

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：32660

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25750303

研究課題名(和文) 低強度の異なる運動条件におけるレッグプレス運動が下肢筋群の協働筋活動に及ぼす影響

研究課題名(英文) Activation state of synergists in lower limb muscles during leg press exercise by different exercise conditions with low intensity

研究代表者

向本 敬洋 (MUKAIMOTO, Takahiro)

東京理科大学・理工学部・助教

研究者番号：60586147

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円

研究成果の概要(和文)：レッグプレス運動は下肢筋群を強化するためによく用いられるレジスタンス運動である。本研究は、低強度の異なる運動条件によるレッグプレス運動における下肢筋群の協働筋活動の特徴を検討することを目的とし、異なる運動強度および反復動作速度、実施順序によるレッグプレス運動における下肢筋群の協働筋活動の特徴を検討した。その結果、低強度であっても低速度で反復すること、あるいは主働筋を事前に活動させてからレッグプレス運動を行うことによって大腿部における主働筋以外の協働筋の活動を促進させる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the active state of synergists in lower limb muscles during leg press exercise by different exercise conditions with low intensity. This study examined the changes in the active state of lower limb muscles, using transverse relaxation time, measured by muscle functional magnetic resonance imaging, after leg press exercise of different exercise intensity, repetitive movement speed and exercise order. As a result, it was suggested that low intensity leg press exercise with slow movement and pre-fatigue method may promote the activity of synergists besides agonists in the thigh muscles during leg press exercise.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：レジスタンス運動

1. 研究開始当初の背景

レッグプレス運動は膝関節と股関節を同時に伸展・屈曲を反復する多関節運動であり、大腿四頭筋と臀筋群が主働筋となり、下肢のその他の筋群は協働的あるいは補助的に活動する。また、レッグプレス運動は、レッグエクステンション運動やレッグカール運動のような単関節運動よりも、関節運動に協働して貢献する複数の筋の活動が促進され、大腿筋群および臀筋群を全面的に活動させることが可能であることから下肢筋群を強化するためによく用いられるレジスタンス運動である。しかしながら、レッグプレス運動における下肢筋群の協働筋活動に関する研究は少なく、また、異なる運動条件(運動強度・反復動作速度・実施順序)によるレッグプレス運動が下肢筋群の協働筋の活動状態に変化を及ぼすか否かについて明らかになっていないのが実状である。したがって、運動前後の筋の代謝状態を定量化できる骨格筋機能的磁気共鳴映像法(mfMRI)の横緩和時間(T2値)を用いて、異なる運動条件によるレッグプレス運動における下肢筋群の協働筋の特徴を検討することで、低強度であっても、下肢筋群の筋活動を向上させるトレーニング方法の立案に役立つ資料を得ることができる。

2. 研究の目的

本研究では、低速度で反復する条件や事前に主働筋を疲労あるいは活動させた後にレッグプレス運動を実施する事前疲労法条件によって、低強度負荷であってもレッグプレス運動時における下肢筋群の協働筋活動が促進される可能性があると考え、研究1では異なる運動強度および反復動作速度によるレッグプレス運動における下肢筋群の協働筋活動の特徴を明らかにし、さらに研究2では事前疲労法による低強度のレッグプレス運動における下肢筋群の協働筋活動の特徴を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 研究1

健康な若年男性10名を対象に、片脚のレッグプレス運動を1)低強度・低速度反復条件、2)高強度・通常速度反復条件、3)低強度・通常速度反復条件の3つの異なる運動条件で別日に実施した。なお、これらの運動実験は疲労回復のためにそれぞれ4~7日の間隔を空けて実施した。

レッグプレス運動はアイソトニック筋力

トレーニングマシンを用いた。各条件の運動強度は、事前に測定した最大挙上重量(1RM)から、低強度・低速度反復条件および低強度・通常速度反復条件では1RMの40%の負荷、高強度・通常速度反復条件では1RMの80%の負荷に設定した。反復動作速度は、低強度・低速度反復条件では短縮性筋活動局面(挙上局面)および伸張性筋活動局面(降下局面)とも3秒間とし、高強度・通常速度反復条件および低強度・通常速度反復条件では両局面とも1秒間とした。また、レッグプレス運動中は反動動作を避け、設定された反復動作速度に合わせるために、メトロノームを用いてリズムを合わせながら反復させた。また、全ての運動条件とも反復回数を8~10回を目標に、1分間の休息を挟みながら5セット行う条件とした。また、低強度・低速度反復速度条件と高強度・通常速度反復条件のレッグプレス運動においては、運動中、目標の反復回数の前に、設定された反復動作速度で反復できなかった場合、または正しいフォームで反復できなくなった場合はその時点を運動終了と判定した。

各運動条件の前と全セット終了直後に、mfMRIによるT2強調画像の撮像と自覚的運動強度、血中乳酸濃度の測定を行った。mfMRIの撮像には0.3テスラの永久磁石オープン型MRI装置を用いた。測定に際して、被験者を仰臥位に臥床させ、下肢がベッドと水平になるように設定した。mfMRIの撮像部位は右脚の大腿骨大転子から大腿骨近位1/3までとし、その間のT2強調画像から、大腿直筋、内側広筋、外側広筋、中間広筋、大腿二頭筋長頭、半腱様筋、半膜様筋、薄筋、大内転筋、長内転筋、縫工筋、大臀筋、計12筋のT2値を算出した。

(2) 研究2

健康な若年男性6名を対象に、片脚のレッグプレス運動を1)膝伸展運動(レッグエクステンション運動)後にレッグプレス運動を実施する条件(事前疲労法条件)2)レッグプレス運動のみの条件の2つの異なる運動条件で、4~7日の間隔を空けて実施した。

レッグエクステンション運動およびレッグプレス運動はアイソトニック筋力トレーニングマシンを用いた。両運動条件のレッグプレス運動の運動強度および事前疲労法条件のレッグエクステンション運動の運動強度は事前に測定した1RMから研究1の低強度と同様な強度負荷(1RMの40%)に設定した。反復動作速度は短縮性筋活動局面(挙上局

面)および伸張性筋活動局面(降下局面)とともに1秒間とした。また、レッグプレス運動中は反動動作を避け、設定された反復動作速度に合わせるために、メトロノームを用いてリズムを合わせながら反復させた。事前疲労法条件では、レッグエクステンション運動を10回3セット実施した後にレッグプレス運動を10回5セット行う条件とした。レッグプレス運動のみの条件は事前疲労法条件と同じ強度負荷およびセット数を実施する条件とした。両運動条件ともセット間の休息時間は1分間とした。

各運動条件の前と全セット終了直後にmfMRIによるT2強調画像の撮像と自覚的運動強度、血中乳酸濃度の測定を行った。mfMRIの測定方法は研究1と同様な方法で測定し、大腿直筋、内側広筋、外側広筋、中間広筋、大腿二頭筋長頭、半腱様筋、半膜様筋、薄筋、大内転筋、長内転筋、縫工筋、大臀筋、計12筋のT2値を算出した。

4. 研究成果

(1) 研究1

3つの運動条件(低強度・低速反復条件、高強度・通常速度反復条件、低強度・通常速度反復条件)によるレッグプレス運動後における血中乳酸濃度および自覚的運動強度の比較では、高強度・通常速度反復条件が最も高い値を示し、低強度条件間の比較では低強度・低速度反復条件の方が低強度・通常速度反復条件よりも有意に高い値を示した。

以上の3つの運動条件によるレッグプレス運動前後における下肢筋群のT2値の変化率の比較において、まず、低強度条件間におけるレッグプレス運動後の変化率の比較では、低強度・低速度反復条件における大腿直筋および内側広筋、薄筋以外の大腿各筋および大臀筋のT2値の変化率の方が低強度・通常速度反復条件のそれらよりも有意に高い値を示した。一方、低強度・低速度反復条件と高強度・通常速度反復条件におけるレッグプレス運動後の変化率の比較では、高強度・通常速度反復条件における大腿直筋のT2値の変化率が低強度・低速度反復条件のそれよりも有意に高い値を示した。しかしながら、低強度・低速度反復条件におけるレッグプレス運動後の半膜様筋および大内転筋、長内転筋、縫工筋のT2値の変化率は高強度・通常速度反復条件のそれらよりも有意に高い値を示した。以上より、レッグプレス運動において低強度であっても反復動作速度を低速にすることにより、高強度・通常速度反復条件と

同等な大臀筋の活動状態が確認され、さらに大腿筋群においては大腿後部内側部および内転筋群の協働筋活動を促進させる可能性が示唆された。

(2) 研究2

2つの運動条件(レッグエクステンション運動後にレッグプレス運動を行う事前疲労法条件、レッグプレス運動のみの条件)によるレッグプレス運動後における血中乳酸濃度および自覚的運動強度の比較では、両運動条件間で有意な差はみられなかった。

レッグプレス運動後の2つの運動条件間における下肢筋群のT2値の変化率の比較において、大腿四頭筋およびハムストリング、薄筋、長内転筋、縫工筋、大臀筋などのT2値の変化率は研究1のように両運動条件間で有意な差はみられなかったが、大内転筋のT2値の変化率においては、事前疲労法によるレッグプレス運動の方がレッグプレス運動のみの条件よりも有意に高い値を示した。以上より、本研究では大内転筋のみ有意な差がみられたが、レッグエクステンション運動によって主働筋が疲労あるいは一定時間活動するとレッグプレス運動時に協働筋間の活動交替が引き起こされ下肢筋群の協働筋活動が促進される可能性が推察される。

本研究の結果より、低強度であっても低速度で反復すること、あるいは主働筋を事前に活動させてからレッグプレス運動を行うことによって運動時の大腿部の主働筋以外の協働筋活動を促進させる可能性が示唆された。しかしながら、本研究の結果のみでは協働筋の活動促進についての機序は不明な点が多く、今後はどのような機序により運動中の協働筋活動が変化するのかを検討し、さらに他の部位のレジスタンス運動種目や異なる運動強度、運動量などの条件を加味してレジスタンス運動時における筋活動について検討する必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計3件)

向本敬洋、大野誠、レッグプレス運動における運動強度および反復動作速度の違いが下肢筋群の協働筋活動に及ぼす影響、第26回日本臨床スポーツ医学会学術集会、2015年11月7日、神戸商工会議所(兵庫県)

Takahiro Mukaimoto, Kenta Wakamatsu,
Manabu Sanomura, Makoto Ohno.
Recruitment of the thigh and hip
muscles during low-intensity leg
press exercise with slow movement.
ACSM 's 61st Annual Meeting. 2014 年
5月28日. Orlando, Florida (USA)

向本敬洋、井上洋佑、大野誠 . 異なる運
動強度および反復動作速度によるレッ
グプレス運動が大腿筋群の協働筋活動
に及ぼす影響 . 2013 年 9 月 21 日 . 日本
教育会館 (東京都)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

向本敬洋 (MUKAIMOTO Takahiro)

東京理科大学・理工学部・助教

研究者番号 : 60586147