

サイドステップ運動時における下肢筋群の活動様式

Muscle activities of lower limb muscles on side-step exercise.

西山一行*, 田中重陽**, 熊川大介**
高橋佑輔***, 角田直也****

Kazuyuki NISHIYAMA*, Shigeharu TANAKA**, Daisuke KUMAGAWA**
Yusuke TAKAHASHI*** and Naoya TSUNODA****

プロジェクト研究課題：

サイドステップ運動に関する研究

プロジェクト研究の概要：

本プロジェクト研究では、サイドステップ運動に関する研究として、以下の観点から検討することとする。

- 1) サイドステップ運動時の下肢筋群の活動様式
- 2) サイドステップ運動トレーニングの効果
初年度は、1) について実験を実施した。本報ではその成果の一部について報告する。

I. 研究目的

これまでにダイエットや体力向上を目的としたトレーニングやエクササイズの効果は多く報告されており、それに伴ってあらゆる運動器具の開発が進んできた。また、自重を活かしたエクササイズやトレーニングは簡便かつ長時間持続して行うことが可能であり運動習慣のない一般人に有効であると考えられる。筋電図法により運動中の下肢筋活動について検討した報告³⁾によれば、膝屈曲

訓練が腓腹筋の筋力増強訓練として効果的であることが指摘されている。あらゆる活動において下肢の筋群は自重を支え、バランスを保つ上でも重要な役割を担うものである。これまでにはスクワット動作時の下肢筋の活動について検討されてきた^{1) 2) 4)}。しかしながら、サイドステップ運動時の下肢筋群の筋活動については十分な知見が得られていない。サイドステップを行う運動器具を用いた際の筋活動を明らかにすることは、ダイエットのみならず体力向上のための重要な基礎データを収集することが可能になるものと思われる。

そこで本研究では、専用の運動器具を用いてサイドステップ運動を行わせ、運動中の下肢筋群の筋活動様式について検討することとする。

II. 研究方法

被検者は健康な成人男性3名とした。形態計測として、身長、体重及び除脂肪体重を計測した。被検者の身体特性は表1に示したとおりである。

被検者には、サイドステップ専用のエクササイズ器具を用いて、1秒に1回のペースでサイドステップ運動を行わせた。各被検者には運動器具に

* 国士館大学体育学部陸上研究室 (Lab. of Track and Field, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

** 国士館大学大学院スポーツ・システム研究科 (Assistant of Graduate school of Sports System, Kokushikan University)

*** 国士館大学体育学部教務助手 (Educational Assistant Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

**** 国士館大学体育学部身体運動学研究室 (Lab. of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

表1 被検者の身体的特性

年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	除脂肪体重(kg)
26.0±4.4	172.2±6.9	68.1±12.2	53.7±7.8

なれさせるために十分なウォーミングアップを行わせた。その後、被検者には、1回のステップ運動(1-step)を行わせる試技及び1分間に計30回の連続運動による試技(30-steps)をそれぞれ行わせた。なお、ステッパーにかかる負荷は無負荷(軽負荷)とし、自重のみの運動を行わせた。サイドステップ運動中の筋活動は携帯型筋電計を用いて表面電極誘導法により測定した。被験筋は右脚の大腿直筋、外側広筋、内側広筋及び大腿二頭筋とし、電極添付位置は各筋の筋腹中央とした。電極間距離は3cmとし、貼付前には抵抗値を除くために剃毛処理を施した。得られた筋電図の生波形から1-stepの筋活動量及び30-stepsの筋活動量を積分値としてそれぞれ算出した。また、30-stepsにおける積分値を30回で除し、1回当りの積分値(30-stepsの平均)と前半15回のステップと後半15回ステップの積分値をそれぞれ算出した。さらに、各試技の実施前には随意最大伸展及び屈曲運動時の筋活動をそれぞれ測定した。被検者には、測定開始後3秒で最大筋力に到達させ、その後3秒間は最大筋力発揮を維持するよう指示した。そこで得られた筋電波形から最大筋力発揮時の2秒間の筋活動量を積分値として算出した。随意最大運動時の筋活動に対する1-stepの筋活動量の比率を求めた。また、30-stepsにおける4つの筋群の総活動量に対する各筋の割合を算出した。1-stepと30-stepsの平均値の比較と、30-stepsの前半と後

半の積分値の比較には、対応のあるt-testを用いて実施した。大腿4部位の筋における随意最大運動時の筋活動に対する1-stepの筋活動量比率、30-stepsの4つの筋群の総活動量に対する各筋の割合の比較には、分散

分析を用いて筋群間の検定を行い、有意な差が認められた場合は、post-hoc test (Tukey-Kramer法)を実施した。それぞれ有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果及び考察

表2は1-stepの筋活動量及び30-stepsの平均筋活動量(1回あたり)を積分値で比較したものである。1-stepにおいて最も高い筋活動量を示したのは、外側広筋であった。次いで内側広筋、大腿直筋であり、最も低い値を示したのは大腿二頭筋であった。また、30-stepsについても、内側広筋及び外側広筋の放電量が比較的高い結果を示した。1-step及び30-stepsの平均における各筋の比較を行ったところ、内側広筋について有意な差が認められた。また、各被検者の生波形は、サイドステップ運動の踏込み動作時に大腿直筋、内側広筋及び外側広筋のまとまった放電が認められ、大腿二頭筋については比較的小さな放電が持続して認められた。このことは、本研究で用いた運動器具は、片側のステッパーを踏込みことで、自動的に逆側のステッパーが上方へ動く特性を備えてお

表2 サイドステップ運動時の筋活動量

試技	筋活動量(μV)			
	大腿直筋	内側広筋	外側広筋	大腿二頭筋
1-step	72.3±28.4	108.7±17.0	119.7±32.5	66.3±65.6
30-stepsの平均	70.1±29.5	138.7±9.7	126.0±23.3	53.5±49.7

*:p<0.05

平均値±標準偏差値

り、脚の伸展運動が中心とされるものである。そのため、伸展時に主導筋として活動する大腿前部の筋群の放電量が高かったものと考えられる。さらに、サイドステップ運動は、右脚を伸展させ踏込む際に、自重を右へと移動する運動である。このサイドステップ運動時に左右へ移動した自重を支えるために、内側広筋及び外側広筋が比較的大きな放電量を示したものと推察される。

本研究において対象とした大腿の4つの筋群の放電量は筋の大きさや機能的な役割が異なることから直接的な比較は行えないものと考えられ

る。そこで、随意最大運動時の筋放電量（2秒間）に対する1-step（2秒間）の筋活動量の比率を算出し、筋群間で比較した（図1）。随意最大運動時の筋放電量に対して、1-stepの筋放電量は外側広筋及び内側広筋で30%程度、大腿直筋が22%程度であり、大腿二頭筋は10%程度を示した。また、筋群間の差の検定を実施したところ、外側広筋及び内側広筋の筋活動量の比率は、大腿二頭筋のそれよりも有意に高い値を示した。以上の結果から、サイドステップ運動時の大腿筋群の活動は、特に内側広筋及び外側広筋がより活動的であることが明らかになった。

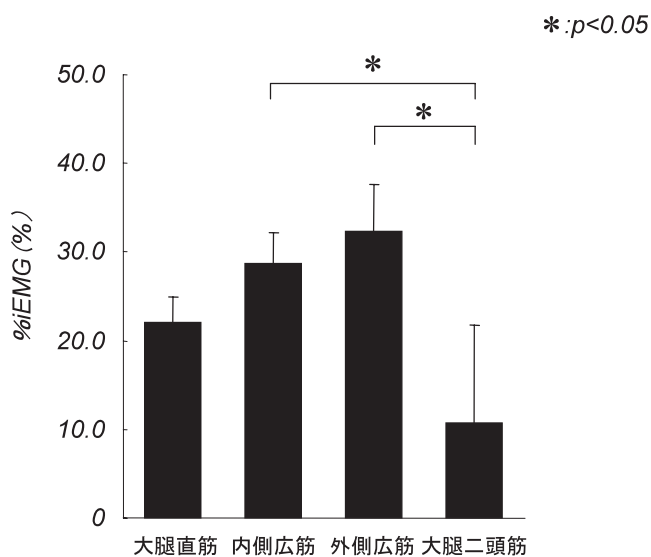


図1 随意最大収縮時の筋活動量に対する1-stepの筋活動量の割合

次に、30-stepsを前半15回と後半15回の積分値で比較した（表3）。その結果、外側広筋において後半の値が前半の値よりも有意に高い値を示した。他の部位については、後半が前半よりも高い値を示す傾向が確認されたが有意な差は認められなかった。4部位の筋群における30-stepsの筋放電量の積分値の総和に対する各筋の放電量の割合を示した（図2）。その結果、内側広筋が37%程度、外側広筋が33%程度を示し、大腿二頭筋（約13%）よりも有意に高い値を示した。

本研究の結果は、異なる姿勢でのスクワット運動時における下肢筋群の活動について検討した池添ら²⁾の報告と

表3 サイドステップ運動時の筋活動量

回数	筋活動量(μV)			
	大腿直筋	内側広筋	外側広筋	大腿二頭筋
30-steps	2102.3±885.2	4161.7±292.1	3779.0±699.9	1603.7±1492.0
前半15回	986±497.6	1978.3±179.4	1806.3±360.1	786.7±738.5
後半15回	1116.3±387.7	2183.3±132.1	1972.7±339.8	817.0±753.5

*:p<0.05 平均値±標準偏差値

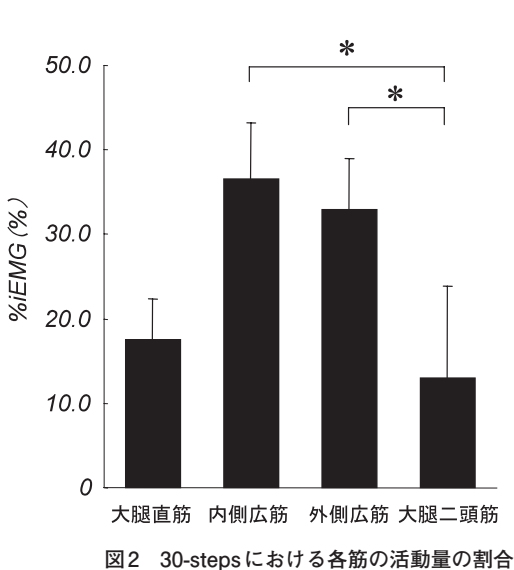


図2 30-stepsにおける各筋の活動量の割合

*: $p < 0.05$

便に行えるものである。さらには、自重を活かして行うことで、より長時間の運動が可能である。そのため、ダイエットや体力向上を目的としたトレーニングやエクササイズに有効であろうことが推察された。

以上の結果から、サイドステップ運動時の大腿の筋活動量は、特に内側広筋及び外側広筋において顕著であり、スクワット時と同程度の活動量であることが推察された。また、トレーニングとして採用する際は、膝関節の角度や重心位置の違いによりその効果は異なるものと推察された。

IV. ま と め

本研究では、サイドステップ運動中の下肢筋群の筋活動様式について検討した結果、サイドステップ運動は、大腿四頭筋の活動が大腿二頭筋の活動よりも著しく高く、特に内側広筋及び外側広筋がより活動的であることが明らかになった。また、サイドステップ運動はダイエットや体力向上を目的としたトレーニング手法としても有効であろうことが推察された。

本研究は、国土館大学体育学部附属体育研究所の2008年度研究助成によって実施した。

参考文献

- 1) 市橋則明, 吉田正樹, 篠原英記, 伊藤浩充. (1992). スクワット動作の筋電図学的考察. 理学療法学. 19. 5. 487-490.
- 2) 池添冬芽, 市橋則明, 森永敏博. スクワット肢位における足圧中心位置の違いが下肢筋の筋活動に及ぼす影響. (2003). 理学療法学. 30. 1. 8-13.
- 3) 馬詰志乃, 市橋則明, 篠原英記, 吉田正樹. (1990) 腓腹筋の筋力増強訓練における筋電図学的考察. 神大医短紀要, 6. 153-156.
- 4) 真鍋芳明, 横澤俊治, 尾縣貢. (2004). 動作形態の異なるスクワットが股関節と膝関節まわりの筋の活動および関節トルクに与える影響. 体力科学. 53. 321-336.

一致していた。サイドステップ運動はスクワット動作と動作様式が異なるものの、自重を支えバランスを保つ身体の上下運動という点では類似しており、スクワット運動に近い筋活動量が見込めるものである。従って、大腿四頭筋の筋力増大という観点では、サイドステップ運動は有効であろうと推察された。大腿二頭筋については、先行研究²⁾で報告されているように、最大収縮時の筋活動量に対して1-stepも30-stepsも15%未満であり、極めて低いことから、サイドステップ運動による大腿二頭筋の筋肥大や筋力増大は見込めないものと考えられる。一方で先行研究^{1) 2)}では、大腿直筋、内側広筋及び外側広筋は、運動時の姿勢により筋活動量が異なることが報告されている。その報告によれば、膝屈曲角度が大きく、足圧中心が後方位である時に大腿直筋、内側広筋及び外側広筋の活動量が高いとされている。このことから、サイドステップ運動においても姿勢の違いにより大腿の筋活動量も異なることが推察された。

また、本研究の専用器具を用いたサイドステップ運動は、その機材の特性上、踏込み脚の対側の脚の筋群に過度のストレスをかけることが無く、運動経験の少ない一般人や中高齢者においても簡