



大腿四頭筋の筋電図学的分析 -筋力と筋放電の関係-

市橋, 則明
吉田, 正樹
伊藤, 浩充

(Citation)

神戸大学医療技術短期大学部紀要, 8:83-88

(Issue Date)

1992

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/80070196>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/80070196>



大腿四頭筋の筋電図学的分析

—筋力と筋放電の関係—

市 橋 則 明¹, 吉 田 正 樹¹, 伊 藤 浩 充²

緒 言

大腿四頭筋は下肢動作において非常に重要な筋であり、その筋力低下は臨床上最も問題となることが多い。大腿四頭筋の各筋すなわち大腿直筋、内側広筋、外側広筋、中間広筋の機能の違いは興味深い。大腿四頭筋の中でも内側広筋は筋萎縮しやすいことから注目され、膝伸展不全 (extension lag) の原因として古くは考えられていた。しかし、内側広筋が膝関節の最終伸展の作用をもつという特異的機能については、多くの報告において否定されている¹⁻⁴⁾。すなわち、膝関節の角度と大腿四頭筋の各筋の関係には筋による特異性はないとされている。しかし、内側広筋斜頭は膝蓋骨を内側へ引く作用があり¹⁾、この筋の弱化は膝蓋大腿関節 (PF関節) の痛みを引き起こすため、PF関節の痛みを減少させることを目的とした内側広筋斜頭の選択的な訓練は重要であるとされている⁵⁾。一方、角田ら⁶⁾は、スポーツ選手の大腿四頭筋の各筋の筋断面積を調べ、スポーツの種目によって特異的に発達する筋があることを報告している。このことは、同じ伸筋群といえどもスポーツの種類の違いにより各筋を特異的に使用している可能性があることが考えられる。

本研究の目的は、筋力発揮時の大腿四頭筋の各筋の筋放電を測定・比較し、各筋の特性を検討することである。

対象と方法

健康女性8名、男性3名の計11名 (平均年齢 19.9 ± 0.9 歳) を対象とした。

測定筋は、右側大腿直筋、内側広筋斜頭、外側広筋の3ヶ所とし、表面筋電図を双極誘導するために銀塩化銀電極 (直径8mm) 2個を電極中心間隔15mmでそれぞれの筋腹の近位 $\frac{1}{3}$ に取りつけた。また、アース電極は耳介に貼り付けた。

筋電図は、フルサワラボ社製筋電計を使用し、整流平滑筋電図 (RFEMG) を求めAD変換器を通し、パーソナルコンピュータPC 286LSに保存した。また、電極貼付部における皮膚のインピーダンスが $20k\Omega$ 以下となるように皮膚を充分処理し、筋電図波形が安定していることを確認した。

筋力測定には、OG技研社製マスキュレータ (GT-30) を使用した。パッドの位置は足関節果部とした。

筋力と筋活動量の測定は以下の方法で行った。

1. マスキュレータ (椅座位) にて膝90度屈曲位で対象者に最大努力で膝を伸展させ、最大等尺性筋力を測定した。測定は3秒間とし同時に3筋の筋電図を測定した。
2. マスキュレータに表示された筋力を記録し、測定された筋力を100%とし、10%、30%、50%、70%の筋力を計算した (%MVC)。
3. マスキュレータで最大筋力の10%、30%、50%、70%の筋力を表示をみながらそれぞれ3秒間発揮させ、そのときの筋電図を測定した。

1. 神戸大学医療技術短期大学部

School of Allied Medical Sciences, Kobe University

2. 神戸大学医学部附属病院

Department of physical Therapy, Kobe University Hospital

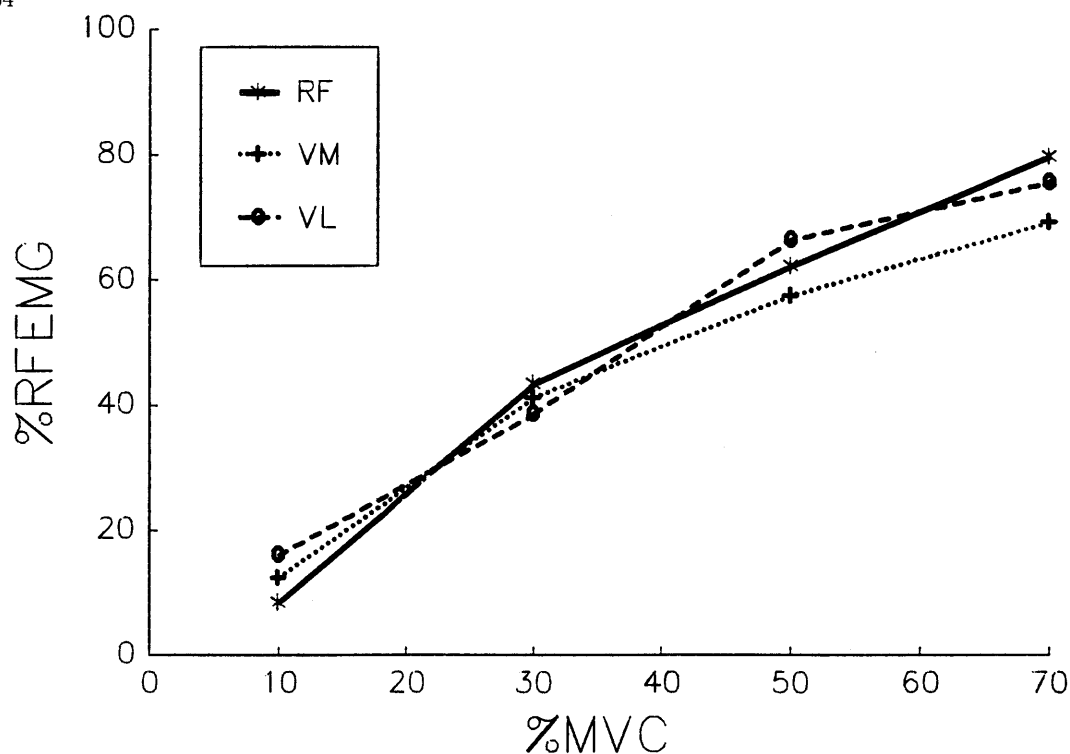


図1 . 筋力 (%MVC) と筋放電量 (%RFEMG) の関係 (N=11)

なお、各測定には約1分間の休息を入れた。

(各筋力発揮時の平均RFEMG/最大収縮時の平均RFEMG×100)

(データ分析)

統計学的検定には分散分析 (ANOVA) とスチューデントのtテストを用いた。

測定した3秒間の各動作の整流平滑筋電図 (RFEMG) より、その間の平均整流平滑筋電値を求めた。さらに、平均筋電値は最大等尺性収縮時のRFEMGを100%として正規化し、%RFEMGとして表した。

結 果

筋力とRFEMGの関係を図1に示した。各筋

表1 筋力発揮時の%RFEMGの値 (単位は%) : RF-大腿直筋, VM-内側広筋, VL-外側広筋

M V C	1 0 %	3 0 %	5 0 %	7 0 %
R F	8.4 ± 5.1	43.4 ± 31.7	62.1 ± 25.7	79.3 ± 32.7
V M	12.3 ± 8.4	41.1 ± 17.5	57.2 ± 14.8	68.9 ± 17.5
V L	15.9 ± 10.0	38.4 ± 15.9	66.1 ± 26.9	75.1 ± 31.4
ANOVA	0.01	N S	N S	N S

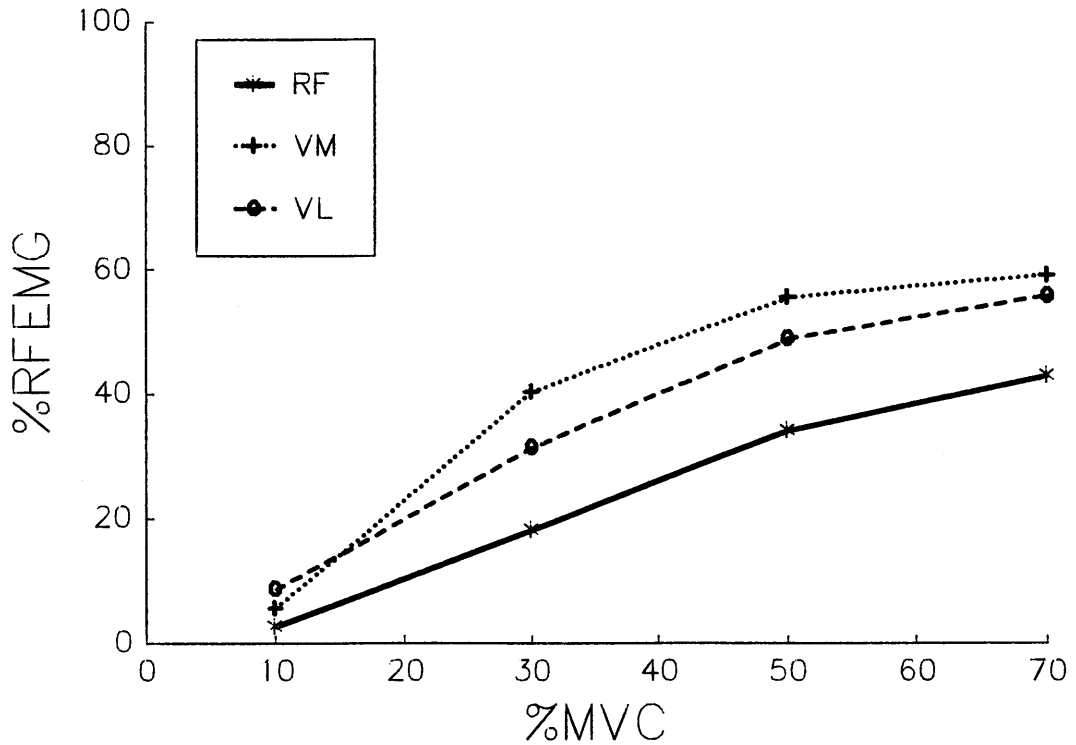


図2 例1 20歳 女性

共に筋力の増加と共に%RFEMGが増加した。各筋の増加率に大きな違いはなかった。各筋間の違いは最大筋力の10%において有意な ($P < 0.01$) 違いが見られた (表1)。外側広筋の%RFEMGは15.9%と大きく、次いで内側広筋の12.3%であり、大腿直筋は8.4%と最も低い値であった。

30, 50, 70%においては各筋の%RFEMGの有意な違いはなかったが、50%, 70%では内側広筋が他の筋に比べ低い傾向にあった。%筋力(%MVC)よりも%RFEMGの値は全体的に高い傾向にあった。

考 察

運動時のように筋張力が直接測定できない場合、筋の活動量を測定するものとして筋電図がよく用いられる。特に積分筋電図(整流平滑筋

電図と同意)は、等尺性収縮時には筋力の指標となるとされ⁷⁾、積分筋電図を用いて動作時の筋の活動量が推測可能である。また、赤沢ら⁸⁾は、積分筋電図が張力と1対1の対応のある重要な指標であると指摘している。

大腿四頭筋の中でも内側広筋の選択的訓練は興味深い。近年、特に問題とされている膝蓋大腿関節(PF関節)の痛みは、PF関節の解剖学的構造の変化、大腿四頭筋による伸展機構の不全、筋のアンバランス、支帯による制限の異常等によりおこるものである⁹⁾。内側広筋斜頭と外側広筋は膝蓋骨のアライメントに影響する筋であり、これらの筋力や活動パターンの変化は膝蓋骨のアライメントを変化させる。PF関節のアライメントの不良は、特に膝蓋骨の外側偏位が問題である。この膝蓋骨を内側に導く筋として内側広筋斜頭は重要である¹⁾。膝蓋骨の外側偏位によるPF関節の痛みに対しては大腿四

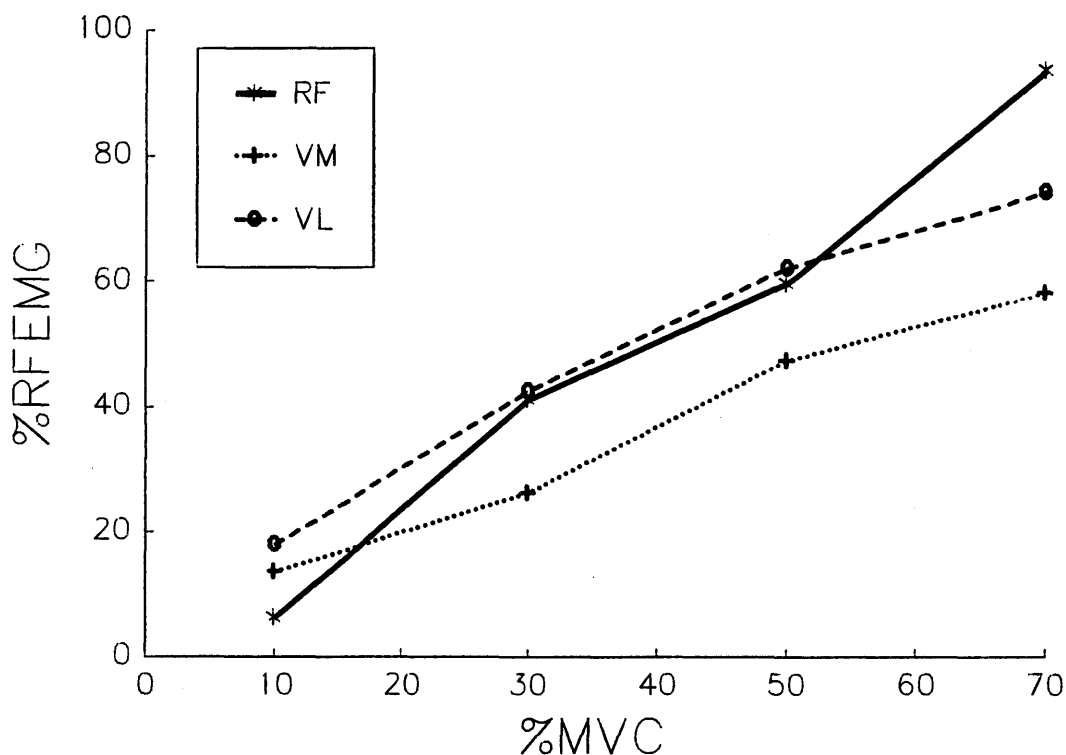


図3 例2 21歳 男性

頭筋の訓練ではなく内側広筋のみの選択的な訓練が重要であるとされている^{5, 9, 10}。すなわち、内側広筋斜頭が筋力増強されたとしても外側広筋が同様なだけ強化されたならば外側偏位というアライメントの不良は改善されない。内側広筋斜頭の訓練としては最終域での膝伸展訓練として行われることが多いが、このことを証明する報告はない。

内側広筋にたいする選択的な訓練して Szczepanskiら⁹⁾は等速性運動において膝屈曲角度、角速度、収縮タイプが内側広筋斜頭と外側広筋のEMG比に与える影響を調べ、高速での求心性等速運動（特に60～85度）が内側広筋に対して効果的であると報告している。また、Hantenら¹⁰⁾は股関節内転訓練が内側広筋斜頭に対して効果的であるが、下腿の内旋は効果的でないことを報告している。

今回、我々は筋力を最大の10%から100%ま

で変化させたときの内側広筋斜頭、外側広筋、大腿直筋の筋放電量の違いを検討した。どの筋も従来の報告どおりに筋力が上がるにしたがってRFEMGは上昇した。10人の平均値では10%において有意に外側広筋が高い%RFEMGを示した。このことは、最大の10%程度の弱い力を出しているときは外側広筋を他の筋よりも働かせている可能性がある。しかし、さらに筋力を発揮させていくと各筋の%RFEMGの違いはなくなった。

個々人を検討してみると、特徴的な値を示すものがいた。図2と3は3筋に違いがみられた例である。図2と3をみると10%MVCは平均と同じく外側広筋が大きい筋放電を示しているが、他は大きく異なっている。すなわち図2に示した例1では内側広筋が全体的に大きい筋活動を示し、大腿直筋の筋活動は小さい。一方、図3に示した例2では内側広筋は他の筋に比べ

小さい筋活動を示している。

これらの違いは明らかではないが、筋繊維タイプの違いによるものであるかも知れない。人間の筋繊維タイプは先天的に決められているものとされ¹¹⁾ 訓練により変化しないとされている。また、人間の筋が動物の筋と異なる点の1つとして、筋繊維組織が個人によってかなりばらつきがあることがあげられる。例えば、外側広筋の遅筋繊維の占める比率は約30%から70%の範囲を持つとされている¹²⁾。筋はSizeの原理¹³⁾により小さな運動単位(遅筋)から働くと考え、速筋を支配する大きな運動単位は大きな力で働く。つまり遅筋が多い方が弱い力で働き、%RFEMGも弱い力で増加する可能性がある。しかし、%RFEMGで筋繊維タイプの違いを推測できるかどうかはまだ証明されていないため、今後周波数解析などを用いさらに検討してゆきたい。

結 語

健常者11名を対象に、等尺性膝伸筋力発揮時の大腿直筋、内側広筋、外側広筋の筋活動量を測定し、以下の結果を得た。

1. 各筋共に筋力の増加と共に%RFEMGが増加し、各筋の増加率に大きな違いはなかった。
2. 各筋間の違いは最大筋力の10%においてのみ有意な差が有り、外側広筋の%RFEMGは15.9%と大きく、次いで内側広筋の12.3%であり、大腿直筋は8.4%と最も低い値であった。
3. 30, 50, 70%MVCにおいては各筋の%RFEMGの有意な違いはなかったが、症例によっては各筋により大きな違いを示した者もあった。

文 献

1. Lieb FJ, Perry J: Quadriceps function --An anatomical and mechanical study using amputated limbs. J Bone Joint Surg 50-A: 1535, 1968.
2. Pocock GS: Electromyographic study of the quadriceps during resistive exercise JAPTA 43 : 427, 1963.
3. Hallen LG, Lindahl O: Muscle function in knee extension. Acta Orthop Scandinav 38: 434, 1967.
4. Lieb FJ, Perry J: Quadriceps function --an electromyographic study under isometric conditions. J Bone Joint Surg 53-A: 749, 1971.
5. Brownstein BA, Lamb RL, Mangine RE: Quadriceps torque and integrated electromyography. J Orthop Sports Phys Ther 6: 309, 1985.
6. 角田直也, 金久博昭, 福永哲夫: 大腿四頭筋断面積における各種競技選手の特性 体力科学 35 192, 1986.
7. Basmajian JV, DeLuca CJ: EMG Signal Amplitude and Force. In Muscles alive. Baltimore, Williams & Wilkins. 1985. PP. 187.
8. 赤沢堅造, 梶山三郎, 他: ヒト上肢筋の力学的特性の測定. バイオメカニズム 4, 東京大学出版会, 1978, PP.49.
9. Szczepanski TL, Gross MT, Duncan PW, et al: Effect of contraction type, angular velocity, and arc of motion on VMO: VL EMG ratio. J Orthop Sports Phys Ther 14: 256, 1991.
10. Hanten WP, Schulthies SS: Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. Phys Ther 70: 561, 1990.
11. Komi PV, Viitasalo JHT, Havu M, et al: Skeletal muscle fibres and muscle enzyme activities in monozygous and dizygous twins of both sexes. Acta Physiol Scand 100: 385, 1977.
12. 金久博昭: 筋のトレーニング科学, 高文堂出版社, 1989, PP. 20.
13. Henneman E, Olson CB: Relation between structure and function in the design of skeletal muscles. J Neurophysiol 28: 581, 1965.

Electromyographic Analysis of Quadriceps Function

— Relationship between Rectified Filtered Electromyography (RFEMG) and Force output from Quadriceps

Noriaki Ichihashi¹, Masaki Yoshida¹ and Hiromitsu Itoh²

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the relationship between the rectified filtered electromyography (RFEMG) and force output from the quadriceps. The subjects consisted of 11 normal young students (3 males and 8 females) whose mean age was 19.9 ± 0.9 years. RFEMG was obtained from the rectus femoris, vastus medialis and vastus lateralis during isometric contractions which are performed at 10%, 30%, 50% and 70% of maximal voluntary contraction (MVC) at 90° knee flexion angle. Relative values of the RFEMG in each muscle were calculated (%RFEMG) and were compared with other at four submaximal voluntary contractions. The %RFEMG of the vastus lateralis was significantly higher than that of the rectus femoris at 10% MVC, whereas no significant differences among three muscles were found at 30%, 50% and 70% MVC.

Key words: Quadriceps,
EMG,
Muscle strength,
Maximal voluntary contraction.

1. School of Allied Medical Sciences, Kobe University

2. Department of Physical Therapy, Kobe University Hospital