

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	松井 崇
研究機関名	筑波大学
所属部署名	体育系
役職名	助教
研究課題名	脳疲労のグリア—神経連関機構を解明するスポーツ神経生物学
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

運動時の疲労は、過活動を防ぐ生体防御機構として重要な役割を担うが、その神経生物学的機構は未だ不明である。疲労を伴う運動は、脳由来および血液由来の乳酸をともに増やし、脳内乳酸を増加させる。この乳酸は、神経細胞のエネルギー源となるだけでなく、主にシナプスに発現する乳酸受容体(HCAR1)を介して、cAMP 合成の抑制シグナルとしても機能する。本研究では、疲労運動の動物モデルを駆使して、エネルギー代謝の中心である視床下部(VMH)の HCAR1 が、持久性運動の遂行を担うエネルギー代謝にどう寄与するかをメタボロミクスを活用して検討した。その結果、VMH の HCAR1 が持久性運動中のエネルギー代謝を抑制することを初めて確認した。乳酸は HCAR1 を通じて、運動時の脳疲労を形成するグリオトランスミッターとして働く可能性がある。

加えて、運動は心身に有益だが、その減量効果は期待されるよりも低い。この現象は、運動後の疲労による非運動性身体活動(NEPA)と熱産生が低下するためと考えられるが、その制御機構や運動強度の影響については不明である。本研究では、動物モデルを用いて、急性の高強度運動がその後の NEPA と体温を低下させ、翌日の体重増加につながることを初めて明らかにした。この背景には、コルチコステロンの概日リズムや身体活動と体温の同調性の乱れがある可能性も示唆された。

最後に、主に身体ではなく頭脳の活動である e スポーツを題材として、疲労感の形成における身体性の役割を検証するヒト研究を推進した。その結果、e スポーツでは、運動と異なり、疲労の自覚(疲労感)が遅れて認知疲労(判断力低下)と乖離してしまうことを初めて明確に示した。また、脳内乳酸生成にも関与し上行性毛様体賦活系の間接指標として役立つ瞳孔の大きさが、認知疲労の指標ともなる可能性も初めて示された。