

運動実施時間帯の違いが一過性運動時における代謝関連指標ならびにホルモン応答に及ぼす影響

スポーツ医科学研究領域
5010A028-1 金 鉉基

研究指導教員：坂本 静男 教授

【諸言】定期的な運動は、肥満や心肺能力を改善し、メタボリックシンドロームの予防・改善に有効であることが示されている。運動の効果は、運動の種類、強度、継続時間ならびに頻度の違いにより異なると報告されている。これまでにメタボリックシンドローム予防に有効とされる様々な運動指針やガイドラインが示されている。これらのガイドラインでは、推奨する運動量や運動継続時間は示されているが、運動実施時間帯の言及はされていない。この理由の一つとして、運動実施時間帯の違いが生体に与える影響を報告した研究が少ないことがあげられる。

最近では体内時計の分子メカニズムが解明され、メタボリックシンドロームを含む様々な疾患の発症や進展にサーカディアンリズムも関与していることが報告されている。サーカディアンリズムの影響により、生体内における神経系ならびに内分泌系の反応が異なることから運動実施時間帯の違いにより代謝応答も異なるのではないかと考えられる。

従来、脂肪組織は余剰なエネルギーを蓄積する貯蔵臓器と考えられてきたが、アディポカインと総称される生理活性物質を活発に産生・分泌する内分泌器官としても認識されるようになってきた。脂肪組織から分泌されるアディポネクチンは脂質代謝を亢進する物質としても注目されている。アディポネクチンが受容体に結合するとAMPKやPPAR α などの転写因子の活性化を介して、糖・脂質代謝を改善することが報告されている。近年、IL-6は炎症・抗炎

症作用を有するだけでなく、脂質代謝への影響も有していることが報告されている。しかし、運動様式や被験者特性の違いにより異なる結果が多数報告されていることから様々な条件下での検討が必要ではないかと考えられる。

最近では、生活様式や勤務形態の多様化により各個人の運動実施可能な時間帯が異なることから、運動実施時間帯の違いが代謝関連指標ならびにホルモン応答に及ぼす影響について検討することは重要であると考えられる。

【目的】異なる運動実施時間帯に一過性持久性運動を実施し、代謝関連指標ならびにホルモン応答に及ぼす影響について検討することを研究目的とする。

【方法】対象者は健康な男子学生 10 名(21～28 歳、平均 23.0 $\pm$ 2.1 歳)とした。本実験は、各被験者に 2 つの異なる運動条件【朝試行(09:00～10:00)および夕方試行(17:00～18:00)】を実施した。また、実験開始の 3 時間前に規定食を摂取してもらった。2 試行は無作為化交差比較試験(ランダムクロスオーバー試験)で行った。2 試行は原則として 1 週間以上の間隔をあけて実施した。両試行ともに $\dot{V}O_{2max}$ の 60%に相当する強度で 60 分間の一過性持久性運動を実施した。各試行では呼気ガスと血液の採取、および心拍数(HR)の計測を行った。呼気ガスは、運動負荷前の安静時の 5 分間、運動負荷時の 60 分間、運動負荷中止後回復期(60 分間)採取し、呼吸交換比(RER)、脂質酸化量ならびに糖質酸化量を算出した。HR は呼気ガスと同様の時点で計測した。

血液採取は、安静時、運動中止直後ならびに運動後 2 時間後の 3 回行った。得られた血液から代謝関連指標ならびに各種ホルモンの測定を行った。また、対象者には、各試行の 3 時間前に規定の食事を摂ってもらった。実験の規定食は朝試行、夕方試行ともに同様の食事を提供した。

【結果】本研究の主な結果は、①運動中止後 2 時間に朝試行より夕方試行の遊離脂肪酸濃度(図 1)が高値を示したことで、また、②運動中止直後では朝試行と比較して夕方試行のアドレナリン、成長ホルモンならびに IL-6 濃度が高値を示した。しかし、脂質酸化量(図 2)には両試行間で違いは認められなかった。

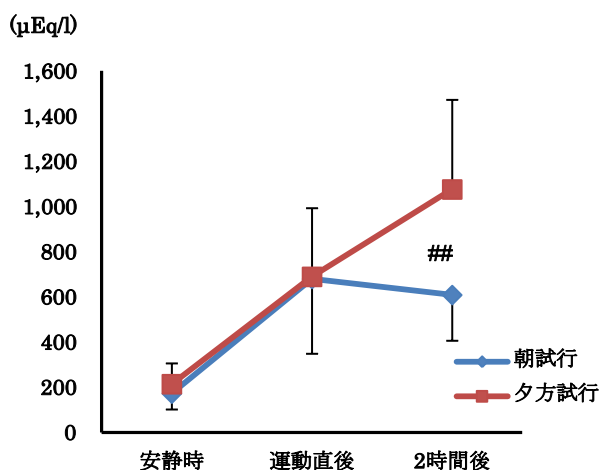


図 1. 運動負荷による遊離脂肪酸の動態
$p < 0.01$ (VS 試行間)

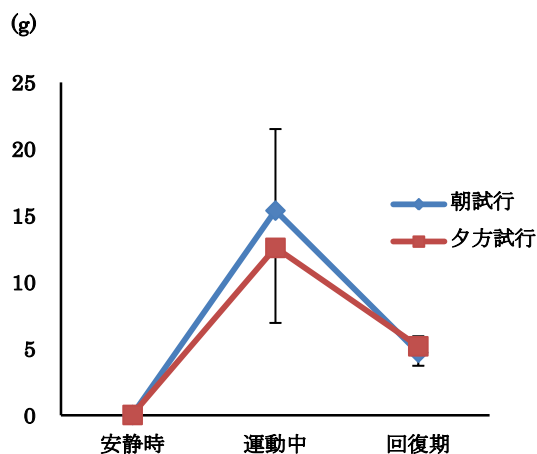


図 2. 運動負荷による脂質酸化量の動態

【考察】長時間持久性運動では、カテコルアミンや成長ホルモンなどの分泌が亢進することが知られている。本研究の結果では、運動直後において朝試行と比較して夕方試行でアドレナリン、成長ホルモン濃度が有意に高値を示した。これらのホルモンは脂肪組織からの遊離脂肪酸の放出を高め、筋における脂質代謝を増加させる。また血中の脂肪酸は持久性運動時に必要とされる重要なエネルギー源として知られている。本研究では、夕方試行で遊離脂肪酸濃度が有意に高値を示していた。これらの結果から夕方試行で脂質代謝が亢進していることが推測される。しかしながら、脂質酸化量における違いは認められなかった。この結果から持久性運動時の脂質酸化は血中の脂質代謝を促進する遊離脂肪酸によって制御されていないことが示唆された。持久性運動時の脂質酸化は主に生体内のエネルギー供給のバランス、運動強度、有酸素能力や筋肉の酸化能などの影響を受ける。また、筋肉の酸化能力を高める運動トレーニングは、血中脂質の増加と関係なく、運動時の脂質酸化を高めることが示唆されている。さらに、脂質を体内に投与し血中の脂質濃度を上昇させたとしても、脂質酸化に変化が見られないことが報告されている。これらのことから、少なくとも一過性持久性運動である朝試行と夕方試行で脂質分解には違いが見られたが、脂質酸化量では相違が見られなかったと考えられる。

【結論】異なる運動実施時間帯に一過性持久性運動を実施し代謝関連指標ならびにホルモン応答に及ぼす影響について検討した結果、朝と比較して夕方の運動後において脂質代謝亢進に作用するホルモンならびにアディポカインの分泌が高まり、遊離脂肪酸の血中濃度を増加させる可能性が示唆された。