

## 科学研究費補助金研究成果報告書

平成24年 5月17日現在

機関番号：32689  
 研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2009～2010  
 課題番号：21700632  
 研究課題名(和文) 関節および筋腱への負荷からみたプライオメトリック・エクササイズ  
 の運動強度  
 研究課題名(英文) Plyometric intensity assessed from joint and musculotendinous  
 load  
 研究代表者  
 杉崎 範英 (SUGISAKI NORIHIDE)  
 早稲田大学・スポーツ科学学術院・助教  
 研究者番号：10508287

## 研究成果の概要(和文)：

本研究は、反動動作を利用したトレーニング・エクササイズ(プライオメトリック[PM]・エクササイズ)における関節および筋に対する負荷を明らかにすることを目的とした。動作解析の結果、各PMエクササイズにおける関節の負荷(機械的出力)の大きさは、従来から用いられているPMエクササイズの強度基準とは大きく異なること、および種目間の差は関節ごとに異なることが明らかとなった。また、MRIを用いた筋活動観察の結果、協働筋間においても筋の負荷に顕著な差があることが示唆された。

## 研究成果の概要(英文)：

The present study aimed to investigate the intensity levels of plyometric (PM) exercises using a motion analysis and muscle functional MRI. The results indicate that the intensity level assessed from the joint mechanical output differed from that suggested in traditional classification of PM intensity. In addition, influence of exercise type on the joint mechanical output differed among the lower limb joints. Furthermore, there were significant differences in muscle activation among synergist muscles.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
21年度	500,000	150,000	650,000
22年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
年度			
総計	900,000	270,000	1170,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：トレーニング科学

## 1. 研究開始当初の背景

反動動作を利用したトレーニング・エクササイズ(プライオメトリック[PM]・エクサ

イズ)は、骨格筋の発揮パワーの増加に優れた効果を有するばかりでなく、バランス能力の向上や骨や結合組織の強化、あるいは傷害

予防などの効果も認められている。そのため様々なPMエクササイズが、スポーツトレーニングやリハビリで用いられ、また子供の運動能力発達に有益な運動としても推奨されている。

一方、トレーニング処方においては、運動強度（負荷）や反復回数、頻度などの様々な変数を目的に合わせて操作する必要がある。その中でも運動強度は最も重要な変数である。しかしながら、現在のところPMトレーニングの各種目における客観的で詳細な運動強度基準は存在せず、運動処方の現場では、低強度、中強度、高強度といった漠然とした区分が用いられているのが現状である。

近年、PMエクササイズの運動強度を筋電図法や床反力のデータを元に定量的に評価する試みがなされている。これらの報告は、従来の強度区分では不十分もしくは、誤りがあることを示唆している。しかしながら、これらの報告においても、各エクササイズにおける関節の機械的な出力（負荷）については明らかにされていない。

さらに近年では、磁気共鳴画像（MRI）のT2値変化が運動中の筋の活動に対応することを利用して、さまざまな運動を対象として筋活動の部位差が検討されるようになった。この手法を用いることで、PMエクササイズにおける筋活動の部位差（すなわち負荷の部位差）を明らかにすることが出来ると考えられた。

## 2. 研究の目的

本研究では、各種PMエクササイズにおける運動強度を明らかにすることを目的とした。従来の基準において低・中・高強度として割り当てられている種目をそれぞれ選択し、各エクササイズにおいて、各関節にかかる力（関節トルク、パワー、仕事）の定量を試みた。また、MRI法によるT2値変化の観察から、PMエクササイズにおける筋活動の部位差についても検討を試みることを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) 各種プライオメトリックエクササイズにおける関節の機械的出力

### 【被験者】

10名の健常成人男性（173.6 ± 5.4 cm, 69.4 kg ± 6.0 kg, 27.3 ± 4.1歳）を対象に実験を行った。

### 【試行】

被験者は、以下に示す7種類のPMエクササイズを試技として行った。

#### 1. アンクルホッピング（AH）

2. 連続スクワットジャンプ（SJ）
3. 両脚ホップ（DLH）
4. 両脚タックジャンプ（DLTJ）
5. 片脚タックジャンプ（SLTJ）
6. デプスジャンプ 台高30 cm（DJ30）
7. デプスジャンプ 台高60 cm（DJ60）

### 【測定と分析】

動作中に、高速度ビデオカメラを用いて被験者の右側方より撮影を行い、被験者の身体ランドマークに貼付したマーカーを撮影した。同時に、フォースプレートを用いて、床反力データを取得した。

これらのデータを元に、逆動力学的手法を用いて、足関節、膝関節、および股関節の関節トルク、関節パワー、および仕事を算出した。

(2) 連続スクワットジャンプにおける下肢の筋活動

### 【被験者】

6名の健常成人男性（173.6 ± 5.4 cm, 69.4 kg ± 6.0 kg, 27.3 ± 4.1歳）を対象に実験を行った。

### 【試行】

被験者は、自体重でのスクワットジャンプ、（PMエクササイズ）および体重の0.9倍の重量（最大挙上重量の65%程度：筋肥大や筋持久力改善のために用いられる）でのバックスクワットを行った。いずれの試行も15回を1セットとして、90秒の休息を挟み3セットを行った。

### 【測定と分析】

試行の直前と直後にMRI装置を用いて、臀部から大腿中央部にかけてのT2強調画像（図1）を取得した。得られた画像を元にピクセルごとにT2値を算出し、各筋の平均値を算出した。また、安静時+1標準偏差以上を筋活動の有無の閾値として設定し、閾値を超えた面積が筋断面積に占める割合（% activated area）を筋ごとに算出した。T2値の変化率および%activated areaをもとにスクワットジャンプにおける筋の活動を評価した。

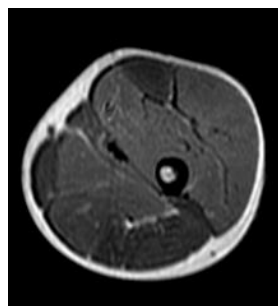


図1 T2強調画像

大腿部の横断画像。筋活動があった部位は他の部分よりも白く見える。T2強調画像を元にT2値を算出する。



本研究で得られた結果は、以下のことを示すものである。

- ✓ PM エクササイズの処方の際に用いられている従来の強度基準は、不十分もしくは誤りであり、新たな基準を作成する必要がある。
- ✓ PM エクササイズの強度評価は関節ごとに行わなければならない。
- ✓ PM エクササイズの強度評価は筋ごとに行わなければならない。

なお、本研究で検討の対象とした種目や筋は一部のものに限定されている。スポーツ現場で広く活用することのできる PM エクササイズの処方指針を作成するためには、今後、より多くの種目や筋を対象に同様の研究を進める必要がある。

## 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 1 件)

- ① 杉崎範英、岡田純一。スクワットトレーニング動作における股関節伸展筋群の活動。日本体育学会第 6 2 回大会。2012 年 8 月 22~24 日。東海大学。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

杉崎 範英 (SUGISAKI NORIHIDE)  
早稲田大学・スポーツ科学学術院・助教  
研究者番号：10508287