

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表
 学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

フリガナ 氏名	ヨシイ ナオミ 吉居 尚美		授与番号 甲 第 1354 号
学位の種類	博士(スポーツ健康科学)	授与年月日	2019 年 9 月 25 日
学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項該当者(学位規則第 4 条第 1 項)		
学位論文の題名	筋肥大を効果的に高めるたんぱく質およびアミノ酸摂取の探索		
審査委員	(主査)藤田 聡 立命館大学スポーツ健康科学部 教授		真田 樹義 立命館大学スポーツ健康科学部 教授
	家光 素行 立命館大学スポーツ健康科学部 教授		村上 太郎 至学館大学健康科学部 教授
論文内容の要旨	<p>本博士論文は高齢者のサルコペニア予防に向けた効果的な栄養摂取方法について検討した研究である。論文は 3 つの研究課題から構成されている。研究課題①は長期的な運動介入試験を、また研究課題②～③では一過性の栄養介入をヒトを対象として比較・評価している。</p> <p>研究課題①では、健康な高齢者を対象とした 12 週間のレジスタンストレーニングを実施し、トレーニング期間中における栄養摂取状態と、運動誘発性の筋肥大についての関係を調査した。12 週間のトレーニングによって、有意な両脚骨格筋量と筋機能の改善が認められた。筋量の増加と栄養摂取との関係については、1 日の総たんぱく質摂取量と両脚骨格筋量の増加には有意な関係性が認められなかった。しかし、筋たんぱく質合成を刺激する重要なアミノ酸である必須アミノ酸(特にロイシン)の食事からの摂取量と両脚骨格筋量の増加には有意な相関関係が認められた。さらに、3 食の食事のうちで最もたんぱく質摂取量の少ない朝食のみに注目したところ、朝食でのたんぱく質摂取量が充足していない被験者において、たんぱく質摂取量、必須アミノ酸、ロイシン摂取量がそれぞれ少ない被験者は、トレーニングによる両脚骨格筋量の増加、それぞれの摂取量と下肢の筋肥大には有意な相関関係が認められた。</p> <p>研究課題②では研究課題①にて明らかとなった朝食への対策として、骨格筋のたんぱく質合成の増加を促す食後の血中のアミノ酸濃度の増加に着目し、通常三大栄養素が含まれる混合食摂取後の血中アミノ酸濃度の推移を、遊離アミノ酸としてロイシンを単独で摂取する場合と比較することで、朝食で不足するたんぱく質をアミノ酸等のサプリメントで補完することが可能かどうかを検討した。ロイシンを単独で摂取した際には、血中のロイシン濃度は速やかに上昇し、高い最高血中濃度を示し、遊離アミノ酸の消化吸收の早さを示唆した。しかし、混合食摂取直後にロイシンを摂取することで、血中ロイシン濃度への相乗効果を検証した介入においては、遊離ロイシンの単独摂取と比較して血中ロイシン濃度が低値を示した。この結果は、食事に含まれる他の栄養素(糖質や脂質)がロイシンの胃排出を緩やかにし、遊離ロイシンの特徴である速やかな吸収と血中濃度の上昇を妨げたと考えられた。以上の結果から、朝食でのロイシン濃度の上昇と筋たんぱく質の合成を効率的に上昇させることを目的に遊離アミノ酸などのサプリメントを摂取する場合は、摂取のタイミングを考慮する必要性が示唆された。具体的にはサプリメントは食事と同じタイミングで摂取するのではなく、食事摂取前の空腹時、あるいは食後 3 時間以上の間隔を空け、食事の消化吸收が終わった時点での摂取がより血中ロイシン濃度を高める可能性を提示した。</p> <p>研究課題③では食物の摂取後における胃排出が、消化吸收後の血中アミノ酸濃度に影響する先行研究の結果を基に、胃排出を促進させる目的で加工された食品が、血中アミノ酸濃度に及ぼす影響を検討した。本研究では乳たんぱく質に含まれるカゼインの胃での凝固を抑制する酸性乳飲料の摂取が、血中アミノ酸濃度におよぼす影響を、脱脂乳と比較・検討した。それぞれの飲料をクロスオーバー試験として単回摂取させ、その後の血中アミノ酸濃度の推移を評価した。その結果、先行研究(動物実験)と同様に、臨床試験においても酸性乳飲料は通常脱脂乳と比較してより高い血中アミノ酸濃度を示したことから、乳たんぱく質の酸性化は、カゼイン成分の胃での凝固を防ぎ、胃からの排出を促進することで、血中アミノ酸濃度を高めることが示唆された。</p> <p>したがって、本博士論文の研究結果は、高齢者を対象とした中強度のレジスタンストレーニングによる効果的な筋肥大において、食生活でのたんぱく質摂取の重要性を新たに見だし、特に朝食で必須アミノ酸含有量の高いたんぱく質を積極的に摂取することの重要性が確認された。さらに、食後の筋たんぱく質合成を最大限に高めるために、血中ロイシン濃度を上昇させる方策とし</p>		

	<p>て、1) 食事と遊離アミノ酸の併用に際しての摂取のタイミングの重要性、また 2) 胃排出を高める乳飲料の酸加工によって血中アミノ酸濃度の上昇が可能であることが明らかとなり、朝食への栄養介入の具体的な方策につながる成果が得られた。</p>
<p>論文審査の結果の要旨</p>	<p>本論文では高齢者におけるレジスタンス運動による筋肥大効果を最大限に高める観点から、食生活におけるたんぱく質摂取に焦点をあて、これまで検討されていなかった3食の各食事におけるたんぱく質摂取量や3食での配分の観点から、特に朝食のたんぱく質不足や必須アミノ酸の不足が、トレーニング効果を減弱させる可能性を示した。この成果は先行研究と比較しても新規性および独創性に優れた点である。さらに、筋たんぱく質合成の指標として食後の血中ロイシン濃度を利用して、食事と遊離アミノ酸の組み合わせによる相乗効果の検討や、乳製品の酸加工による消化吸収促進の効果を調査した研究アプローチは、経時的なアミノ酸濃度の変化による食因子の消化・吸収プロセスを反映する新たな研究手法を提示できたという観点からも独創性が高いと判断できる。特に高齢者においては、習慣化している食生活の変容が困難であり、単に食事摂取量の増加を推奨するだけでなく、サプリメントや食品加工による効率的な栄養摂取の代替策の提示も重要であり、介護予防のガイドライン策定においても社会的なニーズが高いと判断できる。</p> <p>これらに対して、事前審査では以下の指摘がなされた:総合討論において、「運動および栄養摂取法の開発」に向けてどのような結論が得られたのかについての考察が必要であること、DXA法による体組成の評価についての明確な定義を示す必要があること、朝食でのたんぱく質摂取量で用いたカットオフ値の妥当性、食後のインスリンや血糖値の違いが筋たんぱく質代謝に及ぼす影響についての記述の必要性、筋たんぱく質合成を亢進する具体的な血中ロイシン濃度の提示、高齢者と若年者の年齢の異なる被験者を用いた妥当性の説明、などが指摘された。しかし、本審査においては、コメントに対して十分かつ丁寧に対応し、構成の体系性も改善され、研究方法および統計処理の適切性も確認できた。</p> <p>本論文を構成する3つの研究課題に関わり、その内容は2本の原著論文(筆頭著者)として国際雑誌に掲載されている。また、論文全体を通して、文献研究が十分に行われており、自らの研究データと対応させることで、重要な先行研究が適切に引用されていた。総合討論では、3つの臨床試験から得られたデータを基に、効率的に筋肥大を引き起こすと考えられる運動と栄養摂取の方策を提示することで、運動・栄養指導の現場で活用が可能となるエビデンスに基づいたガイドラインを提示しつつ、今後の具体的な検討課題も的確に提示されていた。論旨の一貫性や明確さに関して、個々の研究課題および論文全体の構成も明確であることが確認された。</p> <p>以上、公聴会と論文審査の議論により、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。</p>
<p>試験または学力確認の結果の要旨</p>	<p>本論文の公聴会は2019年7月10日(水)10時50分~11時35分 インテグレーションコア大会議室で行われた。11時35分より同会議室で口頭試問を実施した。公聴会において、申請者は出席者の質問に対して十分な回答と説明を行い、本研究の意図、成果について参加者の理解は深まったものと評価できる。</p> <p>審査員4名で行った口頭試問においては、研究結果の解釈について、栄養学的観点のみならず、幅広い学術分野から質問が投げかけられ、本研究課題が関与する運動生理学と栄養学の基礎・応用知識を含めた学力が確認された。申請者は全ての質問に対して具体的に過去の文献に基づくデータと自らのデータを照らし合わせながら、適切かつ端的に回答し、研究課題に対する理解力の高さを示した。さらに、質疑応答でのコメントに基づいて、本研究分野における新たな研究の展開も提示された。</p> <p>主査および副査は、公聴会の質疑応答を通して博士学位に相応しい能力を有することを確認した。</p> <p>したがって、本学学位規程第18条第1項に基づいて、博士(スポーツ健康科学 立命館大学)の学位を授与することが適当であると判断する。</p>