

様 式 C - 1 9、F - 1 9 - 1、Z - 1 9 （共通）

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 6 年 6 月 1 0 日現在

機関番号：3 2 6 4 4

研究種目：若手研究

研究期間：2019 ~ 2023

課題番号：1 9 K 2 0 0 1 7

研究課題名（和文）水素酸素ガスの吸入が筋疲労や筋痛に及ぼす回復効果の研究

研究課題名（英文）Evaluation of the Recovery Effects of Inhaled Hydrogen-Oxygen Gas on Muscle Fatigue and Soreness

研究代表者

遠藤 慎也（Endo, Shinya）

東海大学・健康学部・助教

研究者番号：2 0 8 2 4 8 7 4

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究は、運動時の水素酸素ガス吸入が筋疲労および筋痛の回復に与える影響について酸化還元反応を中心に検証した。運動中および運動後の水素酸素ガス吸入は、運動による酸化ストレスや抗酸化能の変化に直接的な影響を与えなかった。しかし、水素酸素ガス吸入により、運動後の主観的疲労度の軽減、運動後の筋痛軽減や筋力回復に一定の効果を示唆する結果が得られた。本研究の結果は、運動後の疲労回復に水素酸素ガス吸入が効果的な可能性を示唆している。ただし、運動習慣や運動強度による影響も考慮する必要がある。また、運動後の筋痛軽減メカニズムの解明など、今後の課題が見い出された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

水素酸素ガス吸入が、運動後の筋痛軽減と筋力回復に一定の効果を示す結果を得たことは、従来の研究では十分に明らかにされていなかった新たな知見であり、運動後の疲労回復メカニズムの解明や水素酸素ガスの効果的な活用方法の開発に繋がる。

さらに、アスリートのパフォーマンス向上や運動後の疲労回復促進、高齢者や運動習慣のない人々の運動習慣促進など、幅広い分野での活用が期待できる。健康志向の高まりとともに運動習慣を持つ人が増える中、本研究の成果は、人々の健康増進や生活の質向上に貢献することが期待される。医療や介護の分野での活用も視野に入れ、更なる研究を進めていく必要がある。

研究成果の概要（英文）：This study investigated the effects of hydrogen-oxygen gas inhalation during exercise on muscle fatigue and soreness recovery, with a focus on redox reactions. Hydrogen-oxygen gas inhalation during and after exercise had no direct impact on exercise-induced alterations in oxidative stress or antioxidant capacity. However, results suggested that hydrogen-oxygen gas inhalation had beneficial effects on reducing subjective post-exercise fatigue, alleviating post-exercise muscle soreness, and promoting muscle strength recovery. These findings indicate that hydrogen-oxygen gas inhalation may be an effective strategy for post-exercise fatigue recovery. Nonetheless, the influence of exercise habits and exercise intensity should also be considered. Additionally, further research is warranted to elucidate the mechanisms underlying the reduction of post-exercise muscle soreness.

研究分野：コンディショニング科学

キーワード：水素酸素ガス 酸化ストレス 伸張性収縮 レジスタンス運動 高強度運動 回復効果 コンディショニング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

我が国では、国民の健康寿命延伸への意識の高まりにより、日常生活に運動を取り入れる人口が増えてきている。また、2020年に東京で開催されるオリンピックに向けて競技力向上を強化していく中で、様々な種目で日本人選手が活躍し、国民のスポーツや運動への関心は高まってきている。運動によって身体に生じる現象として、エネルギー源である ATP が多く消費され、酸素摂取量は安静時の 10～15 倍となることで、活動筋においては安静時の約 100 倍の酸素が必要になるといわれている (Sen CK et al, 1994)。さらに運動の強度が高くなると、酸素の供給が間に合わなくなり、虚血状態になることで細胞の壊死が生じるが、再灌流によって再び酸素が供給される。この過程で細胞を傷害する活性酸素種 (ヒドロキシラジカル) が生じるため、高強度の運動を持続して行うことは酸化ストレスの増大につながる。

酸化ストレスは、生体の構造や機能を乱すことで、老化を早め、様々な疾病を引き起こす要因となることから、生活習慣病の予防や健康寿命の延命を考えるうえでは効率的かつ確実に酸化ストレスを除去する必要がある。そこで注目されている抗酸化物質が「水素」である。これまでの研究により、水素の摂取はパーキンソン病やリウマチ、脳梗塞などに効果があり、さらには心肺停止の蘇生といった生死に関わる医療現場での有用性が示されている。そのメカニズムとしては、水素分子は強い酸化力を持ち、組織を損傷する活性酸素種を選択的に除去するためである。また、水素は強い抗酸化作用をもつ酵素を誘導するため、身体に悪影響を及ぼす酸化ストレスを抑制することが知られている。つまり、様々な疾病の要因の一つとして酸化ストレスの発生が挙げられ、それを除去することで疾病の予防や治療、さらには健康寿命の延伸に役立つといえる。

前述した活性酸素種が原因の疾患に対する水素の有用性についての多くは動物実験で検証され、臨床実験については疾病患者を対象としている。一方、健康増進という観点での水素の効果は期待できるが、いまだその検証は不十分であり、水素の摂取と運動パフォーマンスを評価した研究は少ない。また、これまでの報告では水素の摂取は一過性の変化で捉えている検証が多くみられ、コンディショニングという観点から継続的な水素摂取が運動によって生じる疲労に及ぼす影響については明らかにされていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、運動後の継続的な水素摂取が疲労に及ぼす影響 (研究 ) と、運動中の酸化ストレスの増大に対する水素摂取の効果 (研究 ) について検証した。

## 3. 研究の方法

### (研究 )

運動後の水素酸素ガス吸入による筋疲労や筋痛に及ぼす回復効果を検証した。対象者は健康な男子大学生 7 名とし、膝関節伸展筋の遠心性収縮運動を行わせ、運動終了直後、24 時間後、48 時間後に水素酸素ガス吸入と非吸入の条件で比較検証を行った。測定項目は、主観的な痛みの評価 (NRS)、血中乳酸濃度、酸化ストレス (d-ROMs)、抗酸化能 (BAP)、膝関節伸展筋筋力とし、運動前、運動終了後、運動終了 24 時間後、48 時間後、72 時間後に測定した。

### (研究 )

運動中に水素酸素ガスを吸入することで筋疲労および筋痛の回復に与える影響について酸化還元反応を中心に検証した。対象者は健康な男子大学生 7 名で、運動はタバタプロトコルによる高強度の自転車ペダリング運動を実施し、水素酸素ガス吸入と非吸入の条件で比較検証を行った。測定項目は、酸化ストレス (d-ROMs)、抗酸化能 (BAP)、血中乳酸濃度、主観的疲労度とし、運動前後の生理的变化を検証した。

## 4. 研究成果

### (研究 )

運動後の水素酸素ガス吸入はバイオマーカーへの影響は認められなかったものの、運動後の主観的な筋痛の軽減や筋力発揮の回復に有効である可能性が示唆された。

### (研究 )

運動中の水素酸素ガスの吸入が酸化ストレスや抗酸化能に対する直接的な影響について確認できなかったものの、運動課題自体が生体に与える酸化ストレスの増加と抗酸化能の向上が顕著であることが明らかになった。また、主観的疲労度に関しては、水素酸素ガスを吸入した際に若干低減する傾向がみられた。

研究全体を通して、水素酸素ガスを吸入するタイミングや運動内容を変えて実験を実施した結果、運動中及び運動後の水素酸素ガス吸入は運動による酸化ストレスや抗酸化能の変動には

影響しないことが明らかになった。一方で、運動後の主観的な筋痛の軽減や筋力回復に対して一定の効果を示唆する結果が得られた。特に、運動後の疲労回復においては、水素酸素ガスの吸入が筋痛の減少に効果的である可能性が示唆され、その機序の解明など今後の課題が見い出された。また、本研究における運動負荷は身体的な負荷が高かったことから、ほとんどの被験者が運動習慣者であった。運動習慣によって潜在的な抗酸化能も異なることから、個々に慎重に検討していく必要がある。また、運動内容によっても酸化還元反応が異なることから運動強度別に検証していく必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 遠藤慎也、宮崎誠司	4. 巻 34
2. 論文標題 遅発性筋痛に対する水素ガス吸入の有用性の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 東海大学スポーツ医科学雑誌	6. 最初と最後の頁 33-38
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 遠藤慎也、宮崎誠司
2. 発表標題 伸張性収縮運動後の継続的な水素ガス吸入が筋力や生化学的指標に及ぼす影響
3. 学会等名 第33回 日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 遠藤慎也、益子慎矢、長坂南旺、宮崎誠司
2. 発表標題 遠心性収縮運動によって生じる下肢の遅発性筋痛に対する水素酸素ガス吸入の有用性
3. 学会等名 身体科学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shinya Endo, Seiji Miyazaki, Shuichi Uchiyama, Takeshi Koyama, Masaaki Tsumiyama, Shoh Ozawa, Keita Watanabe
2. 発表標題 Change of the redox reaction with the constant-load exercise
3. 学会等名 WFATT 2019 World Congress X - Tokyo (国際学会)
4. 発表年 2019年

1．発表者名 渡辺 慶太，宮崎 誠司，遠藤 慎也，小山 孟志，小澤 翔，藤井 壮浩
2．発表標題 運動前の水素ガス吸入が運動負荷による酸化ストレスに及ぼす影響
3．学会等名 第30回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4．発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6．研究組織			
	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考

7．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------