股関節肢位と運動の違いが大殿筋, 中殿筋の筋活動に及ぼす影響

Movements in Different Hip Joint Positions Affect Gluteus Maximus and Gluteus Medius Muscle Activities

世古 俊明¹⁾ 隈元 庸夫²⁾ 高橋 由依³⁾ 金子 諒介³⁾ 田中 昌史¹⁾
信太 雅洋¹⁾

TOSHIKI SEKO¹⁾, TSUNEO KUMAMOTO²⁾, YUI TAKAHASHI³⁾, RYOUSUKE KANEKO³⁾, MASASHI TANAKA¹⁾,
MASAHIRO SHIDA¹⁾

¹⁾ Hokkaido Institute Chitose of Rehabilitation Technology: 2-10 Satomi, Chitose-shi, Hokkaido 066-0055, Japan.
TEL+81 123-28-5331 E-mail: t-seko@chitose-reha.ac.jp

²⁾ Department of Physical therapy, School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University

³⁾ Department of Rehabilitation, Aizen Hospital

Rigakuryoho Kagaku 29(6): 857-860, 2014. Submitted May 9, 2014. Accepted Jun. 18, 2014.

ABSTRACT: [Purpose] The activities of the gluteus maximus and gluteus medius induced by different movements, and the hip extension and abduction torque values of different limb positions were investigated and compared. [Subjects and Methods] The subjects were 10 healthy male adults, and the muscles examined were the gluteus maximus (Gmax), gluteus medius (Gmed), biceps femoris, and the back muscles of the lumbar region. Hip extension and abduction were performed in the supine position in three limb positions of hip flexion of 0 and 90°, and hip extension of 15°. The values of hip extension and abduction torque were also measured during the movements. [Results] Gmax showed high values of muscle activity during extension with 15° hip extension, and during abduction with 90° hip flexion. No differences were found among the Gmed activity values. No differences were found in hip extension torque among the different limb positions, but abduction torque showed a high value at hip flexion of 0°. [Conclusion] The anatomical characteristics of Gmax and Gmed were electromyographically corroborated.

Key words: gluteus maximus, gluteus medius, muscle activity

要旨:〔目的〕大殿筋、中殿筋の筋活動量を運動の違いで、股伸展、外転トルク値を肢位の違いで比較検討すること。〔対象と方法〕健康成人男性 10 名の大殿筋、中殿筋、大腿二頭筋、腰部背筋を導出筋とした。運動は股伸展と外転とし、側臥位での股屈曲 90 度、0 度、伸展 15 度の 3 肢位で実施した。また運動時の股伸展、外転トルク値を測定した。〔結果〕大殿筋の筋活動量は伸展 15 度では伸展運動時に、屈曲 90 度では外転運動時に高値を示した。中殿筋の筋活動量に、差は認められなかった。股伸展トルク値は肢位の違いで差は認められず、外転トルク値は屈曲 0 度で高値を示した。〔結論〕大殿筋、中殿筋の解剖学的筋走行の特性が筋電図学的に裏付けられた。

キーワード: 大殿筋、中殿筋、筋活動

¹⁾ 北海道千歳リハビリテーション学院:北海道千歳市里美2-10 (〒066-0055) TEL 0123-28-5331

²⁾ 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科

³⁾ 愛全病院 リハビリテーション部

I. はじめに

一般に大殿筋は股関節伸展筋、中殿筋は股関節外転筋として周知されており、基本動作時や日常生活動作時の骨盤安定性に重要な役割を果たす^{1,2)}。しかし、股関節の肢位によって筋線維走行や筋線維長が変化し、発揮される筋活動や運動作用が変わるとされ^{1,3)}、その筋機能は複雑である。過去の大殿筋、中殿筋の筋活動に関する報告として、同一肢位における運動の違いや、同一運動時の関節角度の影響についての検討は散見される^{2,4,5)}。しかし、運動の違いによる筋活動量の変化を股関節屈曲位と伸展位で検討した報告は少なく、また発揮トルク値を含めて検討した報告は見受けられない。そのため立位保持や歩行など運動機能を考察する際や、筋力評価の解釈あるいは、筋力トレーニングを考案する上で、関節角度の変化に伴う筋活動や筋力発揮の特性を解明することは重要と考える。

本報告の目的は、股関節伸展、外転運動の違いによる大殿筋、中殿筋の筋活動量の変化を股関節屈曲位と伸展位の異なる肢位で筋電図学的に検討するとともに、肢位の違いが股関節伸展、外転トルク値に及ぼす影響を検討し、大殿筋、中殿筋の筋機能を考察することである。

II. 対象と方法

1. 対象

事前にインフォームドコンセントを実施し、研究参加の同意が得られた者のみ被験者とした。被験者は運動器疾患ならびに中枢神経疾患の既往のない健康な成人若年者10名（全例男性、平均年齢25.5歳、身長169.6cm、体重65.6kg）とした。ヘルシンキ宣言に則り、十分な配慮を行い、被験者の安全に細心の注意を払い計測を実施した。

2. 方法

運動課題は、最大努力下での等尺性股関節伸展運動（以下、股伸展運動）と等尺性股関節外転運動（以下、股外転運動）の2種類とし、各々3秒間実施した。施行条件は股関節の屈曲角度の違いとして、側臥位での股関節屈曲90度位（以下、90度位）、股関節屈曲0度位（以下、0度位）、股関節伸展15度位（以下、-15度位）の3条件とし、90度位のみ、ハムストリングスの緊張の影響を最小限とするため測定側の膝関節を90度屈曲位とした。また、いずれも股関節内外転0度位とし、内外転の位置を一定に保つことと、被験筋への重力による影響を最小限とするため、台を用いて測定側の大腿内側面を支持した。なお、施行順序はランダムとした。

筋活動の測定には表面筋電計（Tele Myo G2, EM-601, Noraxon）を用いた。被験筋は右側の大殿筋上部線維、

大殿筋下部線維、中殿筋、大腿二頭筋、腰部傍脊柱筋の5筋とした。電極の貼付位置を大殿筋上部線維では大転子と仙骨を結ぶ線の間、大殿筋下部線維では大転子レベルよりやや下方の筋腹中央、中殿筋では大転子と腸骨稜を結ぶ線の近位1/3、大腿二頭筋では膝関節後方と大転子を結ぶ線の遠位2/3、腰部傍脊柱筋では第3腰椎棘突起の2cm外側とした⁶⁾。導出方法は双極導出法とし、電極には銀・塩化銀型 disposable 生体用表面電極（Blue sensor, MEDICOTEST A/S）を用いた。電極中心間隔を20mm、皮膚インピーダンスを5k Ω 以内とした後、各筋の筋線維走行に並行に電極を貼付した。測定は筋電計内蔵のインピーダンステストをクリアしたのを確認後行った。表面筋電計から測定したデータはサンプリング周波数1kHzでA/D変換し、解析用パーソナルコンピュータ（EM-P3, LATITUDE D800, Dell Computer Corporation）に取り込んだ。波形解析は筋電解析ソフト（EM-129M, MyoResearch Master, Noraxon）にて解析し、バンドパスフィルタは10~500Hzとした。波形解析は生波形を全波整流し、筋電図積分値（integrated electromyography；以下、IEMG）を求めた。徒手筋力検査法で判定が段階5となる手技を行わせ、その際の筋活動を表面筋電計で測定した。徒手筋力検査法、運動課題実施時の筋電図について、いずれも筋活動が安定した時点の前後0.5秒間のIEMGを求め、各筋における徒手筋力検査でのIEMGを100%として正規化し、各運動課題実施時の%IEMGを算出した。また運動課題実施時に徒手筋力測定器（MICROFET2, Hoggan Health 社製）を同期させ、股関節伸展筋力（N）と股関節外転筋力を計測し、大腿長（m）を乗じた後、体重（kg）で除した値をそれぞれのトルク値として算出した。なお抵抗部位はいずれも大腿遠位部とした。運動課題の測定は事前に行った予備実験にて計測値の再現性が確認された後、被験者に体幹や股関節の回旋といった代償が生じることがないように口頭指示し、もう一人の検者が体幹を固定するとともに目視にて姿勢を確認しながら行うこととした。

得られたデータについては、正規性をShapiro Wilks検定にて確認し、各施行条件における股伸展運動と股外転運動の違いによる各筋の%IEMGの比較をt-testまたはWilcoxonの順位和検定にて行った。施行条件の違い、つまり90度位、0度位、-15度位の違いによるトルク値の比較を多重比較検定法の中で検出力が良く、パラメトリックでもノンパラメトリックでも使用できることから推奨されるHolmの方法を用いて検討した⁷⁾。いずれも統計処理は有意水準を5%として、統計フリーソフトR version2.12.0を用いて行った。

III. 結果

各施行条件における股伸展運動時と股外転運動時の筋

表1 各施行条件における運動課題の違いによる筋活動量 (% IEMG) の比較

		股伸展運動		股外転運動	
大殿筋上部線維	90 度位	34.2 ± 21.1	a	89.9 ± 36.3	a ※
	0 度位	75.5 ± 32.2	a	73.2 ± 26.5	a
	-15 度位	88.6 ± 26.3	a	47.7 ± 14.0	a ※
大殿筋下部線維	90 度位	42.0 ± 16.1	a	107.3 ± 30.3	a ※
	0 度位	80.7 ± 37.2	a	70.3 ± 40.6	a
	-15 度位	96.6 ± 32.1	a	46.1 ± 23.2	a ※
中殿筋	90 度位	27.7 ± 18.4	a	44.4 ± 21.1	a
	0 度位	89.8 ± 33.2	a	68.6 ± 15.4	b
	-15 度位	101.4 ± 42.0	a	94.4 ± 28.5	a
大腿二頭筋	90 度位	21.6 ± 18.3	b	21.5 ± 15.6	a
	0 度位	35.6 ± 20.1	a	11.5 ± 24.2	b ※
	-15 度位	34.9 ± 20.3	a	34.6 ± 14.1	a
腰部傍脊柱筋	90 度位	19.5 ± 7.3	a	5.6 ± 1.8	b ※
	0 度位	26.6 ± 12.2	b	34.9 ± 20.3	a
	-15 度位	36.8 ± 23.4	a	35.4 ± 13.1	a

a: 平均値 ± 標準偏差, b: 中央値 ± 四分位範囲.

対応のある t-test, または Wilcoxon の順位和検定 (※: $p < 0.05$).

活動量の比較では, 大殿筋上部線維, 大殿筋下部線維は -15 度位で股伸展運動時に高値を示し, 90 度位では股外転運動時に高値を示した. 中殿筋はすべての施行条件で運動の違いによる有意な差は認められなかった. 大腿二頭筋は 0 度位で股伸展運動時に高値を示した. 腰部傍脊柱筋は 90 度位で股伸展運動時に高値を示した (表 1).

施行条件の違いによるトルク値の比較では, 股伸展トルク値は施行条件の違いで有意な差は認められなかったが, 股外転トルク値は 90 度位, -15 度位よりも 0 度位で高値を示した (表 2).

表2 施行条件の違いによるトルク値 (Nm/kg) の比較

	90 度位	0 度位	-15 度位
股伸展トルク値	1.48 ± 0.58	1.09 ± 0.30	1.08 ± 0.24
股外転トルク値	1.27 ± 0.36	1.64 ± 0.38	1.24 ± 0.28

※ ※

平均値 ± 標準偏差.

Holm の方法 (※: $p < 0.05$).

IV. 考察

今回, 大殿筋上部線維や大殿筋下部線維の筋活動量が -15 度位では股伸展運動時に, 90 度位では股外転運動時にそれぞれ高値を示した. 大殿筋は股関節伸展に伴い筋の作用部と軸の位置関係が変化し, ベクトルが変わることより, 股関節伸展位で筋力を発揮するのに適した構造であると考えられている⁸⁾. 反対に股関節屈曲位では, 伸展へのベクトルが低下し, 大殿筋は他動的に引き伸ばされ伸張されている状態となる⁹⁾. このことから 90 度位では股伸展運動時における大殿筋の筋収縮効率が低下したと考えられる. 次に股外転運動時の筋活動について, 大殿筋は, 筋全体として腸骨, 尾骨, 仙骨の後面から大腿骨の大転子に付着している¹¹⁾ため, 解剖学的肢位において股関節外転作用を有するとされる^{9,10)}. そのため今回測定したような 90 度位では両膝が外側へ離れるような股外転運動方向に有利となる筋走行のため, より高

い筋活動を発揮できた可能性が考えられた. よって本結果は, 大殿筋の解剖学的筋走行の特性を筋電図学的に裏付けたと考えられる.

一方, 股伸展トルク値は施行条件の違い, つまり股関節屈曲, 伸展位の違いで有意な差は認められなかった. 筋は伸張されると筋内腱や筋膜が引き延ばされ, 元に戻ろうとする静止張力を発揮する性質を持っている¹²⁾. 大殿筋の筋活動量の結果からも, 大殿筋上部線維, 大殿筋下部線維は 90 度位では筋長が伸張位となるため, 活動張力よりも静止張力に依存し, -15 度位では筋長が短縮位となるため, 静止張力よりも活動張力に依存していた可能性が考えられた. また骨盤の代償動作を固定していたが, 90 度位での股伸展運動時には腰部傍脊柱筋が伸張位となり, 骨盤を介した股伸展運動時の固定筋として活動しやすく, 大殿筋上部線維, 大殿筋下部線維による股伸展運動を効率的に発揮させていた可能性も考えられた. 小栢ら³⁾は, 股関節の伸展トルクについて屈

曲 60 度以上になるとハムストリングスの非弾性要素が強まり、伸展トルクが急増することを報告している。しかし今回、ハムストリングスの影響を考慮し、90 度位では膝関節屈曲位での施行であったため、今後は膝屈曲角度の要因やハムストリングスの影響を含め検討していく必要がある。

今回、中殿筋の筋活動量はすべての施行条件で股伸展運動時と股外転運動時に有意な差は認められなかった。Dostal ら^{13,14)}は、中殿筋の伸展と外転分力について、関節軸と筋線維走行の関係より中殿筋前部線維は股関節伸展位では伸展と外転分力を有するが股関節屈曲角度が増加するにつれ、分力は低下するとしている。これより、中殿筋は股関節 0 度位と -15 度位では股伸展と外転運動方向に有利な筋走行となるが、股関節屈曲位では実際の股伸展、外転運動方向と筋走行が異なることで、両運動時に収縮効率を低下させた可能性が筋電図学的に示唆された。

股外転トルク値については -15 度位、90 度位に比べ、0 度位で高値を示した。股関節外転作用を有する大腿筋膜張筋は屈曲位での外転運動に関与することが周知されている。しかし、大腿筋膜張筋は中殿筋前部線維と類似した筋走行を呈しており¹³⁾、山本ら¹⁵⁾は大腿筋膜張筋の筋活動について股関節屈曲 45 度位に比べ、0 度位で外転筋活動が高まることを報告している。このことより、0 度位では中殿筋とともに大腿筋膜張筋が股外転運動に関与した可能性が考えられ、今後、膝関節屈曲角度の要因とともに大腿筋膜張筋の影響についても検討が必要である。一方、90 度位と -15 度位に差が認められなかったことは、上述したように 90 度位では大殿筋が股外転運動に参加した可能性が考えられた。

以上、大殿筋、中殿筋の筋活動の特性として、股関節伸展位では大殿筋の伸展筋活動や中殿筋の外転および、伸展筋活動が高まり、股関節屈曲位では大殿筋の外転筋活動が優位となり、中殿筋においては各々減少するという一知見が筋電図学的に得られた。また股伸展・外転トルク値はハムストリングスや大腿筋膜張筋、膝屈曲角度の要因を含めた検討が今後の課題となった。本研究で得られた知見は臨床での運動療法時や動作分析時における基礎的情報になり得ると考える。しかし、筋活動は関節固定作用や共同収縮作用としても認めるものであり、本結果を関節運動作用としての筋活動と捉えることは危険である。よって股関節肢位の違いによる大殿筋、中殿筋

の筋活動特性という程度にとどめておくべきと考える。また今回の検討は非荷重位であり、実際の立ち上がりや立位、歩行といった荷重位ではリバースアクションや姿勢制御などの影響により筋活動が異なることが考えられるため、今後は荷重位における検討も行い、より臨床的意義を深めていきたい。

引用文献

- 1) Kapandji IA: 関節の生理学II (原著第5版)。萩島秀男、嶋田智明(訳)、医歯薬出版、東京、1988、pp44-62.
- 2) 池添冬芽、市橋則明、羽先 完・他: 大殿筋・中殿筋の作用に関する筋電図学的分析。京都大学医療技術短期大学部紀要、1997、17: 11-16.
- 3) 小栢進也、建内宏重、市橋則明・他: 関節角度の違いによる股関節周囲筋の発揮力の変化—数学的モデルを用いた解析—。理学療法学、2011、38(2): 97-104.
- 4) 対馬栄輝: 股関節屈曲・伸展角度の違いによる股関節外転筋力値の変化。理学療法学、2001、28(1): 9-13.
- 5) 松木儀浩、大西秀明、八木 了・他: 股関節肢位の違いによる股関節外転筋群の筋電図学的解析。理学療法学、2004、31(1): 9-14.
- 6) 下野俊哉: 表面筋電図マニュアル—基礎・臨床応用。酒井医療、東京、2005、pp143-155
- 7) 仲澤 港: Rによる統計解析の基礎。ピアソン・エデュケーション、東京、2005、pp105-111.
- 8) Nemeth G, Ohlsen H: *In vivo* moment arm length for hip extensor muscles at different angles of hi flexion. J Biomech, 1989, 18(2): 129-140.
- 9) Oatis CA: オーチスのキネシオロジー (原著第2版)。山崎敦、佐藤俊輔、白星伸一・他(訳)、Round Flat、東京、2012、pp724-728.
- 10) 松原貴子、講武芳英、三木明德: ヒト大殿筋の肉眼解剖学的研究。神大保健紀要、1997、13: 83-88.
- 11) 中村隆一、齊藤 宏、長崎 浩・他: 基礎運動学(第6版)。医歯薬出版、東京、2008、pp242-243.
- 12) Rcak PM, Westbury DR: Elastic properties of the cat soleus tendon and their functional importance. J Physiol, 1984, 347(2): 479-495.
- 13) Dostal WF, Soderberg GL: Actions of hip muscles. Phys Ther, 1986, 66(3): 351-361.
- 14) Dostal WF, Andrews JG: A three-dimensional biomechanical model of hip musculature. J Biomech, 1981, 14(11): 803-812.
- 15) 山本広茂、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。理学療法科学、1997、24(5): 270-273.