

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25282195

研究課題名(和文) スポーツ競技力向上に資する身体形状創造トレーニング法の開発

研究課題名(英文) Development of physical training program for improving competitive performance in athletes

研究代表者

福永 哲夫 (Fukunaga, Tetsuo)

鹿屋体育大学・その他・学長

研究者番号：40065222

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、スポーツ競技力向上に資する身体形状の創造に有効なトレーニングの内容を明らかにすることを目的に、スポーツ選手を対象にした横断的および縦断的調査を行った。その結果、1) 光学3次元人体形状計測法および超音波法による測定は、スポーツ選手の身体形状および筋量の特徴を評価するうえで有効であること、2) 大学生以上のスポーツ選手の場合に、さらなる筋量の増加のためには種目トレーニングに加え体力トレーニングの実施が不可欠であり、パフォーマンス改善の点ではプライオメトリックトレーニングが効果的であること、および3) 女子選手は男子選手に比べ上肢・体幹のトレーニングの必要性が高いことが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to elucidate the content of physical training program which contributes to improve competitive performance through cross-sectional and longitudinal surveys on body shape, muscle mass, and physical performance in athletes. The findings obtained in this study indicated that 1) segmental volume and muscle thickness measurements with body line scanner and ultrasonography, respectively, are useful to clarify the profiles of body shape and muscle mass in athletes, with relation to the event-related differences in these variables, 2) for young adult athletes, the execution of physical training in addition to regular event-related training is essential to increase muscle mass, and plyometric training is more effective to improve physical performance, and 3) for female athletes, the need of executing training program aiming to increase muscle mass in the upper body is high as compared to male athletes.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：トレーニング科学 スポーツ生理学 トレーニング医科学 コーチング科学

1. 研究開始当初の背景

スポーツ選手にとって、身体形状は競技パフォーマンスに影響を与える主要因の1つとされ、スポーツ選手は専門とする競技の特性に関連した身体形状を示すことが知られている。一方、身体形状の競技特性および身体形状と身体パフォーマンスとの関係を考えるうえで無視できない要因に、身体形状の主要な構成要素である骨格筋の身体セグメント内における量的分布がある。筋量におけるスポーツ選手の特徴については、筋断面積あるいは筋厚の測定を通して、これまでにいくつか報告されてきた。しかし、各セグメントの形状および筋量からスポーツ選手の特徴を捉えた研究はない。そこで本研究では、身体表面の3次元座標データから全身および身体セグメント別の体積および体表面積を算出することができる光学3次元人体形状計測法(BLS法)に着目し、それと超音波法を組み合わせることで、スポーツ選手の身体形状と骨格筋の量的分布における競技特性を把握できると同時に、かつそれを横断的および縦断的調査に適用することで、スポーツ競技力向上に資する身体形状創造のためのトレーニング法の開発につながる情報が得られると考えられた。

2. 研究の目的

本研究は、スポーツ選手を対象にした横断的および縦断的調査結果に基づき、身体形状および骨格筋の量的分布における競技種目特性、ならびにそれらに対するスポーツトレーニングの影響を検証し、スポーツ競技力向上に資する身体形状の創造に有効なトレーニングの内容を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では目的を達成するために、スポーツ選手を対象として1) BLSによる体積測定値(BLS体積)と除脂肪量および筋量との関

係、2) BLS体積と筋機能との関係、3) BLS体積における競技種目差、4) 筋量における競技種目差、5) 筋量の縦断的变化、および6) 筋量における性差について検討した。身体形状はBLSにより測定し、BLS体積を代表値とした。筋量については、超音波法による筋厚あるいは筋断面積および生体電気インピーダンス法による筋量を評価指標とした。また除脂肪量を生体電気インピーダンス法や水中体重法により測定した。筋機能の評価指標として、静的および動的筋力ならびに立ち上がり動作時の発揮パワー(スクワットパワー)を測定し、パフォーマンスについては跳躍能力やスプリント能力を測定した。なお、いずれの検討課題においても、被験者は特定の競技種目を選手として6年以上経験している者であった。

4. 研究成果

1) BLS体積と除脂肪量および筋量との関係

陸上競技短距離走、サッカー、およびカヌーの各競技種目の大学生男子選手42名を対象に、BLS体積と生体電気インピーダンス法による除脂肪量と筋量との関係を検討した。その結果、BLS体積は生体電気インピーダンス法による除脂肪量(全身: $r = 0.897$ 、上肢: $r = 0.875$ 、体幹: $r = 0.849$ 、下肢: $r = 0.738$, $P < 0.01$)および筋量(上肢: $r = 0.910$ 、体幹: $r = 0.675$ 、下肢: $r = 0.716$, $P < 0.01$)と有意な相関関係を示した。したがって、アスリートの場合に、BLSによる全身および各身体セグメント別の体積測定値は、除脂肪量および筋量の簡便な評価指標になりうる事が明らかとなった。

2) BLS体積と筋機能との関係

柔道、自転車、陸上競技短距離走、サッカーの各競技種目の大学生男子選手111名を対象に、BLS体積と筋機能との関係を検討した。筋機能の評価指標として、握力、動的脚伸展力、立ち上がり動作時の発揮パワー(スクワ

ットパワー)を測定した。その結果、上肢 BLS 体積と握力、下肢 BLS 体積と動的脚伸展力およびスクワットパワーとの間には、有意な相関関係 ($r = 0.473 - 0.663, P < 0.01$) が認められた。このような結果は 1) の結果を間接的に支持するものであると同時に、BLS 体積と筋機能との関係に基づき、アスリートにおけるトレーニングの方向性として、筋量の増加あるいは筋機能の改善のいずれか、またはその両方かを策定することが可能になると考えられた。

3) BLS 体積における競技種目差

1) および 2) の結果から、BLS 体積は除脂肪量および筋量の評価指標として活用できることが示唆された。そこで、BLS 体積の測定結果に基づき、筋量発達における競技種目差を検討した。測定対象は、柔道、自転車、陸上競技短距離走、サッカーおよびカヌーの各競技種目の男子大学生選手 135 名であった。その結果、全身の体積に対する比 (セグメント体積/全身体積) は、上肢において柔道およびカヌーが自転車、陸上競技短距離走およびサッカーより、体幹では柔道がサッカーおよび陸上競技短距離走より、下肢では陸上競技短距離走およびサッカーが柔道およびカヌーよりそれぞれ有意に高い値を示した。このような結果は、競技特性に依存した各セグメント別の筋発達を反映したものであると考えられた。

4) 筋量における競技種目差

柔道、自転車、サッカー、カヌーおよび陸上競技短距離走の各競技種目の大学生男子選手 76 名を対象に、超音波法を用いて四肢・腹部の筋厚を測定し、それにおける競技種目差を検討した。その結果、体重に対する筋厚の比 (筋厚/体重^{1/3}) は、上肢および腹部において、柔道およびカヌーが他の種目より高い値を示した。またカヌーは、腹側部においても、他の種目より高い値を示した。そのような筋厚/体重^{1/3} における種目差は、競技活

動やトレーニングにおける上肢・体幹の筋活動における差を反映したものであると考えられた。また、走動作が主要な競技動作となる、サッカーおよび陸上競技跳躍・混成種目の男子選手を対象に、下肢の筋厚を測定し、測定部位との関連で筋厚における種目差の有無を検討した。その結果、身長、体重および体脂肪率に有意な種目差は認められなかったが、大腿後部および腹部では跳躍・混成選手が、側腹部ではサッカー選手がそれぞれ有意に大きな値を示した。さらに、大腿外側部においてサッカー選手が跳躍・混成選手よりも有意に大きい値を示した。このような結果より、下半身の動きを主要な競技動作とする種目であっても、大腿部および腹部の筋には種目によって部位特異的な発達が生じることが示唆された。

5) 筋量の縦断的变化

陸上競技短距離走および自転車競技の大学生男子選手を対象に、1 年間の間隔をあけて下肢および腹部の筋厚を測定し、トレーニング効果の有無を検討した。その結果、筋厚には殆どの部位において有意な変化が観察されなかった。したがって、大学生という身体的にある程度完成された選手においては、通常実施されている種目のトレーニングでは筋量にさらなる増加をもたらすことは困難であると考えられた。そこで、大学生男子サッカー選手を対象に、通常の種目トレーニングに加え、筋力アップおよび筋肥大を目的としたストレングストレーニング (STR) 群と、瞬発力の向上を目的としたプライオメトリックトレーニング (PLYO) 群を設定し、大腿の筋厚および身体パフォーマンスに対する効果の有無を検証した。その結果、両群ともに大腿の筋厚は有意に増加し、その変化に群間差は認められなかった。また、アジリティテストのタイムは両群とも有意に改善したが、20m および 50m 走タイムに変化は生じなかった。さらに、両脚での垂直跳びおよび

前方跳びの成績に有意な変化は生じなかったが、シングルレッグでの垂直跳びにおいて両群ともにジャンプ高が増加し、前方跳びにおいては PLYO 群が STR 群より大きな改善を示した。このような結果より、身体的にある程度完成されていると考えられる大学生選手であっても、通常の種目トレーニングに加え、新たに体力トレーニングを課すことによって、さらなる筋肥大とパフォーマンス改善が可能であり、パフォーマンス向上という点では、瞬発力の向上を目的としたプライオメトリックトレーニングが有効であることが示唆された。

6) 筋量における性差

大学生を含む成人スポーツ選手男性 256 名、女性 110 名を対象に、四肢の筋断面積および筋力における性差について検討した。その結果、一般成人に観察されるのと同様にスポーツ選手においても、筋断面積および筋力における性差は下肢より上肢において顕著に表れ、そのような性差における部位差は、筋力の場合に筋断面積に対する比（筋力/筋断面積）でみることにより解消されるが、筋断面積については全身の除脂肪量に対する比（筋断面積/LBM^{2/3}）で評価しても依然として残った。

以上のような筋量の性差における部位差が、トレーニングを通して解消されうるものかどうかを検討するために、女子陸上競技投擲選手および女子バレーボール選手を対象にして、トレーニングによる介入を含む縦断的調査を実施した。その結果、投擲選手およびバレーボール選手ともに下肢の筋断面積は有意に増加したが、上肢のそれには有意な変化が観察されず、女子選手では上肢筋群のトレーナビリティが低いことが示唆された。日本人女性と白人女性との筋厚を比較した先行研究によると、上肢、体幹、下肢のすべての部位で白人女性が日本人女性より高い値を示す。その差には身体サイズにお

ける差の影響も含まれるが、身長を同一範囲とした比較においても、上肢、背部および大腿前の筋厚は白人女性が日本人女性より有意に高い。このような結果と上述のような筋量の性差における部位差を考え合わせると、身体内における筋量の分布という限られた視点からではあるが、日本人女性の国際競技力の向上のためには、上肢および体幹のトレーニングが重要であると考えられた。

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 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福永 哲夫 (FUKUNAGA Tetsuo)
鹿屋体育大学・その他・学長
研究者番号：40065222

(2) 研究分担者

金久 博昭 (KANEHISA Hiroaki)
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授
研究者番号：50161188

吉武 康栄 (YOSHITAKE Yasuhide)
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・准教授
研究者番号：70318822

高井 洋平 (TAKAI Yohei)
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・講師
研究者番号：20574205