

## 主 論 文 要 旨

論文提出者氏名：山本 雄太郎

専攻分野：生活習慣病プロフェッショナル養成コース

指導教授：曾根 正勝

主論文の題目：

Effects of Resistance Training Using Elastic Bands on Muscle Strength with or Without a Leucine Supplement for 48 Weeks in Elderly Patients with Type 2 Diabetes  
(高齢糖尿病患者の48週間におけるゴムバンドを使用したレジスタンストレーニングとロイシン高配合アミノ酸サプリメント摂取の効果)

共著者：

Yoshio Nagai, Shin Kawanabe, Yoshiaki Hishida, Koji Hiraki, Masakatsu Sone, Yasushi Tanaka

緒言

サルコペニアは加齢による筋力と筋肉量の低下と定義され、死亡率増加とも関連する。2型糖尿病はサルコペニアのリスク上昇と関連し、高齢糖尿病患者では非糖尿病高齢者に比して四肢筋力や筋肉量が低下しやすい。レジスタンス運動は糖尿病患者において筋力や筋肉量増加による身体機能の維持・改善に有効と考えられる。しかし、多くの研究はジム等の施設利用が必須であり、かつ短期間の検討にとどまるものであった。高齢糖尿病患者が在宅で長期に継続可能な運動療法を確立することが望まれる。そこで我々は、ゴムバンドによるレジスタンス運動に注目した。ゴムバンドは健常者でマシントレーニングと同様の効果を得られている。

また、ロイシンを含む必須アミノ酸サプリメントには筋合成を促進するという報告がある。レジスタンス運動との併用により高齢非糖尿病日本人女性においてサルコペニア予防に有効であることが示されているが、糖尿病患者で同様の検討はない。

本研究では、ゴムバンドによるレジスタンス運動により高齢糖尿病患者の筋力および筋肉量が増加するか、さらにロイシン高配合サプリメント併用により相加効果を認めるかについて検討した。

## 方法・対象

本研究は、単施設無作為化非盲検 3 群間試験である。対象患者は当院外来通院中で、70-79 歳の 2 型糖尿病患者 60 例とした。コントロール (C) 群、ゴムバンド (セラバンド®、(株)D&M) による 6 種類の運動を連日行うレジスタンス運動 (R) 群、レジスタンス運動に加えて 6 g/日のロイシン高配合アミノ酸サプリメント (アミノエール®、(株)AJINOMOTO) 摂取 (RL) 群とし、48 週間観察した。介入前後で、体重、ダイナモメーター ( $\mu$ TasMF-01®、(株)ANIMA) による膝伸展筋力、二重エネルギー X 線吸収測定法による筋肉量、身体機能として歩行速度と握力、Mini Mental State Examination (MMSE) による認知機能を測定した。主要評価項目は、膝伸展筋力の変化量の群間差とし、平均値と標準偏差および 95%信頼区間で示した。副次評価項目は握力、歩行速度、BMI、筋肉量、MMSE、HbA1c の変化量の群間差を平均値と標準偏差および 95%信頼区間で示した。また、事後解析として、レジスタンス運動とロイシン高配合アミノ酸サプリメントの効果を検証する目的に、C 群と R+RL 群、C+R 群と RL 群の 2 群間で同様に検討した。サンプルサイズは、先行研究から統計学的な推定値にそれぞれ数例の脱落を見越し、各群 20 例ずつの合計 60 例とした。主要評価項目である膝伸展筋力の変化量の群間差は one-way analysis of variance (ANOVA) を用いて検定を行い、 $p$  値を算出した。事後分析として、両側  $t$  検定を行い、 $p$  値を算出した。本研究は、聖マ

リアンナ医科大学生命倫理委員会（承認 3752 号）の承認を得て行った。

## 結果

C 群 17 例、R 群 18 例、RL 群 18 例、計 53 例の患者が研究を完了した。平均年齢は  $72.9 \pm 2.4$  歳、平均 BMI は  $23.7 \pm 3.8$  kg/m<sup>2</sup>、平均膝伸展筋力は  $82.5 \pm 23.2$  Nm、平均 MMSE は  $28.7 \pm 1.5$  の集団で 3 群とも均等に割り付けられていた。

48 週間後、各群の膝伸展筋力の変化量は C 群で  $-3.4$  Nm (95% CI  $-10.0, 3.3$ ,  $p=0.348$ )、R 群で  $7.1$  Nm (95% CI  $-1.3, 0.2$ ,  $p=0.127$ ) であった。RL 群では  $6.4$  Nm (95% CI  $1.0, 11.7$ ,  $p=0.036$ ) 有意に上昇したものの、3 群間では有意差はなかった ( $p=0.090$ )。握力、歩行速度の変化量についても 3 群間で有意差はなかった ( $p=0.121$ ,  $p=0.195$ )。

ゴムバンドによるレジスタンス運動の有効性を確認するため、R+RL 群に統合して C 群と比較した事後解析の結果、ゴムバンドによるレジスタンス運動における膝伸展筋力の変化量は  $6.7$  Nm (95% CI  $1.7, 11.7$ ,  $p=0.013$ ) で、C 群に比較して有意に上昇した ( $p=0.028$ )。握力、歩行速度の変化量はそれぞれ  $0.5$  kg (95% CI  $-0.2, 1.2$ ,  $p=0.136$ )、 $0.04$  m/s (95% CI  $-0.01, 0.09$ ,  $p=0.082$ ) であり、C 群に比較して上昇する傾向を示した ( $p=0.059$ ,  $p=0.079$ )。また MMSE の変化量は  $-0.1$  (95% CI  $-0.5, 0.3$ ,  $p=0.624$ ) と C 群  $-1.0$  (95% CI  $-1.8, -0.2$ ,  $p=0.030$ ) に比して有意に少なかった ( $p=0.046$ )。

## 考察

ゴムバンドによるレジスタンス運動とロイシン高配合アミノ酸サプリメント摂取の効果は 3 群間で統計学的な有意差を認めなかった。ゴムバンドによる膝伸展筋力の増加量は、同年代の非糖尿病集団に比して少なく、高齢糖尿病患者では糖尿病自体がトレーニングによる筋力増加効果を弱めたと考えられた。事後解析ではゴムバンドによるレジスタンス

運動が筋肉量の増加と認知機能の維持に有益である可能性が示唆された。ジムやマシンを使用しない運動も糖尿病患者において筋力の維持・増強をもたらす可能性がある。

一方、ロイシン高配合アミノ酸サプリメントの効果は明らかでなかった。本研究では販売元推奨量である 6 g/日のサプリメント摂取を行ったが、糖尿病患者において筋力や身体機能を改善させるには十分でなかった可能性が考えられた。

本研究の限界は、サンプルサイズが小さい点、運動群のバイアスを否定できない点、運動指導が試験開始前のみであった点、栄養評価と活動量の評価していない点である。一方、研究期間に新型コロナウイルスによる社会情勢の変化が起こったにも関わらず、パンデミック後の脱落例はおらず、ゴムバンドを用いた家庭で簡便に可能な長期間のレジスタンストレーニングの効果を見出すことができた。

## 結論

高齢 2 型糖尿病患者におけるレジスタンス運動とロイシン高配合アミノ酸サプリメント摂取の効果は 3 群間で統計学的な有意差を認めなかった。しかし事後解析の結果からゴムバンドによるレジスタンス運動は、筋力増加と認知機能の維持に有効である可能性が示唆された。