

# 宮路剛史 論文内容の要旨

主 論 文

## **In vivo kinematics of the anterior cruciate ligament deficient knee during wide-based squat using a 2D/3D registration technique**

(2D/3D レジストレーション法を用いた開脚スクワット動作における  
前十字靭帯不全膝の生体内関節動態解析)

宮路剛史、蒲田和芳、木寺健一、生田太、米田佳、進藤裕幸、尾崎誠、米倉暁彦

Journal of Sports Science and Medicine (2012) 11, 695-702

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医療科学専攻  
(主任指導教員：尾崎誠 教授)

### 緒 言

前十字靭帯 (ACL) 損傷はスポーツや交通事故などにより比較的高頻度に生じる傷害であり、ACL 不全状態になると歩行時の膝崩れなどの関節不安定症状を呈する。また、ACL 不全膝は早期から変形性膝関節症が進行すると言われている。ACL 不全膝の動態解析研究は変形性関節症の進行メカニズムの解明において重要な研究であり、これにより得られる知見により変形性関節症の進行を予防できる可能性もある。

近年、ACL 不全膝の生体内関節動態解析研究の報告が散見されるが、いずれも症例数が少なく、またランジ動作(足を前後に開いてしゃがみこむ動作)や歩行動作での解析がほとんどである。本研究では、筋力強化運動として頻繁に用いられ安定性の高い開脚スクワット動作での ACL 不全膝と反対側健常膝の生体内関節動態を比較し、ACL 不全膝の異常動態を調査するとともに、開脚スクワットの ACL 不全膝に対するリハビリテーション運動としての安全性を評価した。

### 対象と方法

本研究は ACL 不全患者を対象とした横断研究であり、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科倫理委員会において承認されたものである。当院を受診した片側性の ACL 損傷患者のうち、当院にて ACL 再建術を行った 20 歳以上の男性 33 名を対象被験者とし、外傷の既往や変形性関節症変化を認めない反対側健常膝を対照膝とした。平均年齢は 29.2 歳(20~51 歳)、ACL 損傷受傷から本検査までの期間は平均 47.4 週(3.3~450 週)であった。なお、関節前方不安定性についての定量的評価では、ACL 不全膝の前方引き出し量は平均 13.1mm、対照膝は平

均 7.3mm であり、ACL 不全膝に有意な前方不安定性を認めた ( $P < 0.001$ , t 検定)。

2D/3D レジストレーション法は生体内動的関節動態解析法として Banks ら (1996 年、IEEE Trans. Biomed. Eng.) によって提唱された比較的侵襲的で高精度な解析方法である。本法は PC 上で膝関節 CT 像より作成した 3D 骨モデルを、1 方向側面方向から撮影した X 線像に重ね合わせてマッチングさせる方法であり、さらに解析ソフトを用いることで、膝関節の 6 自由度における関節動態を解析することができる。

今回我々は本法を用いて、開脚スクワット動作時の生体内膝関節動態解析を行った。スクワット動作を、最大伸展位から最大屈曲するまでの屈曲相と最大屈曲位から最大伸展するまでの伸展相に分け、それぞれにおいて屈曲角度 0~100 度の範囲における ACL 不全膝と対照膝の関節動態を比較した。調査項目は、大腿骨に対する脛骨回旋量、脛骨前後移動量、大腿骨と脛骨の脛骨内顆外顆関節面における接触点とした。統計学的解析には repeated measures ANOVA、Tukey test を用いて行った。

## 結 果

脛骨前後移動量については、ACL 不全膝は対照膝に比べ、屈曲相、伸展相いずれにおいても屈曲 0 度、5 度において、脛骨が有意に前方に偏位していた ( $P < 0.05$ )。大腿骨脛骨内顆接触点は、ACL 不全膝では伸展相の屈曲 5 度、10 度、15 度において対照膝に比べ有意に後方に位置しており ( $P < 0.05$ )、大腿骨脛骨外顆接触点は、屈曲、伸展相ともに屈曲 0 度において、ACL 不全膝が対照膝に比べ有意に後方に位置していた ( $P < 0.05$ )。また、外顆接触点の屈曲 0~100 度間の移動量は、ACL 不全膝の移動量が健常膝の移動量よりも有意に小さかった ( $P < 0.05$ )。脛骨内旋角度については、ACL 不全膝、対照膝ともに膝屈曲に伴い脛骨内旋角度が増大していたが、両群間に有意差を認めなかった。

## 考 察

本研究により、ACL 不全膝では開脚スクワット動作の浅屈曲位において健常膝よりも脛骨が前方に偏位しているという結果が示された。ACL 不全膝に関する先行研究では、脛骨の前方偏位や脛骨内旋増大が報告されているが、本研究では脛骨の前方偏位は浅屈曲位に限定しており、脛骨内旋の増大は認められなかった。開脚スクワット動作は足を大きく開くことにより重心が下がり、より安定性の高い運動であり、そのため脛骨の異常運動が抑制され、浅屈曲位でのみ脛骨の前方偏位が出現したのではないかと考えられた。また本研究より、開脚スクワット動作は浅屈曲位を避けて行えば、ACL 不全膝に対するリハビリテーション運動として推奨できる安全な運動であると考えた。