

## スクワットにおける殿筋群の筋活動について ～抵抗の有無と抵抗位置の違いに着目して～

医療法人承継会 井戸田整形外科名駅スポーツクリニック

柴田智仁 大浦徹男 平野佳代子 水谷将和 亀山 泰

医療法人承継会 びわくま整形外科

井戸田仁

日本福祉大学 健康科学部

小林寛和

### 【はじめに】

下肢外傷発生に関連するスポーツ動作の問題のひとつとして、knee-in等の動的アライメント不良がある。この不良動作の要因のひとつとして、荷重位における股関節外転・外旋筋の筋出力低下が挙げられる。これらの問題を改善するため、小林は大腿部にチューブ抵抗を用いた股関節外転・外旋位のスクワットを提唱しており<sup>1)</sup>、我々はこのエクササイズの指導により、臨床上で一定の改善効果を得ている。

関節に対して抵抗を加えた場合、力のモーメントから考えると、抵抗位置が遠位になるに伴い、発揮筋力は増大する。しかし、股関節は多軸性の臼状関節で、かつスクワットは荷重位であるため、この原理が当てはまるとは限らない。また、深層外旋六筋の働きによる大腿骨頭の取り込み作用<sup>2)</sup>や、関節運動の円滑化による発揮筋力向上<sup>3)</sup>を目的に近位抵抗を用いる場合もある。

本研究ではスクワットにおける殿筋群の筋活動について、大腿部へのチューブ抵抗の有無と位置の違いに着目し検討したので報告する。

### 【対象と方法】

対象は、本研究の趣旨に同意を得られた健常男性15名とした。年齢 $23.0 \pm 3.0$ 歳、身長 $171.4 \pm 4.8$ cm、体重 $64.1 \pm 5.9$ kg、BMI $21.9 \pm 2.2$ kg/m<sup>2</sup>、大腿長 $41.1 \pm 2.1$ cm(いずれも平均 $\pm$ 標準偏差)であった。測定時、下肢に疼痛等の愁訴や可動域制限を有する者は除外した。測定下肢は全例左脚とした。

方法は、スクワット姿勢における殿筋群の筋活動について、表面筋電図を用いて計測・分析した。その際、チューブ抵抗の有無、位置など異なる条件下で実施した。

課題動作のスクワットについて、開始時の立位は、両足部内側間の距離を両肩峰間距離と一致させ、両上肢は前胸部で交差した姿勢とした。スクワット姿勢は5秒間保持させ、その前後の運動は各3秒間でメトロノームに合わせて実施させた。スクワット保持姿勢は股関節90度屈曲位、膝関節90度屈曲位、足関節30度背屈位となるようにスティックアームを使用して、矢状面上にて視覚的に確認した(図1)。

抵抗にはエクササイズ用ゴムチューブを使用し、抵抗量はハンドヘルドダイナモメーター(アニマ社製 $\mu$ -tas F-1)を用いて70Nに規定した。抵抗条件は抵抗なし、近位抵抗(大腿長近位1/4)、中央抵抗(中央1/2)、遠位抵抗(遠位1/4)とした(図2)。

筋活動の測定は、表面筋電図(酒井医療社製NORAXON MYOTRACE4000)を使用し、双極誘導にて行った。被験筋は大殿筋上部線維(以下、UGMax)、下部線維(以下、LGMax)、中殿筋(以下、GMed)、大腿筋膜張筋(以下、TFL)とした。各筋群の電極は下野の方法<sup>4)</sup>に基づいて貼付し(図3)、サンプリング周波数は600Hzとした。また、徒手筋力検査法に基づいて各筋の最大等尺性収縮(Maximum Voluntary Contraction:MVC)を、各3秒間・3回測定した。

筋電図の分析は、スクワット保持5秒間のうち、

中間 1 秒間の筋活動を採用し、各筋における各条件の %MVC を算出、比較をした。

統計学的分析は、各筋における各条件の %MVC について Friedman 検定を用いて比較した。なお、有意水準は 5% 未満とした。

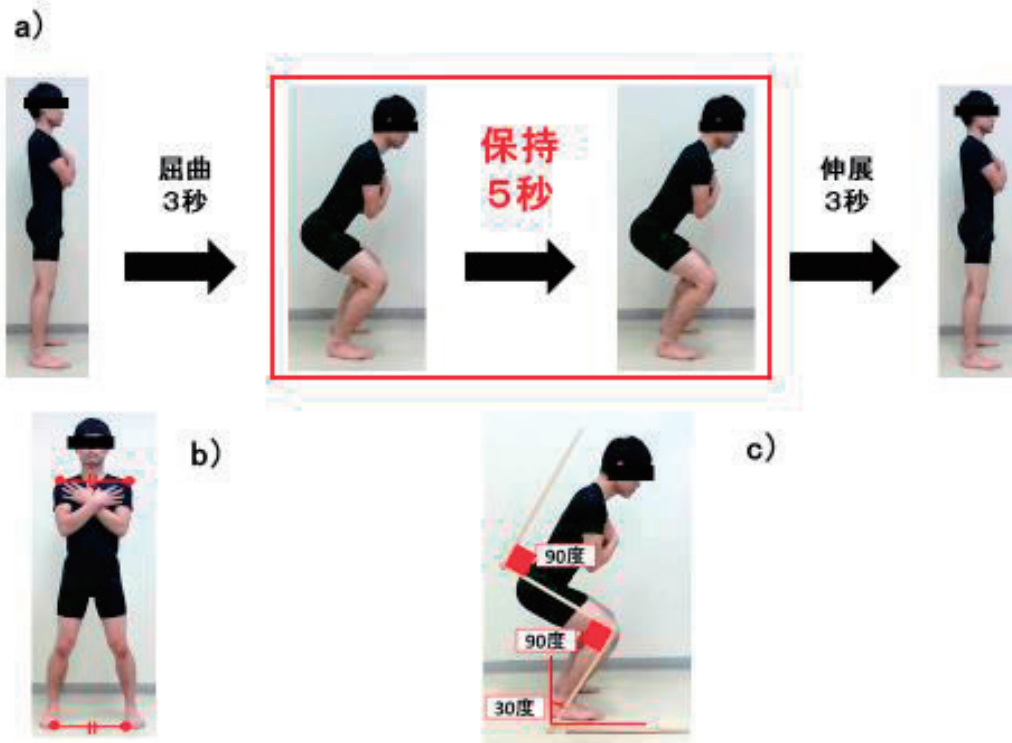


図 1: スクワット動作

- a) スクワット動作: 立位姿勢から 3 秒間かけてスクワット姿勢を取り、その後 5 秒間スクワット姿勢を保持し、3 秒間かけてもとの立位姿勢に戻るよう規定
- b) 開始姿勢: 両足部内側間距離を両肩峰間距離と一致させ、両上肢は前胸部で交差した姿勢に規定
- c) 保持姿勢: スティックアームを使用して矢状面にて、股関節 90 度屈曲位、膝関節 90 度屈曲位、足関節 30 度背屈位となるように視覚的に確認

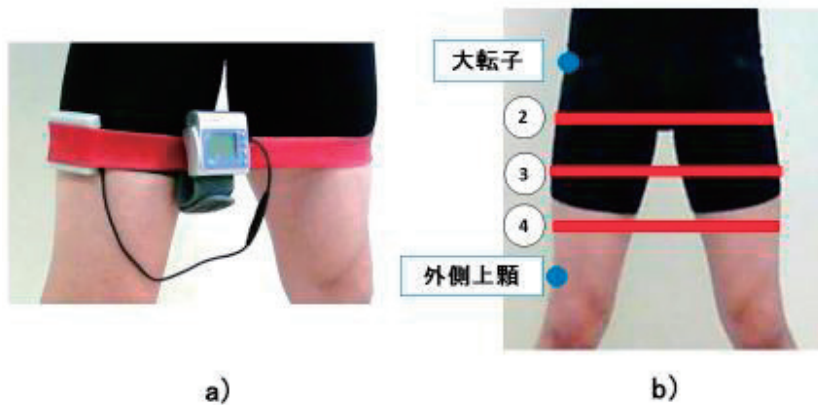


図 2: 抵抗の規定

- a) エクササイズ用ゴムチューブを使用し、ハンドヘルドダイナモメーターを用いて、大腿部に加わる抵抗量を 70N に規定
- b) チューブでの抵抗位置として、①抵抗なし、②近位抵抗 (大腿長の近位 1/4)、③中央抵抗 (大腿長の 1/2)、④遠位抵抗 (大腿長の遠位 1/4) と規定

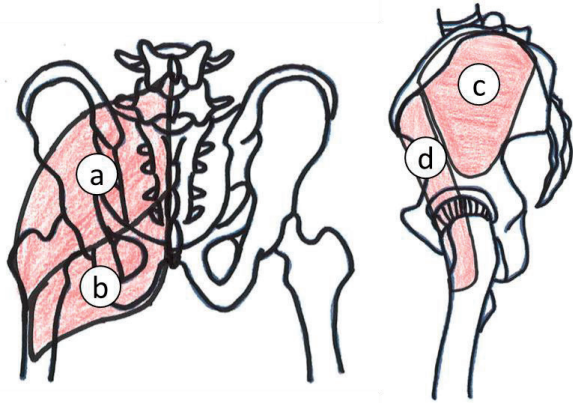


図 3: 電極の貼付位置 (文献 4 より引用)

a: 大殿筋下部線維 b: 大殿筋下部線維 c: 中殿筋 d: 大腿筋膜張筋

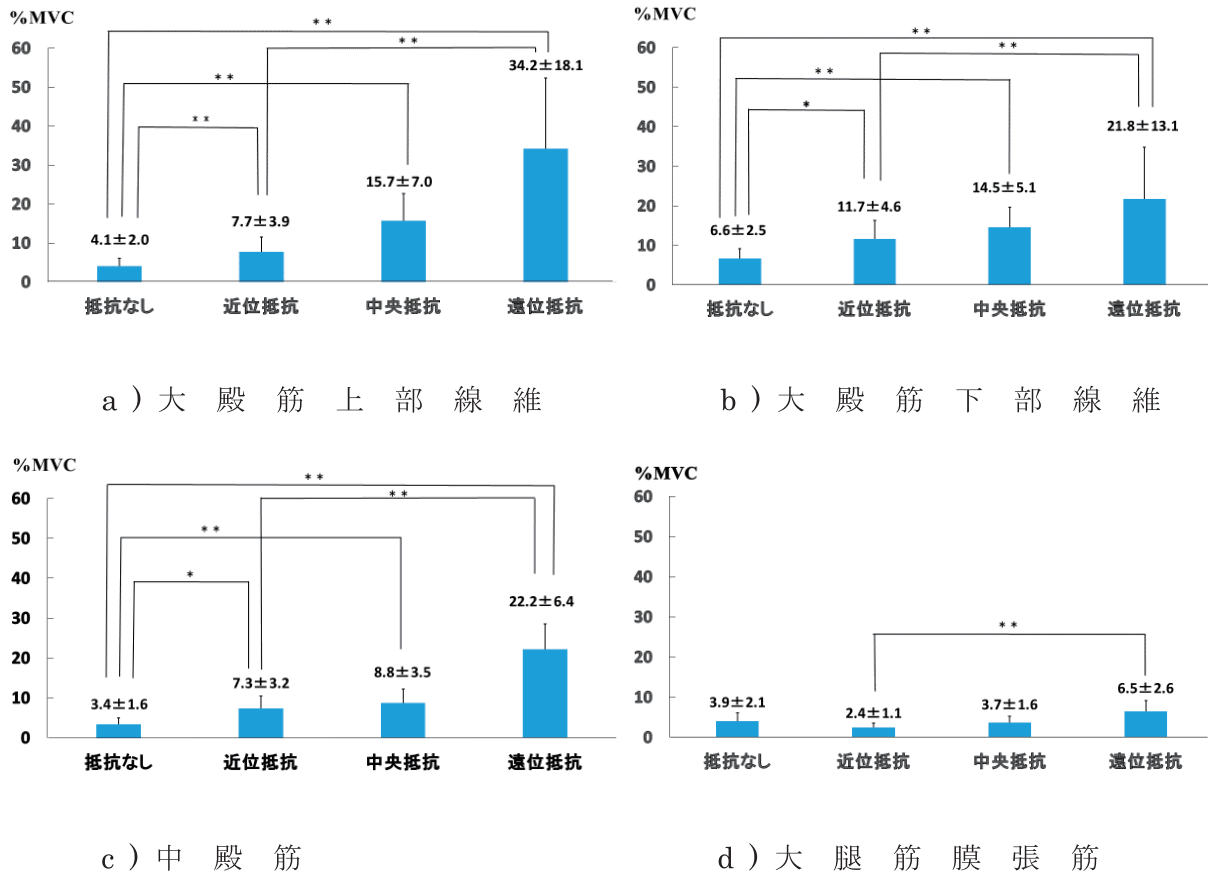


図 4: 各筋における各条件での %MVC

a) 大殿筋下部線維 b) 大殿筋下部線維 c) 中殿筋 d) 大腿筋膜張筋

### 【結果】

筋活動について、UGMax は、抵抗なし  $4.1 \pm 2.0\%$ 、近位抵抗  $7.7 \pm 3.9\%$ 、中央抵抗  $15.7 \pm 7.0\%$ 、遠位抵抗  $34.2 \pm 18.1\%$  であった (図 4-a)。LGMax は、抵抗なし  $6.6 \pm 2.5\%$ 、近位抵抗  $11.7 \pm 4.6\%$ 、中央抵抗  $14.5 \pm 5.1\%$ 、遠位抵抗  $21.8 \pm 13.1\%$  であった (図 4-b)。GMed は、抵抗なし  $3.4 \pm 1.6\%$ 、近位抵抗  $7.3 \pm 3.2\%$ 、中央抵抗  $8.8 \pm 3.5\%$ 、遠位抵抗  $22.2 \pm 6.4\%$  であった (図 4-c)。3筋は共通して、抵抗なしと比較して全ての抵抗で、近位抵抗と比較して遠位抵抗で有意に筋活動が増加した。TFL は、抵抗なし  $3.9 \pm 2.1\%$ 、近位抵抗  $2.4 \pm 1.1\%$ 、中央抵抗  $3.7 \pm 1.6\%$ 、遠位抵抗  $6.5 \pm 2.6\%$  であった (図 4-d)。近位抵抗と比較して遠位抵抗で有意に筋活動が増加した。

### 【考察】

本研究の結果、UGMax, LGMax, GMed では、抵抗を加えることで筋活動が増加し、抵抗位置がより遠位になるほど筋活動が増加した。これは大宮ら<sup>5)</sup>の先行研究と同様の傾向を示した。抵抗による股関節内転・内旋トルクに対して、UGMax, LGMax, GMed による股関節外転・外旋トルクで抗しているためと考えられる。TFL では、抵抗なしと抵抗ありの比較において有意な差を認めなかった。山本らは、TFL は股関節屈伸軸の前方を走行しており、股関節屈曲位では筋が短縮位になることで股関節外転作用が低下すると報告している<sup>6)</sup>。そのため、スクワットでは TFL は活動しにくい可能性が考えられる。また、TFL は近位抵抗と遠位抵抗の比較においてのみ、近位抵抗で有意に筋活動が低下した。加えて、近位抵抗は抵抗なしと比較して UGMax, LGMax, GMed の筋活動が有意に増加した。よって、近位抵抗では遠位抵抗と比較して、TFL の筋活動を高めずに UGMax, LGMax, GMed の筋活動を増加させる可能性がある。

以上より、抵抗を加えたスクワットでは股関節外転・外旋筋である UGMax, LGMax, GMed の筋活動増加を目的として用いることで、knee-in の改善に有用である可能性が示唆された。一方、

近位抵抗では TFL の過活動が何らかの問題となる症例においては、knee-in の改善に有用である可能性があるが、効果とメカニズムの更なる検討が必要である。

### 【文献】

- 1) 小林寛和. スポーツ外傷治療への取り組み - アスレティック・リハビリテーションを中心に -. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2002; 11 (2) : 205-210.
- 2) 川野哲英. ファンクショナル・エクササイズ. ブックハウス HD. 2004; 83.
- 3) 近藤仁, 山北和幸, 畑川猛彦ほか. 股関節屈曲筋力からみた近位抵抗の有効性について. アスレティック・リハビリテーション. 2000-2013; 3: 95-100.
- 4) 下野俊哉. 表面筋電図マニュアル 基礎・臨床応用. 酒井医療株式会社. 2010; 150-154.
- 5) 大宮博之, 内田綾佳, 備前梨穂ほか. 股関節外転・外旋位を意識したスクワットが筋活動に及ぼす影響. 日本保健科学学会. 17; 2014; 32.
- 6) 山本宏茂, 市橋則明, 吉田正樹. 大腿筋膜張筋の筋活動-股関節肢位および各種動作における検討-. 理学療法学. 1997; 24 (5) : 270-273.