

## 器械による大腿四頭筋セッティング運動について

新潟医療センター リハビリテーション科

渡辺 博史 (PT)・江玉 陸明 (PT)・斎藤 賢一 (PT)

新潟医療センター 整形外科

古賀 良生 (MD)・谷藤 理 (MD)

新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター

田中 正栄 (PT)

アルケア株式会社

縄田 厚

### 目 的

大腿四頭筋セッティング運動は関節運動が少なく安全性に優れており、人工膝関節全置換術後や膝前十字靭帯再建術後(以下ACL術後)の訓練としてよく行われる。しかし、運動の理解が難しく筋力測定や目標設定が困難であり、またACL術後早期に行うには大腿四頭筋収縮に伴う脛骨前方移動に注意する必要がある。そこで今回、セッティング時の筋力を客観的に評価可能な訓練器を開発し、その活用法及び安全性を検討した。

### 対象と方法

#### 検討1：2種類のセッティング運動の比較

膝の既往がない健康な成人14名(平均年齢 $28.9 \pm 2.8$ 歳)を対象とした。方法は床面から踵を離して力を入れる(踵挙上セッティング)と床面に踵を接地したまま力を入れる(踵接地セッティング)の2種類のセッティング運動を行わ



図1. 測定方法と使用機器

せた。測定姿勢はアルケア社製の簡易下肢筋力測定器・訓練器を右下肢の膝窩部に置き大腿部を非収縮性ベルトで固定した長座位で、脛骨粗面にワイヤレステクノロジー社製の小型無線ハイブリッド加速度センサを装着した(図1)。2種類のセッティングを最大努力で10秒間行い、訓練器にかかる力と脛骨の前後方向の加速度波形について比較した。統計はピアソンの相関分析を用い有意水準を5%未満とした。

#### 検討2：加速度計の信頼性についての検証

ACL患者1例を対象にセッティングの透視画像にCT画像3次元モデルのマッチングによる動作解析を行った。

### 結 果

#### 検討1

##### 1. 最大筋力の関係(図2)

2種類のセッティングは、有意な相関関係を認めた。

##### 2. 加速度波形

代表的な波形を図3に示す。グラフの上向きは前方方向の加速度を表し、踵挙上セッティングは踵接地より大きな

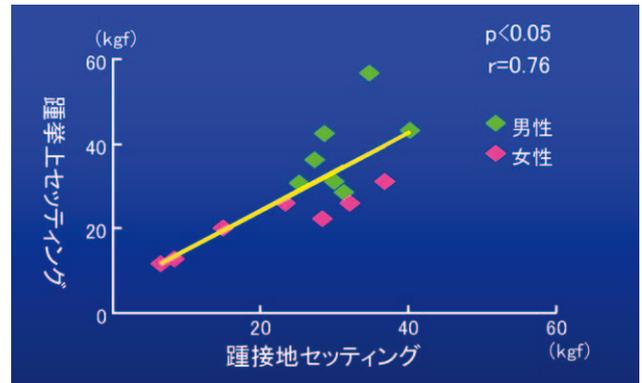


図2. 最大筋力の関係

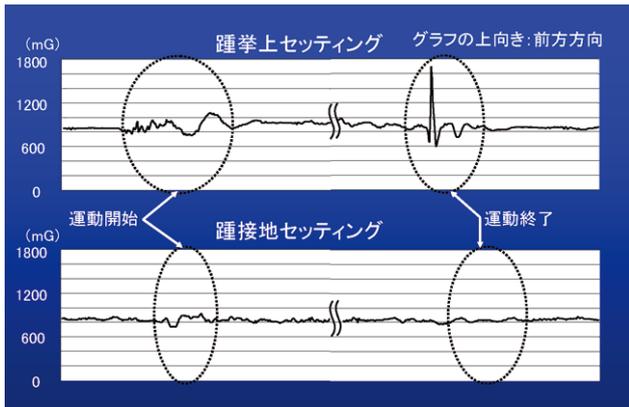


図3. 加速度波形

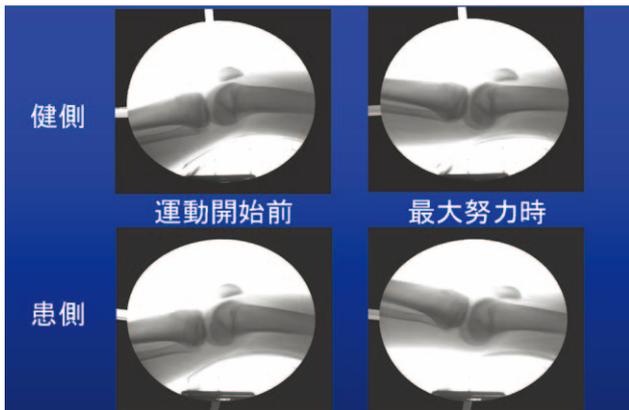


図4. 透視画像 (踵拳上セッティング)

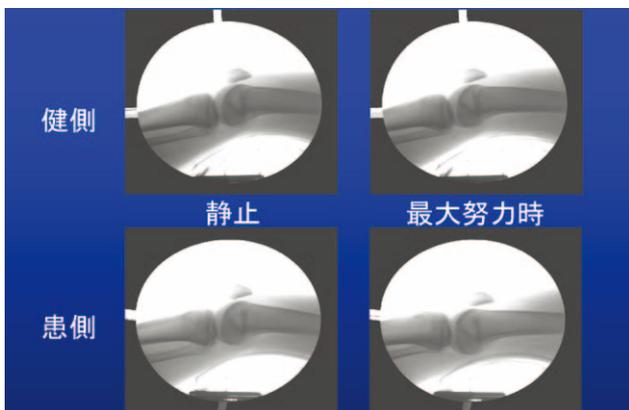


図5. 透視画像 (踵接地セッティング)

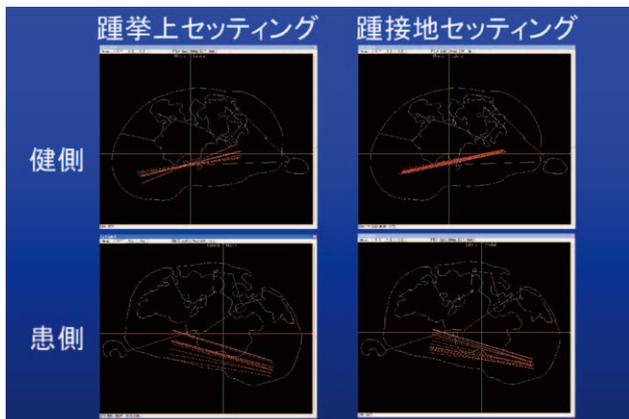


図6. 内外上顆軸の軌跡による運動評価

前方方向の波形を示し、特に運動終了時に著明であった。

## 検討2

### 1. 透視画像の結果 (図4, 5)

踵拳上及び踵接地セッティングとも最大努力下の透視画像では、健側に比べ患側は脛骨が前方に移動しており、特に踵拳上で大きかった。

### 2. 大腿骨の内外上顆軸の軌跡による運動評価 (図6)

前後の最大移動幅は、踵拳上セッティングでは健側7mm、患側13mm、踵接地セッティングでは健側3mm、患側11mmで、ともに患側が健側に比べ大きかった。

## 考 察

### 1. 加速度波形の結果

踵拳上セッティングは踵接地より大腿四頭筋の収縮力が大きく、脛骨の前方引き出し力が大きいと考えられた。また、運動終了時の著明な前方方向の加速度から、力を抜いて踵を床面に下ろす瞬間に脛骨の前方引き出し力が筋収縮以外に生じる可能性が示唆された。

### 2. 加速度測定の問題

動きの少ない動作に対する加速度評価の信憑性や大腿骨に対する相対的な脛骨の運動なのかが挙げられ、踵接地セッティングの安全性は明確でないことが考えられた。

### 3. 加速度計の信頼性についての検証

加速度計の値は脛骨の移動量以外の要素が強いことが推察された。症例を増して移動量と加速度計の測定値との関連についてさらに検討が必要と考えている。

Beynon<sup>1)</sup>はACLへのストレスは膝屈曲角や筋収縮強度に依存すると述べ、三浦<sup>2)</sup>はセッティングの筋活動で屈曲10°ではハムストリングスより大腿四頭筋が、屈曲30°では大腿四頭筋よりハムストリングスが大きいと述べている。またLi<sup>3)</sup>は、屈曲30°以上の大腿四頭筋とハムストリングスの同時収縮では脛骨前方偏位量が減少すると報告している。今回のセッティングは解析上膝屈曲17°以下であり、そのため脛骨の前方移動が出現したと考える。ACL術後早期のセッティングについて危険を回避するために、踵拳上では開始時期の検討や筋収縮以外にも脛骨の前方引き出し力が生じる可能性を考慮する必要がある。踵接地ではハムストリングスを収縮させても膝屈曲30°以上必要であることが確認された。

ACL術後早期における今回の器械の活用法については、使い方の工夫を含め膝屈曲角や収縮強度等を再検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during squatting and active flexion-extension. A comparison of an open and a closed kinetic chain exercise. Am J Sports Med 1997 ; 25 : 823 - 9.

2) 三浦雄一郎, 鈴木俊明, 武田功 他. 膝関節屈曲角度がセッティング動作時の筋活動に与える影響. 理学療法学1993; 20: 35.

3) Li G, Rudy TW, Sakane M, et al. The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. J Biomech 1999; 32: 395-400.