

## 博士学位論文審査結果報告書

氏名（本籍） 三矢 紘駆（東京都）

学位の種類 博士(体育科学)

学位記番号 甲第126号

学位授与年月日 令和6年3月15日

学位授与の要件 文部科学省令学位規則第4条第1項 該当

学位論文題目 領域特異的および長軸区画的な筋活動に関する研究  
～大腿四頭筋とハムストリングにおける筋活動動態と筋収縮感覚からの検討～

審査員 主査 日本体育大学 教授 岡田 隆

副査 日本体育大学 教授 岡本 孝信

副査 日本体育大学 教授 中里 浩一

### 《論文審査結果の要旨》

骨格筋はその全ての領域が均一に活動するわけではなく、動作に応じて領域特異的に活動することが知られている。また同一筋内においても長軸区画的に不均一に活動するが、こうした筋活動動態については不明な点が多い。そこでまず大腿四頭筋を対象に、複合的な事象である筋活動を多面的に理解するため、様々な解析方法を用いて筋活動動態を評価した。次に、大腿四頭筋における大腿直筋同様に分岐した運動神経に支配され、そして大腿四頭筋の拮抗筋であるハムストリングも対象として解析を重ねた。そしてさらに、筋活動と同時に起こる筋収縮感覚の知覚にも着目し、筋出力と感覚入力の双方から包括的に領域特異的および長軸区画的な筋活動を検討した論文である。骨格筋の領域特異的および長軸区画的な筋活動の検討から、骨格筋の活動と機能を詳細に明らかにする学術的意義と、骨格筋を細分化して鍛え分ける新たなトレーニング方法の開発につながる社会的意義を持つ論文である。昨今、注目を集めている体型改善のためのレジスタンストレーニングに科学的根拠を与えるものである。

第1章では、本研究の背景として、二関節筋の解剖・機能的特徴、骨格筋の領域特異的、長軸区画的な筋活動、下肢近位の二関節筋に対するレジスタンストレーニングの領域特異的および長軸区画的な筋肥大応答、レジスタンストレーニング研究の現状と問題点、筋活動の推定方法について、先行研究の精読から得られた知見を基に論じた。

第2章では、大腿四頭筋の領域特異的および長軸区画的な筋活動について、多チャンネル表面筋電図計による筋放電量と、超音波剪断波エラストグラフィによる筋剛性率から検討した。筋活動は生理学的、解剖学的な複数事象が同時多発的に発生するものであり、複数の測定方法を用いて検討することで、その全容を捉える事ができる。その結果、膝伸展運動であるレッグエクステンション（LE）において、外側広筋より大腿直筋が強く活動し、また、股関節を伸展したLEでは大腿直筋近位の活動が増強することを明らかにした。そして、この領域特異的および長軸区画的な筋活動は、筋剛性率では検出することができた一方、筋放電量では検出できないことも明らかにした。

第3章では、第2章で得た考察を基に、実際のレジスタンストレーニングと同様の収縮様式である等張性筋収縮を対象とすべく、磁気共鳴画像法（MRI）による横緩和時間（T2値）を用いて検討した。さらに、大腿四頭筋と同様に、運動神経枝が近位と遠位で分岐しているという共通した解剖学的構造を持つハムストリングも対象とした。結果、股関節角度の調整によって、大腿四頭筋およびハムストリングの筋活動動態を領域特異的かつ長軸区画的に変化できることを明らかにした。

第4章では、筋活動という出力と同時に起こる、筋収縮の知覚という感覚入力も検討対象とすることで、

## 課程博士

領域特異的および長軸区画的な筋活動の理解を深めた。その結果、大腿四頭筋とハムストリングともに、動作する膝関節に近い領域の筋収縮感覚を知覚しやすい傾向が確認された。また、大腿直筋近位は筋活動領域を知覚しやすい一方、ハムストリングでは活動領域の知覚は困難であった。さらに、両筋ともに筋活動の程度は知覚できなかった。筋長軸における神経分岐という共通する解剖学的構造を有する両筋だが、筋収縮感覚の知覚は一致しないことを明らかにした。

第5章では、総合討論として、ここまでの知見をまとめ、さらに実践的への応用、限界点、今後の展望について論じた。

最後に第6章では、本博士論文の結論として、下肢近位の二関節筋においては、その中枢にある股関節角度を変化させることで、二関節筋の領域特異的および長軸区画的な筋活動を制御することができることとまとめた。さらに、筋収縮感覚を長軸区画的に知覚することもできるが、筋活動の程度まで知覚することはできないと結論した。

以上の通り、本博士論文は、領域特異的および長軸区画的な筋活動について、その筋出力と感覚入力 の両面にわたる生理学的新知見を発見し、レジスタンストレーニング実践の場における関節角度設定と、筋収縮感覚の知覚の活用方法に関して、新たな情報を提供するものである。そして、この博士論文は *European Journal of Applied Physiology* に掲載された原著論文1報、国際学会発表1報、国内学会発表3報を基にしたものであり、国際的にその学術的価値が認められている。以上より、本博士論文は博士（体育科学）にふさわしいと判断した。

審査会においては、三矢氏から本博士論文のプレゼンテーションが行われ、それに基づいて質疑応答形式で議論が展開された。審査員から、本論文の知見を社会に還元する事についての質問がなされたが、三矢氏はレジスタンストレーニング熟練者が有する筋収縮感覚の知覚能力の卓越性に着目しており、その解明が筋活動に関する学術的理解を深める一つの方策で、そしてその知見を社会に還元することが、より効率的なトレーニングを全ての人々が享受できるという社会的意義を高めると述べた。その他にも質問がなされたが、全ての質問に適切な回答がなされ、三矢氏は博士（体育科学）にふさわしい能力を備えていることが確認された。

以上、審査の結果、三矢紘駆氏は博士（体育科学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

### 《最終試験結果》

合格・不合格

令和6年2月7日

日本体育大学大学院体育科学研究科