

コンカレントトレーニングを構成するトレーニングの順序に着目した骨格筋適応 ～パフォーマンス向上に効果的なトレーニング順序とは～

白井隆長、小林怜央、武政徹

筑波大学大学院 人間総合科学研究科 分子筋生理学研究室

【目的】筋肥大・筋力増加を目的としたレジスタンス運動と、酸化代謝能力の向上を目的とした持久性運動を組み合わせる行うトレーニング法をコンカレントトレーニング（以降CT）という。CTが成長ホルモンやテストステロンなど内分泌系へ与える影響は明らかとなっているが、主たる運動器である骨格筋に与える影響や、CTを構成する運動の順序が骨格筋の分子シグナルに与える影響については検討されてこなかった。本研究では侵襲的解析が可能な動物実験モデルを用いて、骨格筋の分子シグナルを指標とし、CTの実施順序の違いによる影響を明らかにすることを目的とし実験を行った。

【方法】実験動物はICR系雄マウスを対象とし、通常飼育するCon (Control) 群、持久性運動を先に行うEE-RE (Endurance Exercise before Resistance Exercise) 群、レジスタンス運動を先に行うRE-EE (Endurance Exercise after Resistance Exercise) 群（各群n=5）を設定した。鍼による電気刺激をレジスタンス運動のモデルとして用い、トレッドミルを用いた走運動を持久性運動として行わせた。各運動終了24時間後にサンプリングを行い、筋肥大・持久性能力に関わるタンパク質のリン酸化量をウェスタンブロットで、遺伝子発現量をRT-PCRで定量解析を行った。

【結果】骨格筋における筋肥大に関連する分子シグナル（Akt, P70S6K, S6など）を解析したところ、RE-EE群において有意な上昇が確認された（ $P < 0.05$ ）また、持久性能力に関連する分子シグナルやその遺伝子発現量（AMPK, PGC-1 α , ミトコンドリア関連遺伝子）を確認したところ、実施順序による違いは確認できなかった。

【考察】米国スポーツ医学会のガイドラインでは、同日中にCTを行うことを推奨しているものの、詳細な運動処方については言及されていない。さらに、CTに関する多くの研究はヒトを対象としており、骨格筋に対する分子レベルでの効果は不明だった。これらの問題に対し、本研究は、動物実験モデルを用いてCTの効果を分子レベルで解析したことで、得られるトレーニング効果が運動順序により異なることを明らかにした。本研究により、両運動を同日中に実施する場合、レジスタンストレーニングを先に行うことが、より効果的な実施順序であることが明らかとなった。実施する運動の順序は筋肥大に関連する分子シグナルには違いをもたらしたが、持久性能力に関連する分子シグナルや遺伝子発現には影響を及ぼさなかった。

【現場への提言】今回の実験において、コンカレントトレーニングの順序により骨格筋への適応が変化することを明らかにした。この結果をもとにトレーニングプロトコルを考案することで、筋力及び持久力のどちらの能力も必要なアスリートに貢献できることが示唆された。本研究は限られた時間で効率よくトレーニングを行い、パフォーマンスを発揮することが求められるアスリートにとって、非常に有意義な知見を提供している。