

有限开链加闭链运动对前交叉韧带重建术后功能恢复的意义

董伊隆 钱约男 刘良乐 蔡春元 杨国敬

【摘要】 目的 比较前交叉韧带重建术后采用开链运动(OKC)、闭链运动(CKC)与有限 OKC 加 CKC 相结合的运动康复效果。**方法** 选择单侧 ACL 断裂并已行 ACL 解剖重建手术患者 94 例,按数字表法分为 OKC 组(采用 OKC 康复方案治疗)、CKC 组(采用 CKC 康复方案治疗)和联合训练组(采用有限 OKC 加 CKC 相结合的康复方案治疗),其中 OKC 组 33 例,CKC 组 30 例,联合训练组 31 例。术前 3 组患者的 Lysholm 膝关节评分、国际膝关节文献委员会膝关节评估表(IKDC)评分、KT-1000 值的差异无统计学意义($P>0.05$)。分别比较 3 组患者术后 3 个月和 6 个月的 Lysholm 膝关节评分、IKDC 评分、KT-1000 值及主动、被动关节活动度差值。**结果** 治疗前,3 组患者的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分及其 KT-1000 值和主动、被动关节活动度差值组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后 3 个月,OKC 组、CKC 组和联合训练组的 Lysholm 膝关节评分分别为(87.00±4.79)、(83.67±3.55)和(86.71±3.62)分,IKDC 评分分别为(89.45±4.79)、(86.40±3.76)和(88.58±3.60)分;主动活动度差值分别为(10.06±2.06)、(7.73±1.41)和(8.10±1.35)°;被动活动度差值分别为(9.76±2.26)、(7.87±1.89)和(8.39±1.62)°;KT-1000 值分别为(1.99±0.30)、(1.05±0.26)和(1.02±0.24)mm。3 组患者的 Lysholm 膝关节评分、IKDC 评分、主动活动度差值、被动活动度差值、KT-1000 值的组间差异均有统计学意义($P<0.05$)。术后 6 个月,OKC 组、CKC 组和联合训练组的 Lysholm 膝关节评分分别为(91.33±5.68)、(91.23±5.48)和(92.00±4.40)分;IKDC 评分分别为(93.45±4.35)、(92.40±3.96)和(93.18±4.61)分;主动活动度差值分别为(5.33±1.73)、(3.20±1.45)和(3.52±1.03)°;被动活动度差值分别为(4.45±0.94)、(4.03±1.27)和(3.90±1.01)°;KT-1000 值分别为(2.13±0.36)、(1.11±0.21)和(1.12±0.26)mm。3 组患者术后 6 个月时的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分差异均无统计学意义($P>0.05$),但在主动活动度差值、被动活动度差值、KT-1000 值的差异均有统计学意义($P<0.05$)。并且 OKC 组的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分与联合训练组同时时间点比较,差异无统计学意义($P>0.05$),而在主动活动度差值、被动活动度差值、KT-1000 值的差异有统计学意义($P<0.05$);CKC 组在 Lysholm 膝关节评分、IKDC 评分、主动活动度差值、被动活动度差值、KT-1000 值方面与联合训练组比较,差异无统计学意义($P<0.05$)。**结论** 采取有限 OKC 加 CKC 相结合的康复训练是前交叉韧带重建术后功能恢复的一种安全、可靠的康复训练方法。

【关键词】 前交叉韧带; 开链运动; 闭链运动; 运动疗法

Open and closed kinetic chain exercises promote the recovery of function after anterior cruciate ligament reconstruction Dong Yilong, Qian Yuenan, Liu Liangle, Cai Chunyuan, Yang Guojing. Department of Orthopaedics, The Third Hospital Affiliated to Wenzhou Medical University, Wenzhou 325200, China

Corresponding author: Dong Yilong, Email: dongyilongdel@163.com

【Abstract】 Objective To compare the clinical effects of open kinetic chain (OKC) exercises with those of closed kinetic chain (CKC) exercises and limited open kinetic chain combined with closed kinetic chain exercises on rehabilitation after the anterior cruciate ligament reconstruction. **Methods** Ninety-four patients recovering from single-bundle anterior ligament reconstructions were enrolled and randomly divided into an OKC group ($n=33$), a CKC group ($n=30$) or a limited open kinetic chain combined with closed kinetic chain group (combined group) ($n=31$). Lysholm score, International Knee Documentation Committee (IKDC) score, KT-1000, and active and passive range of motion were evaluated for the 3 groups three and six months after the surgery. **Results** Three months after surgery, significant differences were found among the 3 groups in Lysholm scores [(87.00±4.79), (83.67±3.55) and (86.71±3.62) respectively], IKDC scores [(89.45±4.79), (86.40±3.76) and (88.58±3.60) respectively],

KT-1000[(1.99±0.30), (1.05±0.26) and (1.02±0.24) mm], as well as active and passive range of motion [(10.06±2.06), (7.73±1.41) and (8.10±1.35) mm; (9.76±2.26), (7.87±1.89) and (8.39±1.62) mm] ($P<0.05$). Six months after surgery, no significant differences were found in Lysholm scores and IKDC scores ($P>0.05$), but significant differences were found in KT-1000, and active and passive range of motion ($P<0.05$) compared to those at 3 months after surgery. Moreover, there were no significant differences between the OKC and combined groups in Lysholm scores and IKDC scores ($P>0.05$), but significant differences between them in active and passive range of motion ($P<0.05$). There were no significant differences between the CKC and combined groups in Lysholm scores, IKDC scores, KT-1000, and active and passive range of motion ($P<0.05$). **Conclusion** Combining limited open kinetic chain exercise with closed kinetic chain exercise is safe and reliable in the rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction.

【Key words】 Anterior cruciate ligament; Open kinetic chain; Closed kinetic chain; Exercise therapy

随着关节镜下膝关节前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 重建技术的普及, 越来越多学者认为, ACL 重建术后的临床效果不仅取决于成功的手术操作, 还依赖于术后合理的康复训练^[1]。而康复训练的目的在于寻找早期恢复膝关节功能和移植韧带良好的愈合两者间的最佳平衡点。目前康复训练的常用方法, 包括开链运动 (open kinetic chain, OKC)、闭链运动 (closed kinetic chain, CKC) 以及有限开链与闭链相结合的锻炼模式, 本研究将 ACL 重建术后的患者按随机数字表法分为这三组康复方案进行对照研究, 旨在为 ACL 重建术后训练方式的选择提供参考依据。

资料与方法

一、研究对象及分组

入选标准: ①MRI 诊断为单侧 ACL 断裂^[2] 并已行 ACL 解剖重建手术; ②对侧自体腘绳肌重建; ③患者术前均有 Lysholm 膝关节评分^[3]、国际膝关节文献委员会 (International Knee Documentation Committee) 膝关节评估表评分 (简称 IKDC 评分)^[3]、膝关节韧带测量尺 (KT-1000 值)^[3] 及主动、被动关节活动度等的测量; ④签署知情同意书。

排除标准: ①合并多发韧带损伤; ②合并膝关节骨折; ③合并严重骨性关节炎或类风湿性关节炎; ④X 线片显示有内、外翻畸形及其他发育异常。

选取 2011 年 1 月至 2013 年 12 月我科收治且符合上述标准的单侧 ACL 断裂患者 94 例, 按数字表法分为 OKC 组 (采用 OKC 康复方案治疗)、CKC 组 (采用 CKC 康复方案治疗) 和联合训练组 (采用有限的 OKC 联合 CKC 康复方案治疗), 其中 OKC 组患者 33 例, 年龄 18~45 岁; CKC 组患者 30 例, 年龄 19~44 岁; 联合训练组 31 例, 年龄 19~45 岁。3 组患者的性别、平均年龄、平均病程及术前 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分^[3] 等临床资料经统计学分析比较, 组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性。详见表 1。

表 1 3 组患者术前一般临床资料

组别	例数	性别 (例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (d, $\bar{x}\pm s$)
		男	女		
OKC 组	33	18	15	32.33±8.62	9.56±3.99
CKC 组	30	17	13	33.06±9.49	9.27±4.37
联合训练组	31	17	14	32.84±8.37	10.07±5.13

组别	例数	膝关节评分 (分)	
		Lysholm 评分	IKDC 评分
OKC 组	33	56.25±8.29	55.50±7.42
CKC 组	30	56.78±8.35	54.52±7.36
联合训练组	31	55.83±8.26	55.13±6.97

二、术后康复治疗方案

各组患者手术麻醉恢复后即开始功能康复训练, OKC 组采用开链运动的康复方法, 着重于下肢直腿抬高训练; CKC 组采用闭链运动方法, 着重于下肢屈膝运动; 联合训练组采用有限的开链与闭链相结合的运动方法进行训练。康复训练方案分为 4 个阶段进行, 术后第 0~2 周为第 1 阶段, 第 3~5 周为第 2 阶段, 第 6~8 周为第 3 阶段, 第 8 周后为第 4 阶段。各组患者每个阶段的具体治疗方案如下。

1. 第 1 阶段: 3 组患者均于麻醉恢复后即开始股四头肌等长收缩和踝关节跖屈、背伸训练, 每次主动收缩 5 s, 放松 2 s, 每天各做 300 次。

2. 第 2 阶段: ①OKC 组患者取仰卧位进行直腿抬高训练; ②CKC 组患者取仰卧位进行屈膝运动, 但屈膝过程中足跟不可离开床面; 术后第 4~5 周戴支具练习半蹲, 支具限定膝关节于 0°~45° 范围活动, 期间双膝同时负重; ③联合训练组患者取仰卧位进行屈膝运动, 但屈膝过程中足跟不可离开床面; 术后第 4~5 周练习半蹲 (屈膝 < 45°)。各组患者均每训练 10 次为 1 组, 每组间隔 3~4 min, 每训练 5~6 组为 1 个练习, 休息 2 h, 每天进行 3~4 个练习。

3. 第 3 阶段: ①OKC 组患者继续进行直腿抬高训练, 并在此基础上从完全伸直位开始, 拄双拐戴支具 1/3 负重, 逐渐开始膝关节屈曲活动, 每天增加 5°~10°, 屈膝角度在术后第 8 周需达 120°; 逐渐开始增加

膝关节负重,至术后第 8 周末时患膝需达完全负重;②CKC 组患者继续进行屈膝运动,并在此基础上膝关节从屈曲 45°逐渐增大关节屈曲角度,每天增加 5°~10°,屈膝角度在术后第 8 周需达 120°;逐渐开始增加膝关节负重,至术后第 8 周末时患膝需达完全负重;③联合训练组患者继续本组上一个阶段的训练,并在此基础上膝关节从屈曲 45°逐渐增大关节屈曲角度,每天增加 5°~10°,屈膝角度在术后第 8 周需达 120°;同时在膝关节屈曲 90°~60°范围内加入直腿抬高训练,每训练 10 次为 1 组,每组间隔 3~4 min,训练 5 组为 1 个练习,休息 2 h,每天进行 3~4 个练习。

4.第 4 阶段:3 组患者均于训练 8 周后给予患者完全负重,促使独立进行常规步态练习,同时增加加速减速练习等协调性训练,逐步恢复正常生活能力。12 周后逐步恢复原有体育运动。

上述第 1、2 阶段的训练在住院期间完成,第 3、4 阶段在社区医院完成,训练疗程 3 个月。

三、观察指标

分别于术前(治疗前)、术后 3 个月(治疗后)和术后 6 个月(随访时),对 3 组患者进行 Lysholm 膝关节评分^[3]和 IKDC 评分^[3],并分别测量各组患者膝关节韧带的 KT-1000 值^[3](屈膝 25°,13.6 kg)及主动和被动关节活动度差值(健侧关节活动度-患侧关节活动度)。

四、统计学方法

使用 SPSS 13.0 版统计学软件进行统计学分析处理,所得数据以($\bar{x} \pm s$)表示,两两比较采用 *t* 检验。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

治疗前,3 组患者的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分及其 KT-1000 值和主动、被动关节活动度差值组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

治疗后,OKC 组的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分以及膝关节活动度差值和 KT-1000 值与 CKC 组同时间点比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$);OKC 组的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分与联合训练组同时间点比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),而其膝关节主动活动度差值、被动活动度差值和 KT-1000 值与联合训练组同时间点比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);CKC 组的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分与联合训练组同时间点比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),但膝关节主动活动度差值、被动活动度差值和 KT-1000 值与联合训练组同时间点比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。详见表 2。

随访时,OKC 组的 Lysholm 膝关节评分、IKDC 评分、被动活动度差值与 CKC 组同时间点比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),而其膝关节主动活动度差值和 KT-1000 值与 CKC 组同时间点比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);OKC 组与联合训练组在 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分的组间差异无统计学意义($P > 0.05$),但其膝关节主动活动度差值、被动活动度差值和 KT-1000 值与联合训练组同时间点比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);CKC 组的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分以及膝关节主动活动度差值、被动活动度差值和 KT-1000 值与联合训练组同时间点比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。详见表 2。

讨 论

ACL 重建术后软组织移植物腱骨愈合需经过缺血坏死、血管重建、细胞增殖和塑型成熟期四个阶段,最后移植韧带才能达到原来 ACL 生物特性^[5],在腱骨愈合过程中,移植物强度需要经历一个由急剧减弱,再逐渐增强的过程。Mesfar 等^[6]研究发现,在 ACL 重建术后 3~5 周,自体移植物的强度急剧的下降到初始强

表 2 3 组患者膝关节各项观察指标比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	Lysholm 评分(分)	IKDC 评分(分)	膝关节活动度差值(°)		膝关节 KT-1000 值(mm)
				主动活动度	被动活动度	
OKC 组						
治疗前	33	56.25±8.29	55.50±7.42	30.52±9.56	18.54±5.59	3.25±0.39
治疗后	33	87.00±4.79 ^a	89.45±4.79 ^a	10.06±2.06 ^{ab}	9.76±2.26 ^{ab}	1.99±0.30 ^{ab}
随访时	33	91.33±5.68	93.45±4.35	5.33±1.73 ^{ab}	4.45±0.94 ^b	2.13±0.36 ^{ab}
CKC 组						
治疗前	30	56.78±8.35	54.52±7.36	29.39±10.27	20.09±4.69	3.30±0.47
治疗后	30	83.67±3.55 ^b	86.40±3.76 ^b	7.73±1.41	7.87±1.89	1.05±0.26
随访时	30	91.23±5.48	92.40±3.96	3.20±1.45	4.03±1.27	1.11±0.21
联合训练组						
治疗前	31	55.83±8.26	55.13±6.97	31.05±11.09	19.67±5.34	3.35±0.42
治疗后	31	86.71±3.62	88.58±3.60	8.10±1.35	8.39±1.62	1.02±0.2
随访时	31	92.00±4.40	93.18±4.61	3.52±1.03	3.90±1.01	1.12±0.26

注:与 CKC 组同时间点比较,^a $P < 0.05$;与联合训练组同时间点比较,^b $P < 0.05$

度的 10%~15%。本研究在制订康复方案时,充分考虑自体移植物的特性,3 组患者在第 2 阶段都采取适当保护,避免高屈膝角度下负重。

Steindler 最早在其著作《运动机能学》中提出 OKC 和 CKC 概念,并阐述在关节康复中具有重要的运动学与生物力学作用^[7]。OKC 是指肢体近端固定而远端关节活动的运动,如直腿抬高训练、坐位伸膝训练、步行时的摆动相。CKC 指肢体远端固定而近端关节活动的运动,如下蹲、上下台阶、骑固定功率车、步行时的支撑相等。本研究患者 ACL 重建术后,OKC 组在第 2 阶段选择直腿抬高训练,而 CKC 组在第 2 阶段选择仰卧屈膝运动。Fleming 等^[8]研究采用 OKC 和 CKC 两种训练方式测定受试者的 ACL 应力,结果显示 2 种训练方式所产生的应力差异无统计学意义 ($P>0.05$),故认为 CKC 较 OKC 安全性大的结论缺乏依据。

Isaac 等^[9]研究报道,OKC 和 CKC 在对胫骨前移、膝关节稳定、关节功能恢复等方面的影响差异均无统计学意义 ($P>0.05$),但 OKC 组在股四头肌肌力恢复方面的效果更为明显 ($P<0.05$),患者能更快地恢复受伤运动水平,故推荐采取 OKC 方案。本研究发现,OKC 组在 ACL 术后 3 个月时的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分与 CKC 组同时间点比较,差异有统计学意义 ($P<0.05$),且 OKC 组评分优于 CKC 组,说明 OKC 组由于肢体远端处于游离状态,可减少关节内压力,加速术后股四头肌的恢复。但 Perry 等^[9]研究比较 ACL 重建术后 8 周和 14 周采取 OKC 和 CKC 康复治疗对膝关节松弛度和患肢功能的影响,发现 2 种康复方式差异无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究中,ACL 重建术后 6 个月时,OKC 组的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分与 CKC 组同时间点比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$)。与 Perry 等^[10]的研究结果一致。

Ayeni 等^[11]研究提出,OKC 康复患者 ACL 承受的拉力比 CKC 运动更大,所以康复训练中,CKC 训练已逐渐取代 OKC 训练。Mikkelsen 等^[12]研究表明,CKC 训练相对于 OKC 训练,在很大程度上能够减少膝关节运动时的剪切力,并增强神经肌肉的协同收缩能力;经生物力学分析后,认为 CKC 可以增强肌群的综合能力、协调能力及正常功能所需要的本体感觉。Lutz 等^[13]研究认为,CKC 的收缩与 OKC 相比,由于两者运动方式不同,故两者关节的活动和肌肉的募集情况也都不相同;而 CKC 要完成膝关节的屈伸动作,需同时收缩屈肌和伸肌,即 CKC 的一个特征就是同时收缩的存在。Augustsson 等^[14]研究认为,CKC 其实是将 OKC 的旋转运动转换成线性运动,所以 CKC 时不仅没有增加关节的剪切力,而且还增加关节保护作用;其对 ACL 重建术后的关节,可以提供早期、有效、安全的康复方

法。本研究认为,OKC 导致胫骨前移,使移植物受到牵张,从而造成重建韧带的拉长甚至损伤。本研究在 ACL 术后 3 个月和 6 个月时分别比较 OKC 组和 CKC 组的 KT-1000 值时发现,2 组间差异有统计学意义 ($P<0.05$),故认为 OKC 训练能增加膝关节运动时的剪切力,从而拉长重建韧带。Penner 等^[15]认为,重建韧带的拉伸超过大约 2 mm 时就存在永久变形的危险。本研究患者术后 6 个月时 OKC 组的 KT-1000 值达 (2.13 ± 0.36) mm,说明 OKC 训练能增加重建韧带拉长甚至损伤,故应避免选择 OKC 训练;但在恢复股四头肌肌力方面,OKC 明显优于 CKC。故需进一步研究如何更好地利用 OKC 在股四头肌肌力恢复方面的优势,又能减少其在拉长移植韧带的风险。

Hungerford 等^[16]的研究显示,为避免髌股关节产生过度的应力,OKC 训练需限制膝关节由 90° 至 45° 的活动度;CKC 训练需限制膝关节由完全伸直位至大约 45° 屈曲位。提示 CKC 和 OKC 皆可应用于 ACL 重建的早期康复。本研究联合训练组即采用的有限 OKC 联合 CKC 训练模式,其原理就是在 CKC 训练模式的基础上,在第 3 阶段加入膝关节屈曲 $90^\circ\sim 60^\circ$ 范围内的开链运动,因为股四头肌单独收缩,伸膝力矩为 30 Nm 时,在膝关节屈曲 60° 和 90° 时,ACL 未出现张力,故在膝关节屈曲 $90^\circ\sim 60^\circ$ 范围内的开链运动,可用于早期康复计划^[17]。本研究发现,ACL 术后 3 个月和 6 个月时,OKC 组的 Lysholm 膝关节评分和 IKDC 评分与联合训练组同时间点比较,组间差异无统计学意义 ($P>0.05$);OKC 组的 KT-1000 值与联合训练组比较,组间差异有统计学意义 ($P<0.05$),而 CKC 组与联合训练组比较,组间差异无统计学意义 ($P>0.05$);而在主动活动度差值、被动活动度差值方面,OKC 组与联合训练组两组间差异有统计学意义 ($P<0.05$),而 CKC 组和联合训练组之间差异并无统计学意义 ($P>0.05$),说明采取有限 OKC 联合 CKC 训练,不仅早期可以取得类似 OKC 在股四头肌肌力恢复的优点,而且还可以克服 OKC 训练增加移植物韧带拉伸的不足。

综上所述,OKC 有利于早期股四头肌肌力的恢复,CKC 有利于膝关节活动度的恢复和重建韧带的保护,而有限 OKC 联合 CKC 训练可以既获得 OKC 训练的优点,又避免 OKC 的缺点,同时还可获得 CKC 训练的效果。可见,采取有限 OKC 联合 CKC 训练是针对 ACL 重建术后康复的一种安全、可靠的康复训练方法。

参 考 文 献

- [1] 张静,刘虎,朱超华,等.前十字韧带重建术后开链与闭链康复运动的选择[J].中华骨科杂志,2012,32(2):128-131. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2012.02.006.

- [2] 倪锋, 赵金忠. 前十字韧带重建术保留残端纤维与本体感觉功能的恢复[J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(2): 106-110. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2012.02.002.
- [3] 缪鸿石. 康复医学理论与实践[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000: 295-297.
- [4] 董伊隆, 蔡春元, 姜刚毅, 等. 关节镜下保留残端纤维的前交叉韧带单束解剖重建术[J]. 中国骨伤, 2013, 26(2): 124-127. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2013.02.010.
- [5] Chang CH, Chen CH, Liu HW, et al. Bioengineered periosteal progenitor cell sheets to enhance tendon-bone healing in a bone tunnel[J]. Biomed J, 2012, 35(6): 473-480. DOI: 10.4103/2319-4170.104412.
- [6] Mesfar W, Shirazi-Adl A. Knee joint biomechanics in open-kinetic-chain flexion exercises[J]. Clin Biomech, 2008, 23(4): 477-482. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2004.08.016.
- [7] 梁炳寅, 王惠芳, 王予彬. 膝前交叉韧带重建术后康复治疗中开链与闭链运动的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2010, 32(6): 467-469. DOI: 10.3760/j.issn.0254-1424.2010.06.021.
- [8] Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during squatting and active flexion-extension. A comparison of an open and a closed kinetic chain exercise[J]. Am J Sports Med, 1997, 25(6): 823-882. DOI: 10.1177/036354659702500616.
- [9] Isaac DL, Beard DJ, Price AJ, et al. In-vivo sagittal plane knee kinematics: ACL intact, deficient and reconstructed knees[J]. Knee, 2005, 12(1): 25-31. DOI: 10.1016/j.knee.2004.01.002.
- [10] Perry MC, Morrissy MC, King JB, et al. Effects of closed versus open kinetic chain knee extensor resistance training on knee laxity and leg function in patients during the 8-to 14-week post-operative period after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2005, 13(5): 357-369. DOI: 10.1007/s00167-004-0568-7.
- [11] Ayeni OR, Evabiew N, Ogilvie R, et al. Evidence-based practice to improve outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Clin Sports Med, 2013, 32(1): 71-80. DOI: 10.1016/j.csm.2012.08.008.
- [12] Mikkelsen C, Weruer S, Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched follow-up study[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2000, 8(6): 337-342. DOI: 10.1007/s001670000143.
- [13] Lutz GE, palmitier RA, An KN, et al. Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed-kinetic-chain exercises[J]. J Bone Joint Surg Am, 1993, 75(5): 732-739. DOI: 10.1117/036354659702500513.
- [14] Augustsson J, Esko A, Thomee R, et al. Weight training of the thigh muscles using closed vs Open kinetic chain exercise: a comparison of performance enhancement[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 1998, 27(1): 3-8. DOI: 10.2519/jospt.1998.27.1.3.
- [15] Penner DA, Daniel DM, Wood P, et al. An in vitro study of anterior cruciate ligament graft placement and isometry[J]. Am J Sports Med, 1988, 16(3): 238-243. DOI: 10.1177/036354658801600307.
- [16] Hungerford DS, Lennox DW. Rehabilitation of the knee in disorders of the patellofemoral joint: relevant biomechanics[J]. Orthop Clin North Am, 1983, 14(2): 397-402. DOI: 10.1717/035354669702500516.
- [17] 洗祖新, 杨延砚, 周谋望. 关节镜下前交叉韧带重建术后股四头肌肌力训练方式的选择—开链还是闭链[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(12): 1174-1177. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2012.12.026.

(修回日期: 2016-02-20)

(本文编辑: 汪玲)

· 外刊撷英 ·

Predicting ankle sprain in American football players

BACKGROUND AND OBJECTIVE Lateral ankle sprains (LASs) are the most common acute and recurrent injuries among athletes, representing 23% of all high school athletic injuries. This study assessed whether clinical tests, focusing on potentially modifiable factors might be useful for predicting LAS.

METHODS This prospective cohort study investigated 606 American football players, including 365 high school and 241 NCAA Division I athletes. For all participants, body mass index (BMI) was recorded, with preseason testing with the Star Excursion Balance Test and a modified functional movement screen completed by a certified athletic trainer. The players were followed through the following season to identify those experiencing an LAS.

RESULTS A significant association was found between BMI and the risk of a LAS ($P < 0.001$), with an odds ratio of 1.4 for those with a BMI of greater than 26.69 kg/m². Of the subsets of the Star Excursion Balance Test, only performance on the anterior subsegment was significantly associated with the risk for LAS ($P = 0.001$), with scores of less than 67% demonstrating a 1.62 odds ratio for LAS as compared to those with scores of greater than 67%.

CONCLUSION This prospective study of high school and college football players found that body mass index and the Star Excursion Balance Test-Anterior Performance Subscale were significantly associated with the risk of lateral ankle sprain.

【摘自: Gribble PA, Terada M, Beard MQ, et al. Prediction of lateral ankle sprains in football players based on clinical tests and body mass index. Am J Sports Med, 2016, 44(2): 460-467.】