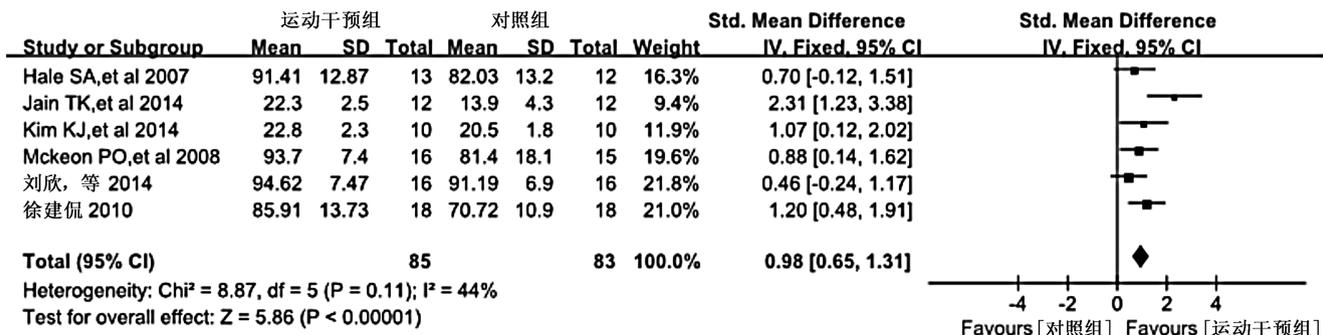


图 4 运动对踝关节不稳量表评分的影响

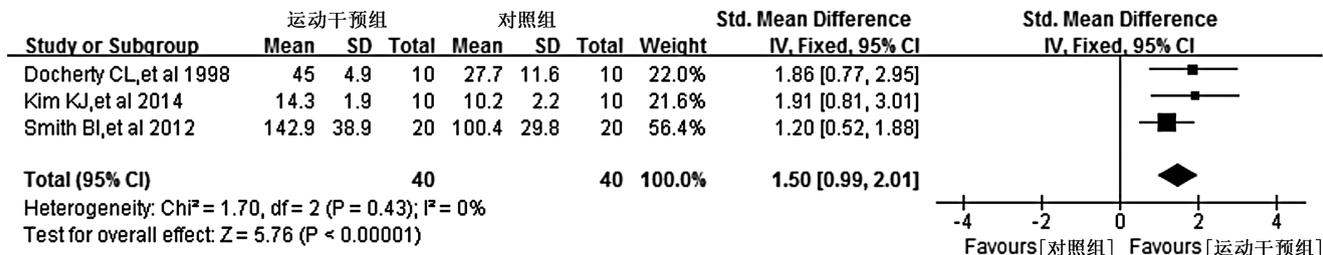


图 5 运动干预对踝关节不稳力量的影响

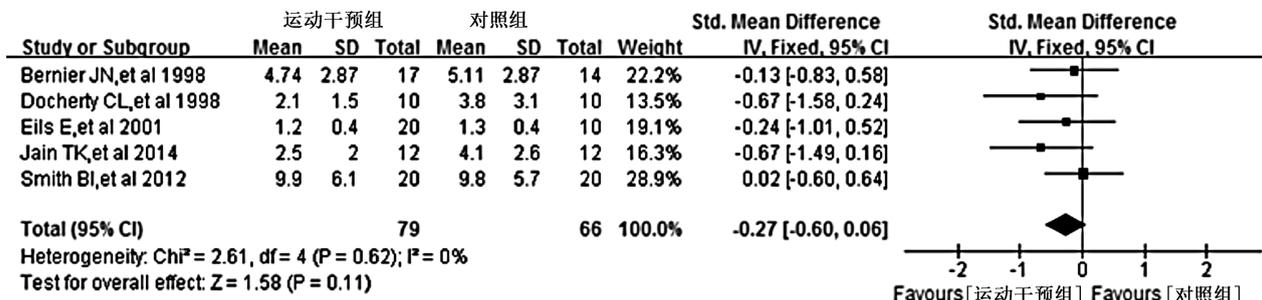


图 6 运动干预对踝关节不稳本体感觉的影响

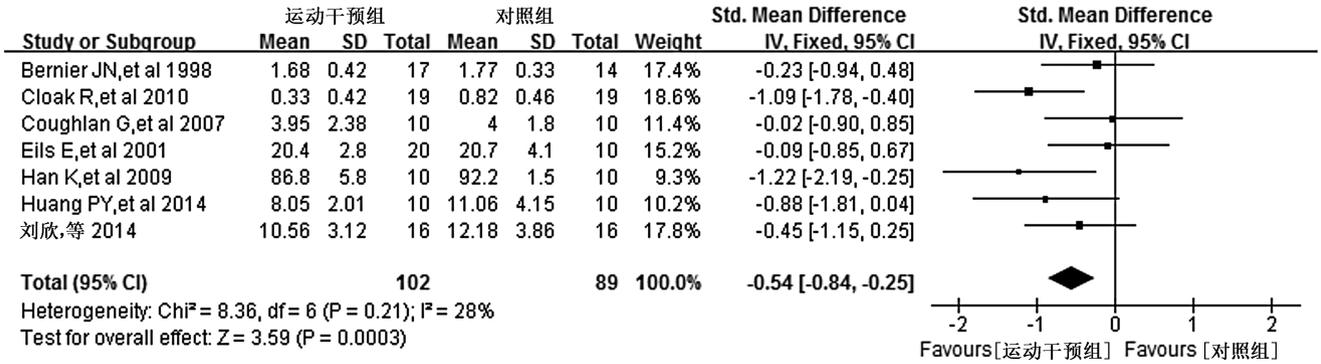


图 7 运动干预踝关节不稳平衡性和姿势稳定性的比较

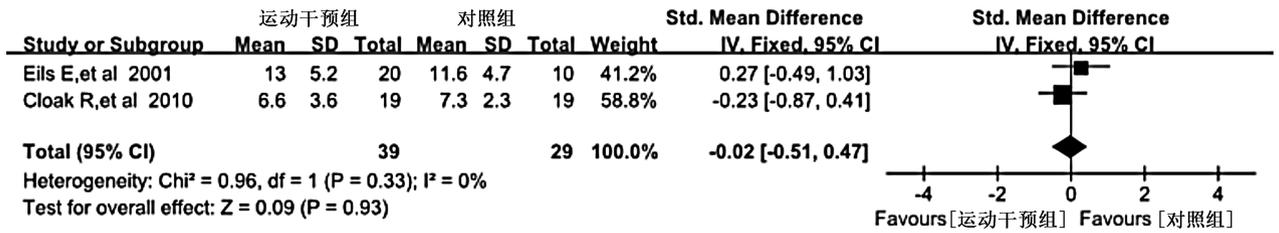


图 8 两组踝关节不稳神经肌肉功能的比较

讨 论

踝关节不稳患者存在肌力^[15-16]、平衡^[17]、本体感觉、神经肌肉控制^[18]等功能不足,这些因素被认为是FAI的主要病因^[19]。本课题组对 14 篇运动干预防治踝关节不稳的随机对照试验进行分析,结果发现,运动干预可有效地提高踝关节不稳患者踝关节肌力、机体平衡性和姿势控制能力,缓解踝关节不稳症状,改善踝关节功能,但运动干预并没有改善踝关节不稳患者的本体感觉和神经肌肉控制能力。Postle 等^[20]采用 Meta 分析进行文献研究也发现运动干预并不能改善损伤踝关节的本体感觉。

一、运动干预对踝关节不稳肌力的影响

肌力在维持骨骼、关节稳定性和功能方面具有重要作用^[21]。改善踝关节肌力能够提高关节稳定性,减轻踝关节不稳的症状,提高踝关节功能。纳入文献中应用的肌力干预方式均为弹力带抗阻力量训练^[2,5-6],研究证实弹力带训练是提高肌力的有效方式^[22]。纳入文献中肌力干预均是针对踝关节跖屈、背伸、内翻和外翻肌群,但是有研究却认为踝关节外翻肌力不足是踝关节不稳的重要因素之一^[23];Edouard 等^[24]进一步指出外翻内翻肌力比值下降会严重影响踝关节稳定性,然而还未见有研究对踝关节不稳主要不足针对性的提出干预方案。因此,在踝关节不稳的力量干预前应通过检测评估,明确肌力不足的肌群及其缺失程度,并据此提出个性化干预方案,以提高运动干预的针对性、经济性。

二、运动干预对踝关节不稳平衡功能和姿势稳定性的影响

人体平衡主要取决于机体感觉输入、中枢整合以及运动控制的综合作用,包括静态和动态平衡两种。踝关节损伤患者可能是由于脊髓上运动控制不足^[25]导致姿势控制减弱^[26],平衡能力较差。在运动过程中,中枢系统根据传入信息输出适宜的传出信息,控制躯体和四肢肌肉,调整并维持稳定平衡和正确的姿势,进而改善踝关节不稳症状和功能,预防损伤的发生、发展。纳入文献主要采用平衡训练^[4,7-9,11-12]改善运动控制能力,提高机体动态和静态姿势稳定性^[27],提高平衡能力。但除 Eils 等^[7]和 Coughlan 等^[12]单独采用平衡训练,多数研究中应用的平衡训练分别结合有活动度^[4]、力量^[4,8]、超等长^[9]、震动^[11]等运动方式,而且单独采用力量训练也对机体平衡能力有促进作用^[10]。我们认为由于平衡的影响因素较复杂^[28],这些运动方式在改善平衡功能方面均具有积极作用。

三、运动干预对踝关节不稳本体感觉和神经肌肉功能的影响

本体感觉主要是对躯体的空间位置、姿势、运动状态和运动方向的感觉,包括运动觉、位置觉等,运动觉分为速度觉和力量觉。神经肌肉控制是将本体感受器传入的信息由中枢进行整合分析,然后传出信息控制机体运动和维持关节稳定性。本体感觉和神经肌肉控制对于减少踝关节扭伤的发生、发展、复发方面具有重要作用。但是,我们研究发现纳入文献中采用的运动干预方式不能有效改善本体感觉和神经肌肉功能。

纳入文献中提高本体感觉的运动方式主要是平衡训练^[7-8,14]和力量训练^[5-6,8],改善神经肌肉功能的运动方式主要是震动和平衡训练^[7,11],Eils 等^[7]应用的综合本体感觉训练主要是动、静态平面上的平衡训练结合外界干扰,其与 Jain 等^[14]均认平衡训练为能够提高跖屈、背伸关节位置觉。但是 Bernier 等^[8]应用的协调性训练(主要是在平衡板上进行平衡训练)发现平衡训练不能提高关节位置觉。虽然,Sefton 等^[29]研究认为平衡训练能够改善 CAI 患者运动感觉系统,但机体的平衡能力主要依靠前庭觉和视觉^[30],平衡训练并不是单纯改善本体感觉的运动方式,人体的姿势控制有踝关节、髌关节和跨步策略^[31]。如果平衡训练中姿势控制策略选择的不是踝关节策略,可能会减弱对踝关节周围神经和肌肉的刺激。振动训练的作用取决于振动方式,其中多维振动被认为是提高神经控制功能的主要振动方式^[32]。力量训练提高本体感觉的观点并不统一,纳入研究表明力量训练能够提高关节的位置觉^[6],却不能提高踝关节力量觉^[5],但张秋霞等^[33]研究发现,踝关节不稳患者位置觉本无明显缺失。因此 FAI 本体感觉和神经肌肉功能的运动方式及效应机制还需要深入研究。

本研究的不足之处在于:纳入的研究均未明确提及盲法,这可能会影响到研究的质量;纳入到各结局指标的 RCT 研究较少,未进行发表偏倚分析;已有研究关注踝关节不稳患者的运动模式^[34],发现运动干预能够有效改善运动模式不足,但是由于缺乏相应的 RCT 研究未进行循证分析。

结 论

1. 运动干预能够有效改善踝关节不稳患者肌力、平衡性和姿势稳定性,这些因素可能是运动干预缓解踝关节不稳症状,提高踝关节功能,防治踝关节不稳的主要机制,但肌力干预的针对性还有待提高。

2. 目前采用的运动干预不能有效改善踝关节的本体感觉和神经肌肉功能,这可能与运动干预方式的选择有关。

参 考 文 献

[1] Hale S, Hertel J, Olmsted-Kramer L. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2007, 37(6):303-311. DOI:10.2519/jospt.2007.2322.

[2] Kim K J, Kim Y E, Jun H J, et al. Which treatment is more effective for functional ankle instability: strengthening or combined muscle strengthening and proprioceptive exercises [J]. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26(3):385-388. DOI: 10.1589/jpts.26.385.

[3] Mckeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, et al. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2008, 40(10):1810-1819. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31817e0f92.

[4] 刘欣,张云鹏,王磊,等. 康复指导在功能性踝关节不稳康复中的意义 [J]. *中国康复理论与实践*, 2014, (5):467-469. DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2014.05.018.

[5] Smith BI, Docherty CL, Simon J, et al. Ankle strength and force sense after a progressive, 6-week strength-training program in people with functional ankle instability [J]. *J Athl Train*, 2012, 47(3):282-288. DOI: 10.4085/1062-6050-47.3.06.

[6] Docherty CL, Moore JH, Arnold BL. Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles [J]. *J Athl Train*, 1998, 33(4):310-314.

[7] Eils E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2001, 33(12):1991-1998. DOI:10.1097/00005768-200112000-00003

[8] Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1998, 27(4):264-275. DOI:10.2519/jospt.1998.27.4.264.

[9] Huang PY, Chen WL, Lin CF, et al. Lower extremity biomechanics in athletes with ankle instability after a 6-week integrated training program [J]. *J Athl Train*, 2014, 49(2):163-172. DOI: 10.4085/1062-6050-49.2.10.

[10] Han K, Ricard MD, Fellingham GW. Effects of a 4-week exercise program on balance using elastic tubing as a perturbation force for individuals with a history of ankle sprains [J]. *Orthop Sports Phys Ther*, 2009, 39(4):246-255. DOI:10.2519/jospt.2009.2958.

[11] Cloak R, Nevill AM, Clarke F, et al. Vibration training improves balance in unstable ankles [J]. *Int J Sports Med*, 2010, 31(12):894-900. DOI: 10.1055/s-0030-1265151.

[12] Coughlan G, Caulfield B. A 4-week neuromuscular training program and gait patterns at the ankle joint [J]. *J Athl Train*, 2007, 42(1):51-59.

[13] 徐建侃. 康复训练辅助治疗慢性踝关节外侧不稳疗效观察 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2010, 32(12):905-906. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2010.12.006.

[14] Jain TK, Wauneka CN, Wen L. The effect of balance training on ankle proprioception in patients with functional ankle instability [J]. *J Foot Ankle Res*, 2014, 7(S1):A37. DOI:10.1186/1757-1146-7-S1-A37.

[15] Santos MJ, Liu W. Possible factors related to functional ankle instability [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2008, 38(3):150-157. DOI:10.2519/jospt.2008.2524.

[16] Arnold BL, Linens SW, de la Motte SJ, et al. Concentric evertor strength differences and functional ankle instability: a meta-analysis [J]. *J Athl Train*, 2009, 44(6):653-662. DOI: 10.4085/1062-6050-44.6.653.

[17] Arnold BL, De La Motte S, Linens S, et al. Ankle instability is associated with balance impairments: a meta-analysis [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2009, 41(5):1048-1062. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318192d044.

[18] Hopkins JT, Brown TN, Christensen L, et al. Deficits in peroneal latency and electromechanical delay in patients with functional ankle instability [J]. *J Orthop Res*. 2009, 27(12):1541-1546. DOI: 10.1002/jor.20934.

- [19] 李作为, 徐向阳. 踝关节稳定性与本体感受器[J]. 国际骨科学杂志, 2009, 30(1): 21-22. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2009.01.007.
- [20] Postle K, Pak D, Smith TO. Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults; a systematic literature and meta-analysis[J]. Man Ther, 2012, 17(4): 285-291. DOI: 10.1016/j.math.2012.02.016. Epub 2012 Mar 27.
- [21] Neumann DA. 骨骼肌肉功能解剖学[M]. 刘颖, 师玉涛, 闫琪, 译. 北京: 人民军医出版社, 2014: 72.
- [22] Anderson CE, Sforzo GA, Sigg JA. The effects of combining elastic and free weight resistance on strength and power in athletes[J]. J Strength Cond Res, 2008, 22(2): 567-574. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181634d1e.
- [23] Goharpey Sh, Sadeghi M, Maroufi N, et al. Comparison of invertor and evertor muscle strength in patients with chronic functional ankle instability[J]. J Med Sci, 2007, 7(4): 674-677. DOI: 10.3923/jms.2007.674.677.
- [24] Edouard P, Chatard Jean-C, Fourchet F, et al. Invertor and evertor strength in track and field athletes with functional ankle instability[J]. Isokinet Exerc Sci, 2011, 19(2): 91-96. DOI: 10.3233/IES-2011-0402
- [25] Hass CJ, Bishop MD, Doidge D, et al. Chronic ankle instability alters central organization of movement[J]. Am J Sports Med, 2010, 38(4): 829-834. DOI: 10.1177/0363546509351562. Epub 2010 Feb 5.
- [26] Wikstrom EA, Naik S, Lodha N, et al. Balance capabilities after lateral ankle trauma and intervention; a meta-analysis[J]. Med Sci Sports Exerc, 2009, 41(6): 1287-1295. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318196cbc6.
- [27] Wortmann MA, Docherty CL. Effect of balance training on postural stability in subjects with chronic ankle instability[J]. J Sport Rehabil, 2013, 22(2): 143-149.
- [28] 金冬梅, 燕铁斌. 平衡功能临床评定研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2002, 24(3): 187-189. DOI: 10.3760/j.issn:0254-1424.2002.03.022.
- [29] Sefton JM, Yarar C, Hicks-Little CA, et al. Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2011, 41(2): 81-89. DOI: 10.2519/jospt.2011.3365.
- [30] 张阳, 张秋霞. 功能性踝关节不稳者的静态平衡能力[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(35): 6287-6292. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2013.35.011.
- [31] Page P, Frank CC, Lardner R. Assessment and Treatment of Muscle Imbalance: The Janda Approach[M]. America: Cambridge, 2010: 20.
- [32] 王兴泽. 振动负荷训练研究进展[J]. 中国运动医学杂志, 2012, 31(7): 648-653. DOI: 10.16038/j.1000-6710.2012.07.016.
- [33] 张秋霞, 张林, 王国祥, 等. 功能性不稳踝关节位置觉和肌肉力觉特征[J]. 中国运动医学杂志, 2012, 31(1): 9-13. DOI: 10.16038/j.1000-6710.2012.01.003.
- [34] Brown C, Padua D, Marshall SW, et al. Individuals with mechanical ankle instability exhibit different motion patterns than those with functional ankle instability and ankle sprain copers[J]. Clin Biomech, 2008, 23(6): 822-831. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2008.02.013.

(修回日期: 2016-06-18)

(本文编辑: 阮仕衡)

水中太极拳训练对老年人群平衡能力的影响

樊卫星

【摘要】 目的 观察水中太极拳训练对老年人群平衡能力的影响。方法 采用随机数字表法将 40 例平衡能力相对较差的老年对象分为观察组及对照组, 每组 20 例。对照组受试者进行陆上太极拳训练, 观察组受试者则进行水中太极拳训练。分别于入选时、训练 12 周后对 2 组对象下肢肌力及身体平衡功能进行检测。结果 经 12 周训练后, 发现 2 组患者各项平衡功能指标及下肢肌力指标均较训练前有不同程度改善 ($P < 0.05$), 并且观察组各项平衡功能指标[其闭目原地踏步时间为 (12.92 ± 2.62) s, 平衡木上行走时间为 (12.55 ± 2.48) s, 前后动摇指数为 $(3.21 \pm 0.68)^\circ$, 左右动摇指数为 $(2.59 \pm 0.51)^\circ$, 综合动摇指数为 $(4.35 \pm 0.76)^\circ$]亦显著优于对照组水平, 组间差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。结论 与陆上太极拳训练比较, 水中太极拳训练能进一步改善老年人群平衡能力, 对提高老年人群行走功能具有重要意义。

【关键词】 太极拳; 水中; 陆上; 平衡能力; 疗效; 比较

基金项目: 2015 年度河南省科技厅软科学项目 (152400410516)

Fund program: Program of the Science and Technology Bureau of Henan Province for Soft Science (152400410516)

随着年龄增长, 老年人群 (尤其是缺乏肢体锻炼的老年人

群) 各项身体机能均呈现衰退趋势, 如肢体协调能力减弱、肌肉萎缩、肌力下降等, 导致其行走功能显著下降, 对其日常生活活动造成严重影响^[1-2]。相关研究指出, 太极拳非常适合老年人日常习练, 对改善老年人群下肢肌力、身体稳定性等具有明显作用, 常被用于老年人群肢体功能康复训练^[3]。本研究以水作