

49. Relationship between muscle oxygenation and fatigue during incremental exercise using near infrared spectroscopy (NIRS)

S.Kuno (Department of Life Sciences, University of Tokyo)

The purpose of this study was to use near infrared spectroscopy (NIRS) in determining the level of muscle oxygenation at lactate threshold (LT) and maximal exercise and assess its relationship with fatigue. The subjects were 14 male adults (X age=25±2.2 yrs): 7 competitive sprinters and 7 marathoners. NIRS probes were placed at two positions on the vastus lateralis (VL), one distally (DVL) and one in the middle (MVL). Baseline 100% deoxygenation (ischemia) was established by thigh occlusion 30 min prior to exercise. The exercise protocol consisted of cycle ergometry beginning with a workrate of 50 Watts with 30 Watt increases every 2 min until 10 min, at which point workrate increased 25 Watts each min until volitional exhaustion. LT was defined as 4 mM/L and established during the exercise bout via samples drawn from an indwelling catheter. Deoxygenation was significantly greater in MVL compared with the DVL (47.8±11.4% and 19.3±4.8% respectively) at exhaustion. These levels of de-oxygenation at each position were 1.5-2.0 times greater than those observed at LT (p<0.01) (11.1±5.6% - DVL, 24.0±8.7 - MVL). These results suggest that more fibers are mobilized during cycle ergometry at the middle versus the distal region of the vastus lateralis and that a considerable amount of oxygen remains in the muscle at the point of volitional fatigue. Moreover, in comparing % deoxygenation among the sprinters and marathoners, the marathoners exhibited the greatest change between rest and exhaustion (63.2±3.3% marathoners and 35.1±2.8% sprinter). Therefore, we suggest that the type of exercise training and/or muscle fiber composition affects the availability of O₂ during exercise and that availability can be assessed non-invasively using NIRS.

NIRS, oxygenation, muscle

50. 非侵襲的な方法による筋・酸素代謝に関する研究

2. 近赤外分光法による疲労困憊時の酸素動態と筋線維組成、毛細血管密度、酸化系酵素活性との関係

○菅 洋子¹, 久野謙也², 高橋英幸¹, 秋間 広¹, 稲木光晴³, 福永哲夫², 中瀬雄三⁴, 勝田 茂³
【筑波大学大学院, 2東京大学大学院生命環境科学系, 3筑波大学体育科学系, 4オムロン(株)】

【目的】

持久的能力に優れたランナーは一般人やスプリンターに比べ自転車エルゴメーター運動中の脱酸素化の程度が大きいことが示された (Kuno et al. Med Sci Sports Exerc 27:S80,1995). このような運動中の酸素動態の違いがなぜ生じるのかについては現在までのところ明らかになっていない。また、スプリンターと持久的能力に優れたランナーとの筋特性の違いとして筋線維組成や毛細血管密度などの筋線維特性の違いが考えられ、これらの違いが運動中の脱酸素化の程度の大きさに影響を及ぼしている可能性が考えられる。そこで本研究は疲労困憊時の muscle oxygenation に影響を与える要因を明らかにするために、近赤外分光法 (NIRS) による疲労困憊時の muscle oxygenation と組織化学的および生化学的筋線維特性との関連性について検討した。

【方法】

被検者には男性11名と女性3名 (年齢23.8±1.8歳, 身長169.4±6.9cm, 体重63.3±8.1kg) を用い、全被検者に対して自転車エルゴメータによる負荷漸増運動中の外側広筋の酸素動態の測定および12名に対し筋生検を行った。

NIRS測定: NIRSプローブは外側広筋部に装着し、測定は自転車エルゴメータによる負荷漸増運動中連続的に行った。負荷は2分毎に30wattずつ増加させ、運動はオールアウトまで行った。運動中にはNIRSによる測定のほかに呼気ガスの採集および血中乳酸の測定も行い、最大酸素摂取量と血中乳酸ピーク値を求めた。なお、NIRSによる酸素動態の評価は、漸増運動の前に約20分間の ischemia テスト (250mmHg) を行い、安静時から deoxy-Hb+Mb の増大が定常状態になった地点を 100% oxygen capacity としてあらわした。

筋線維特性: 筋生検は外側広筋より行い、筋線維占有率 (%area type I, IIA, IIB), 毛細血管密度, CFratio, 酸化系酵素活性 (CS) について分析を行った。

【結果と考察】

筋線維占有率との関係: 本研究ではNIRSによる疲労困憊時の muscle oxygenation (%deoxygenation) と筋線維占有率との間に有意な相関関係はみられなかった。

毛細血管密度, CF ratio との関係: 疲労困憊時の muscle oxygenation と毛細血管密度, CF ratio との間に有意な相関関係はみられなかった。

酸化系酵素活性 との関係: 疲労困憊時の muscle oxygenation と酸化系酵素活性値 (CS) との間に有意な相関関係はみられなかった。

また、VO₂max, 血中乳酸ピーク値との間にも有意な相関関係はみられなかった。

本研究において疲労困憊時の muscle oxygenation と筋線維占有率, 毛細血管密度, 酸化系酵素活性との間に関連性を見いだすことはできなかった。しかし、被検者の筋線維組成が速筋方向に偏っていたことや、高い %deoxygenation 値が得られなかったことなど、被検者の選択において問題点があったと考えられる。遅筋線維の割合が高い被検者においてどのような結果を示すか、また、速筋線維の割合が高い被検者において高い %deoxygenation 値が得られるかどうかということなどが今後の課題である。

NIRS oxygenation muscle