

立教大学学術推進特別重点資金（立教 S F R）個人研究2025年度研究成果報告書

研究代表者	所属部局・職名	氏 名		
	スポーツウエルネス学部・准教授	吉田 成仁		
研究課題	若齢および老齢マウスにおける運動負荷後の筋疲労に対する メラトニン投与の効果			
研究期間	2025 年 度			
研究経費 (1 円 単 位)	(支出金額) 1,000,000 円 / (採択金額) 1,000,000 円			
研究の概要 (200～300 字で記入、図・グラフは使用しないこと。)				
当該研究の研究目的を含むこと。 【以下、報告書全体について】他の研究分野の委員が評価することも想定し、わかりやすく記載すること。				
松果体によって生成されるホルモンであるメラトニンは、主に睡眠・覚醒リズムの調節など、睡眠に関わるホルモンとしてよく知られるものである。近年の研究により、メラトニンには睡眠に関わる以外にも、抗酸化作用や抗炎症作用が伝統的な抗酸化物質よりも強力であることが明らかにされ、運動後の筋疲労回復にも寄与する可能性が示されている。基礎生理学分野では、メラトニンが持つ多くの有益な効果についての検討が進んでいるものの、スポーツ医学分野においてメラトニンの効果や作用機序などについての検討が進んでいない。そこで、本研究では、スポーツ医学分野におけるメラトニンの筋疲労に対する回復機序を明らかにすることを目的とする。				

キーワード (研究内容をよく表しているものを3項目以内で記入。)
[筋疲労] [メラトニン] [マウス]

研究成果の概要 (図・グラフ等は使用しないこと。)

以下の視点を含めて記載のこと。

- ・当該研究は何をどこまで明らかにできたのか (できなかったのか)。
- ・何をもって研究成果 (経過) を達成できた (できなかった) と考えられるのか
自身が設定した研究目的・目標に照らして、その根拠がわかるよう記載のこと。
- ・どのような点において、当該研究分野の学術研究推進の高度化に寄与できたのか。

【背景】

松果体によって生成されるホルモンであるメラトニンは睡眠に関わるホルモンとして有名である。アメリカ国立補完統合衛生センターは、メラトニンの短期使用による副作用はほとんどないとしており、アメリカではサプリメントとしても認められている。また、近年、睡眠のみならず、運動後の筋疲労回復においても、メラトニンの役割は非常に重要であると考えられてきている。しかし、メラトニンは多くの有益な効果を持つが、メラトニンの最適な投与量や運動強度による影響の違いは、まだ十分に解明されていない現状にある。特に、異なる運動強度に応じた最適なメラトニン投与量や長期にわたるメラトニンの補充が筋肉機能や健康にどのように影響するかについては明らかになっていない。

本研究課題の最終的な目標としては、ヒトの疲労回復に与えるメラトニン摂取の効果を明らかにすることであるが、そのためには、解決しなければならない事項がとて多い状況である。そこで、本研究では、本期間内に、メラトニンの有無による筋疲労の回復に対する効果の有無、摂取するメラトニンの濃度の違いによる筋疲労回復効果の違いを明らかにすることを目的とした。また、マウスに対するオールアウト運動を用いて、メラトニンによる筋疲労の回復効果を詳細に明らかにし、異なる用量のメラトニンを使用し、その効果を比較することで、最適な投与量を特定することを目指した。

具体的には、体内においてメラトニンを産生しない系統である ICR マウスに対して、1 週間のメラトニンの経口投与を行った上で、トレッドミルを用いたオールアウト運動を実施させ、その後の体内の炎症反応や疲労物質のひとつと考えられる酸化物質の産生状況と除去状況から疲労度の変化を評価する予定であった。メラトニンを摂取させない群と低濃度、中濃度、高濃度のメラトニンを摂取する計 4 群を設定し、与えたメラトニン濃度の違いにより、疲労回復がどのように異なるかを評価する事でメラトニンが疲労回復に与える影響を明らかにする予定であった。また、同じ運動でも若齢と高齢では現れる疲労度が異なるため、若齢マウスと高齢マウスを用いて同様の実験を行い、比較検討する事で若齢マウス、高齢マウスそれぞれでのメラトニンの疲労回復に与える影響を明らかにする予定であった。

異なる運動強度での運動負荷の実施により様々な種類の筋疲労に対して、どのような濃度、量のメラトニン摂取が筋疲労に対してより効果が表れるのかを検討するために、上記の内容に先行して、パイロットスタディとして C3H マウスを用いたオールアウト運動を行い、それによる体内メラトニン・体内代謝産物の変化を検討した。

以下にパイロットスタディとして、得られた内容について記載する。

【方法】 8 週齢の雄 C3H マウスに対し、トレッドミルを用いた強制走行による運動負荷を行った。運動負荷は最大 60 分間とし、走行不能 (オールアウト) となった時点でその日の負荷を終了した。夜間のメラトニンが影響しないように、明期に運動負荷をかけ、最後の運動負荷から 10 分以内に筋組織のサンプリングを行った。メラトニン合成酵素の発現はリアルタイム RT-PCR 法により運動負荷群と対照群で比較した。

【結果】 ハムストリングと腓腹筋において、メラトニン合成酵素である HIOMT と AANAT が発現していることを確認したが、運動負荷による変化はほとんど認められなかった。また、筋内においてメラトニンを物質としては検出できなかった。

【結論】 運動負荷後においては、メラトニン合成酵素に有意な変化が見られなかったが、今後は運動負荷に伴う経時的な変化を検討する必要がある。また、運動負荷で上昇した物質群の中には、運動負荷の悪影響を反映して上昇した物質やそれを抑えるために増加した物質が含まれていると考えられるため、今後はそれらの物質の同定を進めて行きたい。

研究成果の概要 (つづき)

- ・当該研究は何をどこまで明らかにできたのか (できなかったのか)。

上記に記載の通り、パイロットスタディとしての C3H マウスにおける体内のメラトニンやメラトニン関連遺伝子の有無や運動負荷による変化については検討できたものの、本研究期間ではメラトニン摂取による運動負荷による筋内メラトニンの変化については検討できなかった。

- ・何をもって研究成果 (経過) を達成できた (できなかった) と考えられるのか

設定した研究目的や目標については、適切であったと考えるが、倫理申請の承認を得るまでに、想定より時間がかかってしまい、研究の遂行がスムーズに行えなかった。研究の開始が遅れたことで、メラトニン摂取の有無による違いを検討する前の基礎データを得るため研究を実施したところで研究期間を終えることになった。しかし、助成を得たことで研究準備が整い遂行は可能なため、来年度中にデータ測定を行いたいと考える。

- ・どのような点において、当該研究分野の学術研究推進の高度化に寄与できたのか。

メラトニン摂取による体内メラトニンの変化については、データが不足し、検討できなかった。また、想定した筋内のメラトニン量についても検出ができず、変化の検討をするために組織の採取量を増やす必要があると考えられた。研究手法の再検討も含めて、今後の課題が多く抽出されたと考える。しかし、研究当初は想定していなかった体内代謝産物の変化がみられたため、運動負荷による疲労物質の推定や断定につながる可能性が生まれた。これは今後のスポーツ分野における学術的研究推進の高度化につながる新しい知見になる可能性がある。

今後は、この点に焦点を当てた検討についても併せて進めていきたいと考えており、物質の網羅的解析による体内疲労物質の同定に関わる内容を研究課題として設定し、SFR 共同研究として申請を予定している。

研究発表 (研究によって得られた研究経過・成果を発表した①～④について、該当するものを記入してください。該当するものが多い場合は主要なものを抜粋してください。)

- ①雑誌論文 (著者名、論文標題、雑誌名、巻号、発行年、ページ)
- ②図書 (著者名、出版社、書名、発行年、総ページ数)
- ③シンポジウム・公開講演会等の開催 (会名、開催日、開催場所)
- ④ その他 (学会発表、研究報告書の印刷等)

①～④ 該当なし

倫理申請の承認がおりるまでに時間を要してしまったため、年度内でデータを解析して、研究発表する段階まで進めることができなかったため。