

## カーフレイズ系種目の筋カトレーニングにおける 腓腹筋, ヒラメ筋の筋電図学的分析

### Electromyographic investigation of the gastrocnemius and soleus muscles in calf raise exercises

半田 徹<sup>1)</sup> 加藤 浩人<sup>2)</sup> 長谷川 伸<sup>3)</sup> 岡田 純一<sup>4)</sup> 加藤 清忠<sup>4)</sup>

Tohru Handa<sup>1)</sup> Hiroto Kato<sup>2)</sup> Shin Hasegawa<sup>3)</sup> Junichi Okada<sup>4)</sup> Kiyotada Kato<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>早稲田大学大学院人間科学研究科

<sup>2)</sup>二葉栄養専門学校

<sup>3)</sup>九州共立大学

<sup>4)</sup>早稲田大学スポーツ科学学術院

<sup>1)</sup>Graduate School of Human Sciences, Waseda University

<sup>2)</sup>Futaba Nutrition College

<sup>3)</sup>Kyusyu Kyoritsu University

<sup>4)</sup>Faculty of Sports Sciences, Waseda University

キーワード: 筋カトレーニング, カーフレイズ系種目, 筋電図

Key words: muscle training, calf raise exercise, electromyography

#### 抄 録

従来から, 筋カトレーニングでは腓腹筋とヒラメ筋を鍛える種目としてカーフレイズ系の種目が用いられているが, 2筋に対する貢献度の種目間差異や姿勢変化が筋活動に及ぼす影響などが十分に認識されているとは言えない. そこで, 本研究では, 姿勢の異なる代表的なカーフレイズ系トレーニング種目, スタンディング・カーフレイズ, ドンキー・カーフレイズ, シーテッド・カーフレイズおよびカーフプレスの4種目を対象に, 各種目における腓腹筋内側頭, 腓腹筋外側頭およびヒラメ筋の筋活動を分析した. なお, 各種目ともつま先の向きを平行, 内向きおよび外向きの3パターンで試行し姿勢変化の違いが筋活動に及ぼす影響についても比較検討した. 筋カトレーニングに熟練した成人男子10名を被験者とし各種目とも下腿に体重の120%の負荷をかけて底屈局面から背屈局面へと, 試技は各局面2秒間合計4秒間で3回繰返された. 得られた筋電図のRMS値を基準化して比較し, 以下のような結果を得た.

腓腹筋内側頭においては, つま先の向きに関係なく膝関節伸展位で行うスタンディング・カーフレイズ, ドンキー・カーフレイズおよびカーフプレスは膝関節屈曲位で行うシーテッド・カーフレイズよりも有意に大きい筋放電をもたらした. しかし腓腹筋外側頭とヒラメ筋は, つま先の向きに関係なく種目間の有意差は見出されなかった. 腓腹筋内側頭では, ドンキー・カーフレイズにおいてつま先平行とつま先外向きはつま先内向きよりも有意に大きい筋放電が得られたが, その他の種目間には差は見られなかった. また腓腹筋外側頭とヒラメ筋ではすべての種目においてつま先の向きの違いによる差はなかった. 局面の比較においては, 各筋ともに背屈局面に比べて底屈局面において高

い値を示す傾向が見られた。

スポーツ科学研究, 4, 63-74, 2007 年, 受付日:2006 年 11 月 22 日, 受理日:2007 年 9 月 13 日

連絡先:半田 徹、〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15

## 緒言

腓腹筋とヒラメ筋の両筋は、下腿後面で浅深の層を形成しているが、腓腹筋が2頭を有することから両筋あわせて下腿三頭筋と称されて共通腱のアキレス腱を通じて踵骨に停止している。機能解剖学的には、2関節筋である腓腹筋には膝関節を屈曲する作用があるものの、両筋の主要な作用は足を足底側に屈し(同時にやや内反する)、または立位において踵を上げることである(森ら, 1982)。したがって、これらの2筋は骨格筋の中でも強力な作用を有する筋の一つであって、われわれが運動を行う際には重要な働きを担っていることになる。そこで、筋力トレーニングにおいてもこれらの筋は常にトレーニングの対象とされる。

2筋を同時に鍛えるトレーニング種目としてしばしば採用されるのが、立位あるいは坐位において踵を上げたり、足首の底屈動作を繰り返すカーフレイズ(Calf Raise)系の種目である。フリーウェイトなどを用いる種目としては、スタンディング・カーフレイズやドンキー・カーフレイズが、またトレーニングマシン(Training Machine)を用いる種目としては、シーティッド・カーフレイズやカーフプレスなどの種目がある。これらのトレーニング種目に共通する効果筋としては腓腹筋とヒラメ筋の2筋が示されているが、種目間の差異や姿勢変化などに関する詳細な情報が充分には示されていない(Grymkowski et al., 1984, Yessis, 1992, Norris, 1993, Fahey, 1994, Bean, 1997)。

最近、筋力トレーニング種目に関する研究では、姿勢やグリップの異なる種目間差異を筋活動分析から比較検討した筋電図学的報告が見られる。Wright et al. (1999), Boyden et al. (2000)やPick and Becogue(2000)は

スクワット種目やデッドリフト種目に関連して大腿部の筋を分析し、Guimaraes et al. (1991), Sarti et al. (1996), Whiting et al. (1999)やClark et al. (2003)はシットアップ種目に関連して腹筋を対象に分析している。また、プレス種目に関してはWagner et al. (1992), McCaw and Friday(1994), Barnett et al. (1995)や半田ら(2002)の報告がある。さらにプル種目に関してもSignorile et al. (2002)や半田ら(2005)が報告している。

しかしながら、カーフレイズ系種目に関してはこれまでこのような研究報告はなされていない。前述のように、各種目の特異性や姿勢変化が十分に認識されてはおらず、それらに関する情報が不足している。そこで、本研究ではフリーウェイト(Barbell)とウェイトバッグおよびマシン(Smith Machine:Nautilus, Leg Press Machine:Nautilus)を用いて行う姿勢の異なる代表的なカーフレイズ系トレーニング種目の4種目において、各種目における腓腹筋とヒラメ筋の筋活動を分析し、種目間の差異と足の姿勢変化による差異を比較検討した。

## 方法

### 1. 被験者

筋力トレーニングに熟練した成人男子10名を被験者とした。被験者は年齢 $25.9 \pm 5.6$ 歳、身長 $173.1 \pm 4.3$ cm、体重 $74.0 \pm 10.1$ kgであった。

実験に先立ち、被験者に実験の目的、方法、実験の安全性等について、文書ならびに口頭で説明を行い、実験の内容を十分に理解してもらったうえで同意書を得た。本研究は、早稲田大学スポーツ科学学術院研究倫理

委員会の承認を受けて実施された。

## 2. トレーニング種目の試技方法

実験の対象としたトレーニング種目は、スタンディング・カーフレイズ(Standing Calf Raise:SDCR), シーテッド・カーフレイズ(Seated Calf Raise:STCR), ドンキー・カーフレイズ(Donky Calf Raise:DCR)およびカーフプレス(Calf Press:CPS)の4種目であった。実験に用いた負荷重量はすべての種目で、下腿に体重の120%の負荷がかかるように設定したが、SDCRでは体重の20%のバーベル、STCRとDCRではそれぞれ体重の60%のバーベル、ウエイトバックを用い、CPSでは体重の120%の負荷がかかるようマシンの重量設定を行った。各種目ともつま先の向きを以下の規定によって平行、内向きおよび

外向きの3通りで試行した(Fig.1)。

- ✦ 平行(Parallel)一足幅は、腰幅とし、つま先を前方に向け両足を平行にそろえる(Fig.1-A)。
- ✦ 内向き(In)一つま先をつけて、踵を外方に向け、両足間の角度を60°とする(Fig.1-B)。
- ✦ 外向き(Out)一踵をつけてつま先を外方に向け、両足間の角度を60°とする(Fig.1-C)。

なお、すべての試技は底屈局面(Plantar Flexion Phase:PFP)から背屈局面(Dorsal Flexion Phase:DFP)へと、各局面2秒間合計4秒間で3回繰返された。繰返しのテンポは、験者がストップウォッチを見ながら、被験者に口頭で合図を送ることにより規定された。各種目の方法は以下の通りである(Fig.1)。

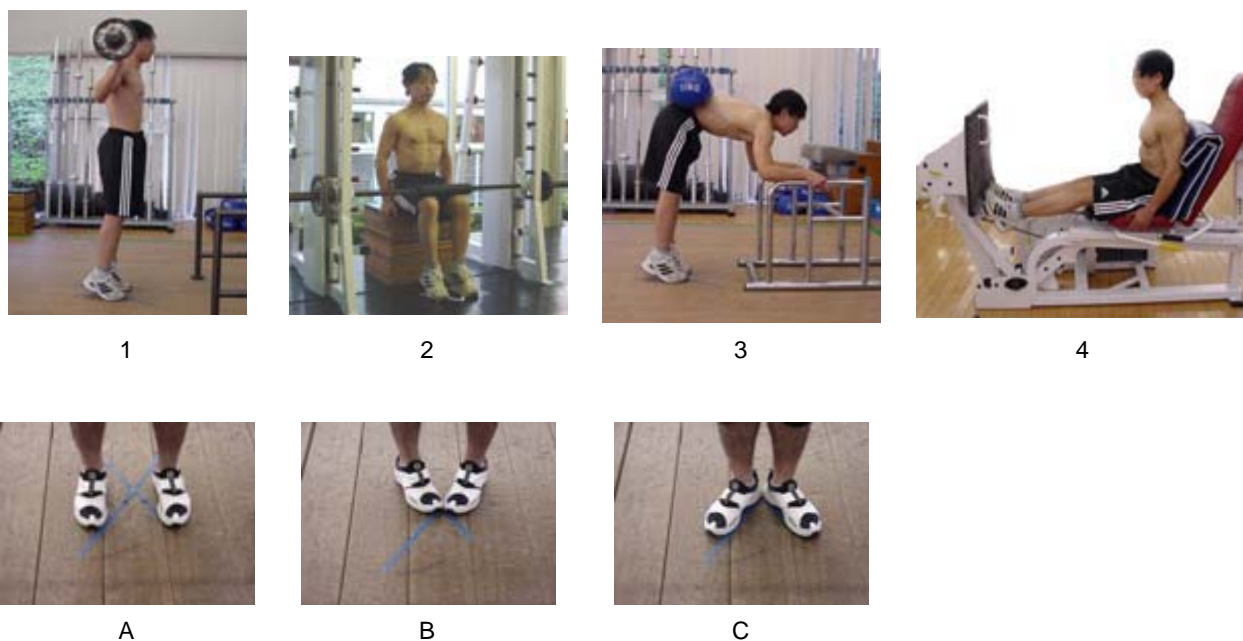


Fig1. Four exercises and toe directions examined.

1: Standing calf raise, 2: Seated calf raise, 3: Donky calf raise, 4: Calf press

A: Parallel, B: In, C: Out

### スタンディング・カーフレイズ(SDCR)

視線を前上方に向け背筋を伸してバーベルを肩上に担ぎ、膝関節を真っ直ぐに伸展した姿勢で床上に立ち、両踵を高く挙上してつま先立つ (Fig.1-1).

### シーティッド・カーフレイズ(STCR)

膝関節を 90° に屈曲して台上に坐り、スミスマシンのバーを膝上に置き、踵を高く挙上してつま先立つ(Fig.1-2) .

### ドンキー・カーフレイズ(DCR)

股関節を 90° に屈曲させ膝関節を真っ直ぐに伸展した状態でローマンベンチに手をつき上体を前傾させて安定を図りながら、ウェイトバッグを下背部にのせて、踵を高く挙上する (Fig.1-3).

### カーフプレス (CPS)

レッグプレスマシンに坐り膝関節を真っ直ぐに伸展した状態で、シートの固定アームを握り姿勢の安定を図りながら、足関節を 90° に屈曲してフットボード下端につま先をのせて、底屈する(Fig.1-4).

## 3. 筋電図の導出

被験筋は足関節底屈筋である腓腹筋内側頭、腓腹筋外側頭およびヒラメ筋の 2 筋 3 箇所とし、すべて右側について皮膚表面電極法により導出した。電極の貼付箇所の同定にあたっては、栢森(1997)の方法を参照した。筋電図導出のための電極および不関電極には、直径 8mm の銀塩化銀円盤の皮膚表面電極(小型生体電極, 日本光電社製)を用いた。電極の装着にあたっては、筋電図導出部位をアルコール綿と皮膚処理剤(スキンピュアー, 日本光電社製)で十分に拭き、各筋腹の中央に 2cm の間隔をとり、粘着カラー

で固定した。得られた電気信号は、マルチテレメータシステム(WEB-5000, 日本光電社製)から、MacLab MacLab,ADInstruments社製)に送られ、サンプリング周波数 1000Hz でデジタル変換され PC (VAIO PCG-9A2N, SONY 社製)に記録された。

## 4. 足関節角度の測定

ゴニオメータ(KINETO-ANGLE TRANSDUCER TM-511G, 日本光電社製)を足関節の軸と一致するように装着し角度変位を記録した。ゴニオメータのアームは、足関節をまたいで下腿下部と足に固定用のバンドを用いて取り付けられた。得られた電気信号は、筋電図と同様の経路で記録された。

## 5. 測定値の処理と統計分析

筋電図信号は、標準的な1回の波形 (Fig. 2) からゴニオメータとの同期により、各種目においてPFPとDFPの各局面におけるRMS値を算出した。局面における比較には、Whiting et al. (1999)やWright et al. (1999)の方法に従って、各被験者が各被験筋において示した最大の筋放電量をもたらした種目のRMS値を基準値として他の種目のRMS値をその基準値で除すことによる相対値を用いた。

各種目から得られた同一筋におけるRMS値の検定には、一元配置の分散分析を用いた。そして、有意差が認められた場合には、FisherのPLSDの多重比較によって検定した。なお、有意水準は危険率5%未満とした。同一筋における基準値の比較は、統計的にPFPとDFPの両局面間に交互作用が認められなかったため、両局面をまとめて有意差検定を行った。

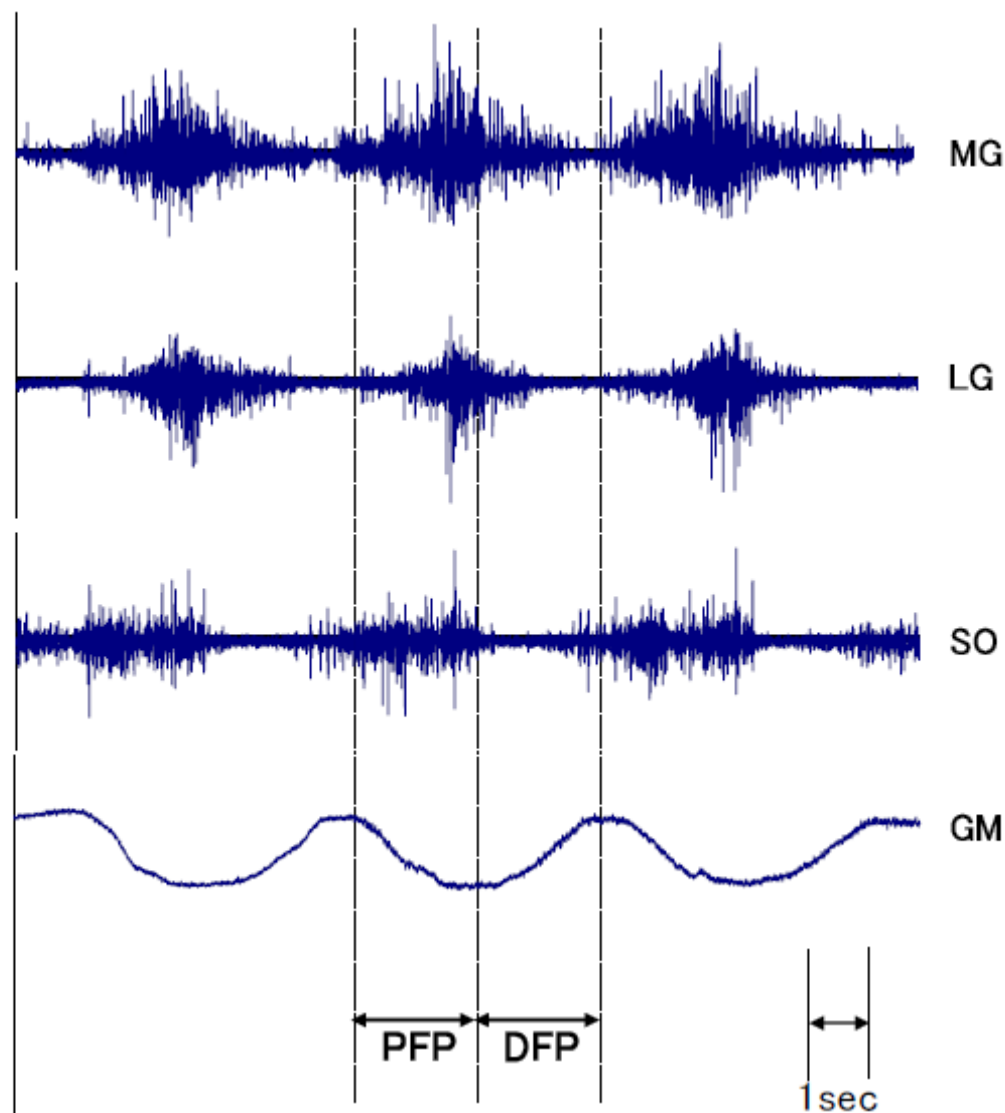


Fig.2 An example of the electromyographic and goniometric signals obtained during the standing calf raise.

PPF:Plantar Flexion phase, DFP:Dorsal Flexion phase,  
MG:(Medial Gastrocnemius), LG(Lateral Gastrocnemius), SO:(Soleus), GM:(Goniometer)

### 結果

腓腹筋内側頭においては、つま先の向きが平行、内向きおよび外向きに関係なくカーフレイズ試行様式による共通した傾向を示した。スタンディング・カーフレイズ、ドンキー・カーフレイズおよびカーフプレスはシーテッド・カーフレイ

ズよりも有意に大きい筋放電をもたらした ( $p < 0.01 \sim 0.001$ , Fig. 3)。腓腹筋外側頭とヒラメ筋は、つま先の向きが平行、内向きおよび外向きを問わず試行様式による有意差は見出されなかった (Figs. 4, 5)。

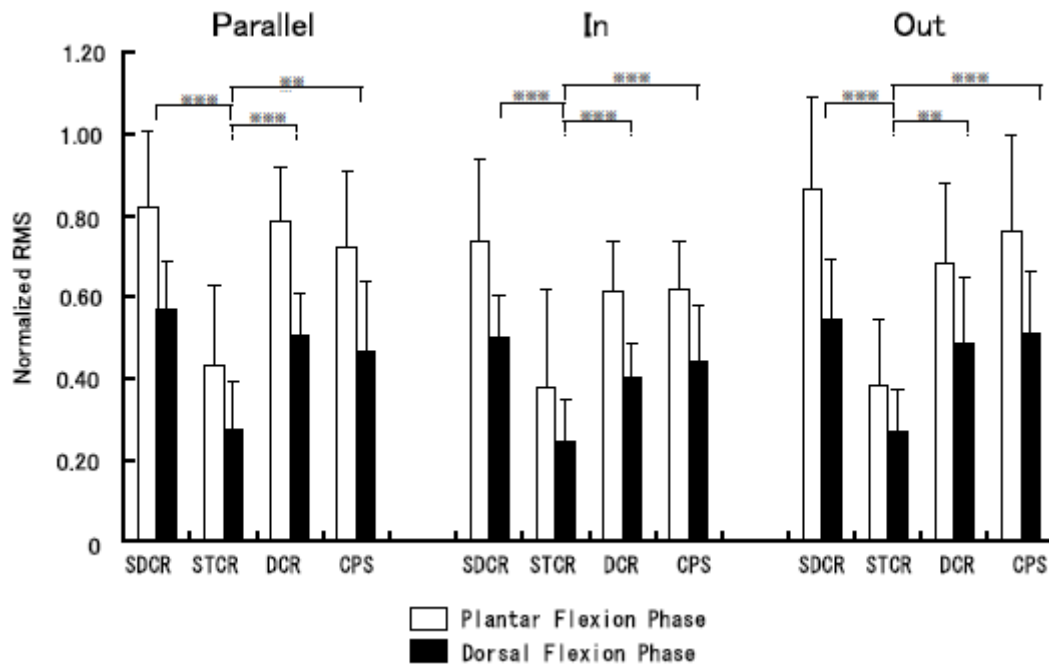


Fig. 3 Mean NrmsEMG values for the medial gastrocnemius.

※ p<0.05, ※※ p<0.01, ※※※ p<0.001

SDCR: Standing Calf Raise, STCR: Seated Calf Raise, DCR: Donky Calf Raise, CPS: Calf press

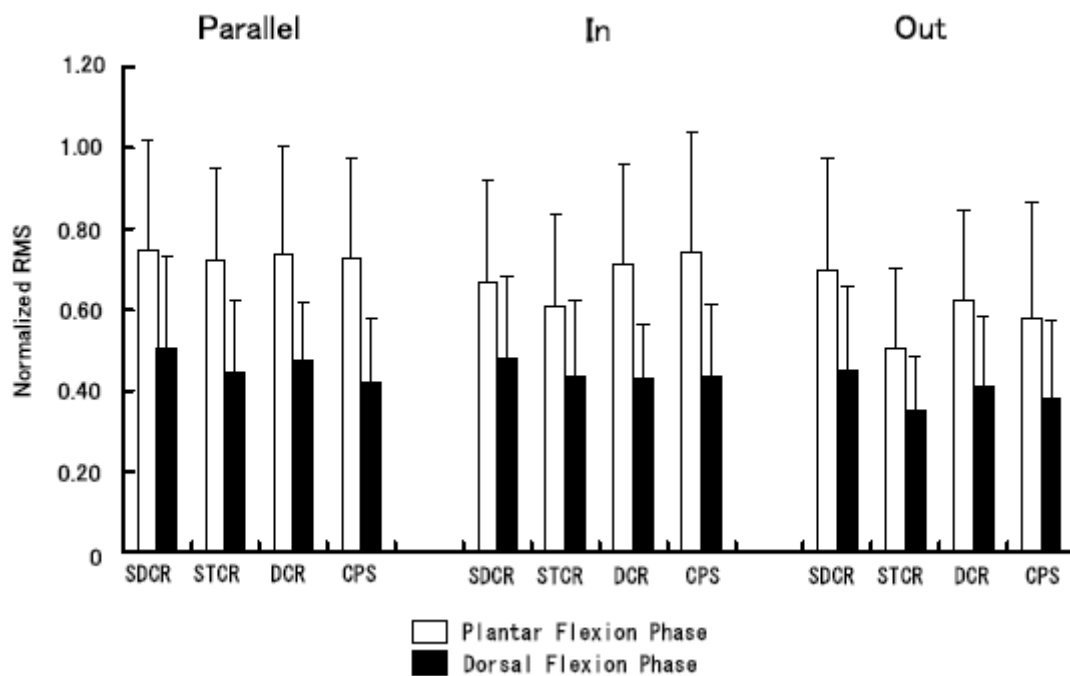


Fig. 4 Mean NrmsEMG values for the lateral gastrocnemius.

SDCR: Standing Calf Raise, STCR: Seated Calf Raise, DCR: Donky Calf Raise, CPS: Calf Press

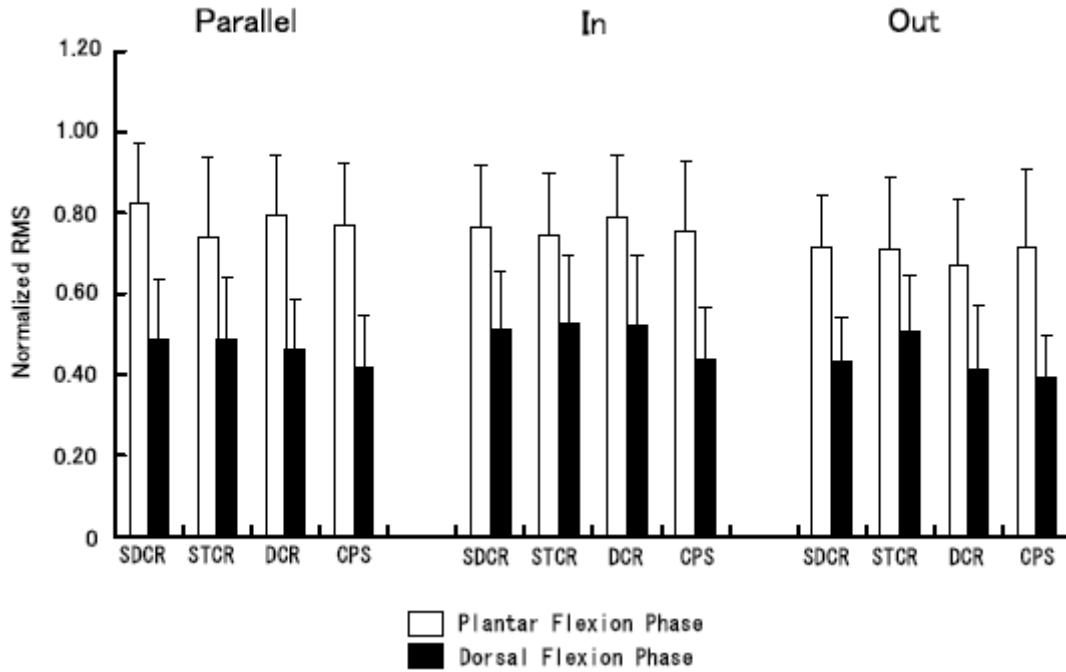


Fig.5 Mean NrmsEMG values for the soleus.

SDCR:Standing Calf Raise, STCR:Seated Calf Raise, DCR: Donky Calf Raise, CPS: Calf Press

さらに、つま先の向きが筋活動に及ぼす影響を明らかにするため、各筋において同一種目内でのつま先平行(Parallel)、内向き

(In)および外向き(Out)での比較を行った(Figs. 6~8).

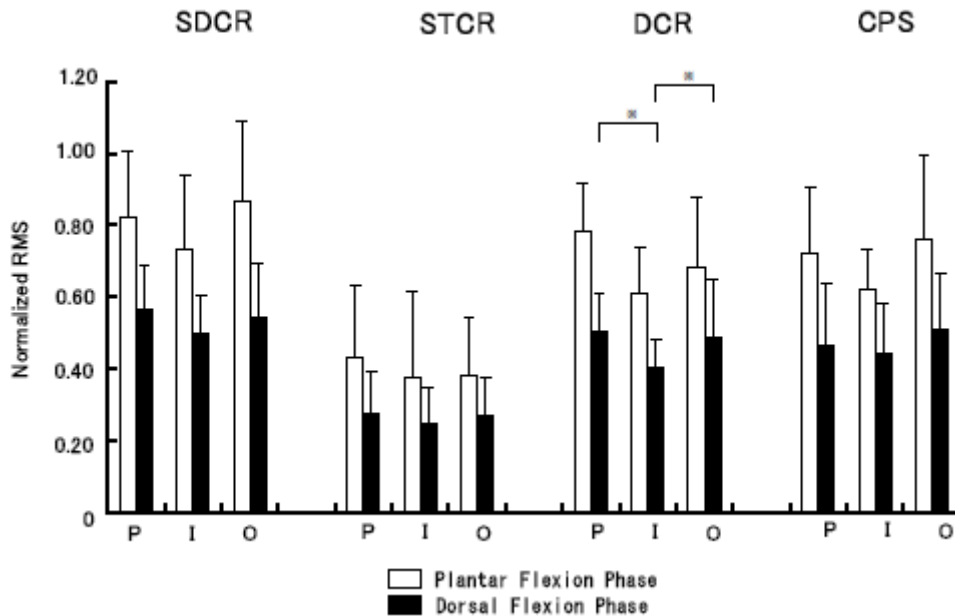


Fig. 6 Mean NrmsEMG values for the medial gastrocnemius.

SDCR:Standing Calf Raise, STCR:Seated Calf Raise, DCR:Donky Calf Raise, CPS:Calf press  
 foot direction P:parallel, I:in, O:out ※ p<0.05, ※※ p<0.01, ※※※ p<0.001

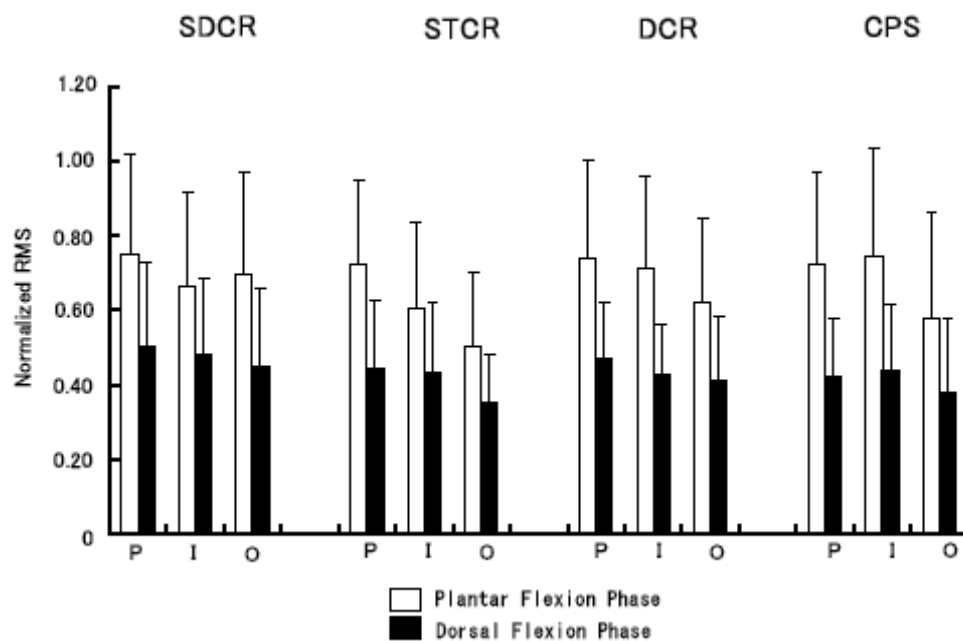


Fig.7 Mean NrmsEMG values for the lateral gastrocnemius.

SDCR:Standing Calf Raise, STCR:Seated Calf Raise, DCR:Donky Calf Raise, CPS:Calf press  
 foot direction P:parallel, I:in, O:out

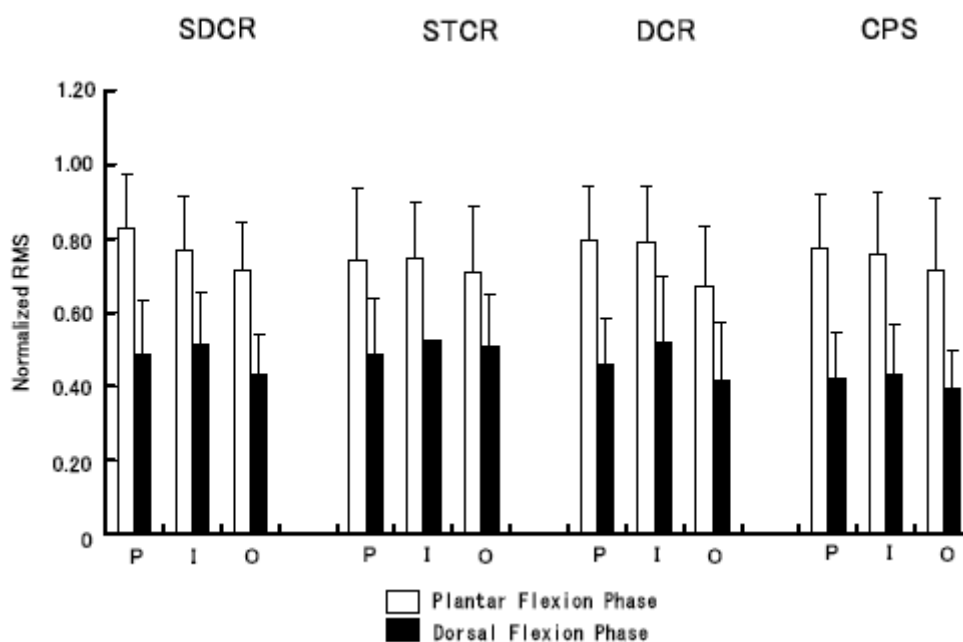


Fig.8 Mean NrmsEMG values for the soleus

SDCR:Standing Calf Raise, STCR:Seated Calf Raise, DCR:Donky Calf Raise, CPS:Calf press  
 foot direction P:parallel, I:in, O:out



腓腹筋内側頭では、ドンキー・カーフレイズにおいてつま先平行とつま先外向きはつま先内向きよりも有意に大きい筋放電が得られた ( $p < 0.05$ , Fig. 6). 腓腹筋外側頭とヒラメ筋においてはつま先の向きによる筋放電の有意差は見出されなかった (Figs. 7, 8).

PFPP局面とDFPP局面の比較のために、各筋について種目ごとにPEP局面に対するDFPP局面の比率を計算した。つま先平行、内向きおよび外向きのすべての条件について算出したが類似傾向を示したため、つま先平行 (Parallel) 条件のみを表に示した (Table 1).

Table 1 Mean, standard deviation, and dorsal flexion phase/plantar flexion phase ratio of normalized integrated EMG muscle activity for the medial gastrocnemius, lateral gastrocnemius and soleus during the standing, seated, donkey calf raise and calf press. (parallel)

Muscle	Standing calf raise	Seated calf raise	Donkey calf raise	Calf press
<b>Medial gastrocnemius</b>				
Dorsal Flexion Phase	0.560 ± 0.119	0.276 ± 0.115	0.506 ± 0.102	0.465 ± 0.174
Plantar Flexion Phase	0.821 ± 0.182	0.433 ± 0.197	0.783 ± 0.132	0.723 ± 0.182
DFP/PPF ratio	0.68	0.64	0.65	0.64
<b>Lateral gastrocnemius</b>				
Dorsal Flexion Phase	0.505 ± 0.226	0.442 ± 0.181	0.471 ± 0.147	0.42 ± 0.155
Plantar Flexion Phase	0.748 ± 0.269	0.724 ± 0.227	0.739 ± 0.265	0.725 ± 0.247
DFP/PPF ratio	0.68	0.61	0.64	0.58
<b>Soleus</b>				
Dorsal Flexion Phase	0.486 ± 0.147	0.485 ± 0.153	0.460 ± 0.124	0.419 ± 0.124
Plantar Flexion Phase	0.825 ± 0.147	0.738 ± 0.198	0.796 ± 0.144	0.77 ± 0.15
DFP/PPF ratio	0.59	0.66	0.58	0.54

DFP/PPF ratio : dorsal flexion phase/plantar flexion phase ratio

腓腹筋内側頭では0.64~0.68, 腓腹筋外側頭では0.58~0.68, ヒラメ筋では0.54~0.66という値であった。特に低い値を示したのは、カーフプレスにおけるヒラメ筋 (0.54) であった。一方、高い値を示したのはスタンディング・カーフレイズにおける腓腹筋内側頭と外側頭でそれぞれ0.68であった。

### 考 察

一般的につま先立ちになるとか、つま先を前方に伸すという底屈の動作では、腓腹筋 (Gastrocnemius) とヒラメ筋 (Soleus) によって構成される下腿三頭筋 (Triceps surae) が主動筋と考えられる (森ら, 1982)。したがって、わ

れわれが立つとか跳躍するというような動作において、この筋は常に体を支える抗重力筋として最も重要で強力な働きをする筋の一つであり、筋力トレーニングにおいても常に強化の対象とされ、その効果的なトレーニングが重要なテーマとなる。

下腿三頭筋を構成する2筋は停止部では踵骨腱という共同腱で踵骨に付着しているが、起始部ではヒラメ筋が下腿骨から起始しているのに対して、腓腹筋は大腿骨から起始しており2関節筋として膝関節と足関節に関係している。本研究ではこのような下腿三頭筋の構造上の特徴を考慮して、立位・座位・中間位や、膝関節に対しては屈曲位・伸展位など姿勢に変異

のある4種目を実施した。その結果、腓腹筋内側頭のみにおいて、膝屈曲姿勢のSTCRに対して他のSDCR, DCR, CPSの3種目は大きな筋放電を示した。これはつま先の向きには関係なく、すべて同様の傾向であった。他の腓腹筋外側頭及びヒラメ筋には種目間による差は見られなかった(Figs. 3~5)。

Grymkowski et al. (1984), Norris (1993), James et al. (1995), Bean(1997) および マッスル・アンド・フィットネス・ジャパン (2000)は膝関節伸展位でのカーフレイズやドンキー・カーフレイズ、カーフ・プレスの主働筋を腓腹筋、膝関節屈曲位でのシーティッド・カーフレイズの主働筋をヒラメ筋としている。また Yessis (1992)も腓腹筋は膝を伸展した種目で効果的であり、膝を曲げると関与が少なくなり、ヒラメ筋により大きなストレスがかかると記載している。これらの記載は、膝関節屈曲位姿勢でのカーフレイズでは腓腹筋に対する刺激強度は低下するという点で本研究結果と一致している。しかし、本研究では腓腹筋筋活動の種目間差異は内側頭においてのみ見られ、外側頭にはそのような差異は見られなかった(Figs. 3, 4)。同じ筋であっても腹直筋のように比較的大きくて細長い筋では部位によって筋活動に差が見られるとの報告があるが(Clark et al., 2003), 腓腹筋の両頭に関してはそのような報告は見当たらない。従来、腓腹筋は代表的な白筋線維比率の高い筋とされているが(森ら, 1982), 今回の実験では比較的低い負荷を用いて行っているため、その問題は今後、高負荷によるデータ収集による検討も必要であると考えられる。

さらに腓腹筋の内側頭と外側頭に対するトレーニング効果の差異に関しては、つま先の向きの違いによる種目内差異としての記載が見られる。Grymkowski et al. (1984)や Fahey(1994)はつま先の向きをいろいろ変えて異なった部位をトレーニングするとし、Bean (1997) は45° つま先を外側に向けると腓腹

筋の内側頭により効果的であり、逆に45° 内側に向けると腓腹筋の外側頭により効果的であると述べている。しかしながら、Hatfield (1984)は、従来から多くのボディービルダーが腓腹筋への満遍ない刺激を狙ってそのトレーニング方法としてつま先の向きに変化をもたせた実施をしていることに対して、機能解剖学的にはそれよりもむしろ深層の協力筋である長指屈筋(Flexor digitorum longus)や後脛骨筋(Tibialis posterior)への効果が考えられると否定的な見解を示している。

本研究から得られた結果では、腓腹筋内側頭においてドンキー・カーフレイズ種目のみに、つま先平行とつま先外向きはつま先内向きよりも有意に大きな筋放電が得られた(Fig. 6)。しかしながら、腓腹筋内側頭でもその他の種目に差はなく、また腓腹筋外側頭やヒラメ筋にはすべての種目においてもつま先の向きによる差異は見られなかった(Figs. 6~8)。このようなことから、一部前記の記載に類似する傾向は見られるものの、全体的にはつま先の向きによる影響はほとんどないとものと考えられる。したがって、実践的には種目に適当な変異をつけて実施することは必要であると考えられるが、つま先の向きにはあまり拘泥しないで、むしろ快適な向きで実施することが望まれる。マッスル・アンド・フィットネス・ジャパン(2000)は、つま先を極端に内側あるいは外側に向けて動作を行うことは、股関節、膝関節および足関節に傷害をもたらす危険性があるとの懸念を示している。そのため、つま先を正面もしくはやや外側に向けての実施を奨励している。

腓腹筋内側頭と外側頭の筋活動差やつま先の向きとの関係に関しては、今後Hatfield (1984) が言っているように深層の協力筋の働きや、高負荷によるデータ収集や関節運動との関係を精査し、また障害予防の観点からも検討される必要がある。

筋活動の屈曲局面と伸展局面の関係に関しては、Wright et al. (1999)は75%1RMで

レッグ・カール, ステイッフレッグド・デッドリフトおよびスクワット種目実施時の半腱様筋と大腿二頭筋の筋電波形を分析して, Concentric phaseとEccentric phase両局面の比率が前2種目では61~71%, 後の種目では74~86%と報告している. 本研究では, 全体的には前記種目より低い比率であると言える(Table1). McCaw and Friday (1994)の60%と80%1RMを用いた研究では, ベンチプレス種目における上腕二頭筋の比率が100%を超えているが, 本研究では100%を超える値は観察されず54~68%の範囲であった. したがって, 本研究で実施したカーフレイズ系種目のトレーニングは同一負荷を課せば, 他の筋力トレーニング種目と比較すると, 屈曲(背屈)運動よりも伸展(底屈)運動における筋活動が相対的に大きくなると考えられる.

以上のように, カーフレイズ試行時の腓腹筋とヒラメ筋の筋活動を定量化することにより本研究で取り上げた4つのトレーニング種目の特徴が明らかになった. カーフレイズ試行時の膝関節角度の取り方は腓腹筋とヒラメ筋の筋活動に大きな影響を及ぼす. そのため下腿三頭筋をトレーニングする際には膝関節伸展位と膝関節屈曲位の2つをバランスよく実施することは肝心なことである. つま先の向きに関しては, 平行, 内向き, 外向きのいずれで試行しても腓腹筋の両頭に対する効果では大差はないものと考えられる.

### まとめ

一般に下腿三頭筋をトレーニングする種目とされているカーフレイズ系種目, スタンディング・カーフレイズ, シーテッド・カーフレイズ, ドンキー・カーフレイズおよびカーフプレス の4種目について, 筋力トレーニングに熟練した成人男子10名を被験者に腓腹筋内側頭, 腓腹筋外側頭およびヒラメ筋を筋電図学的に分析し, 以下のような結果を得た.

1) 腓腹筋内側頭においては, つま先の向

きに関係なく膝関節伸展位で行うスタンディング・カーフレイズ, ドンキー・カーフレイズおよびカーフプレスは膝関節屈曲位で行うシーテッド・カーフレイズよりも有意に大きい放電をもたらした. 腓腹筋外側頭とヒラメ筋においては, つま先の向きに関係なく試行様式による有意差は見い出されなかった.

2) 腓腹筋内側頭では, ドンキー・カーフレイズにおいてつま先平行とつま先外向きはつま先内向きよりも有意に大きい筋放電が得られたが, その他の種目間には差は見られなかった. また腓腹筋外側頭とヒラメ筋ではすべての種目においてつま先の向きによる差は見られなかった.

3) 局面の比較から各筋ともに背屈に比べて底屈において高い値を示す傾向が見られた.

### 文献

- Barnett, C., Kippers, V. and Turner, P. (1995) Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of five shoulder muscles. *J. Strength and Cond. Res.* 9:222-227.
- Bean, A. (1997) *The Complete Guide to Strength Training*, A & C Black, London, pp.198-202.
- Boydén, G., Kiingman, J. and Dyson, R. (2000) A comparison of quadriceps electromyographic activity with the position of the foot during the parallel squat. *J. Strength and Cond. Res.* 14: 379-382.
- Clark, K.M., Holt, L.E. and Synyard, J. (2003) Electromyographic comparison of upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. *J. Strength and Cond. Res.* 17:475-483.
- Fahey, T.D. (1993) *Basic weight training for*

- men and women. Mayfield Publishing Company, Carifornia, pp.128-130.
- Grymkowski, P., Connors, E., Kimber T. and Reynolds, B. (1984) Gold, s Gym Training Encyclopedia. Contemporary books, Chicago, pp.212-219.
- Guimaraes, A, C.S., Aurelio, M.I.A. and Marantes, R. (1991) The contribution of the rectus abdominis and rectus femoris in twelve selected abdominal exercises. *J.Sports.Med.Phys.Fitness* 31:222-230.
- 半田 徹, 加藤 浩人, 長谷川 伸, 瀧 聞久 俊, 岡田 純一, 加藤 清忠 (2002) 筋電図学的分析による筋力トレーニングのプレス系5種目における三角筋・上腕三頭筋の活動の違い. *ヒューマンサイエンス リサーチ* 11:125-135.
- 半田 徹, 加藤 浩人, 長谷川 伸, 岡田 純一, 加藤 清忠 (2005) 筋力トレーニングのプル系5種目における上腕三頭筋, 広背筋および僧帽筋の筋電図学的研究. *体力科学* 54:159-168.
- Hatfield, F.C. (1984) *Body building, A Scientific Approach*. Contemporary Books, INC., Chicago, p. 138.
- James, A., Peterson., Cedric X, Bryant, Susan, L. and Peterson. (1995) *Strength training for Sports Women*. Human Kinetics Books, Champaign, pp.55-56.
- 栢 森 良 二 (1997) *筋電図のための解剖ガイド—四肢・体幹*. 西村書店, 新潟, pp.176-177, 264-267.
- McCaw, S.T. and Friday, j.j. (1994) A comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press. *J. Strength and Cond.Res.* 8:259-264.
- 森 於 菟, 小川 鼎 三, 大内 直 弘, 森 富 (1982) *分担解剖学*. 金原出版, 東京, pp.406-407.
- マッスル・アンド・フィットネス・ジャパン編. (2000) *ウェイト・トレーニング正しいテクニックを究める*. マッスル・アンド・フィットネス・ジャパン, 東京, p.69.
- Norris, C.M. (1993) *Weight Training: Principles & Practice*. A & C Black, London, p.122.
- 岡本 勉 高木 公三郎 熊本 水 頼 (1967) 大腿直筋の機能に関する筋電図的研究. *体力科学* 16(4):96.
- Pick, J. and Becogue, D.M. (2000) The relationship between training status and intensity on muscle activation and relative submaximal lifting capacity during the back squat. *J.Strength and Cond. Res.* 14:175-181.
- Sarti, M.A., Monfort, M., Fuster, M.A. and Villaplana, L.A. (1996) Muscle activity in upper and lower rectus abdominus during abdominal exercises. *Arch.Phys.Med.Rehabil.* 77:1293-1297.
- Signorile, J.F, Zink, A.J. and Szwed, S.P. (2002) A comparative investigation of muscle utilization patterns using various hand position during the lat pull-down. *J.Strength and Cond.Res.* 16:539-546.
- Wagner, L.L., Evans, S.A., Weir, J.P., Housh, T.J and Johnson, G.O. (1992) The effect of grip width on bench press performance. *Int.J.Sport Biomech.* 8:1-10.
- Whiting, C.W., Rugg, S., Coleman, A. and Vincent, J.W. (1999) Muscle activity during sit-ups using abdominal exercise devices. *J.Strength and Cond.Res.* 13:339-345.
- Wright, G.A., DeLong, T.H. and Gehlsen, G. (1999) Electromyographic activity of the humstrings during performance of the leg curl, stiff-leg deadlift, and back squat movements. *J.Strength and Cond .Res.* 13:168-174.
- Yessis, M. (1992) *Kinesiology of Exercise*, Masters Press, Indianapolis, pp.3-10.