

高齢者における下肢筋の運動機能と 両側脚の左右差の関係

長須 達也* 橋本 泰央* 郡 佳子* 甲斐 範光*
大野 均* 上村 知弘* 佐藤 良太* 高橋 裕三*
高埜 康則* 石川 貴之* 織田 俊郎* 向江 未来*
鈴木 勇司*

* 帝京短期大学 ライフケア学科

要 旨

本研究の目的は高齢者における座立動作の左右肢筋電図と床反力から神経筋活動の違いを調べることである。5名の高齢者（男性3名、女性2名）に対して、FRSTSテスト、自然立位（SU）、クッション座位（CSU）の筋電図及び床反力を測定した。3動作におけるrmsEMG（二重平均平行根）、MPF（平均周波数）、床反力パラメータ（Peak force（最大床反力）、RFD（力の最大発揮勾配）、Impulse（力積））を算出し、左右肢のそれぞれの変動を比較検討した。3動作のRFDとrmsEMGにおける左右差は有意に認められた。左右肢の動作時間の差はFRSTSよりも有意にCSUで小さくなることが明らかとなった。本研究における結果から左右肢の神経筋活動のタイミングがCSU動作直前の小さな伸展-短収縮によって、同期的作用を生み出すことを示唆した。したがって、高齢者における動作直前の小さな膝伸展-短収縮をトレーニングすることによって、歩行や様々なパフォーマンスを改善させることが期待できると考えられた。

キーワード：高齢者、立ち上がり、左右肢

I はじめに

現在、日本の総人口は出生中位推計の結果に基づけば、長期の人口減少過程に入るとされる。そうした中、老年人口（65歳以上）の推移は現在の4人に1人の割合から、平成48（2036）年には3人に1人となると予想され、増加傾向にある¹⁾。

世界でも、65歳以上の人口は他の年齢層に比べ急速に増加しており²⁾、そうした中で人口の高齢化に伴った老年症候群が大きな問題とされ、なかでも転倒は高齢者によく発生する老年症候群の1つである。転倒は、転倒後症候群をもたらすことから高齢期における転倒予防は重要かつ緊急の問題である³⁾。

高齢者の転倒は、約1割が重篤な障害を引き起こし、高齢者の日常生活活動を著しく制限し、転倒は寝たきりの主要な原因であるとされている。

先行研究において、低筋量（四肢の筋力）は起居移動動作能力の低下や転倒のリスクを高める⁴⁾と示されている。寝たきり高齢者の発生を予防するためには、高齢者に対して起立・歩行に関する主要な筋力や平衡機能を保つ運動療法などが必要となる。日常生活の

中で最も頻繁に行われる坐位姿勢からの立ち上がり動作は、その運動学的特性から高齢者にとって困難な動作の一つとしてあげられ、椅子から立ち上がる能力は高齢者や障害者の自立を維持する上で重要な要素である。

下肢の筋力は、高齢者の転倒、歩行能力及びバランス能力と関係が深く、加齢に伴う筋力の低下は身体の部位によって異なり、下肢筋肉量は上肢よりも減少率が大きいとされる⁵⁾。これは、日常的動作頻度や微細な神経活動に関係していると考えられており、上肢筋は日常的に使用頻度が高いことが、加齢に伴うその機能低下を緩やかに進行させている。

一方、下肢筋は粗大的な運動に働き、抗重力筋が多いことから運動の頻度に影響を受けやすいといわれている。高齢者の運動は、若者と比較してその強さにおいても極めて低くなる傾向にあり、このことが重力筋において機能低下のリスク因子となっている。抗重力筋は、不使用に対して機能低下を進行させやすい。その結果フレイルを招き、次のステージとなる下肢筋のサルコペニアへと進み、介護的問題が浮上することになる。最近、高齢者の手段的日常生活動

作 (Instrumental activity of daily living : IADL) が注目されている。日常生活動作 (activity of daily living : ADL) よりも複雑で、高次な行動がとれるほど健康の維持増進につながるとされている。高齢者の歩行能力は自立した生活を送るために必要不可欠な能力であり、生活の質 (Quality of life: QOL) を左右する基本的な因子である。

歩行機能に必須な要素の一つに、筋力がある。山崎ら⁶⁾は、膝伸展筋力に着目して高齢者の移動速度との関係について検討し、歩行自立のためにはある一定の筋力水準が必要であると報告している。現在筋力の評価法として、最大努力で5回座位立ち上がり (five repeated sit-to-stand : FRSTS) 時間を測定するテストが用いられている。

これは、下肢筋力とFRSTSの間に関係が認められているためである。一方で、10回STS (10STS) テストも用いられているが、その評価について疑問視されている。このSTSテストは、下肢における多種筋の活動や左右肢の機能差などの働きの総和によるパフォーマンス (時間) である。10STSは動作回数が増えることでパフォーマンス (時間) に左右肢の活動タイミングや同期的活動の誤差変化が影響しやすいことが指摘されている⁷⁾。しかし、FRSTSはその影響が皆無であるとは言い切れない。

そこで、本研究ではFRSTSテストにおける左右肢の神経筋活動の影響について左右肢筋出力の違いを、力学および筋電図学的に詳細に検討することを目的とした。

II 対象および方法

1. 対象

対象は日常生活動作に不自由を有せず、特に影響となる既往歴の無い健常な成人5名 (男性3名、女性2名) とした [年齢は64歳~69歳 (平均66±1.9)、身長は155cm~177cm (平均167.4±9.7)、体重は54.5kg~74kg (平均61.7±7.9) であった]。なお、被験者には実験の目的や方法に対する十分な説明を行った後、実施した。又、本研究は、帝京短期大学倫理委員会の承認を得て実施している。

2. 方法

手順

最大膝伸展力と屈曲力を膝角45°、60°、90°でそれぞれ2回計測し、最大値を採用した。筋疲労の回復時間を十分にとったのち、自然歩行、直線上歩行、オーバーラップ歩行、タンデム歩行、TUG、FRSTS、SU、CSUを行った。

(1) 最大膝伸展・屈曲筋力の測定

最大膝伸展力 (maximal knee extension :MKE) と最大屈曲力 (maximal knee flexion :MKF) の測定は、筋力測定装置 (ミナト医科学社製 COMBIT1) を使用し、被験者は座位姿勢をとり体幹および骨盤部、大腿部は固定用ベルトで固定し、対象者は両手で大腿部外側に位置する握り手を把握させ、膝関節屈曲45°、60°、90°位で固定し、最大等尺性収縮を実施した。

(2) 歩行およびTUGテスト

合成樹脂床の室内で、次のテストを行った。それぞれのテストのパフォーマンスは時間 (sec) で評価し、歩行テストはテープを5m貼付し、歩きだしてから5mに達するまでの時間 (sec) を計測した。

①直線5mを通常で歩く自然歩行テスト (Normal test)、②テープの直線上に足底が乗っている歩行テスト (Narrow test)、③直線5mのテープを対側に交互歩行するオーバーラップ歩行テスト (Overlapping test)、④直線5mのテープ上を交互につま先と踵を接触させて進むタンデム歩行テスト (Tandem test)、⑤椅子に腰掛けた姿勢から合図とともに立ち上がり、3m先の目標を回り元の位置に戻るテスト (Time up and go test : TUG) を実施した。

(3) 座位立ち上がりテストと素早い立ち上がり動作

座位姿勢をとり、両足底を左右床反力板上に乗せた状態で次の動作を行う。肘掛けがついていない座面高が42cmの椅子を用いて、①両肘を折りたたみ手のひらを合わせて胸にあてたまま素早く立ち上がり、直ぐに座位に戻る繰り返し動作を5回行うテスト (five repeated sit-to-stand test :FRSTS)、②両腕は自然に下垂した座位姿勢から素早く立上る動作 (stand-up :SU)、③座面に軽反発マットを設置し、②の動作直前に1~2回の小さな反動動作を行って連続した立ち上がり動作 (cushion stand-up :CSU) を5回実施した。①動作のパフォーマンスは5回繰り返した時間 (sec) で評価するが、別に②および③動作では床反力と筋電図から分析し、①動作との比較も行う。

(4) 床反力と筋電図の測定

左右の脚肢に生じる垂直方向の床反力を歪増幅器 (DPM-305A、共和電業) から導出した。一方、表面筋電図の導出準備は、皿電極を装着する前に、医療用微擦サンドペーパーを用いて5kΩ以下に皮膚インピーダントを減少させ、その後に両面接着テープを使用して筋腹に2個の皿電極を密着し貼付した。筋電図は、生体増幅器装置 (RMP-6008M、日本光電社製) を使用し、表面ミニチュア皿電極 (5φ、電極中心間距離15mm) を大腿直筋筋腹に装着し導出した。

床反力と筋電図の信号は、A-D変換器 (Power Lab : AD社製Instruments) を用いてサンプリング1

k Hzで記録し、後日解析ソフト (Lab Chart7:AD社製Instruments) で力学量 (peak force; rate of force development, RFD; impulse)、筋電図 (root mean square EMG, rmsEMG; mean power frequency, MPF) を解析した。MPFはサンプリング1024ポイント) で高速フーリエ変換によって算出した。各々の分析区間はFigure1に示した。

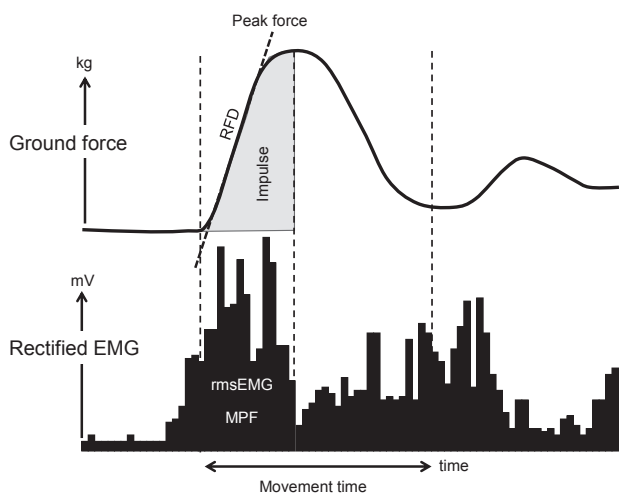


Figure 1. Schematic representation of EMG (upper) and ground force(bottom) signals bottom for the data analysis.

(5) 統計解析

統計処理は t 検定およびピアソン相関係数を用い、有意水準 $p < 0.05$ を採用した。

III 結果

MKEとMKFはすべての被験者において伸展筋力の方が大きかった。MKE (平均±SD) は45° 位で左側17.4±6.82kgと右側18.6±6.49kg、60° 位で左側30.7±11.63kgと右側29.2±8.22kg、90° 位で左側39.2±9.88kgと右側36.9±9.74kgであった。MKFは左側21.3±4.81kgと右側22.2±4.28kg、60° 位で左側18.6±4.07kgと右側19.2±0.04kg、90° 位で左側12.7±3.70kgと右側12.5±2.96kgであった。膝伸展力と屈曲力の全関節域の最大値を示したのは、すべての被検者においてMKE (90°) で、MKF (45°) 左側優位な最大筋力が得られた。

そのMKE (90°) とMKF (45°) の最大筋力は大腿四頭筋と大腿三頭筋 (ハムストリング) の各々の神経筋活動能の結果である。このMKF/MKE比は、左側が0.55±0.08、右側が0.61±0.08と不均衡の結果を示した。

下肢筋機能の評価に用いられるテストのパフォーマンス (平均±SD) は、Normalが4.88±0.74sec、

Narrowが4.75±0.66sec、Overlappingが4.95±0.85sec、Tandemが13.33±4.93sec、TUGが6.19±0.79sec、FRSTSが9.34±1.55secであった。各々の相関関係 (r,有意差) は、NormalとNarrow (r=0.97, $p < 0.05$)、NormalとOverlapping (r=0.943, $p < 0.05$)、NarrowとOverlapping (r=0.974, $p < 0.05$)、TandemとTUG (r=0.895, $p < 0.05$) において認められた (Table1)。

Table 1. Each parameters in the several tests.

Exercise function test of Lower limb	
Normal (sec)	4.88 ± 0.74
Narrow (sec)	4.75 ± 0.66
Overlapping (sec)	4.95 ± 0.85
Tandem (sec)	13.33 ± 4.93
TUG (sec)	6.19 ± 0.79
FRSTS (sec)	9.34 ± 1.55

† : significant of correlation coefficient, $p < 0.05$

MKE-Lに対する下肢筋機能テストのパフォーマンスは、Normal (r=0.535)、Narrow (r=0.687)、Overlapping (r=0.563)、Tandem (r=-0.813)、TUG (r=0.656)、であったが、FRSTS (r=0.086) には相関傾向があらわれなかった。しかし、FRSTSにおける左右肢のFRSTS-L (r=0.621)、FRSTS-R (r=0.657) には相関傾向があらわれた。しかしすべてにおいて相関傾向がみられたものの、有意差は認められなかった。

一方、FRSTS、SU、CSUの各々5回の1動作におけるrmsEMG、peakforce、RFD、impulseを3動作で比較した。その代表波形は2回分をFigure2に示した。各々1回ごとの動作について図1のような解析を行い、それぞれを比較検討した。この3動作におけるMovement timeには違いがなく、下肢の左右差は右

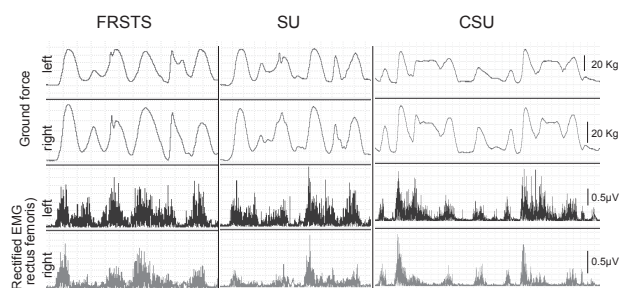


Figure 2. Example of rectified electromyographic (rmsEMG) recording in rectus femoris and ground force during FRSTS, SU, CSU movements.

Table 2. Means and standard deviations of analyzed values as the neuromuscular activation function of left and right leg in FRSTS SU and CSU

	FRSTS		SU		CSU	
	left	right	left	right	left	right
movement time (msec)	754 ± 130	744 ± 95	766 ± 121	750 ± 97	711 ± 95	687 ± 71
peak force (kg)	43.4 ± 7.7	46.6 ± 11.6	43.6 ± 6.6	49.4 ± 14.2 †	42.3 ± 5.7	47.9 ± 17.7 †
RFD (kg/sec)	260.6 ± 56.2	275.9 ± 87.2 †	274.0 ± 45.6	307.6 ± 112.8 ‡	281.2 ± 67.3	319.2 ± 151.5 ‡
Impulse (kg*sec)	3.7 ± 0.8	4.1 ± 1.1	3.7 ± 1.0	4.32 ± 1.4	3.2 ± 0.7	3.8 ± 1.7
rmsEMG (μV)	425.6 ± 231.3	577.3 ± 338.6 ‡	341.2 ± 153.8	469.8 ± 248.8 †	458.4 ± 256.3	674.0 ± 314 ‡
MPF (Hz)	88.5 ± 19.3	94.7 ± 23.8	80.6 ± 16.4	84.7 ± 20.5	88.5 ± 25.8	90.8 ± 18.1

RFD: rate of force development, MPF: mean power frequency of EMG, † : significant of left vs right, $p < 0.05$; ‡ : $p < 0.01$

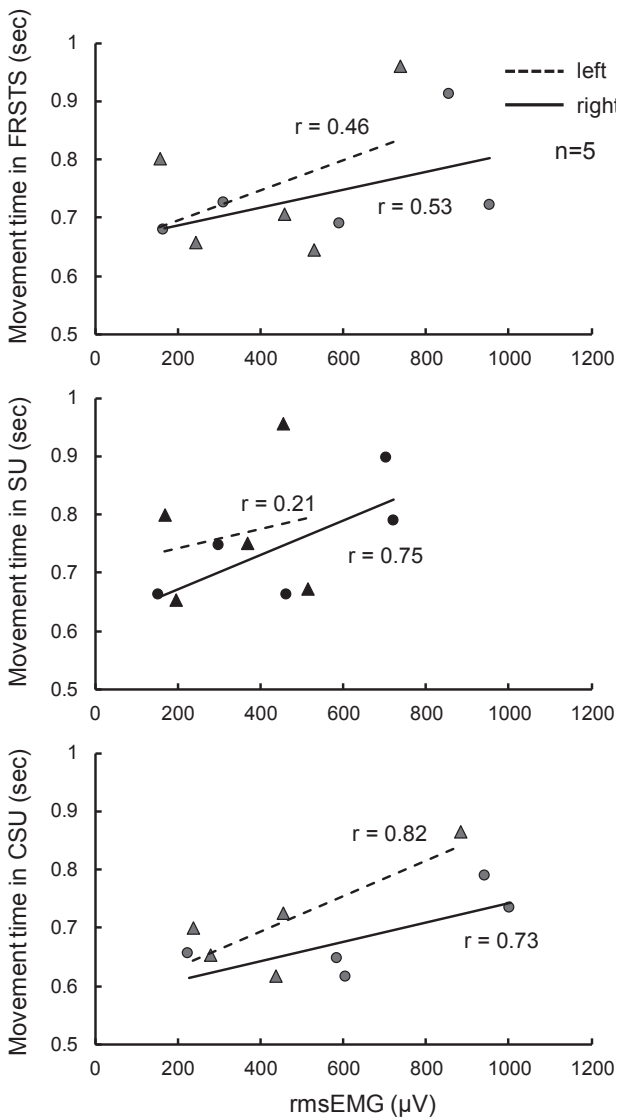


Figure 3. Relationship between rmsEMG and the movement time in FRSTS(top) SU(middle) and CSU(bottom). Dotted lines indicate the left leg. Dashed lines indicate the right leg.

側が短い傾向にあった。床反力におけるpeak forceとRFDには左右差が有意に認められた。

peak forceではSUが $t=2.87$ ($p < 0.05$)、CSUが $t=2.57$ ($p < 0.05$)、に有意差が認められた。RFDでは動作すべてに認められ、FRSTSが $t=2.86$ ($p < 0.05$)、SUが $t=5.97$ ($p < 0.001$)、CSUが $t=5.75$ ($p < 0.001$)であった。Impulseは3動作すべてに有意差は認められないが、Movement timeと同様に右側が高い傾向にあった。筋電図においてrmsEMGは、FRSTSが $t=14.2$ ($p < 0.001$)、SUが $t=14.33$ ($p < 0.001$)、CSUが $t=20.19$ ($p < 0.001$)に有意差が認められた。しかしMPFにおいても3動作すべ

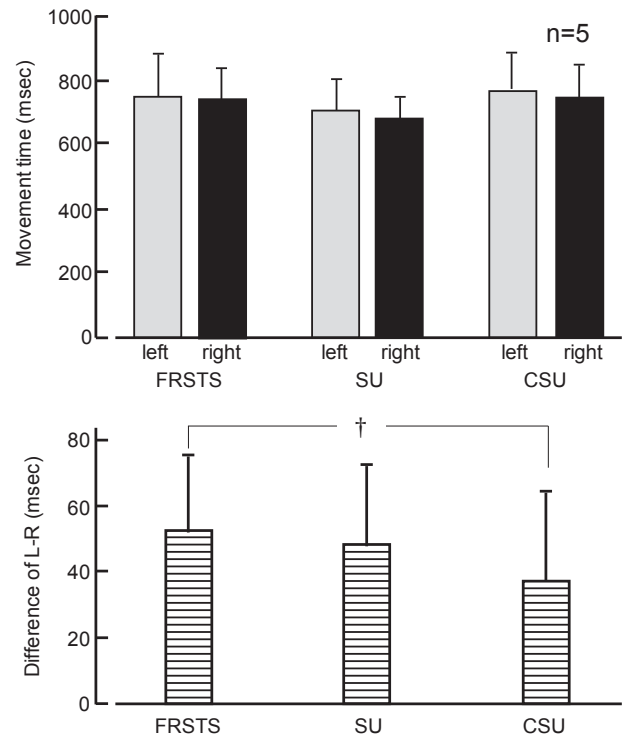


Figure 4. Changes in movement time and its difference of L-R movement time in FRSTS SU and CSU

* : significant of FRSTS vs CSU, $P < 0.05$

てに有意差は認められなかったが、Movement timeと同様に右側が高い傾向にあった (Table2)。

Movement timeに対する集中的筋活動 (運動単位動員) の相関関係はFRSTSには見られなかったが、SU (right $r = 0.75$) とCSU (left $r = 0.82$; right $r = 0.73$) にはその傾向が出現した (Figure3)。そして Movement timeの左右肢の差はFRSTS、SU、CSUの順に小さくなる傾向であった (Figure4)。

IV 考察

本研究は下肢の筋機能評価に用いられる座立反復動作のFRSTSテストにおける左右肢の神経筋活動の影響について検討することを目的とし、高齢者における下肢の左右肢筋出力の違いを力学的および筋電図学的に解析した。

在宅の一般高齢者の加齢に伴う身体活動能力の低下は、食事、排泄、入浴、ならびに衣服の着脱に先駆け、基本的な移動手段である歩行に現れるとされ⁸⁾、歩行能力の重要性が強調されている。また、歩行と同じように重要な椅子から立ち上がる動作は、日常生活の中で基本となるADLのひとつであり自立生活には欠かせない。

自立は高齢者にとって健康管理の最も重要なものであるため椅子の立ち上がりトレーニングが一般的に行われている。高齢者に2ヵ月間の「椅子からの立ち上がり動作」の訓練を行ったことで、大腿四頭筋の神経・筋系の興奮の改善が筋力や筋持久力を増大させ、6分間歩行距離が有意に改善したと報告されている⁹⁾。

この椅子からの立ち上がり動作は高齢者の神経筋活動レベルを評価する情報となる。椅子から立ち上がって再び座るといった簡単な動作の反復のため、膝関節と股関節の過度な屈曲や伸展が少なく安全性も高いため、高齢者の下肢筋力を評価するテストとしては有効な方法のひとつと考えられる¹⁰⁾。

しかし、左右肢の同期的神経筋活動に大きな誤差が生じている場合は反復動作であってもその評価は低くなる可能性がある。とくに反復動作の回数が増加するにつれて同期的神経筋活動の誤差も加算され、真の評価とかけ離れていく恐れがある。起立・着席動作時における下肢筋の筋活動との比較をする報告は多く見られるが、左右肢の比較を行った報告は少ない。四肢の筋力には左右差の存在が知られているが、この左右差が下肢筋機能テストのパフォーマンス (時間) にどの程度影響するか検討されていない。また、筋力の影響についての報告があるが、筋電図や左右別々の力学的分析は少ない。

最大膝伸展力は歩行速度や他の動作速度に関係し

ているとされ、本研究の結果においてMKE-Lは、歩行やその動的バランス支持要素のテスト (Normal、Narrow、Overlapping、Tandem) とは相関関係がみられる。また歩行とその動的バランス支持要素を含むテストのTUGは相関関係を示したが、座立反復動作のFRSTSでは相関関係が消失した。しかし、FRSTSの1回ごとの座立動作を左右肢に分析すると、FRSTS-LとFRSTS-Rに相関関係が見られ、以上の結果は左右肢の神経筋活動調節に活動バランスの影響が存在することを示唆している。

rmsEMGの左右差については、座面高によって変化することが考えられる。椅子高が低いほど椅子に座った座位姿勢から反復立ち上がり動作が困難になるとされ、臀部離床前後の踏み込みの強さおよび動作開始から完了までの大腿直筋の筋放電量は大きいとされている¹¹⁾。さらに、椅子の高さが低くなると起立・着席動作時に坐骨にあった重心を足底部に平行移動させた後、上方へ重心を移動させるためにより多くの抗重力筋の筋活動量が必要になるとの報告がある。しかし、本研究では座面高を調整し、配慮したため結果に大きな影響を与えなかったと考えられる。したがって、本研究ではクッションを使ったことによる小さな伸展筋活動の亢進が影響したと考えられ、効率のよい筋活動につながったと考えられる。さらに、神経筋活動能は加齢に伴って筋量に依存するトルク、パワーの変化で減少するが、相対的には中年者と高齢者はほぼ同じであるとされ、随意的活動能は加齢という不可逆的な進行であっても、加齢だけが一義的な因子ではないと報告されている¹²⁾。また、高齢者の筋出力で筋パワー、トルク、動作速度は年齢が進むにつれて静的筋力より急激に減少する¹³⁾。加齢に伴って、運動単位の最大発火頻度が減少し、peak forceを引き出す随意的能力が低下することに原因がある¹⁴⁾ともいわれている。

最大筋力は等尺性最大収縮によるが、膝伸展筋の左右差は拮抗筋活動の強さに関係しており¹⁵⁾、膝伸展筋量が大きくなればなるほど、精巧な拮抗筋の共同活動 (antagonistic coactivation) が制御される。本研究の動作課題も素早い膝伸展動作であることから動的な膝伸展筋活動のパフォーマンスを上げるための同様な拮抗筋の共同活動 (antagonistic coactivation) が制御されている。したがって本研究の結果は、拮抗筋活動調節に影響している可能性を示唆している¹⁵⁻¹⁷⁾。

また、本研究の被験者の年齢とほぼ同じ60~69歳における結果では、FRSTSのパフォーマンス (時間) は6.8~8.7secの範囲にあると報告されている。このFRSTSは50~85歳間においては最大膝伸展筋力および年齢との相関が報告されているが、FRSTSのパ

パフォーマンスは最大膝伸筋力の影響だけで説明することができないとの報告もあり、他の因子が関与していることも示唆されている¹⁸⁾。加齢に伴う下肢筋力の低下は拮抗筋の共同活動に強く影響を受ける¹⁵⁻¹⁷⁾とされ、この疑問は下肢の左右差に存在している可能性があると思われる。

MKF/MKE比は、左右で0.55~0.61の不均衡関係を示した。先行研究によれば、ハムストリングと大腿四頭筋の等速性モーメント比は標準的に0.6程度と報告されており¹⁹⁾、本研究におけるMKF/MKE比は等速性モーメント比ではないが、左側0.55、右側0.61とも標準的な不均衡関係を示していることから、考慮すべき膝蓋周辺の臨床的問題のない被験者であるといえる。

本研究ではFRSTSを用いたが、10STSは動作回数が増えることでパフォーマンス（時間）に左右肢の活動タイミングや同期的活動の誤差変化が影響しやすいことが、本研究におけるFRSTSの左右差の結果から示唆された。10回の座立反復動作（10 sit-to-stand, 10 STS）テストは反復動作の増加に左右肢の神経筋活動調節の誤差が加算されることが考えられ、そのことが10STSの使用が好まれてない理由になっていると思われる²⁰⁾。

FRSTSが、ほとんど高齢者の下肢筋力評価に使用されていることは妥当性があると結論付けられる²¹⁾。さらに、本研究の結果では左右肢の動作時間の差がCSUにおいてFRSTSのそれより有意な減少を示した（Figure4）。これはSUの動作直前に膝伸筋（大腿四頭筋）の小さな伸展-短収縮（stretch-shortening contraction）が行われることによって、左右肢の神経筋活動の同期化が生じたものと考えられる²²⁾。

高齢者のFRSTSテストの使用については、下肢の左右差を考慮し、その神経筋活動を評価する必要性が本研究の結果から示唆された。さらに動作直前の膝伸筋（大腿四頭筋）の小さな伸展-短収縮（stretch-shortening contraction）をトレーニングすることによって、左右肢の神経筋活動を改善することが期待される。

文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所 日本の将来推計人口（平成29年推計） 人口問題研究資料, 336, 2-5, 2017年
- 2) World Health Organization. Ageing, and Life Course Unit. *WHO global report on falls prevention in older age*. World Health Organization, 2008year.
- 3) Gschwind, Y. J., Kressig, R. W., Lacroix, A.,

Muehlbauer, T., Pfenninger, B., & Granacher, U., A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength/power, and psychosocial health in older adults: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 13, 105, 2013year.

- 4) 鈴木隆雄・杉浦美穂・古名丈人他 地域高齢者の転倒発生に関連する身体的要因の分析的研究—5年間の追跡研究から— 日本老年医学会雑誌, 36, 472-478, 1999年
- 5) 筋 美珍・相馬優樹・辻大士他 高齢者における筋量・筋力と起居移動動作能力および転倒との関連性 体力科学, 65, 491-501, 2016年
- 6) 山崎裕司・長谷川輝美・徳山仁志 等尺性膝伸筋力と移動動作の関連—運動器疾患のない高齢患者を対象として— 総合リハビリテーション, 30, 747-752, 2002年
- 7) Csuka, M. & McCarty, D. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *American Journal of Medicine*, 78, 77-81, 1985year.
- 8) 荒尾 孝 老化予防 総合リハビリテーション, 25, 805-809, 1997year.
- 9) 西本勝夫・中村昌司・今井智弘他 椅子からの立ち上がり動作」を用いた訓練効果の検討—後期高齢女性の下肢筋機能、重心動揺および歩行能力への影響— 理学療法科学, 14, 181-187, 1999年
- 10) 村田 伸・宮崎正光 障害高齢者の簡易下肢機能評価法 理学療法科学, 20, 111-114, 2005年
- 11) 森 明子・江口淳子・渡邊 進 椅子の高さの違いが起立・着席動作時における下肢筋の筋活動に与える影響 川崎医療福祉学会誌, 13, 169-171, 2003年
- 12) Clark, D. J., Carolyn, Patten., Kieran, F. Reid., Robert, J. Carabello., Edward, M. Phillips., & Roger, A. Fielding. Impaired Voluntary Neuromuscular Activation limits Muscle Power in Mobility-limited Older Adults. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 65, 495-502, 2010year.
- 13) Izquierdo, M., Gorostiaga, E., Garrues, M., Anton, A., Larrion, J. L., & Haekkinen, K. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta Physiologica Scandinavica*, 167, 57-68, 1999year.

- 14) Kamen, G., Sison, S. V., Duke, Du, C. C., & Patten, Carolynn. Motor unit discharge behavior in older adults during maximal-effort contractions. *Journal of Applied Physiology*, 79, 1908–1913, 1995year.
- 15) Morse, C. I., Thom, J. M., Davis, M. G., Fox, K. R., Birch, K. M., & Narici, M. V.. Reduced plantarflexor specific torque in the elderly is associated with a lower activation capacity. *European journal of applied physiology*, 92, 219–226, 2004year.
- 16) Simoneau eM, Billot M, Martin A, Van Hoecke J. Antagonist mechanical contribution to resultant maximal torque at the ankle joint in young and older men. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19, e123–e131, 2009year.
- 17) Macaluso, A., Nimmo, M. A., Foster, J. E., Cockburn, M., McMillan, N. C., & De Vito, G.. Contractile muscle volume and agonist-antagonist coactivation account for differences in torque between young and older women. *Muscle & Nerve*, 25, 858–863, 2002year.
- 18) Bohannon, R. W., Bubela, D. J., Magasi, S. R., Wang, Y. C., & Gershon, R. C.. Sit-to-stand test: Performance and determinants across the age span. *Isokinetics and Exercise Science*, 18, 235–240, 2010year.
- 19) Coombs, R., & Garbutt, G., Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 1, 56-62, 2002year.
- 20) Csuka M, McCarty D. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *American Journal of Medicine*, 78, 77–81, 1985year.
- 21) Bohannon R.W. Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Perceptual and Motor Skills*, 103, 215–222, 2006year.
- 22) Harridge S. D., Kryger A., Stensgaard A.. Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. *Muscle & Nerve*, 22, 831–839, 1999year.

謝辞

稿を終えるにあたり、実験に協力いただきました皆様に深謝いたしますとともに、適切なお助言ご指導くださいました東邦大学室増男名誉教授に心より深謝申し上げます。

Relationship between Performance and Bilateral Difference of Exercise Function during Stand-up in Old Adults

Tatsuya NAGASU * Yasuhiro HASHIMOTO * Yoshiko KOORI *
Norimitu KAI * Hitoshi OHNO * Tomohiro KAMIMURA *
Ryota SATO * Yuzo TAKAHASHI * Yasunori TAKANO *
Takayuki ISHIKAWA * Toshiro ODA * Miki MUKAE *
Yuji SUZUKI *

* Department of Life Care, Teikyo Junior College

Abstract

The aim of this study was to determine neuromuscular activation and ground reaction force of bilateral side during sit-to-stand up movements in old adults. EMG and ground reaction force were collected five old adults (3 males and 2 females) during sit-to-stand up movements (five repeated sit-to stand test (FRSTS), normal sit-to stand up (SU), and cushion sit-to-stand up (CSU)).

The rmsEMG and force parameter (peak force, rate of force development (RFD), and impulse) during these movements were calculated and the variability in these parameters of bilateral leg assessed.

There was a significant difference between bilateral leg in RFD or rmsEMG in FRSTS, SU, and CSU. Significant difference by bilateral movement time was observed in FRSTS and CSU. Our finding suggest that neuromuscular activation of pre-CSU induced by little stretch-shortening was synchronized the movement timing in bilateral leg.

Therefore, it is expected that particularly the exercise function of lower limb will improve performance in walking or individual movements induced by after little stretch-shortening training in old adults.

Keywords : old adults, STS, bilateral leg