

審査結果の要旨

(1) 研究の目的に意義や独創性があるか。

石井智也氏によって提出された博士論文は、体育やスポーツ活動で用いられる、様々な水準の力発揮を連続的に遂行した際に発現するカー筋電図関係の変化に着目したものである。特に、比較的大きな力発揮の前後に微細な力発揮を発揮した場合、カー筋電図関係に変化が生じ、単位筋電図量当たりの発揮筋力が増大する現象、すなわち随意筋収縮後増強効果 (Post Contraction Potentiation, PCP) の機序を、各種の電気生理学的手法を用いて詳細に調べている。この PCP は、1960 年代に最初に報告され、その後ヒトを対象としていくつかの基礎的な研究が行われているが、その運動生理学的な機序については不明な点が多く残されていた。本博士論文では、近年開発された非侵襲的な脳刺激法である経頭蓋的磁気刺激、経頭蓋的直流電気刺激、筋電図の周波数解析等を用いることにより、PCP の詳細な機序について明らかにしようとした。この研究により、今まで十分な理解が進んでいなかった PCP の機序が明らかになると考えられる。従って、本博士論文の目的と意義には独創性があると判断できる。

(2) 研究の方法は当該学問分野において妥当なものか。

本博士論文で用いられた電気生理学的手法は、筋電図、肘関節トルク測定、経頭蓋的磁気刺激、経頭蓋的直流電気刺激ならびに筋電図の周波数解析である。これらの研究手法は、いずれも運動生理学や神経生理学分野で用いられる標準的な方法であり、研究目的を達成するために適切な方法と判断できる。特に、ヒトを対象とした身体運動の制御に関する研究分野では、非侵襲的に中枢神経を刺激する手法として経頭蓋的磁気刺激ならびに経頭蓋的直流電気刺激が開発され、多くの成果を上げている。本博士論文においても、これら 2 つの非侵襲的な脳刺激法を用いることにより、これまで不明な点が多かった PCP の神経生理学的な機序が明らかになると考えられることから、本博士論文の研究方法は妥当なものと考えられる。

(3) 研究資料やデータの収集と分析が適切になされているか。

本博士論文において用いられた筋電図ならびに肘関節トルクの導出に関する方法、増幅方法、フィルター設定等は、いずれも運動生理学ならびに神経生理学分野で用いられる標準的な方法が導入されており、研究結果には高い信頼性があると考えられる。経頭蓋的磁気刺激、経頭蓋的直流電気刺激に関しても、国際臨床神経生理学会、日本臨床神経生理学会から出されている実施指針に基づき、適切に取り扱われている。また、実験参加に関する被験者の倫理的配慮も適切に行われているといえる。

(4) 研究の考察と結論が妥当であり、学術的な水準に達しているか

5つの実験から得られた結果の考察は、いずれも広範な先行研究の分析と議論をもとに構成されていると考えられる。特に、経頭蓋的直流電気と経頭蓋的磁気刺激を組み合わせることによって得られた皮質脊髄路の興奮性変化と PCP の関連に関する議論は非常に慎重に論理立てられたものとなっており、高く評価できる。また、PCP 発現時の表面筋電図の詳細な分析から、PCP

発現時には 10Hz 前後の周波数帯域のパワーが増大しており、この運動単位の活動動態と皮質脊髄路興奮性変化の関連についても、論理構成が非常に精緻に組み立てられている。これらのことを含め、本博士論文における研究結果の考察と議論は、学術的に非常に高い水準にあると判断できる。

(5) 取得学位にふさわしい意義や成果が認められるか

本博士論文で研究対象とした、随意筋収縮後増強効果(PCP)は、1960年代に初めて報告されて以来、その運動生理学、神経生理学的機序は十分に解明されてこなかった。本博士論文では、ヒトに応用可能な非侵襲的中枢神経刺激手法である経頭蓋的直流電気刺激と経頭蓋的磁気刺激を用いることにより、PCPの発現機序の理解を深めたといえる。また、慎重に計画された一連の実験により、PCPを発現させる筋収縮力の条件、さらにPCP発現時の興奮-収縮連関の動態についても明らかにしている。これらの新たな知見は、微細な力発揮が必要とされる各種運動やスポーツ時の準備運動の在り方、また陸上競技における100走のような、短時間に非常に大きな力発揮が要求されるような競技開始時の準備の方法等について深い洞察を与えると考えられる。また、本博士論文の研究成果は、神経疾患や外傷等によって四肢の運動機能が低下している人々の機能回復訓練にも新たな視点を与えるものと考えられる。

これらのことから、審査委員会委員全員一致で、石井智也氏によって提出された博士論文は、非常に高い学術的水準にあり、東京学芸大学博士課程連合学校教育学研究科の博士論文としてふさわしいと判断した。また、その研究対象、実験内容と研究成果は、運動生理学のみならず、神経生理学、リハビリテーション分野等の広範な分野に及ぶものあることから、博士の名称は「学術」がふさわしいと判断した。