

## 論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名:石黒 憲子

近年、骨格筋量の推定法として注目されている生体電気インピーダンス(BI)法は、BI 測定値(インピーダンス)の取得方法により、身体を一つの円柱と仮定する全身 BI 法と、いくつかの円柱の集合体と仮定するセグメント別 BI 法の 2 つに大別される。そのなかで、全身骨格筋量を測定の対象とした場合、全身 BI 法では、全身骨格筋量の大きさに依存した系統的な推定誤差がもたらされる(Janssen et al. 2000)。一方、セグメント別 BI 法は、インピーダンスの測定原理上、身体各セグメントにおける骨格筋の分布状態を取得するインピーダンスに反映しやすいことから、全身 BI 法よりも高い精度で全身骨格筋量の推定が可能であると予想される。しかしながら、その真偽については確認されていない。また、作成した推定式を骨格筋の発達が著しい競技者に適用することの妥当性についても明らかではない。本論文「セグメント別生体電気インピーダンス法による全身骨格筋体積の推定: Predicting whole body skeletal muscle volume from segmental bioelectrical impedance analysis」は、セグメント別 BI 法による全身骨格筋体積推定の妥当性を明らかにすることを目的として行われた研究の成果をまとめたものである。その内容は、1) 除脂肪体重(LBM)推定における全身 BI 法との比較(研究 )、2) セグメント別 BI 法の応用による体幹骨格筋体積推定の妥当性(研究 )、および 3) 全身骨格筋体積推定の妥当性(研究 )に関する 3 つの研究結果から構成されている。本論文は、非競技者から骨格筋の発達が著しい競技者までを含む被検者集団を対象に、セグメント別 BI 法により全身骨格筋体積を推定することの妥当性を明らかにしたものであり、その主な内容は以下のようにまとめられる。

【研究 】除脂肪体重(LBM)推定における全身 BI 法とセグメント別 BI 法の比較

インピーダンス取得法の違いが推定精度に及ぼす影響

BI 法により LBM を推定することの妥当性は、多くの先行研究において検証されてきた。本論文の研究 は、インピーダンス取得法の違いが推定精度に及ぼす影響に関する検討結果に基づき、全身骨格筋体積の推定に適した電極配置を明らかにすることを目的として行われた。測定対象は競技者 125 名を含む健康男性 200 名であり、空気置換法による LBM の測定値が基準値として採用された。BI 法として、全身 BI 法(右手首～右足首間のインピーダンスを取得)、遠位 BI 法(左・右の上肢、下肢および体幹のインピーダンスを取得)、および近位 BI 法(左・右の上腕、大腿および体幹のインピーダンスを取得)が採用された。その結果、LBM の推定値の標準誤差(SEE)には 3 つの BI 法間で差が認められなかった。しかしながら、全身 BI 法および遠位 BI 法においては LBM の大きさに依存した系統誤差が認められた。一方、左・右上腕、左・右大腿、および体幹から Z を取得する近位 BI 法により作成した推定式は、妥当性および交差妥当性が確認されたが、体幹部より取得したインピーダンスが誤差要因になる可能性が示唆された。

【研究 】セグメント別 BI 法の応用による体幹骨格筋体積の推定

研究 において、全身骨格筋体積の推定を行うためには、左・右上腕、左・右大腿および体幹から Z を取得する近位 BI 法が適しているものの、体幹のインピーダンスの取得法については改善が必要であることが明らかとなった。そこで本論文の研究 では、体幹部の骨格筋体積の推定を目的として、セグメント別 BI 法を応用した電極配置を考案し、その妥当性が検討された。インピーダンス取得のための電極配置は体幹における骨格筋の分布に基づき決定された。また、本研究で考案された電極配置は、体幹における電位分布の検討から、体幹の左・右上部、中部、および左・右下部より合計 5 つのインピーダンスをそれぞれ個別に取得でき、骨格筋およびその他の組織の体積分布を取得するインピーダンスに反映できることが示された。そこで、競技選手を含む 28 名の成人男性を対象とした分析結果に基づき、magnetic resonance imaging(MRI)により測定した体幹骨格筋体積を基準値として推定式を作成したところ、本研究で考案した電極配置による BI 法は、体幹骨格筋体積を SEE 8.5%の精度で系統誤差なく推定でき、作成した推定式は骨格筋の発達が顕著である競技選手への適用も可能であることが示された。

【研究 】セグメント別 BI 法の応用による全身骨格筋体積の推定

本論文の研究 では、競技者を含む成人男性 28 名を対象に、研究 I および研究 において妥当性と交差妥当性が確認されたセグメント別 BI 法を用いて全身骨格筋体積を推定することの妥当性が検討された。その結果、MRI 法により測定された全身骨格筋体積を基準値として、左・右上腕、左・右大腿および体幹の左・右上部、中部、左・右下部より取得したインピーダンスを用いる推定式が得られ、全身骨格筋体積を SEE 6.6%の精度で系統誤差なく推定でき、推定式の交差妥当性も確認された。

セグメント別 BI 法の活用は、これまでのところ四肢骨格筋量の推定に限られていた。それに対し、石黒憲子氏の論文は、セグメント別 BI 法が体幹および全身骨格筋体積の推定にも利用可能であることを初めて示したものである。さらに、作成した推定式を骨格筋の発達が顕著な競技者に対しても適用できることを明確にしたものであり、身体運動科学の分野における意義は非常に大きい。したがって、本審査委員会は博士(学術)の学位を授与するにふさわしいものと認定する。