

求心性収縮と遠心性収縮における 股関節外転筋力の比較・検討

池添冬芽, 市橋則明, 鈴木康三, 黒木裕士,
浅川康吉, 羽崎完, 森永敏博

Hip Abduction Torque during Concentric and Eccentric Contraction

Kanako IKEZOE, Noriaki ICHIHASHI, Kouzou SUZUKI, Hiroshi KUROIKI
Yasuyoshi ASAKAWA, Kan HAZAKI, Toshihiro MORINAGA

Abstract : This study compared the torque-velocity relationship between eccentric and concentric contraction of the hip abductor during maximal voluntary contraction. Four healthy males and six healthy females (mean age 22.2 years old) were tested in three velocities (30°,90°,150°/sec) concentrically and eccentrically using an isokinetic dynamometer. The highest torque of three maximal efforts was considered the peak torque. Eccentric peak torque was greater than concentric peak torque. Concentric peak torque decreased as angular velocity increased from 30°/sec to 150°/sec. Eccentric peak torque increased as angular velocity increased from 30°/sec to 90°/sec, whereas decreased from 90°/sec to 150°/sec.

Key words : Hip abduction torque, Eccentric contraction, Concentric contraction

はじめに

一般に、筋収縮には静的筋収縮（等尺性収縮）と動的筋収縮の2種類があり、動的筋収縮はさらに求心性収縮と遠心性収縮とに分類される。求心性収縮においては、筋は抵抗に打ち勝つだけ張力を発生して、筋の短縮がおきる。一方、遠心性収縮においては加えられた抵抗が筋張力より大きく、筋は収縮しても伸びる。日常動作時には、この遠心性収縮が身体の種々の部分で起きており、股関節外転筋においても運動動作時、特に歩行時には求心性収縮だけでなく遠心性収縮も必要となる。

股関節外転筋は下肢筋の中でも歩行や日常生活動作機能に相関があるといわれており¹⁾、その筋力評価はとくに歩行障害や股関節疾患の理学療法を行う際には重要である。股関節外転筋筋力の評価に関する報告は等尺性収縮では、新しく考案・作製された筋力測定装置の試み^{2,3)}や、固定^{4,5)}や関節のポジション⁶⁾の影響、また求心性収縮では角速度の違いによる差⁷⁾などがある。このように等尺性収縮や求心性収縮による股関節外転筋筋力の評価は数多く報告されているが、遠心性収縮による股関節外転筋筋力を検討した報告⁸⁾は少ない。

本研究の目的は、求心性収縮・遠心性収縮による股関節外転筋筋力を測定し、各収縮様式による股関節外転筋の力-速度関係を明らかにすることである。

京都大学医療技術短期大学部理学療法学科(京都市左京区聖護院川原町53)
Division of Physical Therapy, College of Medical Technology, Kyoto University
1994年8月9日受付

表1 股関節外転筋のピークトルク（平均±標準偏差値）

	30°/秒	90°/秒	150°/秒	分散分析
求心性収縮	7.25±2.99	7.04±3.11	6.03±2.49	P<0.01
遠心性収縮	7.65±5.33	9.08±3.71**	8.27±3.68*	P<0.01

** p<0.01 * p<0.05（単位：kgm）

対象と方法

対象は股関節に整形外科的既往のない健康成人10名（男性4名，女性6名）であり，平均年齢は22.2±2.1歳であった。

筋力測定には川崎重工工業社製マイオレット RZ-450を用いた。測定肢位は側臥位とし，骨盤の代償動作を防止するために対象者の骨盤をベルトおよび徒手にて固定した。測定は右股関節とし，測定可動域は股関節外転0°から45°までとした。運動は30°/秒，90°/秒，150°/秒の角速度でそれぞれ求心性収縮，遠心性収縮での等速性運動を行った。測定は各種条件ごとに予備施行を行った後，最大努力にて3回股関節外転運動を行い，最大値をピークトルクとして記録した。また，各施行間には疲労を考慮して3分間ずつ休憩をとらせた。統計学的処理にはt検定およびピークトルクの角速度による影響については分散分析を用いた。

結 果

1. 遠心性収縮と求心性収縮の比較

30°/秒では遠心性収縮によるピークトルクが求心性収縮によるピークトルクよりも大きい傾向を示したが有意な差はなかった。

90°/秒と150°/秒では求心性収縮よりも遠心性収縮におけるピークトルクが有意に大きな値を示した（表1）。

2. 角速度の変化とピークトルクの関係

求心性収縮におけるピークトルクは角速度による有意な変化が認められ，30°/秒，90°/秒，150°/秒と速度が増加するに従い股関節外転筋力は減少する傾向にあった（表1）。ピークトルクの各速度間における検定では，30°/秒—90°/秒の速度間では有意差は認められなかったが，90°/秒—150°/秒および30°/秒—150°/秒の速度間では速度が遅い方が有意にピークトルクは大きかった（P<0.01）。

一方，遠心性収縮においても角速度によるピークトルクの有意な変化が認められた（表1）。速度間の検定によると，30°/秒から90°/秒へと角速度が増加するに従いピークトルクも増加した（P<0.05）が，150°/秒の角速度になるとピークトルクは減少した（P<0.05）。

3. 角速度の変化とE/C比の関係

遠心性収縮におけるピークトルクを求心性収縮におけるピークトルクで除すことによりE/C比を求めた（表2）。

分散分析の結果，E/C比は各速度間で有意差を認め，速度が増加するに従いE/C比は増加した。各速度間の検定によると，30°/秒と90°/秒および30°/秒と150°/秒の速度間において有意差が認められた（P<0.05）。

考 察

1. 遠心性収縮と求心性収縮の比較

肘関節や膝関節の屈伸筋において，遠心性収縮による筋力が求心性収縮による筋力よりも高値を示すことはすでに多く報告されている⁹⁻¹²⁾が，股関節について収縮様式による筋力の比較を行った研究はほとんどない。Varick

表2 股関節外転筋のE/C比（平均±標準偏差値）

30°/秒	90°/秒	150°/秒	分散分析
0.97±0.34	1.34±0.31	1.41±0.39	P<0.001

ら⁸⁾の研究によると、股関節外転筋筋力を等尺性・求心性・遠心性収縮の三つの様式にて測定し、求心性<等尺性<遠心性の順にトルクは高値を示したことを報告している。

今回、股関節の外転筋における遠心性収縮と求心性収縮による筋力を測定した結果、どの角速度でも遠心性収縮による筋力が求心性収縮による筋力よりも大きい傾向にあり、これは Varick ら⁸⁾の報告と一致している。

遠心性収縮による筋力が求心性収縮による筋力より大きくなった原因として、遠心性収縮においては、心理的限界が生理学的限界に近づく¹³⁾という神経的な因子と、筋肉の粘性要素・弾性要素による物理的因子⁹⁾により、求心性収縮より大きくなったと考えられる。

2. 角速度の変化とピークトルクの関係

筋の力—速度関係については従来より摘出筋や生体筋による研究が多くなされ、近年はトルクマシンの普及に伴い、ますますその研究は進歩している。

Hill¹⁴⁾や真島¹⁵⁾らの動物の摘出筋による研究では、負荷による伸張速度を測定した結果、求心性収縮による筋力は筋の伸張速度と共に減少し、遠心性収縮による筋力は筋の伸張速度と共に増加すると報告している。また、生体筋による研究は肘関節や膝関節で数多くみられ、求心性筋力—速度関係について市橋⁹⁾、高柳¹⁶⁾は角速度が増加するに従い求心性筋力が減少すると報告している。

また股関節外転筋の求心性筋力—速度関係について、志波⁷⁾は30°/秒、60°/秒、120°/秒の三つの角速度の違いによる差を検討した結果、設定角速度が遅いほど測定値は大きくなったが、統計学的検討によると、30°/秒、60°/秒という遅い速度ではピークトルクに差はなかったと報告している。本研究の結果においても、求心性収縮による筋力と角速度の関係は、角速度が増加するに従い股関節外転筋力は減少したが、遅い速度間(30°/秒—90°/秒)では有意差を認めず、志波の報告と同様の結果を得

た。角速度が増加するに従い求心性筋力が減少する原因としては科学的エネルギー反応の早さに限界があるため¹⁷⁾と考えられている。

遠心性筋力—速度関係については、まだ意見は統一されておらず、定説にまでは至っていない。我々の研究においても、遠心性収縮による筋力と角速度の関係は、30°/秒—90°/秒の速度間では角速度の増加により遠心性筋力は大きくなったが、90°/秒—150°/秒の速度間では反対に角速度の増加により遠心性筋力は小さくなった。Hill¹⁴⁾は生体筋における力—速度関係は摘出筋とは異なり、速度の増加に伴い遠心性筋力は最初は増加するが、出し得る力には限界があることを示した。これは、角速度の増加に伴い遠心性筋力は増加していくが、あまりにも強い張力がかかるため、傷害から筋骨格系を守るための抑制機構が働き、一定以上の力を発揮出来ないように抑制しているため¹⁸⁾と考えられる。

このように生体筋による力—速度関係は関節の形状、関節を動かすための複数の筋の関与などにより、摘出筋とは必ずしも一致しない。股関節は人体の重力の中心部に近接し、構造上、人体中で最大の関節である。全体重を支えながら個体を移動させるに適した構造となっており、きわめて強固な球関節の形状を呈し、その運動軸は三次元的動きをなす。そのような多様な運動機構を有する股関節の力—速度関係はきわめて複雑であると思われる。

今後はさらに測定肢位や年齢、関節角度などの影響についても検討していき、適切な、かつ臨床的な股関節外転筋評価方法について確立していく必要がある。

ま と め

健康人10名を対象に求心性収縮および遠心性収縮における股関節外転筋の筋力特性について検討した。

1. 収縮様式による股関節外転筋筋力は遠心性筋力が求心性筋力よりも大きい値を示し

た。

2. 角速度—ピークトルクの関係は, 求心性収縮による筋力は角速度の増加に伴いピークトルクは減少した。また遠心性収縮による筋力は最初は角速度の増加に伴いピークトルクは増加したが90—150°/秒間では減少した。
3. 角速度の変化とE/C比の関係については角速度が増加するに従い, E/C比は増加した。

文 献

- 1) 野々垣嘉男, 浅井友詞, 石田利人, 石田 泉: 変股症, 人工股関節全置換術施行例のPT期間における股関節機能と股関節外転筋々力値の推移, 理学療法学 1987; 14 (1): 5-12
- 2) 野々垣嘉男, 田橋省司, 林 寛, 辻井様一郎, 小島 泉, 蟹江良一: Straingauge 法による股関節外転筋筋力の検討, 理・作・療法 1982; 16 (4): 255-260
- 3) 村上 潔: 股関節等尺性外転時の外転筋力, 日整会誌 1989; 63: 1358-1367
- 4) 武富由雄, 村木敏明, 櫛辺夕子, 吉田友紀, 満田基温: 股関節外転筋筋力と骨盤の安定性に関する一考察, PTジャーナル 1991; 25 (1): 65-66
- 5) 吉田友紀, 村木敏明, 武富由雄, 他: 対側下肢の非固定化と固定における股関節外転筋筋力に関する一考察, 神大医短大紀要 1991; 7: 75-80
- 6) Alan C: Hip abductor Muscle Force. J Bone Joint Surg 1965; 47A (3): 462-474
- 7) 志波直人, 井上明生, 田竈久実, 小堀 聡: 股関節外転筋筋力測定における基礎的研究, リハ医学 1991; 28 (7): 535-540
- 8) Varick L, Gary L, Richard C: The Maximum Torque Generated by the Eccentric Isometric, and Concentric Contractions of the Hip abductor Muscles. Phys Ther 1972; 52 (2): 149-156
- 9) 市橋則明, 吉田正樹, 篠原英記: 肘関節屈・伸筋の求心性収縮と遠心性収縮における筋力と角速度の関係, 神大医短大紀要 1989; 5: 51-56
- 10) 市橋則明, 伊藤浩充: 求心性収縮・遠心性収縮による膝屈・伸筋力低下の比較, PTジャーナル 1990; 24 (10): 713-715
- 11) Doss WS, Karpovich PV: A comparison of concentric, eccentric and isometric strength of elbow flexors. J Appl Physiol 1965; 20: 351-353
- 12) Highgenboten CL, Jackson AW, et al: Concentric and eccentric torque comparisons for knee extension and flexion in young adult males and females using the kinetic communicator. Am J Sports Med 1988; 16: 234-237
- 13) 金原 勇, 高松 薫, 渋谷 二: 筋の力の出し方に関する基礎的研究(その2), 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報 1970; 2: 26-52
- 14) Hill, A. V.: The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proc Roy Soc 1938; B126: 136-195
- 15) Mashima, H., Akazawa, K., Kushima, H., Fujii, K.: The force-load-velocity relation and the viscouslike force in the flog skeletal muscle. Jap J Physiol 1972; 22: 103-120
- 16) 高柳清美, 井原秀俊, 中山彰一, 吉村 理, 浜田哲郎, 大野寿子, 他: 筋力, 筋電図を用いた正常人膝の遠心性収縮・求心性収縮の比較, 理学療法学 1992; 19: 30-35
- 17) 金子公宥: パワーアップの科学, 朝倉書店, 東京, 1988
- 18) 市橋則明, 伊藤浩充, 吉田正樹, 篠原英記, 武富由雄: 膝関節屈伸筋における求心性収縮と遠心性収縮の力-速度関係, 理学療法学 1992; 19 (4): 388-392