学位論文の審査結果の要旨

局所筋疲労は、筋組織内の構造・エネルギー産生の変化、神経系における活動のレベル・効率性など、様々な要因によって影響を受ける複雑な現象である。そのため筋疲労はしばしば神経筋疲労とも呼ばれ、疲労誘起の原因部位によって、1）中枢性疲労、2）末梢性疲労の 2 つに大別される。このような局所筋疲労の発生は、アスリートにとっては日常的であり問題となることが多い。スポーツに関連した筋骨格系障害の一要因として筋疲労からの回復不足が挙げられていることから、局所筋疲労からの適切なリカバリーは障害発生の予防、またパフォーマンス向上において重要な因子と考えられる。

本研究は、常圧高酸素環境下でのリカバリーが局所筋疲労からの回復にもたらす影響と、その筋疲労回復における機序を明らかにすることを目的としている。また、中枢性疲労を誘起する精神的タスクを課し、そのタスクにおける筋疲労への影響も検討している。

第 1 章では、研究の背景、先行研究の調査、本研究の目的などを詳細に述べている。
第 2 章では、常圧高酸素環境（酸素濃度；３０％）によるリカバリー効果～局所筋疲労における末梢性要因～を、無酸素運動（最大筋出力の７０％で完全に運動ができなくなるまで等尺性筋収縮を行う）に対して行い、その有効性が確認された。特に、無酸素運動後の適切なリカバリー手段として、30 分間にわたる常圧高酸素環境下での曝露が推奨された。これは、嫌気性代謝により生じたアシドーシスを、酸素付加により改善したためであることを明らかにした。これによりアスリートは局所筋疲労の影響なく、元の筋発揮力まで回復することが可能となるが示唆された。

第 3 章では、常圧高酸素環境によるインターバルによる局所筋疲労における中枢性・末梢性要因を検討した。15 分間の常圧高酸素環境への暴露を 2 回繰り返すことで、インターバル運動後の疲労回復に有効であり、常酸素環境と比較した場合、最大随意筋収縮における回復率は約 14%にまで上昇することが確認された。これは、酸素負債により誘起されるアシドーシスを高酸素環境で改善したことにより、中枢神経系の筋肉への指令が活発となり、結果として筋発揮力が増加したことを明らかにした。

第 4 章では、精神的タスクによる局所筋疲労への影響を明らかにすることを目的とし、20 分間にわたる加算問題が大脳皮質の興奮性を高め、結果として下肢筋における局所筋疲労の増加に至ることを明らかにした。この原因として、精神的タスクが、筋収縮の際に活動する前頭前野に影響を及ぼしたことが考察される。本研究結果は、精神的かつ身体的負荷の大きいスポーツ分野での応用が可能と考えられる。

第 5 章では、上記結果を総合的に考察し、局所筋疲労は中枢性・末梢性因子等の様々な要因を含み、その機序は非常に複雑であることを科学的に明らかにした。
スポーツ関連の障害発生率が低下しない原因の一つに、この複雑さが関与していると考えられ、特に局所筋疲労からの回復機序を明確にし、身体的・精神的回復促進のための新たなエビデンスを構築することは、今後スポーツ分野、またスポーツ科学分野における重要な課題である。本研究の結果から、身体が酸素を必要としている状態（例えば、有酸素運動中や、無酸素運動後の酸素負債状態）では、高酸素療法が効果的であることが示された。すなわち、高酸素療法の適応には、“運動の種類”とその実施の“タイミング”が重要であり、これらは今後、高酸素療法の使用や研究を考慮する上で重要な指標となるであろう。

上記のような理由により、本論文は博士（学術）論文として充分価値あるものと認める。

公　表　主　要　論　文　名

● Yuka Yokoi, Ryuya Yanagihashi, Katsuyuki Morishita, Masaaki Hanaoka, Takayuki Fujiwara, Koji Abe. Influences of Psychological Task on Local Muscle Fatigue in Quadriceps Femoris. *Journal of Applied Bio-metrology*, Vo.4, pp15-24, 2013

● Yuka Yokoi, Ryuya Yanagihashi, Katsuyuki Morishita, Takayuki Fujiwara, Koji Abe. Effects of Exposure to Normobaric Hyperoxia on Recovery of Local Muscle Fatigue in Quadriceps Femoris among Young People. *The Journal of Physical Therapy Science*, [In press: will be appeared in the Vol. 26, No.3, March 2014]

●Yuka Yokoi, Ryuya Yanagihashi, Katsuyuki Morishita, Noboru Goto, Takayuki Fujiwara, Koji Abe. Recovery Effects of Exposure to Normobaric Hyperoxia on Central and/or Peripheral Factors in Muscle Fatigue. *Journal of Japan Academy of Health Sciences* [Accepted on 16th Dec. 2013]