

## 審査の結果の要旨

氏名 加藤 弘之

運動後は、運動中に消費された物質の補給、運動によって生じた損傷の回復、さらには、運動に伴う適応変化に必要な栄養素の補給が必要である。アミノ酸は、運動中のエネルギー源として使われ、また、損傷を受けたタンパク質の修復や、適応に必要なタンパク質合成の基質となるため、運動後の必要性が高まると考えられる。さらに、運動により起こる消化管障害は、タンパク質の消化・吸収の悪化につながるため、タンパク質よりも、アミノ酸を摂取することが望ましい場合がある。しかし、運動後の回復期におけるアミノ酸の摂取タイミングや他素材との併用方法や回復促進効果の有無については、未解明である。

本研究は、運動後の機能低下軽減や、トレーニングに対する適応変化の促進を実現するための、アミノ酸の効果的な摂取方法を開発することを目的として、運動に伴うアミノ酸要求性の増大、タンパク質合成速度を最大化するためのアミノ酸摂取法、アミノ酸による運動後の筋損傷の改善に対する作用について、ラットを用いて検討を行ったものである。論文は、背景と目的を述べた緒言、結果と考察を述べた3つの章、および、まとめと展望を記した総括の章からなる。

第一章では、旧来の手法である窒素出納法に比べて、より鋭敏な代謝変化を把握できる指標アミノ酸酸化法を用い、運動に伴うアミノ酸要求性の増大に対する運動の急性効果について述べている。6週間のトレーニング後、測定当日に運動を実施しない場合には、アミノ酸要求量の増大は見られず、6週間のトレーニングに加えて、測定当日に運動を実施した場合にのみ、アミノ酸要求量の増大を見出した。

第二章では、ロイシン高配合必須アミノ酸による筋タンパク質合成速度に対する影響を述べている。第一節では、筋タンパク質合成速度、筋コラーゲンタンパク質合成速度に対する運動日、運動翌日における効果について述べている。筋コラーゲン合成を高める運動の一つであるダウンヒルランニング後に、安定同位体標識プロリンを用い、筋タンパク質合成速度、筋コラーゲン合成速度を算出した。運動によって、筋タンパク質合成速度、筋コラーゲン合成速度ともに上昇を認めたが、ロイシン高配合必須アミノ酸によって、筋タンパク質合成速度のみ有意な上昇を認めた。第二節では、ロイシン高配合必須アミノ酸によ

る運動後の筋タンパク質合成速度促進効果が、糖質を同時摂取することでさらに増進するかを述べている。運動後の低インスリン状態を惹起するために、絶食下において、高強度の運動を負荷できる運動モデルであるジャンプ運動を実施した後に、ロイシン高配合必須アミノ酸、もしくは、ロイシン高配合必須アミノ酸にグルコースを添加したものを摂取させ、安定同位体標識フェニルアラニンを用いて、筋タンパク質合成速度を測定した。ロイシン高配合必須アミノ酸投与に対して、糖質の同時投与では、筋タンパク質合成速度が亢進されると考えられる血中インスリン濃度にまで上昇した。筋タンパク質合成速度は、運動によって増加し、ロイシン高配合必須アミノ酸の摂取により、さらなる増加が確認された。しかし、糖質の同時摂取では、ロイシン高配合必須アミノ酸摂取時に見られた筋タンパク質合成速度の増大に対して、さらに増大する作用は確認されなかった。

第三章では、ロイシン高配合必須アミノ酸の運動誘発性筋損傷に対する作用について述べている。第一節では、筋損傷の主要な兆候の一つである筋肉痛を惹起するために、麻酔下にて、電気刺激を用いて前脛骨筋に伸張性収縮運動を負荷し、その後、圧痛閾値によって筋肉痛を評価した。ロイシン高配合必須アミノ酸を摂取することで、運動翌日から発生する筋肉痛が軽減することを明らかにした。第二節では、ロイシン高配合必須アミノ酸による筋肉の構造障害や、筋力の回復過程に対する作用を述べている。麻酔下にて、電気刺激を用いて前脛骨筋に伸張性収縮運動を負荷した後に、3日後をピークとする筋損傷の発生を認めた。一方、ロイシン高配合必須アミノ酸の継続的な摂取によって、3日後の筋損傷が軽減した。また、運動1日後において観察されたIL-6遺伝子発現の過剰発現が、ロイシン高配合必須アミノ酸摂取によって軽減された。また、3日後において、ロイシン高配合必須アミノ酸摂取によって、筋力の早期回復を認めた。

以上、本論文では、当日の運動の有無によって、アミノ酸要求量の変動することを明らかにし、運動後のアミノ酸摂取の必要性を示している。ロイシン高配合必須アミノ酸を活用した筋タンパク質合成を最大化する方法、および、筋損傷の回復に効果的な摂取方法の可能性を示している。これらの研究成果は、学術上応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。