

システムバイオロジーを用いた大規模臨床介入研究による 健康リスク予測指標の開発

— 下肢高強度インターバルトレーニングが上・下肢の最大酸素摂取量に与える影響 —

Development of Health Risk Prediction Indicators through Large-Scale Clinical
Intervention Studies Using Systems Biology— Effects of Lower Limb High-Intensity
Interval Training on Maximum Oxygen Uptake in Both Upper and Lower Limbs —

宮本 忠吉 (Miyamoto Tadayoshi)

【背景および目的】

最大酸素摂取量 (VO_2max) は、個人の有酸素運動能力を示す主要な指標であり、最大心拍出量と動静脈酸素格差の積によって決定される。 VO_2max は運動パフォーマンスに直結し、トレーニングを積んだアスリートでは高く、心疾患患者では低い値を示す。これまでの研究で、上肢の VO_2max は下肢の 70%程度であり、これは主に最大心拍出量の差に起因するとされるが、上肢トレーニングを重視するアスリートでは上肢の VO_2max が下肢に匹敵することもある。本研究の目的は、下肢の高強度インターバルトレーニング (HIIT) が下肢だけでなく上肢の VO_2max にもどのように影響を与えるかを詳細に検討し、全身の心肺機能向上のメカニズムを解明することであった。

【方法】

被験者は、体育会スキー部に所属する 9 名（平均年齢 21 歳、男性 7 名、女性 2 名）で、トレーニング前後での身体的変化は見られなかった。トレーニング前に自転車エルゴメータを使用し、上肢および下肢の VO_2max を測定した。その後、週 1 回、8 週間にわたり下肢 HIIT を行った。トレーニングは最大負荷量の 80%の強度で行い、終了後に再度 VO_2max を測定した。

【結果】

8 週間の HIIT 後、下肢および上肢の両方で VO_2max が有意に向上した。下肢の VO_2max は 24%増加し、上肢は 28%の増加を示した。さらに、トレーニングの最大運動持続時間は約 2 倍に延長され、最大到達負荷量も上下肢ともに有意な増加を示した。一方で、下肢と上肢の酸素摂取量の比率には大きな変化は見られなかった。

【考察】

本研究により、下肢に対する HIIT が下肢のみならず上肢の VO_2max にも顕著な効果をもたらすことが確認された。最大心拍出量の増加が上肢および下肢の酸素供給能力の向上に寄与したと考えられ、この結果は Secher & Volianitis (2006) の理論と一致する。

また、HIIT による交感神経活動の変化や動脈圧受容器反射の適応が、全身の血流調整および酸素供給に影響を与えた可能性がある。これらの結果は、HIIT が全身の心血管機能に広範な適応をもたらすことを強く示唆するものである。

【結論】

下肢に特化した HIIT は、局所的な筋適応に留まらず、全身の心肺機能に広範な影響を与えることが確認された。この知見は、アスリートのトレーニングのみならず、心疾患患者や高齢者のリハビリテーションにも応用可能な重要な示唆を提供する。本研究の結果は、HIIT が適切に設計されることで全身の生理学的適応を促進する可能性を示しており、さらなる長期的な効果の検証と、異なる集団での研究が求められる。