

3次元空間における関節角度の過大・過少評価を防ぐ新たな角度算出法の検討

羽場俊広¹⁾ *、鈴木光²⁾

1) 青森県立保健大学、2) 青森県立保健大学大学院

Key Words ①着地動作 ②膝内外反角度 ③三次元動作解析 ④大腿セグメント

I. はじめに

前十字靭帯 (ACL) 損傷は女性に多く、ジャンプや着地動作など他者との接触を伴わない活動中に発生する特徴がある。特に、膝外反角度の増加は ACL 損傷の危険因子となるため、ACL 損傷のリスクを予測するためには再現性の高い精度で角度の計測を行う必要がある。しかし、膝内外反角度は大腿セグメントの定義の違いによる膝の運動面の変化の影響を受ける。実際、着地動作時の膝内外反角度を検討した研究では膝内反運動が生じる場合¹⁾と外反運動が生じる場合²⁾があり一致した見解が得られていない。

筆者らは膝の運動面の指標である外反ストレスを用いた大腿セグメントを定義し、着地動作時の膝内外反角度を他の大腿セグメントの定義と比較することで、大腿セグメントの定義の違いが膝内外反角度の及ぼす影響を明らかにすることができると考えた。

II. 目的

本研究の目的は同一の実験条件下において、大腿セグメントの定義の違いが膝の運動面や着地動作時の膝内外反角度に与える影響を明らかにすることである。

III. 研究方法

1. 対象

過去1年間に脊柱や下肢の筋骨格系疾患を有さない健康な女子大学生19名(年齢 20.3 ± 1.2 歳、身長 159.7 ± 6.1 cm、体重 51.2 ± 5.2 kg)を対象とした。

2. 運動課題および実験手続き

運動課題は外側方向への片脚着地動作(SSDL)であり、対象者は高さ30cmの木製の台から床反力計の中心に向けて右足での着地動作を5回成功するまで行った。初めに静止立位として骨盤幅に足部を開いた3秒間の開脚立位を計測し、3~5回の練習後にSSDLの計測を実施した。非検査側(左足)の股関節は内外旋中間位、膝関節は90°屈曲位で保持し、両手を腰に当てたまま、上方に跳びあがらずに落下および着地するよう指示した。なお、着地時に足角が変化した場合やバランスを維持できない場合、腰に当てた手が離れた場合は課題の不成功とみなした。

3. データの取得と分析

直径14mmの反射マーカを対象者の身体26カ所に貼付した。マーカ貼付位置はPlug-in Gaitの下肢モデルに基づく16箇所に加え、大腿部と下腿のそれぞれで4つのクラスタ

*連絡先: 〒030-8505 青森市浜館間瀬58-1 E-mail: t_haba@ms.auhw.ac.jp

一マーカー、右側の大腿骨内側上顆および足関節内果であった。各マーカーの座標は 7 台の赤外線カメラで構成される三次元動作解析装置で取得し、床反力計により着地を判断した。

大腿セグメントは Plug-in Gait の基準 (PiG 条件)、大腿骨内外側上顆に貼付したマーカーを基準 (TEA 条件)、外反ストレステストの運動面を基準 (KVST 条件) の 3 種類で定義し、各条件で着地時および最大膝屈曲時の膝内外反角度を算出した。

統計解析では有意水準を 5% とした。膝の運動面では各条件間で多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った。また、動作局面の要因 (着地時、最大膝屈曲時) とセグメント定義の要因 (PiG 条件、TEA 条件、KVST 条件) が膝内外反角度に与える影響を検討するために、反復測定二元配置分散分析および多重比較検定 (Bonferroni 法) と対応のある t 検定を行った。

IV. 結果

膝の運動面はすべての条件で内旋を示した (表 1)。また、TEA 条件に比べ KVST 条件が有意な内旋を示した。

着地時および最大膝屈曲時における各大腿セグメント定義の膝内外反角度を表 1 に示す。膝内外反角度は有意な交互作用を認めた。着地時は TEA 条件に比べ PiG 条件が有意な内反を示し、最大膝屈曲時は TEA 条件に比べ PiG 条件および KVST 条件が有意な内反を示した。また、動作局面の要因では PiG 条件および KVST 条件で着地時に比べ最大膝屈曲時が有意な膝内反を示した。

表1 膝の運動面と膝内外反角度

	平均±標準偏差		
	PiG条件	TEA条件	KVST条件
膝の運動面 (° : 正の値は内旋、負の値は外旋)			
静止立位時	8.8 ± 13.8	3.7 ± 6.7	12.6 ± 13.5 ^b
膝内外反角度 [†] (° : 正の値は内反、負の値は外反)			
着地時	2.3 ± 4.7	-1.7 ± 3.0 ^a	1.0 ± 5.1
最大膝屈曲時	9.4 ± 12.1 [*]	-0.2 ± 5.5 ^a	7.1 ± 12.0 [*] ^b

[†]交互作用あり (p<0.05)、*対応のあるt検定 (p<0.05)、a,b多重比較検定 (a: vs. PiG、b: vs. TEA、p<0.05)

V. 考察

大腿セグメントの定義の違いは膝の運動面および膝内外反角度に影響を及ぼした。特に、PiG 条件や KVST 条件では膝屈曲運動に伴い膝内反運動を示すことが明らかとなった。外反ストレステストにより膝の運動面を規定する場合は、Plug-in Gait の基準で大腿セグメントを定義し膝内外反角度を計測することが望ましいと示唆された。

VI. 文献

- 1) Teng, P. S. P., Kong, P. W. et al.: Effects of foot rotation positions on knee valgus during single-leg drop landing: Implications for acl injury risk reduction, *The Knee*, 24(3), 547-554, (2017).
- 2) Jenkins, W. L., Williams, 3rd. D. S., et al.: Sex differences in total frontal plane knee movement and velocity during a functional single-leg landing, *Physical Therapy in Sport*, 24, 1-6, (2017).

VII. 発表

本研究の成果はバイオメカニクス学会学術誌に投稿中である (2023.12.27)。