九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

振動刺激を利用した人の前腕動作・トルクの調整に関する研究

劉, 文斌

https://hdl.handle.net/2324/4475124

出版情報：Kyushu University, 2020, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (3)

KYUSHU UNIVERSITY

氏　　名　：劉　文斌

論 文 名　：振動刺激を利用した人の前腕動作・トルクの調整に関する研究

区　　分　：甲

論　文　内　容　の　要　旨

少子高齢化により，各方面で労働力の不足が生じ，高齢者の支援・介護にも多くの労働力が必要となるため，高齢者の自立や労働の効率化を目的とした様々な機器が開発されている．高齢者の自立，労働の効率化，あるいは技術伝承を補うためには，高齢者の危険動作・不適切動作を回避したり，未熟・不慣れな動作を適切な動作へ補正したりするような人の動作を調整するシステムが重要である．更には，人の力の入れ具合を調整するシステムも重要である．そこで本研究では，人の上肢動作，特に前腕動作を適切な動作に自動調整したり，力の入れ具合を自動調整したりするために必要な技術の研究を行うものとする．

高齢者の不適切な動作の一つとして振戦，特に本態性振戦が挙げられる．振戦は，身体の一部分の拮抗筋（１つの運動に対して逆の働きをする筋肉，屈筋と伸筋）が交互に収縮することで，細かい規則的な動きが生じるのが特徴である．一方で，人間の骨格筋に機械的振動刺激を加えると，反射現象と運動感覚の錯覚現象が誘発され，さらに被刺激筋の収縮が生じる．この反射現象と運動感覚の錯覚現象は，それぞれ「緊張性振動反射」と「運動錯覚」と呼ばれる．緊張性振動反射の特性から，振動刺激が加えられる筋の緊張により不随意運動が生じる．この不随意運動の生成により，振戦を抑制する可能性が示唆される．本研究では新たな本態性振戦抑制の抑制手法として，機械的な振動刺激を利用した振戦抑制手法を提案する．振動刺激を利用し，本態性振戦の動きを計測して逆位相となる運動を生じさせることが出来れば，振戦を抑制することが可能となる．本研究では，前腕の回内回外振戦を対象として，機械的振動刺激を利用した振戦抑制手法の基本特性を明らかにすることを目指す．

また，本研究では，力の入れ具合を振動刺激を用いて自動調整するために必要な基礎研究も行うものとする．基礎研究として，振動刺激と力変化（前腕の回内回外トルク変化）との関係を調べる．

第一章

本章では，研究背景と研究目的を述べている．本研究では，二つの研究課題を行い，課題１では機械的振動刺激の特性を利用し，振動刺激を用いた振戦抑制手法を提案すること，課題２では振動刺激を利用した関節トルク変更を行うための基礎研究を行うことを説明している．

第二章　円回内筋・回外筋の緊張性振動反射および諸特性検討

本章では，前腕の回外筋・円回内筋への振動刺激による緊張性振動反射の生成を試みており，すべての被験者において，円回内筋・回外筋へ振動刺激を加えることにより，緊張性振動反射が生成できることを実験で証明した．また，振動刺激による円回内筋，回外筋の緊張性振動反射強度を周波数変化によって変化させることが可能であるかどうか検討を行っており,振動刺激の周波数の増加により,反射強度を増大させることを実験で確認した．

第三章　振動刺激を利用した振戦抑制手法

本章では，第二章で証明した緊張性振動反射の強度が振動刺激周波数増加とともに増大する性質に

着目し，振動刺激の周波数を ON-OFF 制御で繰り返し筋肉に加えることにより，周期的な緊張性振動反射を生成させ，振戦の逆位相運動を生成する振戦抑制手法を提案している．主動筋と拮抗筋に交互に周期的な ON-OFF 振動刺激を加えた場合には，緊張性振動反射により動きを生成する際に拮抗筋の弛緩が同時に発生するため，片方の筋のみを刺激した場合よりも大きな動きを生成することができると考えた．静止時と動作中の前腕で周期的な振動刺激により周期的な回内回外運動を生成する実験を行い，主動筋と拮抗筋に交互に周期的な ON-OFF 振動刺激を加えた場合には片方の筋のみを刺激した場合よりも大きな動きが得られることを確認し，振戦抑制手法としての適用可能性を示した．

第四章　振動刺激による前腕回内・回外トルクの調整

日常生活の中で，物に力を入れる際，不適切な力を発生することにより物を壊したり，目的のタスクを達成させることができなかったりすることがある．上肢運動の中で前腕円回内筋・回外筋は重要な役割を果たしているため，本章では，前腕の回内・回外トルクに着目し，筋力を自動調整することを考え，回外筋・円回内筋に振動刺激を加えることによる前腕のトルクへの影響を調べている． 全ての被験者において，回内方向に筋力を調整する際に，拮抗筋とする回外筋を刺激することで前腕の回内トルクを減少させることができ，生成されたトルク変化（減少量）の変化率が振動刺激の周波数の増加により増大することを実験で確認した．

第五章

本章では本論文の総括として，本研究で検討した項目についての結果を述べている．