

氏名（本籍）	伊藤 和寛（愛媛県） <small>いとう かずひろ</small>
学位の種類	博士（スポーツ科学）
学位記番号	甲 第 49 号
学位授与日	令和7（2025）年3月18日
学位授与の要件	大阪体育大学学位規程第5条第1項該当
研究科名	スポーツ科学研究科（博士後期課程）スポーツ科学専攻
論文題名	股関節屈曲角度-トルク特性に基づいた大腰筋の筋力トレーニング法開発に関する基礎的研究
審査委員	主 査 教 授 前島 悦子 副 査 教 授 浜田 拓 教 授 橋本 祐介

論文内容の要旨

本研究は、大腰筋の効果的な筋力トレーニング方法の開発を目的とした基礎的研究である。大腰筋は人体の中心に位置し、腰椎から大腿骨小転子にわたり下肢と体幹を連結している唯一の筋である。よって、体幹の安定や股関節の屈曲運動において重要な役割を果たすが、効果的なトレーニング方法やトレーニング効果の一つである筋肥大を非侵襲的に確認する方法は確立されていない。本研究では、大腰筋の効果的なトレーニング方法の確立に向けた基礎的知見を得ることを目的に以下の3つの課題に取り組んだ。

課題 1 では、過去の股関節屈曲角度 - トルク特性に関する報告と、近年の数学モデルを用いたシミュレーション研究および形態学的データを用いた研究の結果が一致していないことから、股関節屈曲角度と最大等尺性股関節屈曲トルクの関係を検討した。これにより、健常成人の最大等尺性股関節屈曲トルクは、男女ともに股関節浅屈曲域で最小、深屈曲域で最大となる股関節屈曲角度-トルク特性を明らかにした。この結果は、従来の股関節屈曲トルクを実測した研究とは異なるものであるが、最近の数学モデルや形態学的データを用いた研究結果と矛盾しないものであった。股関節深屈曲域において主要な屈曲トルクを生成するのは大腰筋であるため、大腰筋の筋力トレーニングにおいては、深屈曲位での負荷トルクを適合させることの重要性が示唆された。

課題 2 では、課題 1 で得られた股関節屈曲角度 - トルク特性に適合する負荷パターンを実現するため、股関節の屈曲角度の増大に応じて負荷が漸増するトレーニングマシンを試作した。この機器は、股関節屈曲運動中の深屈曲域において、負荷が最大トルクになるように設定できる仕様となっている。4 週間の短期トレーニングの結果、課題 1 で明らかにした股関節屈曲角度 - トルク特性に基づいた負荷パターンを用いた筋力トレーニングを行うと、既存のウェイトスタックマシンによる等張性の負荷パターンよりも股関節深屈曲位でのトルク発揮が増大することが確認された。この結果から、股関節屈曲角度 - トルク特性に基づいた筋力トレーニングは、大きな大腰筋の筋力増大および筋肥大効果が得られる可能性が示唆された。

課題 3 では、筋力トレーニング効果を確認するための手法として、非侵襲的で計測誤差の少ない超音波画像診断装置 (US) に慣性計測装置 (IMU) を組み合わせた筋厚計測技術を開発し、その有用性を検証した。従来の US 計測では、検者の US 習熟度が筋厚計測の信頼性に大きく影響することが欠点として挙げられてきた。従って、計測誤差が最小であるという客観的な裏付けを持った方法を確立する必要がある。本研究ではプローブの姿勢角の定位に IMU を装着することで、複数回の計測時に超音波ビームの生体への入射角度・方向が同一になり、信頼性の高い筋厚計測が可能であることが明らかになった。本法を用いてトレーニングによる大腰筋の筋肥大効果を評価することによって筋力向上と筋厚の変化との関連も非侵襲的に評価することが可能になると考えられた。

本研究結果から、股関節屈曲角度 - トルクは股関節浅屈曲域で最小、深屈曲域で最大であることが明らかになった。そして、股関節屈曲角度 - トルク特性に基づいた負荷トルクパターンでの筋力トレーニングが大腰筋の筋力増強において重要であることが示

唆された。さらに、IMUを併用したUSによる筋厚計測は、USの非熟練者であっても信頼性の高い結果を得られることが可能であることが明らかになった。本研究成果は、スポーツ現場だけでなく健康増進の現場にも還元できる有意義なものであると考えられる。

審査結果の要旨

(論文審査)

博士論文審査基準に基づき、審査を行った。

学位論文審査結果 「合格」

(1) 研究の目的・課題の明確性

博士論文、口頭試問において、国内外の先行研究を網羅的に検討した上で、要介護者の増加と運動耐容能の低下や筋骨格系の脆弱性を持つ高齢者の増加という社会的課題の解決が重要であるという問題意識が明確に示された。下肢筋群の中でも大腿四頭筋等に関する先行研究はみられるものの、移動能力と体幹の安定性に重要な役割を果たす股関節屈曲筋群の1つである大腰筋に着目した研究は少なく、安全かつ効率的な大腰筋の筋力増強トレーニング方法が未だ確立されていないことから、博士課程において高齢者における安全で効率的な大腰筋の筋力トレーニング方法を開発するための基礎的知見を得る研究の実践的(臨床的)意義と研究の目的、取り組むべき研究課題1から3が明確に示されていることを確認した。

(2) 研究方法の妥当性

課題1、課題2、課題3の研究方法は研究課題に対して妥当であり、適切に設定されていることを提出された論文及び口頭試問において確認した。また研究の手順は適切であり、それぞれの課題で得られた結果をもとに十分な根拠に基づいた分析、考察が行われていることを提出された論文において確認した。

(3) 研究の信頼性

研究の信頼性を担保するために課題1、課題2、課題3の対象者は全て異なっており、これら対象者から適切にデータの収集が行われていることを確認した。得られたデータは、パスワードを設定したUSBに保存されていること、個人が特定できる情報を除いた状態で独自の番号を付与し、対応表を作成し、対応表はパスワードを設定したUSBに保存され、データを保存しているUSBとともに当該院生が勤務する鈴鹿医療科学大学の研究室の施錠したロッカーで保管されていることを確認した。全ての課

題は研究開始前に当該院生の勤務先である同大学に設置されている研究倫理審査委員会の承認を得て実施されており、研究の全過程において倫理的配慮がなされていると判断した。

(4) 論旨の一貫性

下肢筋群の中でも移動能力と体幹の安定性に重要な役割を果たす股関節屈曲筋群の1つである大腰筋に着目した研究は少なく、安全かつ効率的な大腰筋の筋力増強トレーニング方法が未だ確立されていないことから、高齢者における安全で効率的な大腰筋の筋力トレーニング方法を開発するための基礎的知見を得ることを目的とし、最大等尺性股関節屈曲トルクは男女ともに股関節浅屈曲域で最小、深屈曲域で最大となり、先行研究とは異なることを明らかにした。この特性に基づいた負荷パターン下での短期トレーニングが大腰筋の筋力増大に有用であることを確認した。次に大腰筋の筋肥大効果を確認するための手法として、US に IMU を組み合わせた筋厚計測技術を開発し、その有用性を明らかにした。このように研究の過程において、その論旨は明確、かつ一貫しており、さらに設定された研究課題に整合性・一貫性があることも確認した。

(5) 研究成果の意義

本研究結果から、股関節屈曲角度-トルク特性に応じた負荷パターンが、股関節深屈曲域での筋力増大効果を高めることから、大腰筋の筋力および筋量の増大に有用であることが示された。今後、運動耐容能の低下や筋骨格系の脆弱性を持つ高齢者のトレーニングへの応用に繋がる発展的成果が示されていることが確認された。また、US に IMU を組み合わせた新たな筋厚計測技術を開発し、その有用性を検証したことによって US 検者の習熟度が筋厚計測の信頼性に大きく影響するという US 検査の欠点を克服する結果が示されており、トレーニング効果の評価法の発展に寄与する成果が示されていることを確認した。

(6) 研究の独創性

従来の定説とは異なり股関節屈曲筋群の筋力トレーニングにおいては、股関節浅屈曲域で最小、深屈曲域で最大となる股関節屈曲角度-トルク特性に応じた負荷パターンが、股関節深屈曲域での筋力増大効果を高めることを示し、この理論のもと短期トレーニングの効果を検証することを目的としてトレーニング機器を試作し、トレーニング効果があることを明らかにしたことは、先行研究とは異なる新規性、独創性があると判断した。また US のプローブの姿勢角の定位に IMU を装着することによって非熟練者においても再現性の高いエコー画像を描出できるということを明らかにした点は、論者の発想の柔軟性と独創性として評価できると判断した。

(7) 論文の体裁

学術論文としての体裁は整っていることを確認したが、序論においてこの研究課題に

取り組むことの意義についての記述が、博士論文発表会で述べられた内容と比べて不足しているとの指摘が副査より述べられ、加筆することとなった。また論文中の表記に統一されていない箇所があることが指摘された。加筆・修正された博士論文の序論では研究課題に取り組むことの意義について過不足なく記述されていること、本文中の表記が統一されていることを確認した。

(最終試験)

博士論文発表会における発表と質疑に対する応答は真摯であり、また論理的かつ明快であったと判断した。博士課程において研究の立案は自立的、率先的であり、指導教員及び共同研究者の協力のもと遂行する能力を十分に身につけていることを口頭試問において確認した。すでに2編の英文論文が採択・公表されていること、課題3で行ったUSを用いた大腰筋の筋厚計測方法に関しても第78回日本体力医学会において口頭発表を行っており、国内外で積極的にプレゼンテーション等を行う能力を身につけていると判断し、評価項目(8)研究遂行のために必要な態度・資質を満たしていることを確認した。

主査と副査2名で口頭試問を行った。主査、副査の質問に対して222D01伊藤和寛さんは十分な回答を行った。また、提出された博士論文においても審査基準を満たすことを確認した。以上より、本学が定める博士の学位授与の基準を満たしており、修得した知識と技能が博士の学位に相応しいと判断した。以上より、222D01伊藤和寛さんの最終試験の結果は合格と判定した。