

氏名(本籍)	まえ むら ひろ ひこ 前 村 公 彦 (鹿児島県)
学位の種類	博 士 (体育科学)
学位記番号	博 甲 第 3610 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	体育科学研究科
学位論文題目	短時間高強度運動における過剰 CO <sub>2</sub> 排出量の定量化の妥当性および有用性に関する研究
主 査	筑波大学教授 医学博士 高 松 薫
副 査	筑波大学助教授 博士 (体育科学) 尾 縣 貢
副 査	筑波大学助教授 医学博士 征 矢 英 昭
副 査	筑波大学教授 医学博士 宮 本 信 也

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

### 1. 研究目的

短時間高強度運動による乳酸蓄積に伴う筋 pH の低下は、筋疲労をもたらす主要な要因の一つである。そのために、pH の低下を抑制する作用である重炭酸緩衝作用は、短時間高強度運動のパフォーマンスを左右する重要な要因になると考えられる。本論文では、運動時の pH 調節に重要な役割を担っている重炭酸緩衝作用の指標として、短時間高強度運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量 (CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex.) に着目し、その定量化の妥当性および有用性について検討することを目的とした。

### 2. 研究課題

本研究では、上述の目的を達成するために、以下に示す 4 つの研究課題を設定した。

- 研究課題 1 短時間高強度運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量の定量化の妥当性の検討
- 研究課題 2 短時間高強度運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量に影響する要因
- 研究課題 3 短時間高強度運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量と運動パフォーマンスとの関係
- 研究課題 4 スプリントトレーニングが短時間高強度運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量に及ぼす影響

### 3. 研究結果

#### (1) 短時間高強度運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量の定量化の妥当性の検討 (研究課題 1)

陸上競技の短距離選手 7 名を対象として、40 秒間全力ペダリング運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量 (CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex.) と [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] の減少量との関係について検討した。

その結果、CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. の累積過程と [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] の減少過程は、いずれの被検者においてもほぼ一致しており、運動開始から運動終了 10 分後までの CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. の総量と [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] の減少量との間に極めて高い有意な正の相関関係が認められた。

これらの結果は、CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. は重炭酸緩衝作用の大きさを反映する指標として妥当である可

能性を示唆するものである。

(2) 短時間高強度運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量に影響する要因 (研究課題 2)

健康な一般健常男性 12 名を対象として、30 秒間全力ペダリング運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量 (CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex.) と筋特性、特に筋緩衝能および毛細血管分布との関係について検討した。

その結果、CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. と筋緩衝能および筋線維数に対する毛細血管数の比率との間に有意な相関関係が認められた。

これらの結果は、CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. の大きさには、非重炭酸系による緩衝量と毛細血管の発達、すなわち筋から血中への H<sup>+</sup> の拡散量が関与している可能性を示唆するものである。

(3) 短時間高強度運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量と運動パフォーマンスとの関係 (研究課題 3)

陸上競技の短距離選手 10 名を対象として、10 秒、20 秒、30 秒および 40 秒間全力ペダリング運動における CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. と運動パフォーマンスとの関係について検討した。

その結果、20 秒、30 秒および 40 秒間全力ペダリングにおける CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. と運動パフォーマンスの指標である平均パワー (Mean power) との間に有意な正の相関関係が認められ、その相関係数は運動時間が長いほど高値を示した。

これらの結果は、CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. は、特に解糖系への依存度の高い運動パフォーマンスの優劣に影響する可能性を示唆するものである。

(4) スプリントトレーニングが短時間高強度運動における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量に及ぼす影響 (研究課題 4)

健康な一般健常男性 14 名を対象として、30 秒全力ペダリングによる 8 週間のトレーニングが CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. に及ぼす影響を、無酸素性能力の指標である最大酸素借 (MAOD) の変化と関連づけて検討した。

その結果、トレーニング後に CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex., MAOD および Mean power の有意な増加が認められ、CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. の増加量と MAOD の増加量との間に有意な正の相関関係が認められた。

これらの結果は、スプリントトレーニングによる CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. の増加によって、無酸素性エネルギー供給機構からのエネルギーの動員量が増加し、短時間高強度運動パフォーマンスが改善される可能性を示唆するものである。

#### 4. 結論

本研究の結果は、短時間高強度運動時における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量 (CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex.) は、重炭酸緩衝作用の指標として妥当であり、その大きさには筋から血中への H<sup>+</sup> の拡散量が関与すること、また CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. は短時間高強度運動パフォーマンスの優劣に関与し、そのスプリントトレーニングによる増加は短時間高強度運動パフォーマンスの向上に関与する可能性のあること、などを示唆するものである。したがって、本研究は、短時間高強度運動によって生成される H<sup>+</sup> に対する重炭酸緩衝作用のメカニズムおよび短時間高強度運動パフォーマンスに対する重炭酸緩衝作用の重要性を明らかにしたものと考えられる。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

短時間高強度運動での乳酸蓄積に伴う活動筋や血液 pH の低下 (乳酸性アシドーシス) は、筋疲労のおもな原因になることから、pH の低下を抑制する能力である緩衝能は、短時間高強度運動パフォーマンスを決定する重要な要因の一つになるとみられている。緩衝能は重炭酸緩衝系と非重炭酸緩衝系とに大別でき、前者は過剰 CO<sub>2</sub> 排出量 (CO<sub>2</sub>excess)、後者は骨格筋カルノシン濃度などを用いて評価できるが、これらの緩衝能の指標と短時間高強度運動パフォーマンスとの関係をみた研究はきわめて少なく、またこれら

の指標に及ぼすトレーニングの影響をみた研究は皆無である。このような疑問に答えるために、著者は、重炭酸緩衝系緩衝能に着目し、その指標として用いられている短時間高強度運動時における過剰 CO<sub>2</sub> 排出量 (CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex.) の定量化の妥当性および有用性について検討し、① CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. は、重炭酸緩衝作用の指標として妥当であり、その大きさには、筋から血中への H<sup>+</sup>の拡散量が関与する可能性のあること、② CO<sub>2</sub>excess@S.I.Ex. は、短時間高強度運動パフォーマンスの優劣に関与し、そのスプリントトレーニングによる増加は、短時間高強度運動パフォーマンスの向上に関与する可能性のあること、などを明らかにした。これらの結果は、短時間高強度運動パフォーマンスの限定要因に対する新たな見方を提示したことになり、きわめて高い価値がある。

論文審査委員会では、本論文の成果は、高い無酸素性パワーの維持能力を高めるための合理的なトレーニング法やトレーニング効果の測定評価法（タレント発掘を含む）を確立していく際に有用になり、スポーツ実践の場に大きく貢献することが期待できるとして高く評価された。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。