

平成 29 年 5 月 10 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2014～2016

課題番号：26350760

研究課題名（和文）筋活動の部位特異性に着目したレジスタンストレーニングプログラムの検討

研究課題名（英文）Investigation of resistance training program with a focus on region-specific muscle activations

研究代表者

若原 卓（Wakahara, Taku）

同志社大学・スポーツ健康科学部・助教

研究者番号：20508288

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、トレーニングセッション中の主働筋における筋活動の部位特異性を明らかにすることを目的とした。一般男性を対象として単関節動作（膝関節伸展）と多関節動作（股関節伸展＋膝関節伸展＋足関節底屈）を行わせ、大腿四頭筋各筋・各部位の筋活動を表面筋電図法で計測した。その結果、各部位の筋活動レベルに筋間差・筋内部位差が観察された。本研究の結果から、外側広筋の内側部や内側広筋に狙いを定める場合には多関節動作が、大腿直筋に狙いを定める場合には単関節動作が、トレーニング動作として望ましいことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to investigate the region-specific activation of agonistic muscles during a session of resistance training. Untrained male individuals required to perform single-joint (knee joint extension) and multi-joint actions (hip joint extension, knee joint extension, and ankle joint plantarflexion). The muscle activation of each of the quadriceps femoris during these actions was measured by surface electromyography. The muscle activation during the single- and multi-joint actions was different between muscles and between regions within a muscle. The results of the present study suggest that multi-joint action is recommended as a training exercise for the medial regions of the vastus lateralis and the vastus medialis, and single-joint action is recommended as a training exercise for the rectus femoris.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：筋活動 レジスタンストレーニング 大腿四頭筋

1. 研究開始当初の背景

スポーツやリハビリテーションの現場におけるレジスタンストレーニングは、機能解剖学に基づいて、特定の作用を持つ筋群への効果を狙いとして実施されることが多い。例えば、股関節伸展作用を強化したければ、その作用を持つ筋群(大殿筋、大腿二頭筋長頭、半腱様筋、半膜様筋など)の筋肥大・筋力向上を狙ってトレーニングプログラムの内容を定める。しかし、トレーニングに対する適応は、同じ作用を有する筋群であっても筋によって異なり、同一筋内であっても部位によって異なる。例えば、膝関節伸展動作のトレーニングによる筋肥大は、主働筋である大腿四頭筋の中でも特に大腿直筋で、大腿直筋の中でも特に遠位部で顕著である(Narici et al. 1996)。したがって、従来のように対象筋群への効果という観点からの分析では、レジスタンストレーニングによる適応の実態を十分に反映しているとは言えない。

スポーツ選手が求めるトレーニング効果は、競技や選手によって様々である。例えば、陸上競技の短距離選手にとって、下肢の強い筋力は重要であるが、関節中心から離れた部位に太い筋を持つことは望ましくない。これは、関節中心から離れた部位の筋が肥大すると体肢の慣性モーメントが増加し、素早い関節運動の妨げとなるためである。一方、スポーツ傷害の中には、肉離れのように筋の一部に発生するものがある。そうした傷害を持つ患者が行うリハビリテーションや、傷害の再発を防止するために行うトレーニングは、損傷部位への効果に照準を絞った内容が望ましい。

レジスタンストレーニングによる筋肥大の筋間差、筋内部位差を引き起こす要因として、トレーニング実施中の筋活動における筋間差、筋内部位差が挙げられる。以前の我々の研究(Wakahara et al. 2012)では、上腕三頭筋の近位部の活動が高い動作でトレーニングを12週間継続したところ、上腕三頭筋の近位部で顕著な筋肥大が観察された。この知見は、筋肥大の部位差が筋活動の部位差に起因することを示唆し、トレーニングの1セッションにおける筋活動の詳細を明らかにすることの重要性を示すものである。しかし、どのような条件でトレーニングを実施した際に、主働筋の中のどの筋のどの部位の活動が高いのか、といった点に関する科学的な知見は非常に少なく、トレーニング中の筋活動における部位特異性の詳細は明らかでない。

2. 研究の目的

本研究課題では、レジスタンストレーニングの1セッション中の主働筋における筋活動の部位特異性を明らかにすることを目的とし、特に動作の種類(単関節動作と多関節動作)と負荷の相互作用に着目して検討を行った。

3. 研究の方法

特別なトレーニングを行っていない一般男性10名を対象とし、単関節動作として膝関節伸展筋力発揮(図1)を、多関節動作として脚伸展筋力発揮(股関節伸展+膝関節伸展+足関節底屈、図2)を行わせ、主働筋である大腿四頭筋の筋活動を表面筋電図法により計測した。膝関節伸展筋力発揮と脚伸展筋力発揮は、いずれも股関節80度屈曲位、膝関節70度屈曲位における等尺性の筋力発揮とした。それぞれの最大筋力発揮を行わせた後に、その20、40、60、80%の筋力を維持させた。このとき、発揮されている筋力をリアルタイムで被験者にフィードバックした。



図1 膝関節伸展筋力発揮

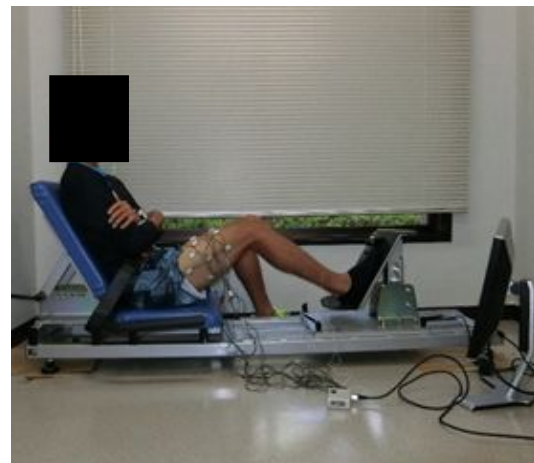


図2 脚伸展筋力発揮

筋活動の部位特異性を検討するため、主働筋である大腿四頭筋に計10個の筋電図の表面電極を貼付した。その内訳は、外側広筋に5箇所(近位外側部・中間外側部・遠位外側部・中間内側部・遠位内側部)、内側広筋に2箇所(近位部・遠位部)、大腿直筋に3箇所(近位部・中間部・遠位部)であった。また、拮抗筋の活動を計測するため、大腿二頭筋にも電極を1箇所貼付した。

各筋力が安定して発揮されていた0.5秒間における筋力の平均値および筋電図のRoot Mean Square(RMS)を求めた。算出した筋電図のRMSを、筋活動レベルの指標とした。

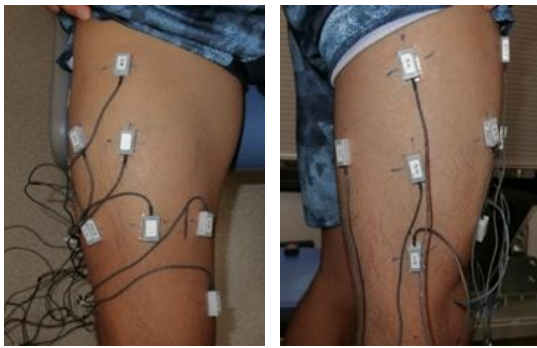


図3 筋電図の電極貼付位置

対象者の右大腿部を正面(左)および右側方(右)から撮影

外側広筋 近位外側部、 外側広筋 中間外側部、 外側広筋 遠位外側部、 外側広筋 中間内側部、 外側広筋 遠位内側部、 内側広筋 近位部、 内側広筋 遠位部、 大腿直筋 近位部、 大腿直筋 中間部、 大腿直筋 遠位部、 大腿二頭筋

4. 研究成果

筋力発揮レベルの増加に伴う筋活動レベルの増加パターンには、外側広筋内の部位差が認められた。近位外側部・中間外側部における筋活動レベルには、膝関節伸展筋力発揮と脚伸展筋力発揮の間に有意な差は認められなかった(図4)。一方、遠位外側部における筋活動レベルは、低強度から中強度までは膝関節伸展筋力発揮よりも脚伸展筋力発揮の方が高かったものの、高強度では両者の間に有意な差が認められなかった(図5)。また、中間内側部・遠位内側部(図6)における筋活動レベルは、筋力発揮レベルにかかわらず、膝関節伸展筋力発揮よりも脚伸展筋力発揮の方が高かった。これらの結果と、通常のレジスタンストレーニングが高強度で実施されることを踏まえて外側広筋のトレーニング動作について考えると、外側部を狙いとしたトレーニング動作としては、単関節

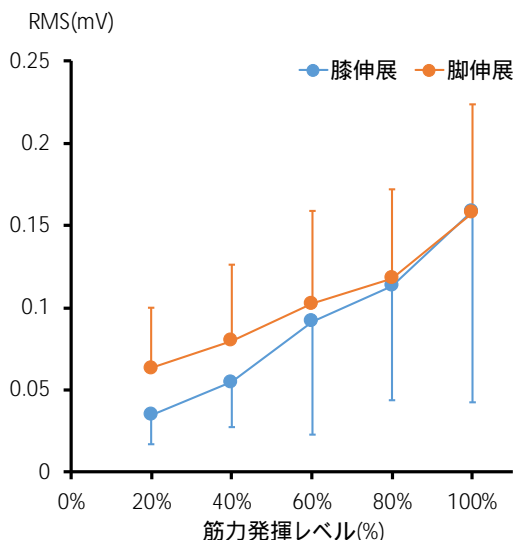


図4 外側広筋 近位外側部の筋活動レベル
膝関節伸展筋力発揮と脚伸展筋力発揮の間に筋活動レベルの有意な差は認められなかった

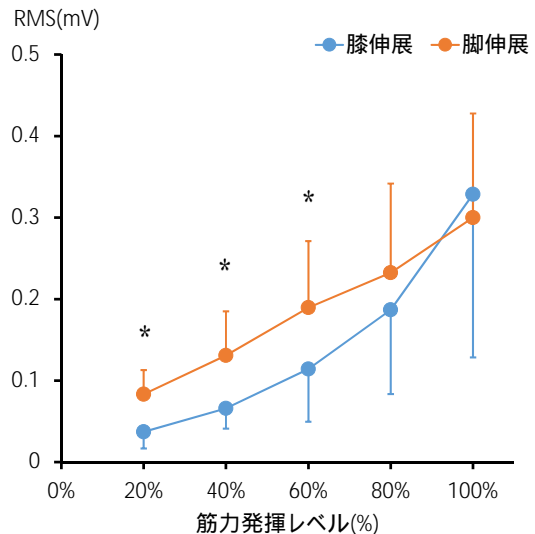


図5 外側広筋 遠位外側部の筋活動レベル
*: 膝関節伸展筋力発揮と脚伸展筋力発揮の間の有意差を表す

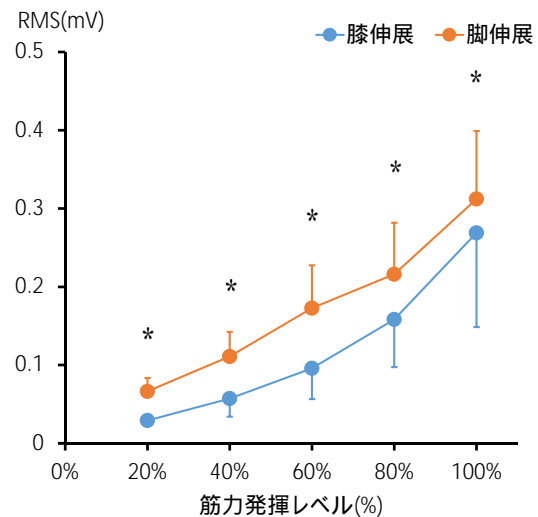


図6 外側広筋 遠位内側部の筋活動レベル
*: 膝関節伸展筋力発揮と脚伸展筋力発揮の間の有意差を表す

節動作の膝関節伸展動作であっても、多関節動作の脚伸展動作であっても効果に差はないと言える。一方、内側部を狙いとしたトレーニング動作としては、単関節動作である膝関節伸展動作よりも、多関節動作である脚伸展動作の方が望ましいと言える。

内側広筋の筋活動レベルに、顕著な筋内部位差は認められなかった。同一筋力発揮レベルに対する内側広筋の筋活動レベルは、膝関節伸展筋力発揮よりも脚伸展筋力発揮の方が高かった(図7)。この結果から内側広筋のトレーニング動作について考えると、近位部・遠位部のいずれを狙いとする場合であっても、単関節動作である膝関節伸展動作よりも、多関節動作である脚伸展動作の方が望ましいと言える。

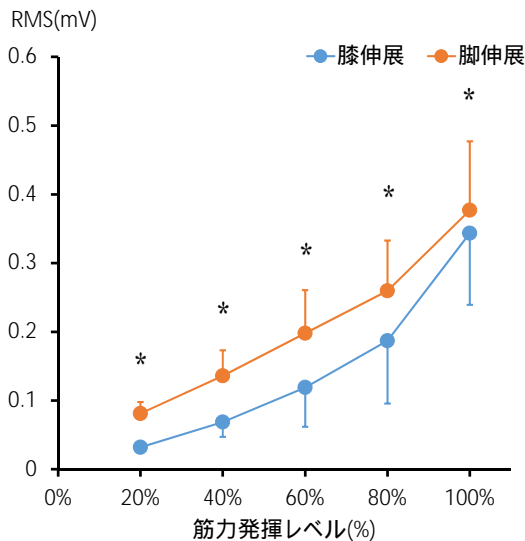


図7 内側広筋 近位部の筋活動レベル
*:膝関節伸展筋力発揮と脚伸展筋力発揮の間の有意差を表す

大腿直筋の筋活動レベルに、顕著な筋内部位差は認められなかった。低強度および高強度の筋力発揮レベルに対する大腿直筋の筋活動レベルは、脚伸展筋力発揮よりも膝関節伸展筋力発揮の方が高かった(図8)。この結果から大腿直筋のトレーニング動作について考えると、近位部・中間部・遠位部のいずれを狙いとする場合であっても、多関節動作である脚伸展動作よりも、単関節動作である膝関節伸展動作の方が望ましいと言える。

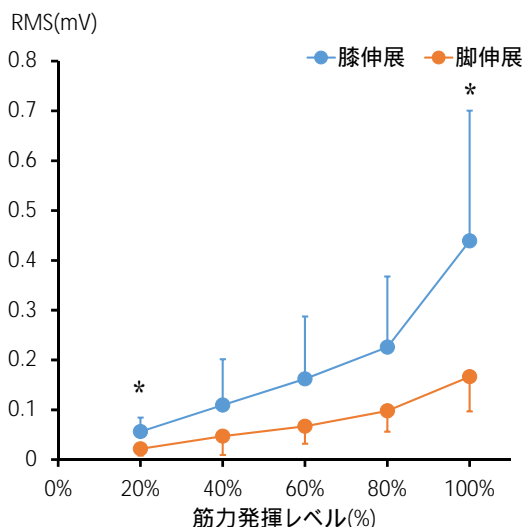


図8 大腿直筋 近位部の筋活動レベル
*:膝関節伸展筋力発揮と脚伸展筋力発揮の間の有意差を表す

以上の結果から、膝関節伸展筋力発揮と脚伸展筋力発揮では、主動筋である大腿四頭筋の筋活動レベルに筋間差および筋内部位差が認められることが示された。外側広筋の内側部および内側広筋を狙いを定めたトレーニング動作としては多関節動作である脚伸展筋力発揮が、大腿直筋を狙いを定めたト

レーニング動作としては単関節動作である膝関節伸展筋力発揮が、それぞれ望ましいことが示唆された。

本研究は、大腿四頭筋を対象としてトレーニング動作による筋活動レベルの筋間差および筋内部位差を示した。得られた知見は、大腿四頭筋のトレーニングプログラムを立案する際の基礎的資料となるものである。しかし、人間の身体は大腿四頭筋以外にも多くの筋群で構成されており、それらの筋群を対象としたトレーニング動作における筋活動の筋間差や筋内部位差については、ほとんど明らかになっていない。今後は、さまざまな筋群を対象としたトレーニングにおける筋活動レベルの筋間差、筋内部位差に関する検討が必要である。これにより、スポーツ選手や傷害を持つ患者が、特定の筋や部位への効果に狙いを定めたトレーニングプログラムを実施することが可能になるであろう。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

Ena R, Akagi R, Wakahara T, Kawakami Y. Training-induced changes in architecture of human skeletal muscles: Current evidence and unresolved issues. The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, 査読無, 5, 2016, 37-46
DOI: <http://doi.org/10.7600/jpfsm.5.37>

〔学会発表〕(計1件)

若原卓、骨格筋量とその変化の個人差・部位差、第24回体力・栄養・免疫学会大会、京都、2014年8月30日~31日、同志社大学(京都府)

〔図書〕(計1件)

Wakahara, T. Springer Japan, Nonuniform Muscle Hypertrophy Along the Length Induced by Resistance Training. In Sports Performance. edited by Kanosue K, Nagami T, Tsuchiya J., 2015, 157-173

〔その他〕

ホームページ等

<http://twakahar.doshisha.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

若原 卓 (WAKAHARA, Taku)

同志社大学・スポーツ健康科学部・助教

研究者番号: 20508288

(4)研究協力者

米村 誠意 (YONEMURA, Seii)