

# 組織酸素レベルと筋線維動員パターンから見た 血流制限と筋収縮活動の関連性

電気通信大学 狩野 豊  
(共同研究者) 同 水戸 和幸

## The Relationship Between a Muscle Fiber Recruitment Pattern and a Tissue Oxygenation Level on Isometric Contractions with Vascular Occlusion

by

Yutaka Kano

*Department of Applied Physics and Chemistry,  
University of Electro-Communications*

Kazuyuki Mito

*Department of Systems Engineering,  
University of Electro-Communications*

### ABSTRACT

This study examined how muscle ischemia influence tissue oxygen kinetics and a recruitment pattern of muscle fiber in the same intramuscular distal and proximal part of *vastus lateralis*. We measured changes in near-infrared spectroscopy (NIRS) and in surface EMG during knee extension movement at 10, 30 and 50%MVC in cuff ischemia and non-cuff ischemia conditions. Four adult male subjects were examined. Deoxygenation during knee extension was higher in distal part than in proximal part at 10%MVC with and without cuff ischemia. Cuff ischemia during muscle contraction influences tissue oxygen kinetics, but a recruitment pattern of muscle fiber is not necessarily influenced.

## 要 旨

本研究は、同一筋内の遠位部と近位部において、酸素レベルと筋線維の動員パターンがカフ阻血による外的な血流制限によってどのように変化するかを明らかにすることを目的とした。成人男性4名を対象として、10%、30%、50%MVCの膝伸展運動中の表面筋電図および組織酸素動態を外側広筋の遠位部と近位部で調べ、大腿部のカフ阻血条件と非カフ阻血条件で比較した。その結果、カフ阻血運動および非カフ阻血運動において、外側広筋の遠位部は近位部に比べ血液供給能力の制限を受けやすいことが低強度条件下（10%MVC）で明らかになった。また、筋収縮中のカフ阻血は、組織酸素動態に影響するものの、筋線維の動員パターンには必ずしも影響しないことが示された。

## 緒 言

近年、加圧トレーニングとよばれる血流制限下の筋収縮負荷が筋力トレーニングの有効な方法として注目されている<sup>1, 3, 5, 8)</sup>。これまでの研究では、低酸素と筋収縮によるメカニカルなストレスの組み合わせがIGF-Iなどの細胞成長因子の発現を高め<sup>12, 13)</sup>、骨格筋成長の抑制的調節因子であるミオスタチンの発現を低下させる<sup>6)</sup>ことが明らかとなっている。このような運動負荷方法はスポーツ選手のトレーニングのみならず、高齢者や廃用性筋萎縮をともなう患者におけるリハビリテーションとしてもその応用が期待されている。

本研究は血流制限下の筋収縮における生理学的な特性を明らかにするために、同一筋内での筋線維の動員パターンと組織酸素レベルの関連性に着目した。これまで同一筋内において、筋収縮中の血流分布や酸素消費などに不均一性があることが指摘されている<sup>11)</sup>。また、筋酸素消費動態は運動単位の動員パターンと連動することが報告されている<sup>4, 9)</sup>。したがって、筋収縮活動中の血流分

布や酸素消費不均一性は筋線維の動員パターンが関連していると考えられる。加圧トレーニングのような血流制限下の運動を実施した場合、組織酸素分布が通常とは異なるため、それに起因して筋線維の動員パターンも変化することが予想される。しかしながら、同一筋内の酸素レベルと筋線維の動員パターンが血流制限によってどのように変動するかについては明らかにされていない。

そこで本研究は、同一筋内の遠位部と近位部において、酸素レベルと筋線維の動員パターンがカフ阻血による外的な血流制限によってどのように変化するかを明らかにすることを目的とした。本研究の仮説は以下の通りである。非カフ阻血運動では、同一筋内において遠位部は近位部に比べて血管抵抗が高いため、血液供給能力の制限を受けやすく、一定張力発揮時の筋線維の動員パターンに部位差が生じる。しかしながら、カフ阻血時の運動では、血液供給の不均一性は生じないため、部位による筋線維動員パターンの違いは消失する。