

## 題目：月経周期における着地時の膝関節運動の変化と前十字靭帯損傷

保健医療学専攻・リハビリテーション学分野・リハビリテーション学領域

学籍番号 10S3031 氏名 櫻井好美

研究指導教員 前田眞治教授

### 「はじめに」

女性スポーツ選手は同競技の男性選手よりも前十字靭帯（ACL）損傷の発生率が高く月経期の発生が多いことが報告され、これは月経随伴症状の影響であるとされている。一方、組織学的研究では女性ホルモンが ACL のコラーゲン構造と代謝に影響を与えることが解明され、損傷リスクが高いのは黄体期であると示唆されており疫学的研究と異なるものである。また、競技関連動作中の膝関節運動について男女差を検討した報告は散見されるが、月経周期と膝関節の動的アライメントの関係については明らかになっていない。そこで本研究は Point Cluster 法（PC 法）<sup>2)</sup> を用いた三次元運動計測により着地動作中の膝関節運動を解析し、月経周期との関連を調べることを目的に行った。

### 「方法」

被験者は下肢に整形外科的既往がなく、関節弛緩性テストが陰性の健常女性 42 名（19～24 歳）と健常男性 12 名（20 歳～23 歳）であった。女性には 12 週間毎日の基礎体温と月経の記録を求めた。三次元動作計測は 7 日ごとに 12 回行い課題は最大努力下で両脚垂直ジャンプし両脚同時に着地した。1 回の計測で 5 試行分ずつ記録した（12 週間で 60 試行）。被験者の体表面上の PC 法で決められた位置 25 カ所と両肩峰・股関節・膝関節・外果・第 5 中足骨の 10 カ所に赤外線反射標点を貼付し、三次元動作解析装置 VICON 612（VICON PEAK 社）を用いてサンプリング周波数 120Hz で計測した。また床反力計（AMTI JAPAN 社）を用いて足尖接地のタイミングを確認した。各標点の座標データから PC 法を用いて膝関節屈曲角度、内・外反角度、脛骨回旋角度、脛骨前後移動量を算出した。また臨床歩行分析研究会作成の処理ソフト DIFF gait を用いて、股関節屈伸角度、足関節底背屈角度を算出した。三次元動作計測と同日に大腿直筋、大腿二頭筋、半膜様筋の筋硬度を測定した。

先行研究の手法に則り体温と月経の記録から低温期と高温期に分け、さらにそれぞれを 1/2 ずつにして月経期、排卵期、黄体期前半、黄体期後半の 4 期間に分けた。各期間のデータの比較には反復測定による分散分析を、男女の比較には T 検定を用い、それぞれ危険率 5%未満をもって有意とした。分析には IBM SPSS Statistics.ver19（IBM）（IBM）を使用した。

### 「倫理上の配慮」

本研究は所属施設の研究倫理審査委員会の承認を得ている。（神奈川県立保健福祉大学 承認番号 20-34-008）

### 「結果」

連続して計測できなかった者や月経周期が乱れた者を除外し、最終的に女性 30 名男性 10 名のデータを使用した。さらに被験者ごとに足尖接地時の股関節・膝関節・足関節の平均角度と 1 SD を

算出し、1 つでも 1 SD に収まらない試行は除外して被験者 1 名あたり 49.4 (SD3.6) 試行のデータを解析した。

着地動作中に ACL 損傷が起こりやすいのは踵接地前後とされている。本研究では踵接地前後に全被験者において膝関節軽度屈曲・外反位となり脛骨の内旋と前方変位が起こった。よって、最大内旋角度、最大外反角度と脛骨最大前方変位量について比較した。

内旋角度は黄体期前半が他の期と比べて有意に大きく、黄体期前半をピークとして月経期まで増加傾向であった。また男性の最大内旋角度より有意に大きかった。男性は 12 週間で変化はみられなかった。外反角度については 4 期間で変化はなかったがすべての期で男性よりも大きな値となった。脛骨前方変位量は黄体期前半が他の時期と比較して有意に大きかった。筋硬度については女性の大腿直筋・大腿二頭筋は黄体期前半・後半が月経期・排卵期と比較して有意に高い値を示した。半膜様筋は、統計的有意差は認められなかった。男性は 12 週間で変動はみられなかった。

### 「考察」

黄体期前半には脛骨の内旋角度と最大前方変位量が増大することがわかった。先行研究においてヒト ACL ではエストロゲン濃度の上昇に伴い線維増殖や主要な構成要素である Type I コラーゲンの代謝が減少し弛緩性が増加すること、濃度上昇から弛緩性が変動するまでに 3 日程度の Time-delay (TD) があることが報告されている。エストロゲン濃度は排卵期にもっとも高くなる。本研究でみられた黄体期前半の内旋角度と脛骨移動量の変化は、この TD にあてはまるものと考えられる。また血中エストロゲン濃度は黄体期後半にも再び上昇するため TD は月経期まで持続し、粗になった ACL の構造が回復するまで損傷リスクが高い状態であるといえる。ACL は膝関節の前方剪断と脛骨の内旋を制動する第一義的な役割を担っており、弛緩したことで前方移動量と内旋角度が増加したものと考えた。さらに、黄体期前半・後半には大腿直筋と大腿二頭筋の筋硬度が増加した。筋硬度は $\gamma$ 運動ニューロンと交感神経によって制御されている。交感神経は黄体期前半に活発になるとされており、本研究で起こった筋硬度の増加は交感神経の働きによるものと推察した。そしてこの筋硬度の上昇は ACL の構造が粗になる黄体期に、筋によって膝関節の剛性を増し対応するためであると考えられた。本研究において見出された月経周期中の膝関節角度と筋硬度変化の結果から月経期は黄体期と比較して脛骨の内旋・前方変位が減少するものの筋硬度の低下によって膝関節の動的安定性が得られにくい時期であることが示唆され、ここに月経随伴症状が加わることで ACL 損傷リスクが高まると結論付けた。

### 「結論」

月経期は本研究によって明らかになった黄体期をピークとする ACL の緩みややすさが残存するものの、筋性防御による膝関節の剛性の低下と月経随伴症状が加わることで損傷リスクが高まると考えられた。

### 「引用文献」

- 1) Liu SH, Al-Shaikh R, Panossian V, et al. Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. J Orthop Res. 1996; 14(4):526-533
- 2) Andriacchi TP, Alexander EJ, Toney MK, et al. A point cluster method for in vivo motion analysis: applied to a study of knee kinematics. J Biomech Eng. 1998; 120:743-749