

氏名（本籍）	近藤衣美（愛知県）
学位の種類	博士（スポーツ科学）
学位記番号	甲第35号
学位授与日	令和2（2020）年3月17日
学位授与の要件	大阪体育大学大学院学位規程第4条第1項該当
研究科名	スポーツ科学研究科（博士後期課程）スポーツ科学専攻
論文題目	アスリートの急速減量時のエネルギー負債量
審査委員	主査 教授 岡村 浩嗣 副査 教授 前島 悦子 教授 浜田 拓

## 論文内容の要旨

減量のための栄養指導や運動指導では、エネルギー消費量とエネルギー摂取量のバランス、すなわちエネルギーバランスを負の状態にすることが基本である。一般的には体重1 kgあたりの減量に7,400～7,700 kcalの負のエネルギーバランスが必要と考えられている。この理論では、減量で減少する体組成は全て脂肪組織であるとの仮定に基づいている。しかし、減量前の体脂肪量（FM）が少ない者ほど食事制限で減量したときの体重減少量に占める除脂肪量（FFM）の割合が多いことが報告されている。体重階級制競技のアスリートは、対戦相手よりも体格的に有利な立場に立つために、1週間以内で大幅な体重を減少させる急速減量をし、計量後に食物や飲料を摂取して体力の回復を図ることがある。急速減量を行うアスリートは、減量前のFMは少ないため、体重減少量に占めるFFMの割合が高い可能性が考えられる。除脂肪組織は脂肪組織と比較してエネルギー含有量が少ないため、体重減少量に占めるFFMの割合が高い場合は、減量に要するエネルギー負債量は従来用いられてきた値よりも少ない可能性が考えられた。そこで、本研究では急速減量時のエネルギー負債量を明らかにすることを目的として実験を行っ

た。

研究課題1では、身体組成変化量から急速減量時のエネルギー負債量を明らかにする方法を確立するために、レスリング選手の急速減量が空気置換法（ADP）の肺容量（VTG）と身体組成変化量に及ぼす影響を検討した。胸腔内の空気は等温変化をするため、ADPの身体組成推定プロセスには、VTGを用いて身体体積（BV）を補正する過程がある。通常、VTGは変化しないと考えられており、測定時間を短縮したいときや実測ができない人では推定値（推定VTG）を用いて身体組成を推定することがある。しかし、本研究の結果、VTGの実測値（実測VTG）は急速減量によって増加し、急速増量によって元の値に戻ることが明らかとなった。さらに、急速減量時の体脂肪量（FM）の変化量は、空気置換法（ADP）の推定VTG値を用いた場合のほうが、身体組成測定の方法とされている4成分（4C）モデルにVTGの実測値を用いた身体密度を代入した場合よりも、高値だった。以上の結果から、急速減量や急速増量による身体組成変化を推定する際にはVTGを実測し、TBWが考慮されている4Cモデルを用いて測定することが望ましいことが明らかとなった。

研究課題2では、エネルギー消費量とエネルギー摂取量の差から急速減量時のエネルギー負債量を明らかにすること、身体組成測定法の方法とされている4Cモデルを用いたエネルギーバランス評価の妥当性を検証すること、他の身体組成測定法によるエネルギーバランス評価の妥当性を検証することを目的に実験を行った。エネルギー消費量とエネルギー摂取量から算出したレスリング選手の急速減量時の体重減少量1kgあたりのエネルギー密度は1,507kcalであり、一般的に用いられている7,400～7,700kcalよりも低値だった。4Cモデルや3成分（3C）モデルのように身体組成の推定にTBWが考慮されている方法のほか、二重エネルギーX線吸収法（DXA）、安定同位体希釈法（SID）ではエネルギー消費量とエネルギー摂取量の差から算出したエネルギー負債量と近似した値が得られることが示唆された。一方、ADPや生体電気インピーダンス法（BIA）は、エネルギー負債量を過大評価した。

以上の結果から、①体重階級制競技選手の急速減量時のエネルギー負債量は、これまで減量指導で用いられてきた7,400～7,700kcalよりも低値である、②ADPを用いて急速減量時の身体組成を評価する際にはVTGが増大するため、可能な限りVTGを毎回実測することが望ましい、③急速減量時の身体組成変化は、TBWを考慮した身体組成の4Cモデルまたは3Cモデル、DXA、SIDを用いることで正確に測定できるが、ADPとBIAを用いると体脂肪の変化量を過大評価する、④急速減量時のエネルギー負債量を身体組成変化量から推定する場合には、身体組成の4Cモデル、3Cモデル、DXA、SIDを用いて評価することが望ましいことが示唆された。

## 審査結果の要旨

### （論文審査）

#### 1. 論文要旨

本論文は、体重階級制競技のアスリートが急速な減量を行う場合のエネルギー管理に関するものである。

減量のための栄養指導や運動指導では、エネルギー消費量とエネルギー摂取量のバランス、すなわちエネルギーバランスを負の状態にすることを基本とする。一般的には体重 1 kg あたりの減量に 7,400～7,700kcal のエネルギー負債量が必要とされている。これは、減量で減少する身体の組織は全て脂肪組織であるとの仮定に基づいている。しかし、減量前の体脂肪量 (FM) が少ない者ほど食事制限で減量したときの体重減少量に占める除脂肪量 (FFM) の割合が多いことが報告されている。体重階級制競技のアスリートは対戦相手よりも体格的に有利な立場に立つために、1 週間以内などの短期間で体重を減少させる急速減量を行い、計量後に食物や飲料を大量に摂取して体力の回復を図ることがある。急速減量を行うアスリートの多くは減量前の FM が少ないため、体重減少量に占める FFM の割合が高い可能性が考えられる。除脂肪組織は脂肪組織よりエネルギー含有量が少ないため、体重減少量に占める FFM の割合が高い場合は、減量に要するエネルギー負債量は従来用いられてきた値よりも少ない可能性が考えられた。そこで、本研究では急速減量時のエネルギー負債量を明らかにすることを目的として実験を行った。

研究課題 1 では、スポーツ現場で身体組成の測定に標準的に利用されている空気置換法 (ADP) が、急速減量時や急速増量時に利用できるかどうかを、男子レスリング選手を対象に検討した。ADP での測定では、身体組成の算出に用いる身体体積 (BV) を肺容量 ( $V_{TG}$ ) で補正する。通常、 $V_{TG}$  は変化しないと考えられており、測定時間を短縮したいときや実測できないときは推定値 (推定  $V_{TG}$ ) を用いる。本研究の結果、 $V_{TG}$  の実測値 (実測  $V_{TG}$ ) は急速減量によって増加し、急速増量によって元の値に戻ることが観察された。さらに、急速減量時と急速増量時の体脂肪量 (FM) の変化は、推定  $V_{TG}$  値を用いると実測  $V_{TG}$  値を用いたときより過大に評価された。以上の結果から、急速減量や急速増量したときの身体組成の変化を ADP で評価する際には、 $V_{TG}$  を実測して測定することが望ましいと結論づけた。

研究課題 2 は、①エネルギー消費量とエネルギー摂取量の差から急速減量時のエネルギー負債量を明らかにすること②身体組成測定法の標準法とされている 4 成分 (4C) モデルと、一般的に用いられている方法も含めたその他の身体組成測定法で得られるエネルギー負債量を比較し、身体測定法の妥当性を検証することを目的とした。53 時間以内に 6.4% (4.7kg) の減量を行なった男子レスリング選手を対象とした。その結果、真の値に近いと考えられるエネルギー消費量とエネルギー摂取量から算出した急速減量時の体重減少量 1 kg あたりのエネルギー負債量は 1,507 kcal で、一般的に用いられている 7,400～7,700 kcal よりも低値だった。そして、4C モデルや 3 成分 (3C) モデルのように身体組成の推定に体水分量 (TBW) が考慮されている方法の他に、二重エネルギー X 線吸収法 (DXA) と安定同位体希釈法 (SID) では、エネルギー消費量とエネルギー摂取量の差から算出したエネルギー負債量と近似した値が得られたが、ADP や生体電気インピーダンス法 (BIA) ではエネルギー負債量は過大評価された。

以上のことから、体重階級制競技選手の急速減量時のエネルギー負債量は、これまで減量指導で用いられてきた 7,400～7,700kcal よりも低値であると結論づけた。そして、①急速減量時の身体組成を ADP で評価する際には、 $V_{TG}$  は推定値ではなく実測値を用いることが望ましいこと②急速減量時の身体組成の変化やエネルギー負債量は、TBW を考慮した身体組成の 4C モデルまたは 3C モデル、および DXA、SID を用いることで正確に測定できるが、ADP と BIA を用いると体脂肪の変化量を過大評価し、エネルギー負債量も正確には評価できないとした。

## 2. 論文審査の要旨

論文審査の結果、参考にした数値や知見の出典や根拠に関する表記法に改定が必要な部分があったが、論文として問題となるようなことは認められなかったので「合格」とした。

### (最終試験)

本論文および関連することがらについて口述試験をおこなった結果、博士後期課程の学位授与の方針である、研究者として自立して活動し、また高度な専門業務に従事するために必要な能力とその基盤となる学識を身につけていると認められたので「合格」とした。