

フォワードランジにおける足関節背屈可動域制限が 脛骨前方引き出し力に及ぼす影響

(医) 整友会 豊橋整形外科江崎病院

今泉史生

豊橋創造大学 保健医療学部 理学療法学科

金井 章

豊橋創造大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

柵木博貴 永野将義

【目 的】

スポーツ安全協会における平成11年度の報告によると、部位別傷害発生頻度として足関節が20.6%と最も高いことから、後遺症として足関節可動域制限が残存するアスリートが多いことが予測される。足関節疾患以外のスポーツ傷害で病院を受診したアスリートが足関節背屈制限を有していることも少なくない。足関節背屈制限がもたらす不利益として、前方移動の妨げにより重心が後方化となるため、大腿四頭筋による脛骨牽引力が増加し¹⁾²⁾、前十字靭帯損傷につながる³⁾ことが考えられる。吉田らは、トレーニングでは膝関節屈曲位での下腿前傾位となることが多いため、足関節背屈制限は傷害発生のリスク要因となりやすいと報告している⁴⁾。同肢位による代表的なトレーニングとして、フォワードランジ（以下、FL）が臨床において用いられていることが多い。

FLとは、片脚を一步前に踏み出す動作であり、下肢の筋力強化や協調性トレーニングとして用いられている。また、スポーツ場面において、投げる・蹴る・打つ・止まるなどの基本的な動作となっており、良いパフォーマンスを発揮するためには必要不可欠な動作であると言える。先行研究では、踏み出した側の膝関節には後方剪断力が働くことが報告されているが⁵⁾⁶⁾、足関節背屈制限が下肢関節に及ぼす影響は明らかではない。本研究の目的は、

FLにおいて足関節背屈可動域制限が脛骨前方引き出し力に及ぼす影響を検討することである。

【対 象】

対象は、下肢関節傷害の既往が無く、現在下肢運動機能に問題のない健常青年男性10名（平均年齢21.1±0.3歳、平均身長171.2±4.5cm、平均体重63.4±4.3kg）とした。また、本研究の実施にあたり被検者へは十分な説明をし、同意を得た上で行った。

【方 法】

運動課題はFLとし、立位から片脚を一步前に踏み出して足関節背屈と同時に股関節・膝関節を屈曲し、再び立位へ戻る一連の動作とした。規定方法として、頸部・体幹は中間位、両手は腰部、歩幅は身長1割、足部は第二中足骨と前額面が垂直となるように指示した。ステップ幅は棘果長とし、速度はメトロノームを用いて2秒で前進、2秒で後退、踏み出し時の接地は踵部、膝関節を90度屈曲位とした。片脚を一步前に踏み出し、膝関節屈曲90度となる肢位は、前方のテープに接触することにより再現できるように設定した（図1）。また、足関節背屈制限の状態を模擬するため、背屈方向へ0度、10度、20度となるような傾斜板を踏み出し側の床に設置した（図2）。



図 1. FL の規定方法



図 2. 背屈制限を模擬するための傾斜板
(a : 0度 b : 10度 c : 20度)

表 1. 傾斜板の各背屈角度における足関節の背屈角度・底屈モーメント・関節合力

	傾斜板の背屈角度		
	0度	10度	20度
背屈角度 (度)	24.8±5.9	31.4±5.9	39.5±7.2
底屈モーメント (N)	37.9±14.3	39.3±14.5	47.4±19.7
関節合力 (Na)	1514.9±460.1	1809.1±486.1	1883.6±772.1
Mean±SD	*: p<0.05 **: p<0.01 ***: p<0.001		

各被検者は測定前に十分練習した後、動作は各設定角度にて7回ずつ行い、3・4・5回目の足関節最大背屈時を解析対象とした。動作分析は、三次元動作解析装置 (VICON 社製, VICON-MX) および床反力計 (AMTI 社製, OR6-7) を用いて計測し、得られた結果から筋骨格コンピューターモデル (労災リハビリテーション工学センター製) を用いて FL 中の各筋の張力および関節に対する負荷を算出した。

【結 果】

脛骨の引き出し力は、すべての背屈角度において後方引き出し力が作用しており、有意な差は認められなかった (図 3)。足圧中心 (以下, COP) は、背屈角度が増すに従って前方移動が認められ、0度と20度の間で有意な差が生じていた (図 4)。

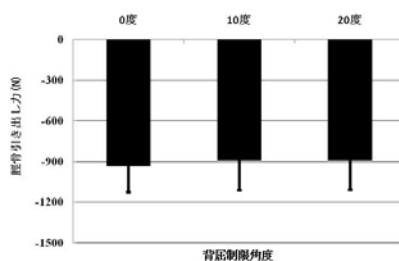


図 3. 脛骨引き出し力
マイナス方向は、後方引き出し力を示す

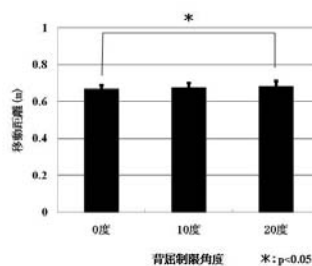


図 4. 右 COP の前方移動距離

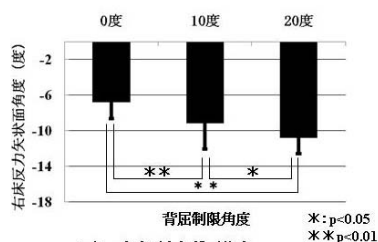


図 5. 右床反力矢状面角度
マイナス方向は、床からの垂線に対し
後方を向いていることを示している

床反力矢状面角度は、矢状面での垂線に対する角度を表しており、背屈角度が増すに従い有意な後方への傾斜角度の増大が認められた (図 5)。

傾斜板の各背屈角度における足関節の背屈角度、関節合力、底屈モーメントは、それぞれ背屈角度が上昇するごとに有意な増大が認められた。しかし、股関節・膝関節は屈曲角度、伸展モーメント、関節合力のすべてにおいて有意な差は認められなかった。

【考 察】

今回、足関節が過度の背屈位となるよう傾斜板を設置して、足関節背屈制限を模擬的に作り出し、動作の解析を行った。その結果、先行研究と同様に脛骨には後方引き出し力が生じており、制限角度による差も認められなかった。また、傾斜板の背屈角度が増大するにつれて、COPの前方移動距離の有意な増大と床反力矢状面角度の有意な後方への傾斜が認められた。これらのことは、足関節背屈制限による前方への重心移動の制限に対して、前方へ強く踏み込むことで代償したことを表していると考えられる。さらに足関節では、モーメント、関節合力、角度において有意な増大が認められたものの、股関節、膝関節では有意差は生じていなかったことから、踏み出し時の下肢に生じる負荷を股関節、膝関節よりも足関節が過度に背屈することで代償していたと考えられた。その要因として、FLの程度を常に一定となるように行わせるため、踏み出し時に前方のテープへ接触することにより膝関節屈曲角度が90度となるように規定したが、足関節背屈制限下においても課題遂行のためにさらに背屈させて対応することとなり、その結果、足関節のストレスが増大したのではないかと考えられた。

以上の結果より、足関節背屈制限の条件において一定のFLを行うためには、足関節に背屈方向へ大きなストレスが加わることが確認された。

【ま と め】

本研究では、フォワードランジにおいて足関節背屈制限による脛骨引き出し力に変化は認められなかったが、足関節に大きなストレスが加わることが確認された。今回、動作の規定をして行ったが、今後は規定の程度方法を変更し、代償動作などについて検討を行う必要があると考えられた。

【参考文献】

- 1) 広瀬統一：スポーツ選手の骨成長と膝痛。臨床スポーツ医学2006；23：1005-1012.
- 2) 伊藤浩充：高校男子サッカー選手のシンスプリントに関わる下腿・足部の発生因子。神大保健紀要2005；21：1-10.
- 3) 黒澤尚他編：スポーツ外傷学IV下肢。医歯薬出版；2001。p.68-79.
- 4) 吉田真他：足関節柔軟性と下肢および体幹の傷害の関連性。北海道理学療法2004；21：52-55.
- 5) 橋本雅至他：外力を加えたフォワードランジの前脚の動作解析－関節モーメント、関節間力の算出から見た膝関節の運動特性の検討－。日本臨床バイオメカニクス学会誌2007；28：393-398.
- 6) Stuart MJ et al：Comparison of intersegmental tibiofemoral joint forces and muscle activity during various closed kinetic chain exercises. Am J Sports Med 1996；24：792-799.