

令和4年度

博士論文

若年女性ランナーにおける月経周期と月経の有無が  
睡眠時代謝と総エネルギー消費量に及ぼす影響

筑波大学大学院人間総合科学学術院

スポーツ医学学位プログラム

内沢 彰子

長期間にわたり低い利用可能エネルギーを維持し、無月経が生じているアスリートは、安静時代謝を抑制することで総エネルギー消費量にある一定のところで頭打ちとする“エネルギー代謝適応”が生じていると考えられる。しかし、月経機能に合わせて総エネルギー消費量の抑制の有無を検討した報告はこれまで存在しないだけでなく、評価指標とされる安静時代謝比率（測定値/推定値）の算出における測定誤差や推定誤差の影響により安静時代謝の抑制に関する見解は結果が一致していない。ヒトは1日の約1/3を睡眠で過ごし、睡眠時代謝は安静時代謝と高い相関があるだけでなく、安静時代謝より高い再現性と安定性を有している。したがって、評価指標に睡眠時代謝を代用することで、測定誤差および推定誤差を軽減したうえでエネルギー代謝適応の有無の検討が可能と考えられる。睡眠時代謝は、睡眠の質と関連していることから、無月経に伴い安静時代謝および睡眠時代謝が抑制されている場合、睡眠の質は最も深い睡眠であり、エネルギー消費量が最低値を示す徐波睡眠を増加させている可能性がある。また、安静時代謝と睡眠時代謝は、月経周期により変動する可能性が示されていることから、本論文の目的を月経の有無および月経周期が睡眠時代謝および睡眠の質に及ぼす影響を明らかにするとともに、無月経ランナーにおいて総エネルギー消費量とその構成要素からエネルギー代謝適応の有無を明らかにすることとした。

研究課題1では、月経の有無および月経周期が睡眠時代謝と睡眠の質に及ぼす影響を明らかにするため、睡眠時代謝推定式の有効性を確認したうえで、若年女性ランナーの睡眠時代謝の抑制の有無を検討した。全ての対象者において睡眠時代謝の抑制は認められないものの、安静時代謝と睡眠時代謝の差は身体活動量の増加に伴い抑制している可能性を示した。また、睡眠ステージおよび睡眠の質は全ての群で同程度を示すものの、徐波睡眠は、運動習慣、月経の有無、そして月経周期により発現タイミングが異なることを示した。さらに女性ランナーにおいて、月経周期は睡眠時代謝および徐波睡眠のエネルギー消費量に影響を及ぼすものの、月経の有無は徐波睡眠の第3ピークの発現タイミングと睡眠中のエネルギー消費量にのみ影響を及ぼすことを明らかにした。研究課題2では、無月経を有する若年女性ランナーにおけるエネルギー代謝適応の有無を二重標識水法、メタボリックチャンバー法、加速度計法の組み合わせにより評価した。無月経ランナーの身体活動レベルは $2.06 \pm 0.29$ であり、身体活動とエネルギー代謝は安静時代謝のみ走行距離と負の相関を示した。また、総エネルギー消費量は身体活動によるエネルギー消費量と正の相関を示した。

本論文の対象となった無月経ランナーにおいて、睡眠時代謝および安静時代謝の抑制は確認されず、総エネルギー消費量は身体活動に伴い加算的に増加したことから、エネルギー代謝適応は生じていないと考えられた。しかし、月経の有無は睡眠中のエネルギー消費量の変動と徐波睡眠の発現のタイミングに、月経周期は徐波睡眠のエネルギー消費量に影響を及ぼしていることが明らかとなった。本研究は、若年女性ランナーにおける月経とエネルギー代謝および睡眠関連因子の影響を示した基礎的知見であり、本研究成果は無月経アスリートの治療およびトレーニングに伴う月経異常の予防に向けた対応策を睡眠というヒトの生活に必要な不可欠な行動から検討するための糸口になると考えられる。