

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）
概要書

リハビリテーション場面における利用拡大に向けた
モバイル端末を用いた
低コスト簡易筋電計の開発
Development of
Simple Low-Cost Electromyography System
Using Mobile Device for Practical Utilization
in Rehabilitation Field

2019年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科
鈴木 里砂
SUZUKI, Risa

研究指導教員： 村岡 慶裕 教授

現在、本邦における筋電計の多くは、診断や研究目的で使用されており、患者や利用者の手に直接届きにくいツールとなっている。筋電計が身近なツールとなれば、健康増進のための運動やスポーツ、予防医療、地域でのリハビリテーションなど、様々な場面で活用できると予測される。具体例としては、研究機関などに所属する限られた療法士だけでなく、一般的な診療所や各種施設の療法士と患者、利用者が、随時、筋出力を把握することにより、運動指導時の共通言語として筋電位情報を活用できることや、日々の臨床の場面で筋電計を使用する筋電図バイオフィードバック（以下、EMG-BF）療法を、より多くの施設で実施することができ、患者の回復過程に合わせた客観的身体機能評価と運動プログラム立案に役立てることができるなどが挙げられる。以上のことから、本研究においては、リハビリテーション場面での筋電計利用拡大を図るために、容易に製作できる低コスト簡易筋電計を開発し、その有効性と完成品の実用性を検討した。

第1章、第2章では本研究の背景、先行研究、目的を示した。また、筋電計がリハビリテーション臨床現場で普及していない現状を示し、その対策について考察した。その結果、本問題の解決に向けて、筋電計の低コスト化、操作性および親近性の向上が必要であると結論付けた。第3章では、本研究の構成と各章の概要を示した。第4章では、低コスト化を図るため、スマートフォン等のモバイル端末を利用して製作できる低コスト簡易筋電計の筋電アンプ回路を考案し、その概要を提示した。また、動作確認と性能試験を実施し、本筋電計の性能の妥当性を確認した。さらに、親近性を図るため、工学的専門知識や技術を有さない療法士養成校の学生でも、容易に製作できる本筋電計の製作キットを開発し、その概要を示した。第5章では、第4章で紹介した筋電計の完成品が臨床現場で活用しうる性能を有するかを検討するために、患者宅におけるホームプログラム実施時の利用状況、患者への使用感のアンケート調査を行った。さらに、操作性の向上を図るために、各種モバイル端末（スマートフォン、ノートPC）を利用し、表示部と筋電アンプ間を、オーディオ用Bluetoothを用いて無線化し、歩行など移動を伴うリハビリテーション場面で応用した。操作性については、モバイル端末をモニターとして利用することにより、複雑なセットアップ等を要せずに、操作性の向上を図ることができた。また、患者自身が操作し、自宅においてEMG-BF療法を実施できることも実証した。これらの結果から、医学的、工学的知識が乏しくとも、モバイル端末を使用して、自宅で患者自身が本筋電計を操作し、利用できることが明らかとなった。無線化しても、本筋電計の性能は担保され、時間的遅延はあったものの、臨床現場において、動作の障害になることもなく活用できることが

確認された。親近性については、患者の臨床現場での EMG-BF 療法実施時の本筋電計の使用感に対するアンケート結果から、多くの患者がこの筋電計を再度使用したいと述べており、筋収縮のフィードバックによる患者の運動学習の促進やモチベーションの向上に役立つものであると予見された。第 6 章では、本筋電計の製作キットが実際の教育場面で利用できるかを検討した。療法士養成校で製作キットを用いた授業が実施できれば、本邦の養成校にて、学生が一般の筋電計の仕組みやその操作を学習でき、さらに、身近な測定ツールとして所持することが可能となることで、一般の筋電計への親近性の向上が図れると考えられた。そこで、療法士養成校において製作キットによる本筋電計の製作授業を行い、学生が授業時間内で製作可能であるか否かと、製作授業前後の EMG-BF 療法に対する興味・関心について調査を実施した。結果として、大学等の 1 コマ授業内で、学生自身が製作することができ、さらに、アンケート調査により、本筋電計を製作することで EMG-BF 療法への学習意欲や興味が促進されることが確認された。第 7 章では、本筋電計が本邦に普及した場合における社会的影響を教育的、臨床的観点より考察した。教育的観点においては、養成校数と、在籍学生数からの一般の筋電計と本筋電計のコスト比較を行った。その結果、本筋電計は、教育現場において、一般の筋電計よりも、低コストで多くの学生が学習できるツールとして成立することが明らかとなった。また、臨床的観点においては、脳卒中患者を例にして、介護保険費用に関わる経済的効果を試算した。先行文献の試算と、EMG-BF 療法による改善の報告を元に、患者の身体機能が EMG-BF 療法の実施で 1 段階ずつ改善すると仮定した場合の介護費用と、改善しなかった場合の介護費用の年間の差額を算出し、それを本筋電計の経費で除し、導入した場合にその差額を埋めるのに要する期間を試算したところ、1 日未満であった。尚、本筋電計は、在宅使用も可能であることから、入院以外での利用効果も有すると考えられ、さらなる社会的利益を生む可能性があると考えられる。

本研究の限界としては、低コスト化、操作性及び親近性の向上がなされたとしても、即座に臨床や社会で汎用されるわけではないことがあげられる。一般社会に受け入れられるための情報発信や、その根拠となる大規模 RCT 研究の実施については、今後の課題である。

本研究で提案したモバイル端末を利用した低コスト簡易筋電計により、一般の筋電計に対し、低コスト化、操作性や親近性の向上を図ることができた。今後、本邦において本筋電計が身近な測定ツールとして普及した場合、EMG-BF 療法の導入が促進され、医療・教育現場において大きな影響を与えうると考えられた。