

α アクチニン3タンパク質発現量が ヒト骨格筋パフォーマンスに及ぼす影響

順天堂大学大学院 中村 智 洋
(共同研究者) 同 佐久間 和 彦
同 内 藤 久 士

Effects of α -actinin-3 Protein Expression Levels on Human Skeletal Muscle Performance

by

Tomohiro Nakamura, Kazuhiko Sakuma,
Hisashi Naito
*Graduate School of Health and Sports Science,
Juntendo University*

ABSTRACT

A functional polymorphism at the α -actinin-3 (ACTN3) gene includes RR, RX and XX. α -actinin-3 protein is encoded only by RR and RX, with its expression being associated with higher muscle power and strength. However, whether or not the level of α -actinin-3 protein expression determines human performance has not been clarified. The aim of this study was to examine the effect of α -actinin-3 protein expression levels on muscle strength of the knee extensors. Twenty two college level male sprinters (20.7 ± 1.6 y-o, 173.1 ± 5.4 cm, 68.1 ± 5.2 kg) participated in this study. They were genotyped for ACTN3 R577X using real-time polymerase chain reaction method. Subjects performed isometric and isokinetic knee extensions on a dynamometer to evaluate maximum strength at various speeds. After a week, muscle biopsies were obtained from the vastus lateralis muscle to evaluate the level of α -actinin-3 and -2

protein expression and to determine the muscle fiber composition. The level of α -actinin-3 protein expression was significantly higher in RR than RX subjects. However, no significant differences were found in knee extensor strength at any given speed, and in 100m personal best record among ACTN3 genotypes. The level of α -actinin-3 protein expression differed among ACTN3 genotypes, however this difference did not affect muscle strength of the knee extensors in college level male sprinters.

要 旨

本研究は、ヒト骨格筋における α アクチニン 3 タンパク質発現量の違いが筋力発揮特性に及ぼす影響について検討することであった。大学生男性短距離走者 22 名が本研究に参加し、 α アクチニン (ACTN) 3 遺伝子多型が同定された。その後、膝伸展動作での等尺性および等速性筋力の測定を行った。また、筋力測定の 1 週間後に 15 名の被験者に対して筋生検を行い、得られた筋サンプルから α アクチニン 3 および 2 タンパク質発現量および筋線維組成を評価した。 α アクチニン 3 タンパク質発現量は、RR 型が RX 型と比較し有意に高い値を示した。しかしながら、等尺性および等速性膝伸展筋力は、ACTN3 遺伝子多型間で有意な差は見られなかった。大学生男性短距離走者において、ACTN3 遺伝子多型の違いは α アクチニン 3 タンパク質発現量に影響を及ぼすが、RR 型と RX 型間の発現量の違いは膝伸展動作での筋力発揮特性に影響を及ぼさないことが示唆された。

緒 言

近年、スポーツパフォーマンスや健康に関する 200 以上の遺伝子多型の存在が明らかになっており²⁾、遺伝子レベルでスポーツパフォーマンスとの関連性が示されるようになってきた。その中でも、骨格筋のサルコメア構造の安定性に関する α アクチニン 3 タンパク質の発現を調節する

遺伝子 (α -actinin-3; ACTN3 遺伝子) が、スプリント・パワー系種目の競技成績と関連することで注目されている^{6,7,14,18,21)}。この遺伝子には R および X アレルの一塩基多型があり、その組み合わせから RR 型、RX 型および XX 型の 3 つの多型が存在する。また、R アレルを有する RR 型および RX 型は、速筋線維にのみ発現する α アクチニン 3 タンパク質を発現することができる^{13,16)}。一方で、XX 型は α アクチニン 3 タンパク質を発現できないため、その機能は全ての筋線維に発現する α アクチニン 2 タンパク質によって補償されている¹⁷⁾。

α アクチニンタンパク質は、骨格筋の Z 膜に位置しアクチン同士を結合する役割を担っていることから¹⁾、筋力発揮と密接に関係すると言われている。これまで実験動物を用いた研究から、 α アクチニン 3 タンパク質を発現する野生型マウスが、それを発現しない欠損型マウスと比較して高い筋力発揮を示すことが明らかにされている¹²⁾。また、ヒトを対象とした場合、上腕屈曲動作における等尺性筋力を測定した結果、RR 型および RX 型の筋力が XX 型と比較し有意に高かったことを示している⁵⁾。したがって、R アレルに特異的な α アクチニン 3 タンパク質の発現が、筋力発揮に有利に働いていると考えられるが、この α アクチニン 3 タンパク質の発現量そのものに着目し、骨格筋におけるその発現量の違いが筋力発揮特性に与える影響は未だ明らかとなっていない。