

## 前十字靭帯再建膝の kinematics

### — 膝伸展筋力と動作時回旋角度の関係 —

○佐藤 孝二(さとう こうじ) (PT, AT, PhD)<sup>1,2)</sup>, 前田 朗 (MD)<sup>3)</sup>, 井田 博史 (PhD)<sup>4)</sup>, 志波 直人 (MD)<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> 福岡和仁会病院

<sup>2)</sup> 久留米大学大学院 医学研究科

<sup>3)</sup> 成田整形外科病院

<sup>4)</sup> 上武大学 ビジネス情報学部

<sup>5)</sup> 久留米大学 整形外科

#### はじめに

近年, 前十字靭帯 (以下 ACL) 再建術は脛骨の前方不安定性の改善だけではなく, 回旋不安定性や kinematics の改善を目的に解剖学的二重束再建が多く行われるようになりつつある<sup>1)</sup>.

様々な方法で行われている ACL 再建術後患者の膝関節 kinematics 解析によると, 再建術後膝の kinematics は正常膝のそれとは異なるという報告が多い. そして, これらの kinematics 異常が術後の関節症変化や半月板損傷の一因ではないかと考えられている<sup>2),3)</sup>.

ACL 再建術後の筋力はスポーツ復帰のための指標のひとつとされる事が多い. しかしながら, ACL 再建術後の筋力と動作の関係については, Quadriceps avoidance gait の存在が報告されている<sup>4)</sup> 程度であり, スポーツ動作について, 筋力と動作時膝関節運動の関係を示した研究は皆無である.

そこで我々は, 解剖学的 ACL 再建術後患者のスポーツ動作中の膝関節回旋運動と筋力の関連を検討することを目的に本研究を行った.

#### 対象と方法

対象は解剖学的 ACL 二重束再建術後9ヶ月以降の患者11名とし, 複合靭帯損傷や著しい半月板損傷や軟骨に損傷があるものは除外した. 筋力測定にはCybexを使用し60度/秒にて膝伸展最大筋力を測定し, 健側と比較した.

動作解析にはVICON 612 (Vicon Motion Systems Ltd, Oxford, United Kingdom) を用い, 歩行, 走行, 着地, 前方への着地, 方向転換の各動作について, 接地中の座標データを収集した. 次に脛骨大腿骨間の初期位置における回旋アライメントを計測するために, Carpenterら<sup>5)</sup>の方法に基づき, 荷重下にMRIが撮像可能な装置を作成し, 膝伸展位で撮像する下肢に20kg重を負荷して撮影をした(図1). 得られた矢状断像より膝伸展角度が0度であることを確認した後, 横断像を用いて回旋アライメントを計測した. 大腿骨上顆軸 (TEA) に直交する軸を基準として, 脛骨側へ投影し, 脛骨側はPCL付着部と膝蓋腱付着部内側縁を結んだ線 (akagi line)<sup>6)</sup> をとり, それらのなす角を脛骨回旋角と定義した (図2). その後, 荷重位MRIにて設定された初期位置を, ポイントクラスター法より算出した動作中の角度の基準 (0度) とすることにより, 接地中の脛骨の回旋運動を算出した (図3).

上記の方法で得られた膝伸展筋力の患健比と動作中の最大内旋角度の関係について検討を加えた.

#### 結 果

歩行, 前方着地, 方向転換の3動作において, 膝伸展最大筋力 (患健側比) と動作中の脛骨最大内旋角度に正の相関を認めた (図4). また, 走行, 垂直着地の2動作では有意差はみられなかったが, 同様の傾向がみられた (図4). さらに, 伸展筋力が健側と同レベルに回復しているものほど (患健側比が100%に近づくほど), 動作中の関節回旋

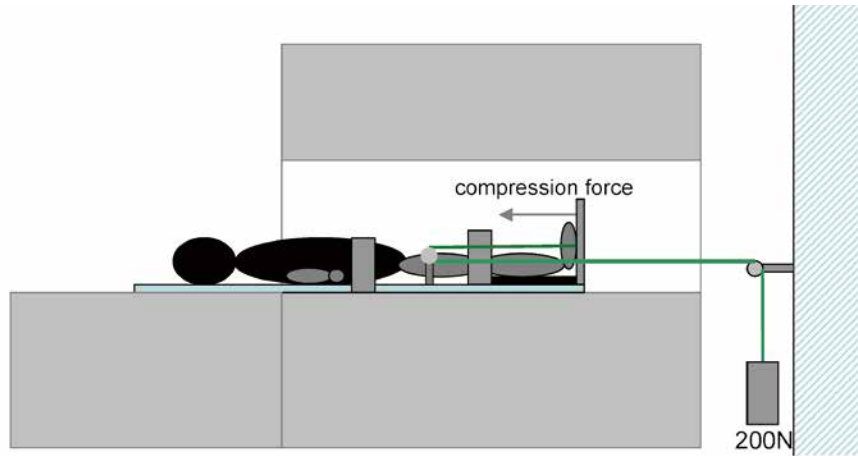


図1. 荷重位MRI撮影装置

MRIに荷重可能な装置を作成し、片足200N荷重にて撮影を行った。

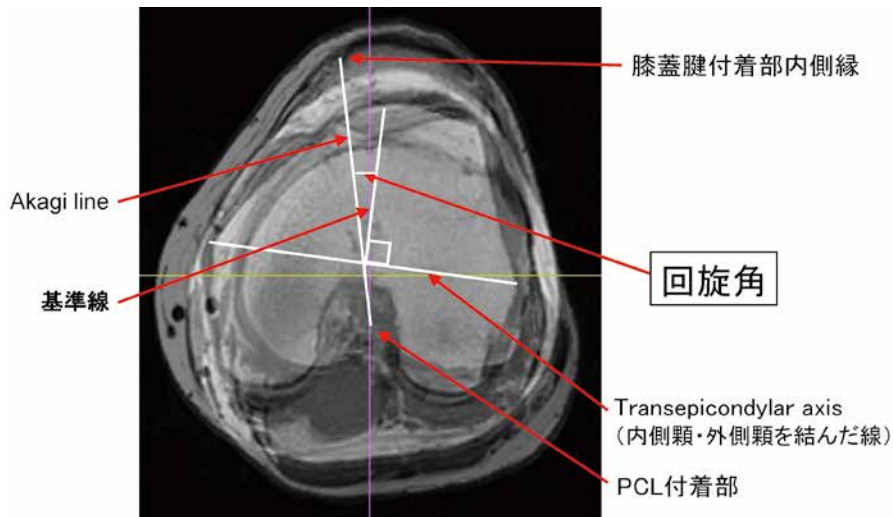


図2. 初期回旋角の設定

MRI画像より、大腿骨側は内外側顆を結んだ線 (transepicondylar axis) に直交する線を基準線とし、脛骨側は膝蓋腱附着部内側縁とPCL附着部を結んだ線 (akagi line) を基準として、両者のなす角を回旋角とした。

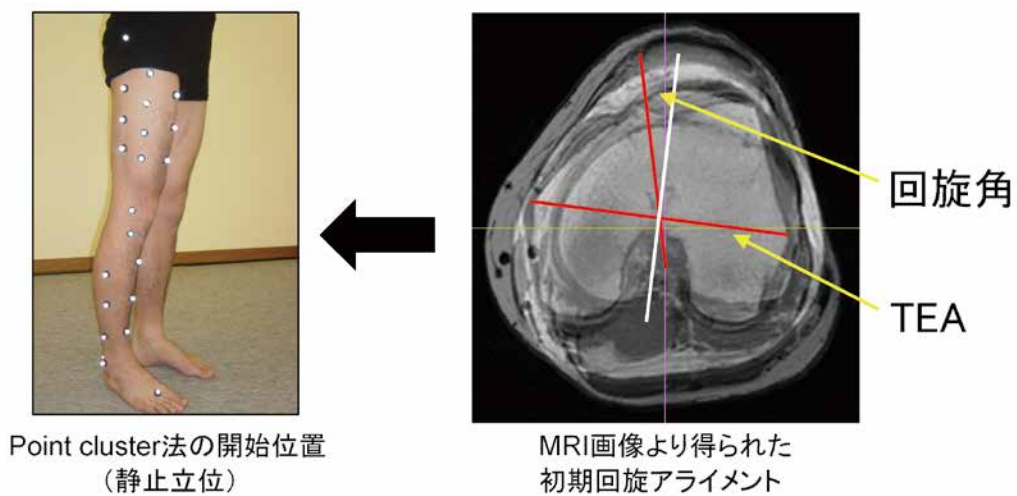


図3. 動作中の脛骨回旋角度の基準 (0度) の設定

point cluster法の開始位置は静止立位が基準となるが、被験者間の脛骨回旋角度の基準を統一するために、MRI画像より得られた初期回旋アライメントをpoint cluster法の開始角度として算出した。

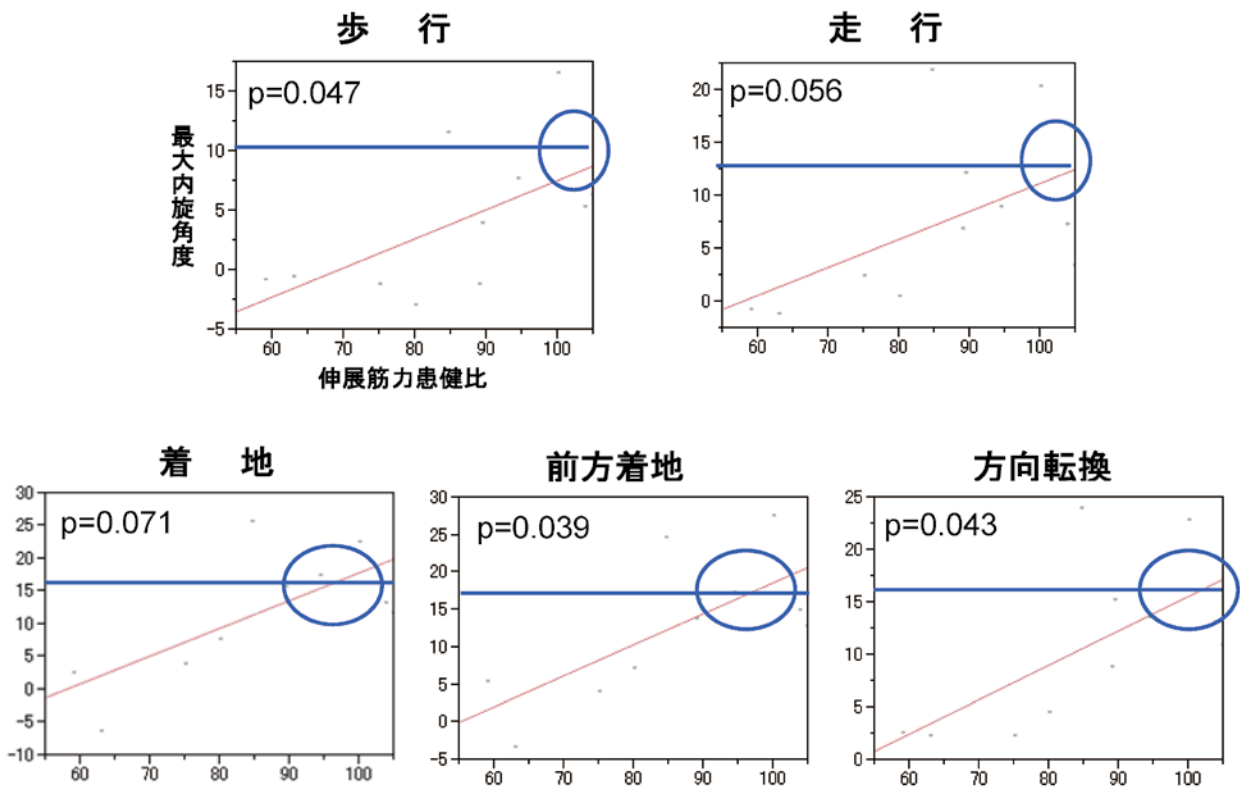


図4. 動作時の脛骨最大内旋角と膝伸展筋力の関係

歩行, 前方着地, 方向転換で正の相関を認めた. 走行, 垂直着地動作では有意差は同様な傾向がみられた. 青線が健側の平均最大内旋角度であり, 伸展筋力が健側と同様に回復しているものほど, 関節運動は健側に近づいていた (囲み).

運動が健側に近似していることがわかった (図4).

### 考 察

今回の研究により, ACL再建膝においては膝伸展最大筋力と動作中の脛骨最大内旋角度に正の相関があることがわかった. また, 筋力が健側に近いものほど, 動作中の最大内旋角度が健側に近いという結果となった.

我々がおこなった他の研究では, 静的脛骨外旋角と筋力

の間に負の相関がみられた (2013JOSKAS発表予定). 今回の研究の結果と合わせて考えると, ACL再建術において, 膝の静的回旋アライメントの正常化を目指すことが, 術後の筋力回復や動作時回旋kinematicsの正常化につながると思われる (図5).

今後は症例数を増やすとともに, 筋力や前方不安定性, 静的なアライメントなど様々な因子と動的なkinematicsとの関係を示していく必要がある.

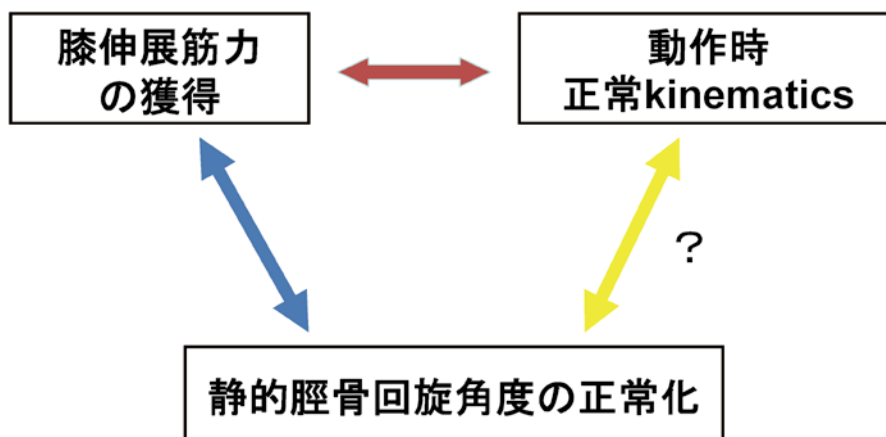


図5. 静的脛骨回旋角と筋力・動作時kinematicsの関係

静的脛骨回旋角度を正常化を目指すことが, 筋力回復や動作時のkinematicsの正常化につながると思われる.

## ま と め

---

解剖学的二重束ACL再建術後患者の膝伸展筋力と動作時回旋運動の関係を調べた結果、動作時の最大内旋角度と膝伸展筋力に正の相関がみられ、また、伸展筋力が健側に近いものほど健側の回旋kinematicsに近似することが分かった。

### 参考文献

- 1) Yagi M, Kuroda R, Nagamune K, et al. Double-bundle ACL reconstruction can improve rotational stability. *Clin Orthop Relat Res* 2007 ; 454 : 100 - 7.
- 2) Butler RJ, Minick KL, Ferber R, et al. Gait mechanics after ACL reconstruction : implications for the early onset of knee osteoarthritis. *Br J Sports Med* 2009 ; 43 (5) : 366 - 70.
- 3) Hart J, Blanchard B, Hart J, et al. Multiple ligament knee reconstruction clinical follow-up and gait analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2009 ; 17 (3) : 277 - 285.
- 4) Berchuck M, Andriacchi TP, Bach BR, et al. Gait adaptations by patients who have a deficient anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1990 ; 72 (6) : 871 - 7.
- 5) Carpenter RD, Majumdar S, Ma CB. Magnetic Resonance Imaging of 3 - Dimensional In Vivo Tibiofemoral Kinematics in Anterior Cruciate Ligament-Reconstructed Knees. *Arthroscopy : The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 2009 ; 25 (7) : 760 - 766.
- 6) Aglietti P, Sensi L, Cuomo P, et al. Rotational position of femoral and tibial components in TKA using the femoral transepicondylar axis. *Clin Orthop Relat Res* 2008 ; 466 (11) : 2751 - 5.