



立ち上がり動作における大腿四頭筋の EMG と床反力の分析 - 足幅の関係から -

上原, 結花
佐野, 広子
篠原, 英記
吉田, 正樹
市橋, 則明

(Citation)

神戸大学医療技術短期大学部紀要, 6:179-185

(Issue Date)

1990

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/80070145>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/80070145>



立ち上がり動作における大腿四頭筋の EMG と床反力の分析

— 足幅の関係から —

上 原 結 花¹, 佐 野 広 子², 篠 原 英 記³
吉 田 正 樹³, 市 橋 則 明³

は じ め に

立ち上がり動作は下肢に機能障害を有する患者の活動範囲を拡大する重要な動作である。また、この動作は ADL 的観点から行われるだけでなく close kinetic chain に基づく下肢機能回復訓練としても利用することができる^{1, 2)}。臨床において、足部を前後に開いて立ち上がり訓練を行わせ、下肢筋の筋力強化や協調性の改善、関節運動のコントロールの向上等を図ることが多いが、その際、より高い訓練効果を獲得するためには様々な条件の立ち上がり動作を分析し、これに準じて適切な訓練方法を選択する必要がある。立ち上がり動作はこれまで諸家により各下肢筋の筋活動や関節の動き^{1, 3, 4)}、トルクの測定^{5, 6)}、さらに年齢や性別⁷⁾、使用する椅子のデザイン⁸⁾の違い等から追求されてきた。しかし、下肢機能の改善を目指した立ち上がり動作を分析した報告はない。そこで今回、立ち上がり動作時の足の左右と前後の幅を変化させることにより、床反力と大腿四頭筋の活動がどのように変化するかを分析し、若干の知見を得たので報告する。

方 法

対象は20才の健常男性1名とし、立ち上がり動作における左側下肢の床反力と大腿四頭筋の活動電位を測定した。被検者に40cmの台に坐位をとらせ、60cadence に設定したメトロノームのリズムに合わせて、起立・立位保持・起坐・坐位保持の一連の動作を10回行わせた。立ち上がり動作は被検者が下肢を自然に左右に開脚した状態（果間距離17cm）と完全に閉脚した状態（果間距離0cm）をとり、それぞれの状態からさらに次の5段階で前後に開脚して測定した。すなわち、①左足部を右足部より前方に一足長出した状態、②半足長出した状態、③両足部を揃えた状態、④後方に半足長引いた状態、⑤一足長引いた状態の5つである。活動電位は、内側広筋、大腿直筋、外側広筋の3筋を測定した。電極は表面電極を使用し、はりつけ部位は内側広筋では膝蓋骨上縁より5cm近位部、大腿直筋では上前腸骨棘と膝蓋骨の上縁との中央部、外側広筋では大転子と外顆の中央部とした。導出した表面筋電図を増幅し、A/D変換器を通してサンプル周波数1KHzでサンプルし、パーソナルコンピュータにて整流積分値を求めた。床

1. 国立神戸病院
National Kobe Hospital
2. 明石市民病院
Akashi Municipal Hospital
3. 神戸大学医療技術短期大学部
School of Allied Medical Sciences, Kobe University

反力は AMTI 社製の床反力計を用いてフォースプレート上に左足部をのせて測定し、その内の垂直分力を分析した。足部の前後開脚肢位における積分筋電図（以後、IEMG と略す）、垂直分力のデータは分散分析により比較、検討し、各々の前後開脚肢位で左右への開脚と閉脚との比較には t 検定を用いて検討した。

結 果

前後 5 つの肢位の変化による各筋の IEMG を図 1 に示す。これによると下肢を後方に位置させるほど、その振幅は増加する傾向を示し、特に左右閉脚の状態ではそれが顕著であった。また、分散分析の結果では左右の開脚肢位においては、5 つの足部の前後の位置間で大腿四頭筋の活動電位の有意な差はみられなかった。しかし、閉脚においては危険率 1 % で有意差がみられた。すなわち、左右の開脚・閉脚を比較すると、測定足部が他側よりも前方にあるときは開脚時の方が大きい活動を示したが、足部を後方に移動させていくに従い、これが逆転し、一足長後方に位置するときには閉脚時の方が有意に大きな筋活動を示した。

床反力の垂直分力は、左右への開脚時は体重の 54.1% から 83.1% に、左右の閉脚時は 39.6% から 86.9% に、どちらも足部を他側に対し前方から後方へ移動させるほど増加した。特に閉脚時の増加の割合が大きかった（図 2）。分散分析の結果、左右の開脚・閉脚ともに 5 つの前後足幅間で危険率 1 % で有意差がみられた。

考 察

訓練場面において筋力強化したい側の足部を後方に位置させての立ち上がり動作反復訓練がよく用いられている。前後の開脚時の大腿四頭筋の IEMG の分散分析の結果より、左右閉脚時にのみ有意差がみられた。このことから足部を前後に開脚することで筋活動に有意な差が出現することが定量的に証明された。しかも、こ

のとき、筋活動は左右の足幅に影響されており、立ち上がり訓練を行う際、これについても考慮する必要があるといえる。

米田ら⁹⁾は両足部を前方に位置させたときの立ち上がりでは身体重心の前方への動きが急激であり、動作の不安定性が増すと述べている。Wheeler ら¹⁰⁾は両足部を前方に位置させて座る椅子を製作し、立ち上がりの動作分析を行っているが、このとき、より大きな体幹の前傾と上肢の支持が必要であったとしている。これらの報告からも足部を前後に開脚させた場合の立ち上がりでは、前方の下肢を支持脚として使用することは困難となり、後方の下肢への負担が増加すると考えられた。そのため、当初、我々は、左右の開脚・閉脚を問わず、前方側の大腿四頭筋の活動及び垂直分力が減少し、後方側のそれが増加するものと予測していた。今回の研究でも左右の閉脚時に大腿四頭筋の IEMG に有意な増加が認められた。しかし、左右への開脚時にはみられなかった。この原因として、左右に開脚した場合、椅子から起立した時の体重支持面は比較的大きく、前後に開脚しているとはいえ、左右方向のバランス維持のために両足部へ体重を分散することが容易であると考えられる。一方、閉脚時の体重支持面は狭く縦長であるため、前方の下肢を支持脚として用いることは困難となり、後方下肢への負担が増したと考えられる。

また、健常成人の立ち上がり動作は通常、左右両側の下肢のほぼ平均的な荷重¹¹⁾および下肢筋活動にて行っている。したがって、左右への開脚時に設定した自然な足幅での立ち上がりでは前方側の下肢筋も働かせることが可能であると推測できる。閉脚状態では自然な足幅でないことから、やむなく後方側の荷重及び筋活動を増大させ、立ち上がり動作を遂行していると推測される。井上ら¹²⁾は健常者の正常歩行と同様に立ち上がり動作にも動作周期による規則的な筋活動パターンが存在し、自動動作の要素が強いと報告している。さらに、Nuzik ら¹³⁾も健常者の立ち上がり動作は屈曲相と伸展相の 2 相に

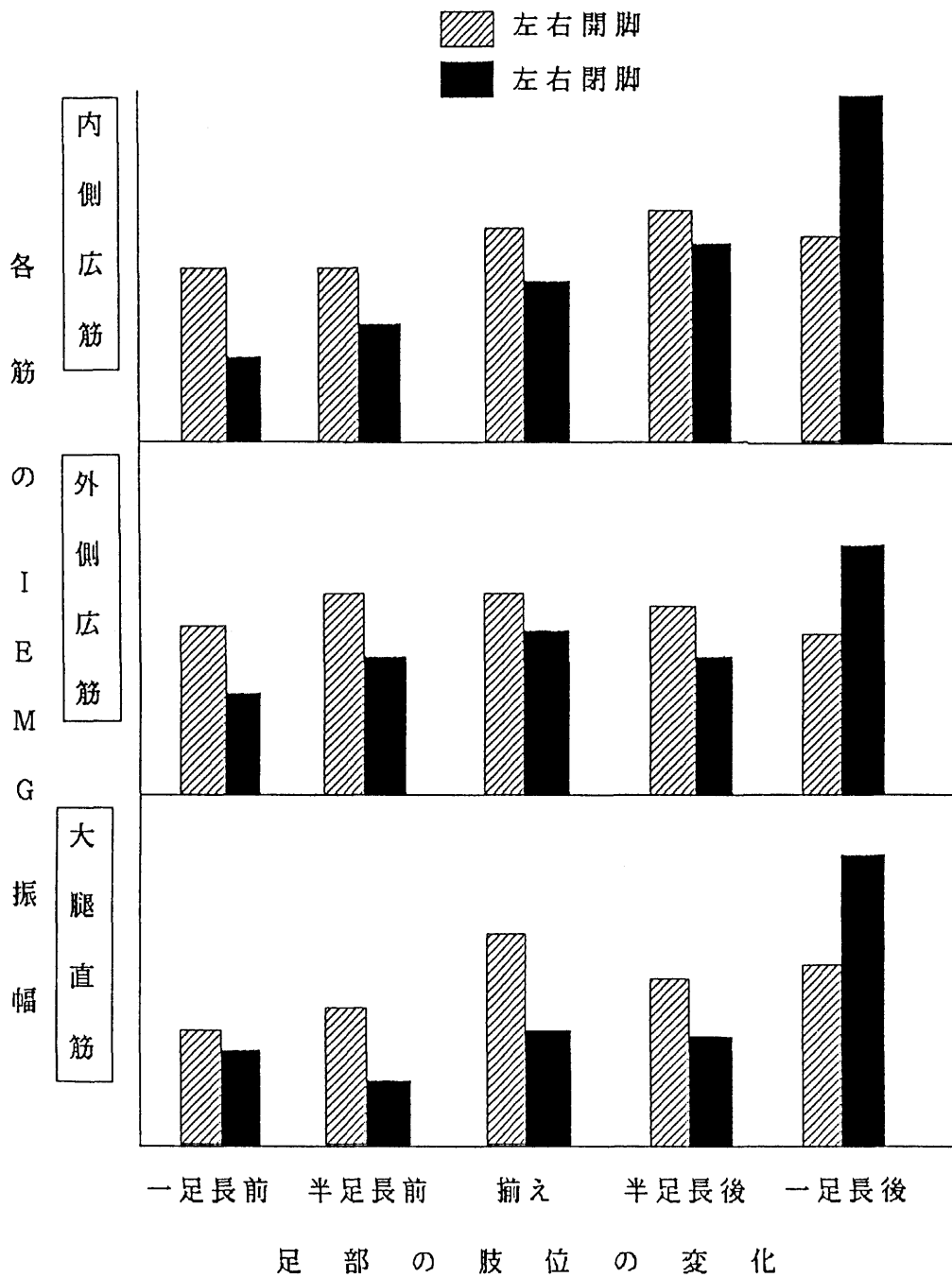


図1 各種立ち上がり動作中の大腿四頭筋の IEMG

分散分析の結果、左右の開脚時では5つの前後足幅間では有意差はみられず、左右の閉脚時には有意差（危険率 1%）がみられた。

分割可能なパターンがみられたとしており、立ち上がり動作における自動動作的要素は確認されつつある。今回の研究では左右の開脚肢位を被検者の自然な足幅（17cm）としているため、この自動動作的要素が強く現れたのではないかと推測される。ところが、閉脚状態では通常の立ち上がりパターン自体を変化させなければならず、後方下肢を主な支持脚とする異なった立ち上がり動作パターンを形成したものと考えられる。

大腿四頭筋の IEMG と垂直分力の変化をあわせて考えると、後方に引いた下肢の垂直分力、筋活動がともに増加している。これは米田ら^{9,12)}の述べる床反力の垂直分力の増大が抗重力伸展筋群の活動の高まり反映するという意見と一致する。今回の筋電図のデータは大腿四頭

筋のみであり、他の筋活動は不明であるが前後への開脚によって後方に位置させた下肢筋、特に抗重力伸展筋群の筋力強化が可能と推測される。

従来、下肢機能改善の一つとして筋力強化を行う際、open kinetic chain での訓練が多用されてきたが、人間の下肢機能は抗重力位で動的变化に対応して発揮されるべきであり、そのためには地面との相対的關係においての機能的荷重作用、筋作用、筋力、平衡感覚等が必要となる^{14,15)}。大峯²⁾は下肢機能障害を有する患者に対して従来の筋力強化訓練群と階段昇降を取り入れた訓練群とで効果を比較したところ、後者に有意な筋力増強が認められたと報告しており、close kinetic chain の見地に基づいた動作訓練によって筋力強化を図ることが可能であ

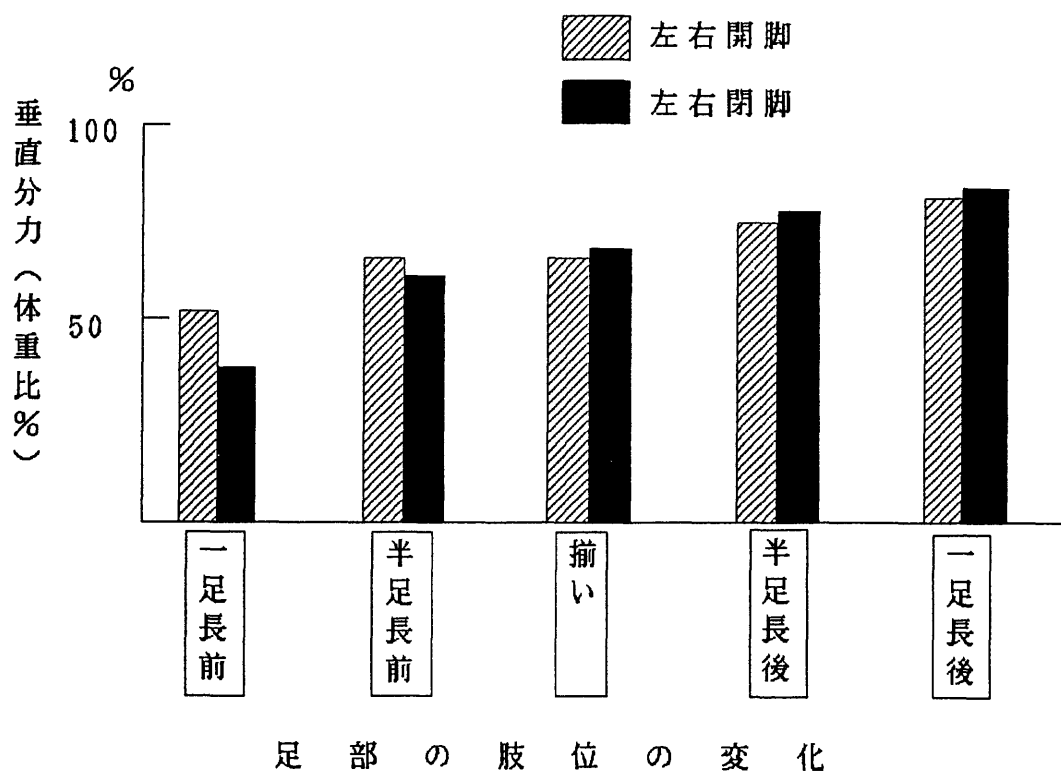


図2. 各種立ち上がり動作中の床反力（垂直分力）

分散分析の結果、左右の開脚、閉脚ともに5つの前後足幅間で有意差（危険率1%）がみられた。

り、さらには機能的荷重作用、平衡感覚の向上につながるといえる。立ち上がりや階段昇降等の動作はこれらにかなった動作であり、しかも、簡易に行え、患者の理解を得やすい。しかし、無意に立ち上がり動作を行わせるだけでは訓練効果は得難く、身体能力に合わせた段階的な訓練方法を選択する必要がある。つまり、どのような動作訓練によって、どの程度の筋力増強が可能であるのか、荷重状態はどうかなどを定量的に明確していくことが重要である。Richard ら¹⁰⁾は歩行、階段昇降、椅子からの起立・起坐の5つの動作中の大腿四頭筋とハムストリングスの筋電図をとり、角速度30deg/secの最大等速性収縮時の筋電図の振幅と比較している。その結果、椅子からの起立時の外側広筋の筋活動は最大収縮の約60%、内側広筋のそれは約80%を呈し、この動作時に最も働いていたと報告している。今回の研究では大腿四頭筋の最大収縮時の筋電図を測定していないため、この観点からの検討はできなかった。今後は対象者を増して、より詳細な分析、検討を行い、適切な訓練プログラムを立てる基礎としたい。

結 語

健常男性1名を対象とし、足幅を前後、左右に変化させて立ち上がり動作を行わせ、その際の床反力と大腿四頭筋の活動電位を測定、検討し、次のような結果を得た。

1) 前後の開脚では左右に閉脚したとき大腿四頭筋の IEMG に有意差がみられ、左右への閉脚では有意差がなかった。

2) 床反力のうちの垂直分力は、左右の開脚度合に関わらず、足部を前方から後方に移動させるに従って増加したが、閉脚時にその傾向が強かった。

3) 大腿四頭筋の IEMG は足部を前方から後方へ移動させるほど増加した。測定下肢が後方にあるとき、左右の開脚時の方が、前方にあるときは左右の開脚時の方が有意に大きな値を示した。これには体重支持面の面積と形状、立

ち上がり動作パターンが関係していると考えられた。

これらの結果から、閉脚肢位で前後開脚の立ち上がり動作では後方側下肢の負荷を増大させ、支持脚として活動させることが可能であり、それによって下肢機能向上が期待できると考えられた。よって臨床の場面で立ち上がり動作訓練により下肢機能の向上を図るには前後だけでなく、左右の開脚度合も考慮する必要がある。

文 献

1. 大田近雄：基本動作（椅子からの立ち上がり）訓練が筋力増強におよぼす影響について 理学療法学 13：164,1986
2. 大峯三郎：基本動作（階段昇降、歩行など）訓練が筋力増強に及ぼす影響について 理学療法学 13：167,1986
3. 成瀬進、梶田康彦、管村正吾他：椅子からの立ち上がり動作における両手把持の体幹・下肢筋への影響について 運動生理 3：81,1988
4. Jones FP, Hanson JA：Postural Set and Overt Movement：A Force-Platform Analysis. Perceptual and Motor Skills 30：699,1970
5. Ellis MI, Sedhom BB, Amis AA et al：Force in the knee joint whilst rising from normal and motorized chair. Engineering in Medicine 11：33,1979
6. Seedhom BB, Terayama K：Knee forces during the activity of getting out of a chair with and without the aid of arms. Biomedical Engineering 11：278,1976
7. 岩田一明、森脇俊道、川野常夫：コンピュータを応用した起立・着席動作の解析と加齢の影響に関する研究 人間工学 7：239,1981
8. Burdett RG, Habasevich R, Pisciotto J, et al：Biomechanical Comparison of Rising from Two Type of Chairs. Phys Ther 65：1177,1985
9. 米田稔彦、井上悟、河村廣幸他：立ち上がり動

- 作の床反力による分析 運動生理 3 : 101, 1988
10. Wheeler J, Woodward C, Ucovich RY, et al : Rising from a Chair : Influence of Age and Chair Design. Phys Ther 65 : 22,1985
 11. Bajd T, Kral A, Turk R : Standing-up of a healthy subject and a paraplegic patient. J Biomech 15 : 1,1982
 12. 井上悟, 小柳磨穀, 米田稔彦他 : 立ち上がり動作の筋電図学的分析 近畿理学療法士学会誌 16,75,1986
 13. Nuzik S, Lamb R, Vansant A, et al : Sit-to-Stand Movement Pattern. Phys Ther 66 : 1708,1986
 14. 中山彰一, 井原秀俊 : 下肢障害に対する動的関節制動訓練 理学療法 13 : 27,1986
 15. 中山彰一 : 膝に対する動的関節制動訓練 (DYJOC Ex) と等張性筋力強化訓練の効果 理学療法学 13 : 160,1986
 16. Richards CL : EMG Activity Level Comparisons in Quadriceps and Hamstrings in Five Dynamic Activities. In Biomechanics IX-A. Edited by Winter DA, et al. Champaign, Human Kinetics Publisher, 1985,p.313

An Analysis of Floor Reaction Force and Integrated Electromyography of the Quadriceps Muscles in Rising from Sitting Position.

Yuka Uehara¹, Hiroko Sano², Hideki Shinohara³
Masaki Yoshida³ and Noriaki Ichihashi³

ABSTRACT : The purpose of this study was to discuss the situations under which we should train patients to increase the quadriceps muscles strength when rising from sitting position. We measured integrated electromyography (IEMG) of the quadriceps muscles and floor reaction force when rising from a stool (40cm high) in various foot positions. The foot position of the measured side was changed by five stride length at open or close stances. The results were as follows : 1) vertical component of the floor reaction force was gradually increased as the position of the foot on the measured side changed from the front to the rear, especially at close stance ; 2) IEMG of the quadriceps muscles at close stance were significantly increased from the front to the rear position ; 3) in rear location, IEMG of the quadriceps muscles at close stance were higher than at open stance. In front location, IEMG of the quadriceps muscles at open stance were higher than at close stance. Thus, when training the patient for the rising from sitting position to increase the quadriceps muscle strength, we should consider foot stance as well as stride of the feet.

Key Words : Floor reaction force,

IEMG,

Quadriceps,

Rising,

Foot location.

1. National Kobe Hospital

2. Akashi Municipal Hospital

3. School of Allied Medical Sciences, Kobe University