

【助成 40-41】

生体電気インピーダンス法を用いて骨格筋の量と質を評価するための電気的パラメータの検討

代表研究者 筑波大学体育系 助教 下山 寛之

共同研究者 筑波大学体育系/日本学術振興会 特別研究員(PD) 近藤 衣美

共同研究者 筑波大学体育系/日本学術振興会 特別研究員(PD) 内沢 彰子

〔研究の概要〕

本研究では生体電気インピーダンス法を用いて得られる電気的パラメータを用いて、骨格筋の「量」と「質」の視点に着目し、次の3つの研究を行った。まず、①アスリートの骨格筋量評価の研究において、安定同位体を基準とした、筋量推定の有用性を示した。次に、②糖代謝評価に関する研究において、相撲選手を対象に、位相角(PhA)は相撲選手の血糖状態を評価するための潜在的なバイオマーカーとして利用可能である可能性を示した。さらに、③女性を対象に生体電気インピーダンスベクトル解析を行い、筋の質を評価し、アスリート集団の特異性の分布を示した。これらの研究から、生体電気インピーダンス法が骨格筋量やその質の評価に有用であり、特定の集団における健康評価やバイオマーカーとしてのさらなる可能性を見出した研究となった。

〔研究経過および成果〕

骨格筋の減少と栄養不良は、罹患率の増加、入院期間の延長、機能的能力の低下、多額の医療費、死亡率の増加など複数の有害な結果をもたらす。近年、生体電気インピーダンスから得られるレジスタンス(R)、リアクタンス(Xc)、インピーダンス(Z)、位相角(PhA)など電気的パラメーターがヒトの骨格筋の量と質、さらには栄養状態の代替バイオマーカーとして応用されることへの関心が高まっている。そこで、本研究は生体電気インピーダンス法を用いて得られる電気的パラメータを用いて、特に骨格筋の「量」と「質」の視点に着目し、次の3つの研究を行った。

発表論文1では、アスリートを含む活動的な若者の全身骨格筋量を、重水素標識クレアチン希釈法を基準として、単一周波数、多周波数生体電気インピーダンス、生体電気インピーダンス分光で得られる各インピーダンス指標との関連を分析した。その結果、筋量は、身長²をそれぞれのレジスタンス値

(R)で除した、単一周波数生体電気インピーダンス(L^2/R_5 および L^2/R_{50})、多周波数生体電気インピーダンス(L^2/R_{250-5})、および生体電気インピーダンス分光(L^2/R_{ICW})といずれも有意な相関関係を示した(図1)。また、筋量とそれぞれの指標との相関係数(r)の関係性の強さは、単一周波数生体電気インピーダンス(L^2/R_{50})、多周波数生体電気インピーダンス

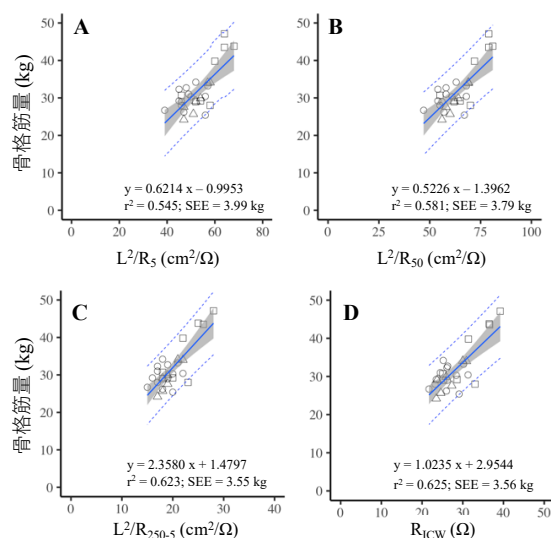


図1 筋量と生体電気インピーダンス指標との相関関係
筋量と L^2/R_5 (図A)、 L^2/R_{50} (図B)、 L^2/R_{250-5} (図C)

(L^2/R_{250-5})、および生体電気インピーダンス分光(L^2/R_{ICW})と違いが見られず、いずれの電気的パラメータからの筋量推定でも同程度の精度で評価が可能であることが示された。したがって、生体電気インピーダンス法による L^2/R_{50} 、 L^2/R_{250-5} 、 L^2/R_{ICW} を用い、一般的な成人とは骨格筋質の異なるアスリートにおいても、筋量を適切に推定できることが実証された。

発表論文 2 の研究では、相撲選手を対象に生体電気インピーダンスを用いて位相角 (PhA) および様々なバイオマーカーとの関連を検証した。二変量回帰分析では、年齢と体重で調整した HbA1c は PhA との間に負の関係が見られた (図 2)。この結果に基づき、PhA は相撲選手の血糖を評価するための潜在的なバイオマーカーとして利用可能である可能性が示唆された (図 2)。

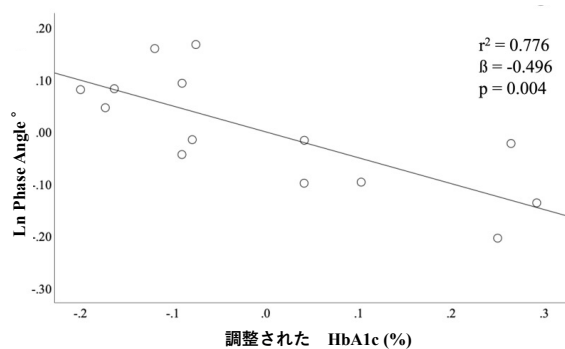


図2 電気的位相角 (Phase Angle) とヘモグロビンA1cの相関関係

発表論文 3 の研究では、女性を対象として筋細胞の質を評価する実験を行った。図 3 に示す生体電気インピーダンスベクトル解析を行ったところ、女性ランナーの月経の有無によるベクトルの違いは見られなかったが、女性ランナーは座位中心の生活を送る集団 (緑点) よりもベクトルが左上に集まる傾向が見られたことから、筋細胞量などの質を反映している可能性が垣間見えた。今後、122名の生体電気インピーダンスデータを取得してい

ることからさらに筋発揮能力や有酸素性能力との関連を検証する予定である。

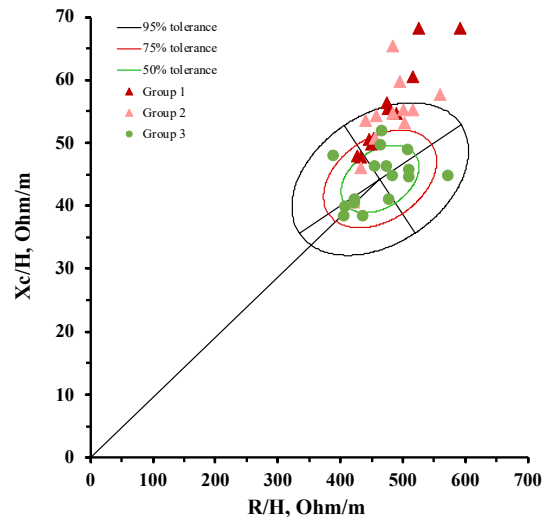


図3 生体電気インピーダンスベクトル解析
レジスタンス (X軸) とリアクタンス (Y軸) の電気的パラメータから得られるベクトル解析

[発表論文]

1. Sagayama H, *et al.*, “Comparison of bioelectrical impedance indices for skeletal muscle mass and intracellular water measurements of physically active young men and athletes” *Journal of Nutrition*. 2023 Sep;153(9):2543-2551.
2. Khatun S, Ogawa M, Uchizawa A, Hoshi D, Tamai S, Momma R, Kondo E, Watanabe K, Sagayama H. “Glycated hemoglobin is independently associated with the bioelectrical impedance phase angle in junior sumo wrestlers” Under Review.
3. Uchizawa A, Kondo E, Khatun S, Sagayama H. “Assessment of menstrual status and muscle quality in female runners using bioelectrical impedance vector analysis” 投稿準備中.