

股関節伸展筋力と筋活動に 関する検討—関節位に着目して—

Hip joint extensor strength and EMG-assessed muscle ability
—Focusing on various hip joint positions—

大浦徹男*1, 小林寛和*2, 平野佳代子*1, 岡戸敦男*3
金村朋直*3, 井戸田仁*4, 亀山 泰*1

キー・ワード : gluteus maximus muscle, hip joint extensor strength, EMG-assessed muscle ability
大殿筋, 股関節伸展筋力, 筋活動

〔要旨〕 大殿筋の上部線維 (the upper fibers of the gluteus maximus 以下 UGM) と下部線維 (the lower fibers of the gluteus maximus 以下 LGM) の機能について, 股関節位別の股関節伸展における筋力と表面筋電図による筋活動をもとに検討した. 股関節中間位, 内転位, 外転位における股関節伸展筋力と, UGM に対する LGM の筋活動比率 (以下 L*L/U), LGM に対する UGM の筋活動比率 (以下 U*U/L), ハムストリングに対する大殿筋の筋活動比率 (以下 G*G/H) を求め, 比較した. 筋力, G*G/H, U*U/L は外転位が大きく, L*L/U は内転位が大きい結果であった. UGM, LGM の機能の確認には, 中間位に加えて内転位および外転位での評価も必要であることが示唆された.

はじめに

股関節伸展筋の機能は, 多くのスポーツ動作で重要となる. その主動作筋である大殿筋は解剖学的に上部線維 (the upper fibers of the gluteus maximus 以下 UGM) と下部線維 (the lower fibers of the gluteus maximus 以下 LGM) に区分される. UGM には股関節外転作用, LGM には股関節内転作用がある^{1,2)}と言われている. 大殿筋の筋活動に関する先行研究では, 池添ら³⁾が, UGM と LGM は股関節外転・伸展時に筋活動が高いと報告しているほか, 鈴木ら⁴⁾は股関節内転運動時における大殿筋の筋活動を検討した結果, UGM, LGM ともに股関節内転運動における筋活動はわずかであるとも報告している.

臨床上, LGM の筋収縮が十分でない場合, 股関節

内転位での股関節伸展運動が伴う動作が円滑に行えないだけでなく, ハムストリング等へのメカニカルストレス増強が推測される例は少なくない. LGM は股関節中心の後下方に位置することから, 股関節内転位での伸展に作用するものと考えられる. したがって, 股関節内転位での伸展運動が伴う動作では, LGM の筋収縮が十分でない場合は, 股関節伸展モーメントの低下やハムストリング等の他の股関節伸展筋群の過剰な筋収縮が生じる可能性が考えられる.

筆者らは, 前述した LGM の股関節内転位での股関節伸展作用を有する LGM の筋収縮低下に伴うハムストリングの過剰収縮による筋疲労や, 筋疲労の蓄積から生じる筋損傷などの外傷発生との関係から股関節伸展筋力を股関節内転位, 中間位, 外転位に分けて確認している. しかし, 股関節位別の違いによる股関節伸展筋力発揮時の UGM と LGM の機能の違いは明らかではない.

本研究の目的は, 股関節内転位・中間位・外転位での股関節伸展筋力発揮時における UGM, LGM, ハムストリングの筋活動の分析から, UGM

*1 井戸田整形外科名駅スポーツクリニック

*2 日本福祉大学健康科学部

*3 公益財団法人スポーツ医・科学研究所

*4 びわくま整形外科

とLGMの機能の違いと、大殿筋とハムストリングの筋活動の関連性を確認し、ハムストリング肉ばなれ等のスポーツ外傷におけるリハビリテーションや予防を目的とした股関節伸展筋力発揮時のUGMとLGMの機能に関する評価方法を検討することである。

対象および方法

1. 対象

体幹、股関節に疾患がない一般成人男性15名(年齢: 25.7 ± 3.9 歳, 身長: 172.6 ± 5.8 cm, 体重: 66.8 ± 6.6 kg, BMI: 22.4 ± 2.1 kg/m²)を対象とした。すべての対象に、書面および口頭で研究内容の説明を行い、署名にて同意を得た。本研究は、

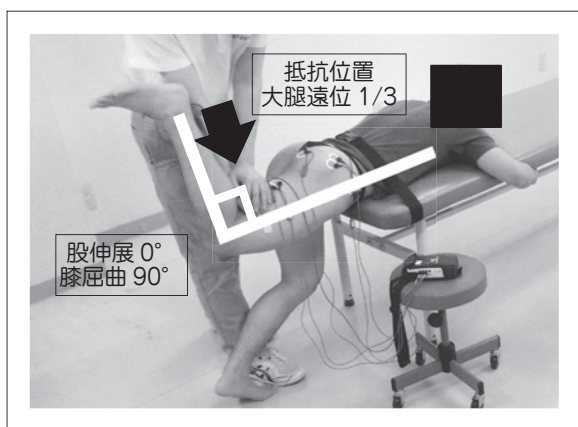


図1 測定方法

両上肢でベッドを把持し、左下肢の前足部は接地させた。また、ベルトにて骨盤を固定した。抵抗位置は大腿遠位1/3とし、3秒間の等尺性運動を最大努力で各3回実施した。

ヘルシンキ宣言の精神に基づき、倫理面や個人情報に十分に配慮したものである。

II. 方法

右下肢の股関節伸展筋力と筋活動を測定した。測定肢位は図1のように両上肢でベッドを把持し、左下肢の前足部は接地させ、右下肢に股関節伸展0°、膝関節屈曲90°位を保持させた。また、骨盤回旋等の代償運動の防止を目的にベルトにて骨盤を固定した。

測定肢位は、股関節内転10°位(以下内転位)、股関節中間位(以下中間位)、股関節外転20°位(以下外転位)の3条件とした(図2)。

股関節伸展筋力の測定にはハンドヘルドダイナモメーター(アニマ社製μTas F-1)を使用した。

筋活動の測定には表面筋電図(NORAXON社製テレマイオG2)を使用し、対象筋はUGM、LGM、大腿二頭筋(以下BF)、半腱様筋(以下ST)とした。電極貼付位置は、UGMが上後腸骨棘の2横指下と大転子外側端を結ぶ線上の筋腹上とし、LGMが坐骨結節上を通る線上と大転子外側端を結ぶ線上の筋腹上とし、BFが腓骨頭と坐骨結節を結んだ線の近位1/3とし、STが大腿骨内側上顆と坐骨結節を結んだ線の近位1/3の筋腹上とした。

測定方法は、前述した測定肢位で大腿遠位1/3を抵抗位置とし、3秒間の等尺性運動を最大努力で各3回実施した(図1)。3条件の測定順序は無作為とした。また、計測した筋電図のデータを正規化するために、等尺性最大随意収縮(maximum voluntary isometric contraction: MVIC)を測定

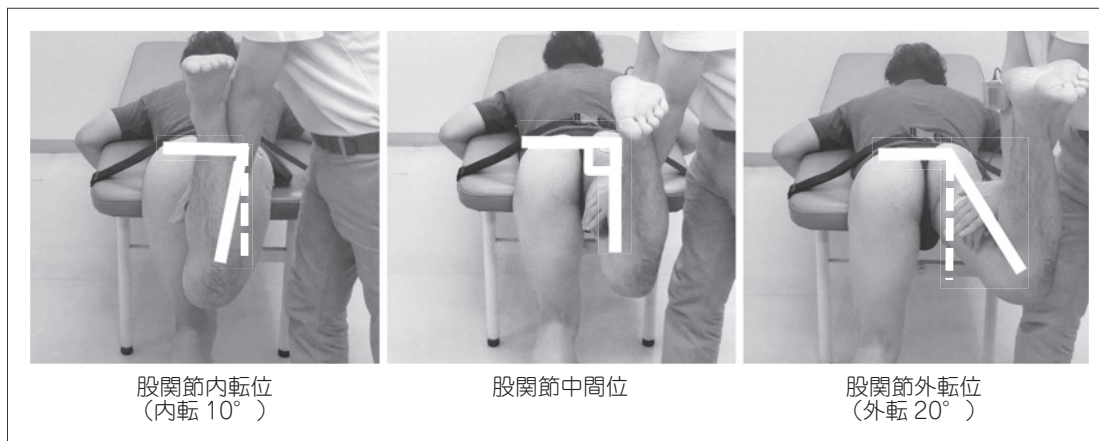


図2 測定肢位

測定肢位は股関節内転10°位(内転位)、股関節中間位(中間位)、股関節外転20°位(外転位)の3条件とした。

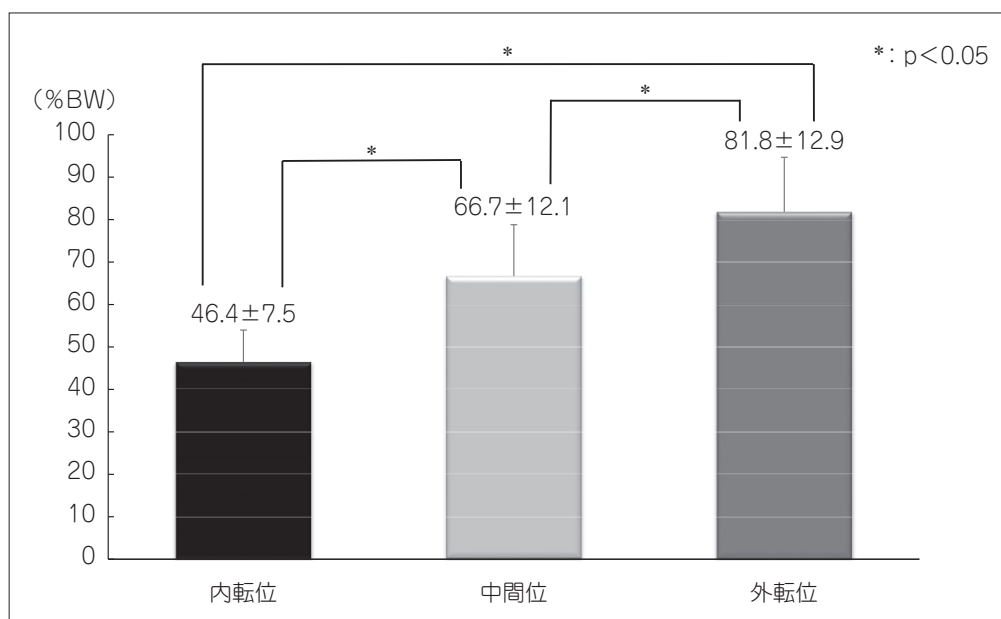


図3 股関節伸展筋力

した。MVICはHislopら⁵⁾の徒手筋力検査法にて3秒間実施した。

III. 分析項目

1. 股関節伸展筋力

各条件で測定した測定値に大転子と抵抗位置間の距離を乗じ、体重で除して、100を乗じた値(% body weight : %BW)とした。3回の測定した値の平均値を採用した。

2. UGM, LGM, BF, STの筋活動

各条件で測定した測定開始1秒後から1秒間の積分値をMVICで除した値(%MVIC)とした。3回の測定した値の平均値を採用した。

3. 各筋群の筋活動比率

SelKowitzら⁶⁾の方法をもとに、各筋群の筋活動を反映した筋活動比率として、以下のような方法で各筋群の筋活動比率を算出した。

①UGMに対するLGMの筋活動比率(L*L/U)

各条件で測定したLGMの%MVICにLGMの%MVICをUGMの%MVICで除した値を乗じ算出した。3回の測定した値の平均値を採用した。

②LGMに対するUGMの筋活動比率(U*U/L)

各条件で測定したUGMの%MVICにUGMの%MVICをLGMの%MVICで除した値を乗じ算出した。3回の測定した値の平均値を採用した。

③ハムストリングに対する大殿筋の筋活動比率(G*G/H)

各条件で測定したLGMとUGMの%MVICの

和をGMとし、BFとSTの%MVICの和をHAMとし、GMにGMをHAMで除した値を乗じて算出した。3回の測定した値の平均値を採用した。

IV. 統計学的分析

各条件間で分析した股関節伸展筋力、各筋群の%MVIC、L*L/U、U*U/L、G*G/Hに対して、Kruskal-Wallis検定、Steel-Dwass法の多重比較を実施した。統計学的有意水準は5%未満とした。

結果

I. 股関節伸展筋力

内転位 46.4 ± 7.5%BW, 中間位 66.7 ± 12.1%BW, 外転位 81.8 ± 12.9%BWとなり、外転位、中間位、内転位の順に大きく、すべての条件間で差が有意であった (p < 0.05) (図3)。

II. UGM, LGM, BF, STの筋活動

UGMの筋活動は、内転位 49.5 ± 8.5, 中間位 84.8 ± 14.5, 外転位 131.3 ± 20.2となり、外転位、中間位、内転位の順に高く、すべての条件間で差が有意であった (p < 0.01) (図4)。LGMの筋活動は、内転位 66.5 ± 10.5, 中間位 80.3 ± 8.5, 外転位 87.8 ± 10.4となり、外転位、中間位、内転位の順に高く、内転位と外転位で差が有意であった (p < 0.01) (図4)。BFの筋活動は、内転位 64.2 ± 16.8, 中間位 63.3 ± 15.0, 外転位 60.6 ± 14.7となり、すべての条件間で差が有意ではなかった (図4)。STの筋活動は、内転位 44.2 ± 11.9, 中間位 44.6 ± 10.7, 外転位 55.1

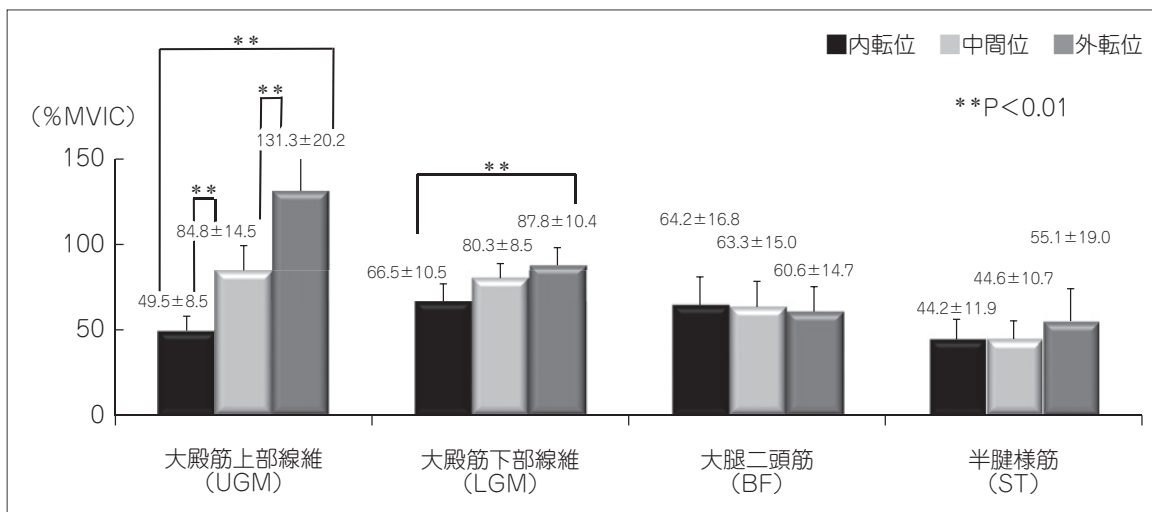


図 4 各筋群の筋活動

表 1 各筋群の筋活動比率

	内転位	中間位	外転位	
L*L/U	97.5 ± 14.9	72.0 ± 11.4	58.8 ± 16.2	*
U*U/L	32.6 ± 8.2	95.9 ± 18.1	167.3 ± 34.2	* ** ***
G*G/H	134.9 ± 35.5	290.6 ± 72.0	363.8 ± 128.8	* **

有意水準 P<0.01

*：内転位と外転位 **：内転位と中間位 ***：中間位と外転位

±19.0 となり、すべての条件間で差が有意ではなかった (図 4)。

III. 各筋群の筋活動比率

L*L/U は、内転位 97.5 ± 14.9, 中間位 72.0 ± 11.4, 外転位 58.8 ± 16.2 であり、内転位, 中間位, 外転位の順に大きく、内転位と外転位で差が有意であった (p<0.01) (表 1)。U*U/L は、内転位 32.6 ± 8.2, 中間位 95.9 ± 18.1, 外転位 167.3 ± 34.2 であり、外転位, 中間位, 内転位の順に大きく、各条件間で差が有意であった (p<0.01) (表 1)。G*G/H は、内転位 134.9 ± 35.5, 中間位 290.6 ± 72.0, 外転位 363.8 ± 128.8 であり、外転位, 中間位, 内転位の順に大きく、内転位は外転位, 中間位と差が有意であった (p<0.01) (表 1)。

■ 考 察

各種スポーツ動作、とくにカーブ走やクロスステップなど、股関節内転位での股関節伸展筋力発揮が求められることは多い。本研究では、股関節肢位の違いによる股関節伸展筋群の筋活動に着目

した。股関節内転位・中間位・外転位での股関節伸展筋力、UGM・LGM・BF・STの筋活動、各筋群の筋活動比率である L*L/U, U*U/L, G*G/H を比較検討することで、股関節肢位別での股関節伸展筋力、UGM・LGM・BF・STの筋活動及びこれらの筋活動の関係性の解明を試みた。UGM・LGM・BF・STの筋力を個別に測定することは困難なため、筋電図の積分値を筋出力の代理値として、%MVIC で正規化した値を採用した。

ランニング動作を中心として起こりやすいとされる⁷⁾ ハムストリングの肉ばなれ等のリハビリテーションは、ランニング等を想定して進行していくため、大殿筋の機能への対応が必須である。大殿筋は、大きな生理学的断面積と比較的長いモーメントアームを有する強力な股関節伸展筋であり^{8,9)}、股関節屈曲域よりも伸展域で高い活動を示す^{10,11)}。一方、同じ股関節伸展作用を有するハムストリングは二関節筋であり、膝関節屈曲作用もあることから、大殿筋優位な股関節伸展筋力を測定する際は、膝関節屈曲位で行う⁵⁾。本研究では、

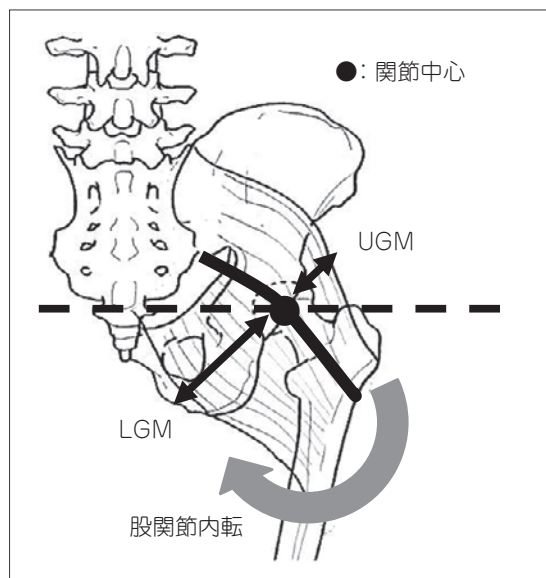


図5 LGMの股関節内転作用
LGMは、股関節中心の下方を走行しているため股関節内転作用があるとされる(Dostal, WFら⁸⁾).

股関節伸展筋群の中でも特に大殿筋の機能を反映した測定とするため、股関節伸展0°、膝関節屈曲90°に規定して測定を実施した。

また、測定肢位に関して、内転位は、ランニングにおける股関節内転角度は15°程度との報告¹²⁾もあったが、股関節伸展0°での測定では、股関節内転角度15°以上は困難であったため、股関節内転10°とした。外転位は、内転位が股関節内転参考可動域20°¹³⁾の半分である10°に対応し、股関節外転角度は参考可動域45°¹³⁾の約半分の20°と規定した。

本研究の結果より、UGMとLGMの筋活動比率に関しては、L*L/Uが内転位、中間位、外転位の順に大きく、U*U/Lが外転位、中間位、内転位の順に大きい値を示した。筋の走行とモーメントアームの関係をストレートモデルで検討した結果、LGMは、股関節中心の下方を走行しているため股関節内転作用があるとされる(Dostal, WFら⁸⁾(図5)。LGMは、股関節中心の下方かつ後方に、UGMは股関節中心の上方かつ後方にあるため、それぞれ股関節内転位、外転位での股関節伸展運動において筋活動が高まりやすいことが考えられる。したがって、Open Kinetic Chain(以下OKC)の股関節伸展運動において、内転位ではLGM、外転位ではUGMの機能を主に反映するものと考えられる。

ハムストリングと大殿筋の筋活動比率をみると

G*G/Hが外転位、中間位、内転位の順に大きかった。これは、UGMとLGMの筋活動が外転位、中間位、内転位の順に大きかったのに対し、BFとSTの筋活動は3条件間で差が有意でなかった結果を反映している。

股関節の適合性は、股関節外転位で高まるとされる^{14,15)}。さらに、小殿筋、中殿筋、外旋筋でもある梨状筋は、股関節外転筋として作用するだけでなく、寛骨臼へ大腿骨頭を押し付けて適合性を保ち、股関節の安定性を高める働きをする¹⁶⁻¹⁸⁾。また、梨状筋は、仙骨前面外側から大転子の先端に付着し¹⁹⁾、股関節外転位では筋走行が大腿骨頸部の長軸に近くなることが考えられる。これらのことから、股関節外転位は、大腿骨頭が寛骨臼に対して求心位で安定するため、効率よく股関節伸展筋力を発揮することが可能となり、UGM、LGMの筋活動が高まることにつながったと考えられる。一方、股関節内転位でUGM、LGMの筋活動が低値を示したのは、股関節が内転することで、股関節外転筋群である大腿筋膜張筋などが伸張され股関節伸展制限が生じることや、股関節内転位になると股関節の適合性が低下し¹⁵⁾、股関節内転位での股関節内転筋群の作用にて大腿骨頭の上外方への不安定性が生じる²⁰⁾ことで股関節伸展筋群である大殿筋の筋力発揮が十分に行えなかったことなどが原因と考えられる。

これらの結果から、股関節内転位での股関節伸展筋力発揮においては、ハムストリングに対する大殿筋の筋活動が小さく、ハムストリングへの依存が高まると推測される。LGMの機能低下は、この傾向をより強めてしまう可能性があり、ハムストリングの易疲労・外傷につながるものと考えられる。

本研究にて、ハムストリング肉ばなれ等のスポーツ外傷のリハビリテーションや予防への活用を目的として、股関節中間位に加えて股関節外転位と内転位での股関節伸展筋力測定によるLGM・UGMの機能評価が有用である可能性が示された。ただし、今回の測定は、OKCでの等尺性運動で行っており、荷重位で関節運動が伴うかたちで筋力発揮が求められるスポーツ動作とは異なる。そのため、スポーツ動作時にLGMの機能低下がハムストリング等に及ぼす影響に関しては、他の股関節内転筋群も含めた股関節伸展・内転筋群の筋活動や、等張性運動、実際のスポーツ動作に

においても検討していく必要があると考える。

■ まとめ

1. 股関節肢位別の股関節伸展運動における、股関節伸展筋力、股関節伸展筋群の筋活動、各筋群の筋活動比率を検討した。

2. 股関節伸展筋力について、内転位では大殿筋下部線維、外転位では上部線維の機能が主に反映されていた。

3. 股関節内転位での股関節伸展筋力発揮においては、ハムストリングに対する大殿筋の筋活動が小さく、ハムストリングへの依存が高まると考えられ、大殿筋下部線維の機能低下がこの傾向をより強めてしまう可能性が示された。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩. In: 基礎運動学. 第6版. 東京: 医歯薬出版; 237-245, 2011.
- 2) Kapandji, AI. In: 塩田悦仁(訳). カパンジー機能解剖学 II 下肢. 原著第6版. 東京: 医歯薬出版; 44-55, 2011.
- 3) 池添冬芽, 市橋則明, 羽崎 完, 浅川康吉, 白井由美, 森永敏博, 濱 弘道. 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.
- 4) 鈴木博人, 吉木大海, 山口恵未, 渡邊 彩, 和田唯, 藤澤宏幸. 股関節内転運動時における大殿筋の筋活動. 第48回日本理学療法学会大会オンライン抄録集. 2013.
- 5) Hislop, HJ, Montgomery, J. In: 津山直一(訳). 新・徒手筋力検査法. 原著第6版. 東京: 協同医書出版社; 169-210, 2002.
- 6) Selkowitz, DM, Beneck, GJ, Powers, CM. Which exercises target the gluteal muscles while minimizing activation of the tensor fascia lata? Electromyographic assessment using fine-wire electrodes. JOSPT. 2013; 43: 54-64.
- 7) 奥脇 透. 肉離れと下肢運動連鎖. 臨床スポーツ医学. 2013; 30: 229-234.
- 8) Dostal, WF, Soderberg, GL, Andrews, JG. Actions of hip muscles. Physical Therapy. 1986; 66: 351-359.
- 9) Mansour, JM, Pereira, JM. Quantitative functional anatomy of the lower limb with application to human gait. J Biomech. 1987; 20: 51-58.
- 10) Lyons, K, Perry, J, Gronley, JK, Antonelli, D. Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation. Physical Therapy. 1983; 63: 1597-1605.
- 11) Worrell, T, Karst, G, Adamczyk, D, Moore, R, Stanley, C, Steimel, B, Steimel, S. Influence of joint position on electromyographic and torque generation during maximal voluntary isometric contractions of the hamstrings and gluteus maximus muscles. JOSPT. 2001; 31: 730-740.
- 12) Mann, RA. In: American academy of orthopedic surgeon symposium on the foot and leg in running sports. St Louis: Mosby Co; 1-29, 1982.
- 13) 日本整形外科学会, 日本リハビリテーション医学会. 関節可動域表示ならびに測定法. リハ医学. 1995; 32: 207-217.
- 14) 佐々木伸一, 島田誠一郎, 竹村啓住, 大森弘則, 井村慎一. 変形性股関節症と外転筋の筋力特性. 理学療法ジャーナル. 1997; 31: 29-36.
- 15) 建内宏重. 股関節の運動学. In: 市橋則明(編). 身体運動学 関節の制御機構と筋機能. 第1版. 東京: メジカルビュー社; 194-197, 2017.
- 16) Kapandji, AI. In: 塩田悦仁(訳). カパンジー機能解剖学 II 下肢. 原著第6版. 東京: 医歯薬出版; 40-41, 2011.
- 17) Gottschalk, F, Kourosh, S, Leveau, B. The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. J Anat. 1989; 166: 179-189.
- 18) Neumann, DA. Kinesiology of the hip: A focus on muscular actions. JOSPT. 2010; 40: 82-94.
- 19) Schunke, M, Schulte, E, Schumacher, U, Voll, M, Wesker, K. In: 坂井建雄, 村松讓兒(訳). プロメテウス解剖学アトラス 解剖学総論/運動器系. 第2版. 東京: 医学書院; 472-473, 2011.
- 20) 中山彰一. 理学療法における機能解剖学的分析の意義. 理学療法. 2004; 21: 347-356.

(受付: 2017年3月28日, 受理: 2018年6月28日)

Hip joint extensor strength and EMG-assessed muscle ability —Focusing on various hip joint positions—

Oura, T.^{*1}, Kobayashi, H.^{*2}, Hirano, K.^{*1}, Okado, T.^{*3}
Kanamura, T.^{*3}, Idota, H.^{*4}, Kameyama, Y.^{*1}

^{*1} Idota Orthopedic Surgery Meieki Sports Clinic

^{*2} Faculty of Health Sciences, Nihon Fukushi University

^{*3} Institute of Sports Medicine and Science

^{*4} Biwajima Orthopedic Surgery Clinic

Key words: gluteus maximus muscle, hip joint extensor strength, EMG-assessed muscle ability

[Abstract] The function of upper gluteus maximus (UGM) and lower gluteus maximus (LGM) fibers was examined based on surface EMG measurement of hip extensor strength and muscle activity in various hip positions. Hip extensor muscle strength and muscle activity ratio of LGM to UGM (L^*L/U), muscle activity ratio of UGM to LGM (U^*U/L) and muscle activity ratio of gluteus maximus to hamstrings (G^*G/H) were calculated and compared in neutral, adduction and abduction positions of the hip joint. Muscle strength and the muscle activity level ratio of G^*G/H and U^*U/L in the hip abduction position were higher than in other positions. Muscle activity level ratio of L^*L/U was higher in the hip adduction position than in other positions. The results suggest that hip adduction and abduction positions are essential factors for the functional evaluation of UGM, and LGM besides the neutral position.