

早稲田大学審査学位論文  
博士（スポーツ科学）  
概要書

朝と夕の中等度強度運動実施時間帯の相違が  
マウス体重増加およびヒト脂質酸化量に及ぼす影響  
Effects of morning and evening moderate exercises on body  
weight control in mice and on fat oxidation in human

2016年1月

早稲田大学大学院 スポーツ科学研究科

安藤 加里菜

ANDO, Karina

研究指導教員： 坂本 静男 教授

## 概要書

博士後期課程 安藤 加里菜  
指導教員 坂本 静男 教授

肥満の予防や改善に向けた運動プログラムの開発は、運動処方において重要な役割を果たす。しかし、運動プログラムに関して“いつ運動するか”といった運動実施時間帯に着目した時間運動学的な検討はまだあまりなされていない。我が国において人々が1日の中で運動を行う時間帯の割合は、運動習慣の有無や性別に関わらず、午後～夕方に最も高く、次いで朝～午前中に高い。運動が脂質代謝に及ぼす影響は、運動実施時間帯によって異なる可能性がある。しかしながら、運動と生体リズムの関連について調べた研究はほとんどない。運動習慣のある者の割合は男女ともに30歳代で最も低く、次いで20代で低い。若年期から運動を通して肥満の予防や改善に取り組むことは、人々の quality of life (QOL) の向上や将来の健康寿命の延伸および医療費増大の抑制といった観点から重要である。

本博士論文では、朝と夕の運動実施時間帯の相違が脂質代謝に及ぼす影響をマウスおよびヒトを対象に検討した。まず、マウスを対象として、太りやすい環境下において長期的中等度強度運動介入が体重増加に及ぼす影響を朝と夕で比較検討した（検討課題Ⅰ）。続いて、ヒトを対象として、次の2つの観点から検討した。まず運動負荷試験で測定される項目の日内変動を朝と夕で比較検討した（検討課題Ⅱ）。次に一過性中等度強度運動が脂質酸化量に及ぼす影響を朝と夕で比較検討した（検討課題Ⅲ）。朝と夕の運動実施時間帯の相違が脂質代謝に及ぼす影響を考察し、肥満の予防や改善に有用な運動条件の探索に必要な時間運動学的エビデンス解明の一端を担うことを目的とした。

検討課題Ⅰ：時間運動学的な観点から運動処方に有効な運動プログラムを開発するためには長期的運動介入が必要である。まず、運動処方に有効であると認められている中等度強度運動の長期的介入がマウス体重増加の抑制に及ぼす影響を朝と夕で検討することを目的とし、朝または夕1日30分の4週間にわたる輪回し運動介入が体重増加の抑制に及ぼす影響を朝と夕で比較検討した。その結果、高脂肪食（カロリーの40%が脂質）負荷下において夕の運動は、朝の同程度の運動と比較して体重増加をより抑制することを明らかにした。続いてヒトを対象に検討を行った。

検討課題Ⅱ：運動負荷試験で測定される項目の日内変動を朝と夕で検討することを目的とし、中間型クロノタイプの若年男性13名を対象に運動前の食事の内容やタイミングを統制した条

件下において、最高酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2peak}$ ) や最大脂質酸化量 (MFO) および最大脂質酸化量時運動強度 (Fatmax) を朝と夕で比較検討した。その結果、食事条件を統制した中間型クロノタイプの若年者では運動処方に必要な  $\dot{V}O_{2peak}$  や MFO および Fatmax は運動負荷試験を行う時間帯の影響を受けないことが示唆された。また主観的運動強度に基づいて運動強度を決定した場合にも、朝と夕で同程度の運動強度を確保できる可能性が示唆された。

臨床現場では、運動負荷試験により求めた  $\dot{V}O_{2peak}$  を用いて運動強度を設定し、運動処方をおこなう。しかしながら、運動処方を実施する場合に、運動を実施する時間帯によって運動中および運動終了後の脂質酸化量は異なる可能性がある。脂質酸化量は心拍数や酸素摂取量、体温、コルチゾールといった生理的指標の日内変動に影響される可能性がある。

検討課題Ⅲ：クロノタイプ間において体温やコルチゾールといった生理的指標の位相は明瞭に異なることから、第2節では一過性中等度強度運動が脂質酸化量に及ぼす影響を朝と夕で検討することを目的とし、中間型クロノタイプ若年男性 10 名 (検討課題Ⅱの対象 13 名のうちの) を対象に運動前の食事の内容やタイミングを統制した条件下において、一過性中等度強度運動が運動中、運動終了後 1 時間、運動終了後 2 時間の脂質酸化量に及ぼす影響を朝と夕で比較検討した。その結果、試行前に朝と夕で認められた心拍数やコルチゾール濃度、呼吸交換比の有意差は、運動後に消失した。中間型クロノタイプを対象に試行前の食事の内容やタイミングを統制した条件下では、安静および運動の両試行において脂質酸化量に朝と夕で有意差は認められないことを明らかにした。食事条件を統制した中間型クロノタイプの若年者では、脂質酸化量は朝または夕といった 1 日の中で運動が行われる時間帯の影響を受けないことが示唆された。

本研究では次の 3 つを明らかにした。1) 高脂肪食負荷マウスでは、夕 30 分の運動は朝の同程度の運動と比較して体重増加をより抑制すること、2) 食事条件を統制した生活習慣の朝や夜に偏っていない若年者では、運動処方の作成に必要な心肺体力や脂質酸化能は朝と夕で同程度であること、3) 食事条件を統制した生活習慣の朝や夜に偏っていない若年者では、一過性中等度強度運動が脂質酸化量に及ぼす影響は朝と夕で同程度であることが示唆された。

本博士論文におけるマウスおよびヒトを対象とした結果は、一過性中等度強度運動が脂質酸化量に及ぼす影響や長期的中等度強度運動が体重増加の抑制に及ぼす影響を朝と夕で比較検討したものである。本研究は運動生理学および予防医学的に意義があり、時間運動学的観点から運動処方の開発に有用な知見を与えるものと考えられた。