

別紙1-1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 富田 彩

論 文 題 目

膝伸展運動における力調節時の大腿四頭筋の神経筋活動

論文審査担当者

主 査

名古屋大学総合保健体育科学センター教授 秋間 広

名古屋大学総合保健体育科学センター教授 蛭田秀一

名古屋大学総合保健体育科学センター教授 佐々木康

別紙 1 - 2

論文審査の結果の要旨

本研究では、力調節課題時の大腿四頭筋各筋の役割を明らかにするため、等尺性膝伸展運動において力調節課題を行う。それぞれの実験の被検者は健常な成人男女 13~18 名とした。すべての実験において大腿四頭筋から表面筋電図を記録し、その信号から各筋の神経筋活動を検討した。各実験の概要を以下に示す。

実験 1: 女性の間広筋の表面筋電図法の確立

大腿四頭筋各筋の神経筋活動を検討するために、まず構成筋の一つである中間広筋の表面筋電図法を確立する必要がある。そこで女性での中間広筋の表面筋電図記録方法の確立を目的として実験を行なった。結果として、女性において中間広筋から記録した表面筋電図信号は電極間距離 10 mm と 20 mm でほぼ一致しており、標準基準とした男性とも有意な差が見られなかった。このことから、女性においても中間広筋の表面筋電図を男性同様の方法(電極間距離 10 mm) で記録できることが明らかとなった。

実験 2~実験 5 では、共通して正弦波を用いた力調節課題中に表面筋電図で記録した大腿四頭筋の筋活動や力の精確性を検討する。座位において等尺性膝伸展運動を行い、最大随意収縮 (MVC) 以下の正弦波 (例: 波の振幅が随意最大筋力の 4-8 %, 30-50 %) の正弦波に合わせて力を調節する。

実験 2: 正弦波を用いた力調節精確性と機能テストの関係

正弦波での力調節課題においても機能的な動作との関連が見られるのかを明らかにするために、力調節精確性と機能テスト (ファンクショナルリーチテストと閉眼片足立ち) との関係を検討する。その結果、正弦波の力調節課題における発揮筋力の精確性は、動的なバランスの指標であるファンクショナルリーチテストとの関係が強いことが明らかとなった。

実験 3: 正弦波を用いた力調節課題における大腿四頭筋の神経筋活動の検討

実験 3 では、正弦波の力調節課題中に、大腿四頭筋および大腿二頭筋から表面筋電図を記録する。正弦波の力調節課題における大腿四頭筋の神経筋活動の特徴やパターンを明らかにするために、正弦波を用いた力調節課題と従来用いられてきた一定負荷の力調節課題での神経筋活動の違いなどを検討する。また、2 種類の収縮強度 (4-8 %MVC と 30-50 %MVC) を設定することで、発揮強度による力調節精確性の差も合わせて検討する。大腿四頭筋の等尺性収縮時における正弦波の力調節課題においては、特に低強度 (4-8%MVC) において、大

別紙 1 - 2

論文審査の結果の要旨

腿直筋と他の3つの広筋で筋活動が異なった。中間広筋、外側広筋及び内側広筋は、低強度の正弦波において発揮筋力の増減に伴い筋活動の増減が見られたが、大腿直筋は正弦波の1周期を通して筋活動の変動が見られなかった。これは大腿直筋の二関節筋としての特徴的な役割が関係していることが示唆された。

実験 4: 膝関節角度の違いによる力調節精確性と大腿四頭筋の筋活動の変化

大腿四頭筋全体として最も力を発揮できる膝関節角度は約 110° (最大伸展 180°) であるが、筋ごとに見ると最も力を発揮できる膝関節角度は各筋で異なる (Cutts 1988)。これらのことから、膝関節角度によって力調節精確性も変化し、各筋の筋活動パターンが変化すると考えられる。3条件の膝関節角度 (70° , 110° , 150°) の間で力調節精確性やその時の筋活動を比較する。結果として、発揮筋力の精確性は膝関節角度による影響を受けなかったが、大腿四頭筋の神経筋活動は膝関節角度によって変化した。

実験 5: 筋疲労が力調節精確性に及ぼす影響

筋疲労によって力調節安定性が低下することは、いくつかの先行研究で知られている。実験 5 では、MVC の間欠的発揮により筋疲労を引き起こし、疲労前後での正弦波力調節課題の精確性と筋活動の変化を検討する。また、実験は2条件の膝関節角度 (80° と 140°) を設定し、大腿四頭筋の筋長の違いによる疲労への影響や大腿四頭筋各筋の表面筋電図信号の変化についても合わせて検討する。結果として、筋疲労後においても、低強度 (2-10%MVC) であれば発揮筋力の精確性は維持されることが示された。膝関節屈曲位 (80°) での低強度においては、中間広筋のみ疲労後に有意に筋活動の増加が見られた。

本博士論文で得られた以上の結果から、与えられた課題を遂行するためには大腿四頭筋の4つの筋それぞれが協調しながら発揮筋力の精確性を維持する神経筋制御が行われていることが明らかとなり、さらに、関節角度の違いや筋疲労などの外的な環境変化に対しては、大腿四頭筋の各筋あるいは特定の筋の神経筋活動を変化させることで効率よく精確な筋力発揮の遂行を行う機序があると結論した。

以上のような研究内容を持つ本研究であるが、最大の特徴は以下の4点と言える、1) 実験で対象とした筋が我々の日常生活において身体活動や姿勢の保持を行う際に重要な役割りを担っている筋であり、さらにその筋を対象として力調節を新しい視点より実験を行った点、2) 女性において方法論の確立を行い、研究を進めた点、3) 新しい力調節課題がバランス能力と関係する指標であることを明らかにした点、4) 関節の角度変化や筋疲労が力

別紙 1 - 2

論文審査の結果の要旨

調節能力に及ぼす影響について検討した点。

以上のように、従来より行われていた力調節課題の問題点を見出し、それを改善した方法を導きだし、その結果、いくつかの重要な知見が得られた。力調節課題は高齢者の転倒と密接に関係することが先行研究で報告されているので、本研究で得られた知見を応用して、より正確で簡便な力調節課題の確立を行い、このような対象者に役立つ知見が得られるものと思われる。したがって、この研究を応用することによりスポーツ生理学やその関連分野への大いなる貢献が期待される。

一方、本論文に対して審査委員からは以下のような疑問点、問題点や助言が出された。

1) 個人間の力発揮のバラツキがあったのか？, 2) 力のずれの大きい部分と小さい部分の詳細な検討が必要ではないか？, 3) バラステストにおける視覚情報の影響がどの程度あるのか？, 4) 力のずれの評価法を相対値で行っているが、絶対値で行った方が良いのではないか？

これらの指摘について、博士学位請求者は十分に認識しており、その応答も適切なものであった。また、指摘された課題についても今後の研鑽、研究によって補うことが十分に可能であると判断した。

以上のような審査過程を経て、審査員は全員一致して、本論文を博士（教育学）の学位に値するものと判断し、論文審査の結果を「可」と判定した。

別紙 1 - 2

論文審査の結果の要旨