

# 股関節内転筋力発揮が大腿四頭筋各筋の活動に及ぼす影響

プロジェクトメンバー：黒川貞生、亀ヶ谷純一、杉崎範英(千葉大学)、佐久間淳(武蔵丘短期大学)

## 研究成果の概要

本プロジェクトでは、膝関節伸展筋力発揮時の大腿四頭筋各筋の活動が、股関節内転筋力の発揮により変化するか否かを明らかにすることを目的とした。目的を達成するための予備的実験（研究1）として、表面筋電図法を用いて内転筋群の筋活動レベルを定量的に評価する手法の確認を行った結果、大内転筋および長内転筋について、表面筋電図法を用いて筋活動の定量的評価が可能であることが確認された。その後、本実験（研究2）として、等尺性膝関節伸展筋力発揮時の大腿四頭筋各筋の活動に内転筋力の発揮が及ぼす影響を確認する実験を行った結果、内転筋力の発揮の有無は、膝関節伸展筋力発揮時の大腿四頭筋各筋の活動に影響を及ぼさない可能性が示された。ただし、この結果は、被験者数不足に起因する可能性が否定できなかった。そのため、本報告書提出後も継続的に研究を行う必要があると考えられる。

## 研究の背景と目的

膝関節周辺の障害の40%程度を占める膝蓋大腿部痛症候群は、内側広筋と外側広筋の筋力のアンバランスが原因で起こるとされている。いくつかの先行研究では、股関節内転筋力を発揮しながら膝関節伸展動作を行うことにより、筋活動における内側広筋/外側広筋比を高めることができるとされており（Irish et al. 2010など）、リハビリテーション現場においては、このようなエクササイズが実施されている。しかしながら、股関節内転筋力の発揮は内側広筋と外側広筋の筋活動比に影響を及ぼさないとする研究も多い（Hertel et al. 2004など）。このように先行研究間で見解が一致しない理由の一つとして、各筋の活動の定量方法の問題が挙げられる。すなわち、従来の研究では、各筋の活動の指標として、筋電図法や磁気共鳴画像のT2値などを用いているが、これらは神経系からの入力や筋収縮の代謝産物を反映したものであり、筋の発揮張力（機械的な出力）を直接反映したものではない。

一方、発揮筋力の増大に伴い羽状筋における羽状角（筋線維が腱組織に付着する角度）は増加し、筋線維長は短縮することが知られている（Fukunaga et al. 1997）。このことから、筋活動中の筋の形状を定量することにより、各筋が発揮している張力の大きさを推定できると考えられる。そこで、本研究では、筋電図法に加え、超音波法による筋線維長および羽状角変化の定量を用いて、股関節内転筋力発揮が大腿四頭筋各筋の活動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

## 研究1（予備的実験）：表面筋電図法を用いた大内転筋および長内転筋各筋の筋活動導出の可否

### 【目的】

超音波法を用いて特定した大内転筋および長内転筋の筋腹位置で導出した表面筋電図が、互いの筋その他の隣接する筋（特に半膜様筋）のクロストークの影響を受けないことを確認する。

**【方法】**

- ①超音波診断装置（Prosound2, アロカ社）を用いて、被験者の大腿部内側前方から内側後方にかけて撮像を行い、大腿内部における各筋の位置を確認した（図1参照）。
  - ②様々な動作（自転車エルゴメーターを用いた自転車駆動運動、トレッドミルを用いた歩行および走行、階段昇降運動、スクワット運動）を行った際の大内転筋、長内転筋、半腱様筋、半膜様筋の筋活動を観察し、個々の筋において独立した筋電図信号が得られるかを確認した。
- なお、①、②とも、の健常青年男性12名を対象に実験を行った。

**【結果】**

- ①すべての被験者において、大内転筋および長内転筋と隣接する筋群の境界線を明確に特定することが可能であった（図1）。また、表層部における各筋の面積は、隣接する筋に重なることなく筋電図用電極を貼付することが十分可能な程度の大きさであることを確認した。
- ②各動作中の各筋の筋放電信号のパターンは独立していることが確認された（自転車駆動の例:図2）。

**【結論】**

表面筋電図法を用いて大内転筋および長内転筋の活動を個別に観察することが可能であることが確認された。

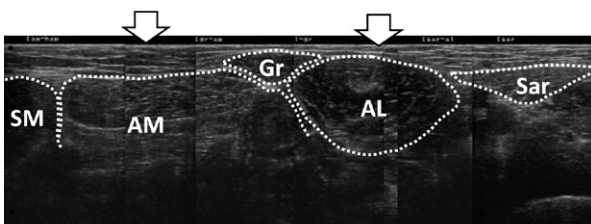


図1 Bモード超音波法を用いた大内転筋および長内転筋位置の特定（典型例）。SM、半膜様筋；AM、大内転筋；Gr、薄筋；AL、長内転筋；Sar、縫工筋。矢印は電極貼付位置を表す。

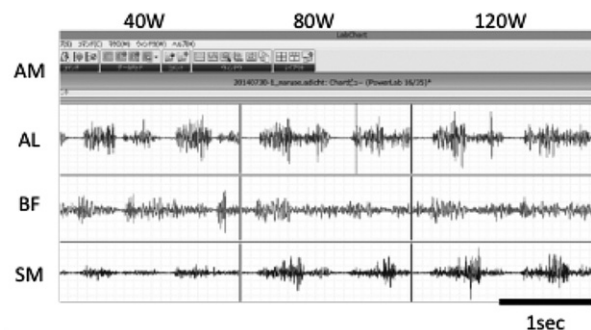


図2 自転車駆動時の内転筋およびハムストリングの筋活動パターン（典型例）。AM、大内転筋；AL、長内転筋；BF、大腿二頭筋；SM、半膜様筋。各筋の放電パターンは異なり、クロストークはないと考えられる。

## 研究2 (本実験):内転筋力発揮が膝関節伸展筋力発揮時の大腿四頭筋各筋の活動に及ぼす影響

### 【目的】

内転筋力発揮によって膝関節伸展筋力発揮時の大腿四頭筋各筋の活動が変化するかを確認する。

### 【方法】

被験者（健常成人男性6名）が、等速性筋力計（BIODEX3 酒井医療）を用いて、内転筋力を発揮する条件と内転筋力を発揮しない条件の2条件で、等尺性膝関節伸展筋力発揮を行った。この際、膝関節伸展筋力は最大努力の25%、50%、および75%の3条件を設定し、内転筋力は最大努力の50%とした。試行中、膝関節伸展筋力は等速性筋力計で、内転筋力は股関節内外転筋力計（T.K.K.3367b, 竹井機器）を用いて測定した。

筋力発揮中に、外側広筋、内側広筋、大腿直筋、大内転筋、長内転筋、およびハムストリングの筋電図を導出した。また、超音波診断装置（SSD-2000, ALOKA社製）を用いて、等尺性膝関節伸展筋力発揮時の外側広筋、中間広筋、および内側広筋の筋線維長（筋束長）および羽状角を測定した。

### 【結果】

#### 筋電図活動について

膝関節伸展筋力発揮時の大腿四頭筋各筋（外側広筋、内側広筋、大腿直筋）の筋放電量は、いずれも股関節内転筋力発揮時の方が大きい傾向が認められたものの、その差は統計的に有意ではなかった。

#### 筋束長と羽状角について

膝関節伸展筋力発揮時の外側広筋、中間広筋、内側広筋の筋束長および羽状角は、25%、50%、および75%のいずれの条件においても、内転筋力発揮ありとなしで統計的に有意な差は認められなかった。ただし、内転筋力あり条件において外側広筋の羽状角がやや大きい傾向が認められた（図3）。

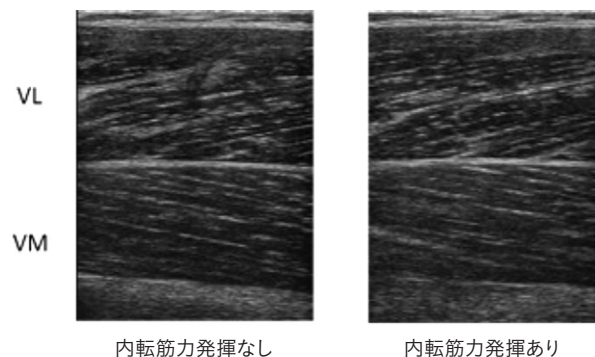


図3 膝関節屈伸筋力発揮時の外側広筋および中間広筋の筋束形状最大努力の25%の例。左：内転筋力発揮なし、右：内転筋力発揮あり。VL：外側広筋、VM：中間広筋。

**【結論】**

本研究の結果からは、股関節内転筋力発揮の有無は大腿四頭筋各筋の活動に影響を及ぼさないことが示唆される。すなわち本結果からは、リハビリテーションの現場で用いられている手法が効果的ではないことが示唆される。ただし、有意傾向を示す結果もあったことから、本研究の結果が被験者数の不足に起因する可能性がある。そのため結論を得るためには、研究を継続する必要があると考えられる。