

平成 30 年 6 月 9 日現在

機関番号：16401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26750188

研究課題名(和文)筋電計による小殿筋の質的評価と小殿筋の選択的筋力強化方法の検討

研究課題名(英文)The qualitative evaluation and examination of the selective muscle strength exercise of the gluteus minimus muscle by the electromyography

研究代表者

室伏 祐介(Murofushi, Yusuke)

高知大学・医学部附属病院・理学療法士

研究者番号：60724341

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、歩行や等張性外転運動時の小殿筋と中殿筋の筋活動を記録し解析を行った。歩行時における小殿筋は中殿筋と同様の筋活動パターンを示していた。さらに、変形性股関節症例においては、小殿筋の筋活動量が健常者よりも高かった。等張性外転運動では、中殿筋よりも小殿筋の方が活動量が高く、最大筋力の20%負荷量で行うのが良いと考えられた。等張性外転運動では、負荷量を変えても動員される筋線維タイプに変化は認められなかった。

研究成果の概要(英文)：We analyzed the difference of muscle activity between the gluteus minimus and gluteus medius muscle during gait and isotonic abduction exercises. The muscle activity pattern during gait of the gluteus minimus was similar to that of the gluteus medius. Furthermore, the muscle activity of gluteus minimus in Osteoarthritis of the hip were higher than healthy subject. The muscle activities of gluteus minimus was higher than gluteus medius during isotonic abduction exercises. Also, it is appropriate to perform loading at 20% of maximum muscle strength. There was no difference in the type of muscle fibers activated by the various loading situation.

研究分野：複合領域

キーワード：小殿筋 ワイヤ筋電図

1. 研究開始当初の背景

股関節安定化機構である股関節深層筋に着目した報告が散見され、深層筋である小殿筋は股関節に安定性をもたらす働きがあるとされている。PET や MRI を用いた研究では、歩行時や片脚立位時には中殿筋よりも小殿筋の活動が高いと報告されており、変形性股関節症でみられる骨盤の不安定性や体幹の動揺といった股関節外転筋機能不全に対しては、深層筋の働きを考慮しなくてはならない。小殿筋は外転筋群の総断面積の 20% と表層筋の代表である中殿筋に比べると小さいため今まで軽視されてきた。しかし、外転筋力の比は、中殿筋 (4) : 小殿筋 (2) : 大腿筋膜張筋 (1) であり、これまで外転筋機能不全 = 中殿筋機能不全と考えられてきたが、小殿筋の働きにも着目する必要があると考えられる。

我々の先行研究では、健常者を対象にワイヤ電極を股関節外転筋群 (中殿筋、小殿筋、大腿筋膜張筋) に留置して、歩行や片脚立位時の筋活動を記録し積分筋電図解析をしてきた。その結果、歩行や片脚立位では外転筋群の中で小殿筋が一番活動しており、筋電図学的にも骨頭を求心位に保持し、股関節の安定化には重要な働きをしていることを明らかにしている。さらに、小殿筋のトレーニング方法として、等尺性外転運動での負荷量は、体重の 4 ~ 6 % の負荷量で行うことが良いことを報告している。

しかし、変形性股関節症例に対する筋力強化訓練では等張性収縮での外転運動をすることが多く、さらに、筋力の向上を動作に結びつけるには、筋の量的評価だけでなく、筋の質的评价をする必要がある。臨床における筋電図を用いた量的評価は積分筋電図解析で、質的评价は周波数解析が用いられている。周波数解析を行うことで、どのような筋線維タイプがどれだけ活動しているか明らかとなる。周波数解析の多くは高速フーリエ変換を用いて行われてきたがこの手法は定常波形でないと解析ができないため、動作時の周波数解析は困難であった。しかし、Wavelet 変換をもいすることで動作時における周波数解析が可能であることが報告されており、本手法を用いることで、今まで不明であった動作時に活動している小殿筋の筋線維タイプを明らかにすることが可能である。

よって、歩行立脚期における小殿筋の筋活動動態や、活動している筋線維タイプが明らかになることで、動作レベルの改善をする為の効果的な筋力トレーニング方法を明らかにすることが可能と考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ワイヤ電極を用いて小殿筋・中殿筋の筋活動を記録し、量的評価、質的评价を行い、選択的に強化するための運動方法を検討すること、さらに、周波数解析をもちいて歩行時に活動している筋線維タイ

プがどの程度活動しているか明らかにすることである。

1 年目 (平成 26 年度) は、負荷量の異なる強度での等張性外転運動を積分値や周波数解析により量的・質的评价を行い、選択的に小殿筋の筋力強化できる負荷量を検討することである。また、歩行時における筋活動の記録もおこない、歩行時における小殿筋の筋活動を量的、質的側面から評価することである。

2 年目 (平成 27 年度) は、小殿筋を選択的に鍛えるための負荷量にて実際に筋力トレーニングを行い、その効果判定を超音波画像診断装置を用いて行うことである。

3・4 年目 (平成 28・29 年度) は、変形性股関節症例における歩行時小殿筋筋活動を記録し量的・質的側面から評価し、健常者と比較し、変形性股関節症例の歩行時における小殿筋筋活動の特性を明らかにすることである。

3. 研究の方法

被検筋は小殿筋と中殿筋とした。股関節深層筋である小殿筋は超音波画像診断装置 (SonoSite 社製) にて筋の位置を同定してから電極を留置した。使用したワイヤ電極はウレタンコーティングされた直径 0.1 mm のステンレス線で、先端の 0.5 mm だけコーティングを剥がし通電できるようにした。また、電極間距離が 2 mm になるように貼り合わせ、双極誘導ができるようにしている。1 本のワイヤ電極は 22 G のカテラン針に通した後、先を折り返し被検筋に引っかかるようにした。ワイヤ電極はカテラン針に通した後、ガス滅菌処理をして使用した。なお、ワイヤ電極の留置は整形外科医によって施行されている。

筋電図の記録は、筋電図システム WEK-K214 を用い、サンプリング周波数を 2000 Hz にしてパソコンに取り込んだ。解析は、筋活動量を求めるための積分筋電図解析 (Integrated electromyography : IEMG) と活動している筋線維タイプを推定するために Wavelet 周波数解析を行った。IEMG の算出は BIMUTAS (キッセイコムテック社製) を使用し、20-1,000 Hz のバンドパスフィルタ - を通した後解析を行った。また、数値解析ソフトウェア MATLABR2007a (MathWorks 社製) を用いて Wavelet 周波数解析を行い、平均周波数 (Mean Power Frequency : MPF) の算出を行った。解析周波数帯域は、31.25 ~ 1,000 Hz とし、50msec 間隔で解析を行った。

等張性外転運動は、側臥位にて股関節外転 0° から外転 20° までの運動を、メトロノームを用いて 1 分間に 60 拍のリズムで外転運動を 5 回実施した。また、運動実施前には挙上するリズムや角度について説明し、練習した後に本実験を行った。負荷量の設定は、股関節外転筋力の最大値を測定し、最大筋力の 20%、40%、60% とした。最大筋力の測定は、

側臥位股関節外転 20° で、大腿骨遠位に Hand-held dynamometer (μ-TAS F-1, アニマ社製) をベルトで固定し計測した。また、負荷量は 0.5kg 刻みで設定した。

歩行の計測は、10m の歩行路を通常歩行にて歩行してもらい、踵骨部と前足部にフットスイッチを設置し、フットスイッチの波形から歩行開始直後、終了直前の 2 歩行周期を除く波形の安定した 3 歩行周期を選択した。さらに、フットスイッチの波形から立脚期と遊脚期を同定した。

筋力トレーニングの効果判定として、超音波画像診断装置にて、小殿筋中殿筋の筋厚を計測した。高負荷群と低負荷群の 2 群を設定し、トレーニング期間は 8 週で週 3 回の等張性外転運動を行い、トレーニング前後での筋厚を計測・比較した。

4. 研究成果

本研究において研究の主旨について説明し同意が得られ実験の協力が得られた者は、健常者において男性 6 名、女性 6 名の計 12 名であった。また、変形性股関節症例は 5 名であり、全例女性であった。

(1) 等張性外転運動における筋活動量

小殿筋の各負荷量における %IEMG の結果は、負荷量 20% より 60% の方が有意に高かった。また、中殿筋の %IEMG においても同様に、負荷量 20% より 60% の方が有意に高い結果であった。各負荷量における %IEMG は、負荷量 20% と 60% において、小殿筋の方が中殿筋よりも有意に %IEMG が高かった。負荷量 40% においては、有意差は認めなかったが、小殿筋の方が高い傾向を示した。

各負荷量における %IEMG

負荷量	最大筋力 20%	最大筋力 40%	最大筋力 60%
小殿筋	40.9 ± 15.2	49.0 ± 19.8	54.2 ± 27.8
中殿筋	33.4 ± 16.7	41.4 ± 13.9	42.9 ± 15.7

(2) 等張性外転運動における平均周波数 (MPF)

周波数解析の結果、小殿筋と中殿筋の %MPF は、各負荷量の間には有意差を認めなかった。

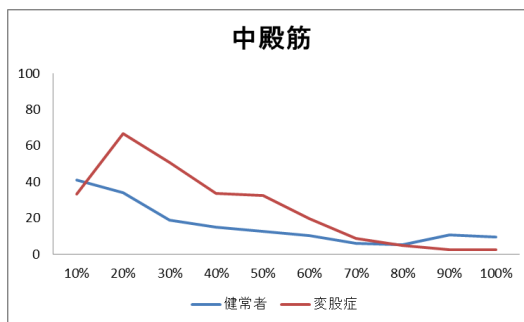
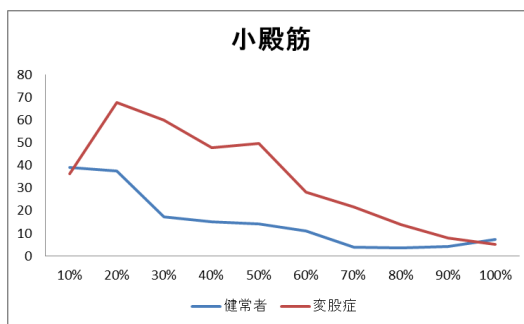
負荷量	最大筋力 20%	最大筋力 40%	最大筋力 60%
小殿筋	87.6 ± 22.7	86.5 ± 22.0	89.9 ± 24.0
中殿筋	95.0 ± 20.6	94.1 ± 22.3	97.4 ± 23.1

(3) 歩行時筋活動量

健常者における小殿筋の筋活動動態は、踵接地直後、立脚初期にかけて上昇し、最も筋活動量が高くなりその後徐々に低下した。この筋活動動態は中殿筋と同様であった。また、最も筋活動量が高かった立脚初期では小殿筋が 39.1%、中殿筋が 40.9% であった。

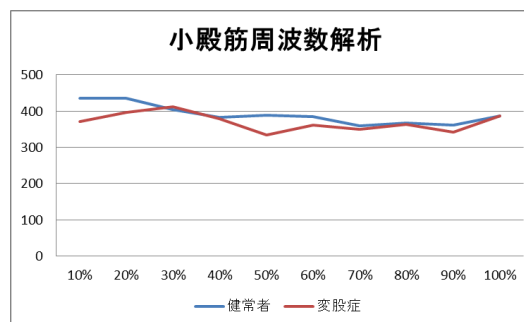
変形性股関節症例においても小殿筋・中殿筋ともに筋活動動態は同様に立脚初期に筋活動量が高くなり、その後徐々に減少していった。また、変形性股関節症例と健常者の筋

活動量を比べると、変形性股関節症例の方が筋活動量が高くなる結果であり、特に小殿筋においてこのことが顕著であった。さらに、最も筋活動量が高くなるタイミングは、変形性股関節症例では健常者よりも小殿筋・中殿筋ともに遅延する結果となった。



(4) 歩行時平均周波数

小殿筋の平均周波数は健常者においては踵接地直後から立脚初期において MPF が高くなりその後徐々に低下していった。また変形性股関節症例においては、健常者よりも平均周波数が低かった。タイプ線維が多いと平均周波数は低下するため、変形性股関節症例は、健常者よりもタイプ線維を多く使っていると考えられる。



(5) 筋厚の変化

小殿筋・中殿筋ともに高負荷群、低負荷群ともに筋厚に変化を認めることがなかった。

		訓練前	訓練後
小殿筋	高負荷	1.65	1.67
	低負荷	1.52	1.6
中殿筋	高負荷	2.76	2.65
	低負荷	2.47	2.28

単位: cm

以上より、量的評価から小殿筋の筋活動が歩行時股関節安定性においては重要な働きをしていることが明らかとなった。小殿筋の筋線維走行は大腿骨頸部と平行であり、解剖学的にも骨頭を求心位に保持する役割があると考えられる。よって、小殿筋の筋力を向上することは重要なことである。そのトレーニング方法としての等張性外転運動では、小殿筋の筋活動は中殿筋よりも高くなった。中殿筋の筋作用をベクトルで表すと垂直方向へ向いており、このことは中殿筋の筋力を有意に鍛えると逆に荷重部へのストレスを助長する恐れがある。よって、最も中殿筋の筋活動量が少ないのは最大筋力の 20%の負荷量であり、さらに小殿筋が中殿筋よりも有意に高い筋活動量が得られる負荷量であるため、等張性外転運動では最も適切な負荷量であると考えられる。

次に質的評価の検討より等張性外転運動では負荷量が変化しても、周波数解析による小殿筋の動員されている筋線維タイプに変化がないことが考えられた。タイプ 線維が多い中殿筋でも同様の結果であったため、小殿筋もタイプ 線維が多いことが考えられる。さらに、変形性股関節症例の歩行時平均周波数が低下していることから、歩行時に動員されている筋線維タイプは健常者に比べタイプ 線維が多いことが考えられた。よって、変形性股関節症になることで、筋線維タイプがタイプ への移行することが予測され、これを予防することが重要であると考えられる。しかし、今回負荷量を変えても動員される筋線維タイプが変化しなかったため、負荷量だけでなく収縮速度や運動様式なども考慮し今後検討していく必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

室伏祐介, 岡上裕介, 中平真矢, 前田貴之, 永野靖典, 池内昌彦, 川上照彦, 等張性収縮における小臀筋筋活動と中臀筋筋活動の比較-ワイヤ電極を用いて-, 理学療法科学, 査読有, 第 31 巻, 2016, 597-600

[学会発表](計 4 件)

室伏祐介, 永野靖典, 石田健司, 池内昌彦, 川上照彦, 変形性股関節症例における歩行時小殿筋筋活動動態の分析, 第 1 回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会, 2017

室伏祐介, 岡上裕介, 川上照彦, 池内昌彦, 筋電図による歩行時小殿筋筋活動の分析, 第 43 回日本股関節学会, 2016

室伏祐介, 芥川知彰, 永野靖典, 川上照彦, 正常歩行における小殿筋筋活動動態の分析, 第 53 回日本リハビリテーション医学会学術

集会, 2016

室伏祐介, 岡上裕介, 芥川知彰, 中平真矢, 近藤寛, 前田貴之, 川上照彦, 歩行時における小殿筋の筋活動, 第 37 回臨床歩行分析研究会定例会, 2015

6. 研究組織

(1) 研究代表者

室伏 祐介 (Murofushi, Yusuke)

高知大学・医学部附属病院・理学療法士

研究者番号: 60724341