

氏名・本籍	谷内 涼馬 (愛媛県)
学位の種類	博士 (生命システム科学)
学位記番号	博甲 第71号
学位授与の日付	令和6年3月19日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 (課程博士)
学位論文題目	パーキンソン病の姿勢反射障害に対する運動療法および効果的な 教示に関する研究
学位論文審査委員	主査 教授 金井 秀作 副査 教授 飯田 忠行 教授 小野 武也 特任教授 原田 俊英

学位論文の要旨

本論文は、パーキンソン病 (Parkinson's disease: 以下, PD) の姿勢反射障害に対する治療介入として、既存の運動療法に教示を加えることの有効性を明らかにする実践的研究を行ったものである。本論文は全5章から構成されており、各章の概要は以下の通りである。

第1章では、序論としてPDの疫学と転倒の特徴、姿勢反射障害の病態生理・生体力学的特徴、運動療法効果のエビデンスについての概要を述べている。PDでは疾患の進行に伴い、姿勢反射障害に起因する転倒が寝たきりや死亡率を増加させる原因となる。また、PDの姿勢反射障害は薬物療法抵抗性の運動症状として治療に難渋しやすく、効果が実証されている運動療法による適切な治療介入が非常に重要となる。姿勢反射障害のなかでも後方へ容易に転倒する突進現象であるretropulsionに着目し、過剰な足関節背屈反応とステップング反応の踵接地を重要な生体力学的特徴として捉えた。そこで本研究では、生体力学的特徴に基づいた新しい治療介入として、足関節運動の教示に焦点を当てた運動療法を考案し、ステップングを爪先接地に促す教示の有効性を検討することを目的とした。

第2章では、PDの姿勢反射障害を評価する指標として国際的に汎用されているPull testについて、妥当性・信頼性を検討した。Pull testは妥当性として転倒リスクや生体力学的パラメータとの相関が示されているが、被験者の両肩を引く強さ (pull force) が一定せず、評価の信頼性についてはコンセンサスが得られていない。また、臨床的に検者の手から生成されるpull forceは定量化されておらず、Pull testスコアとの関連も検討されていない。そのため、慣性センサを用いた新しい方法によりpull forceを定量化し、PD患者におけるPull testの検者内・検者間信頼性を検討した。その結果、pull forceの検者内・検者間信頼性はいずれも非常に低かったが、Pull testスコアの一致度は検者内・検者間ともに高く良好な信頼性を認めた。以上の結果から、Pull testはpull forceの変動にスコアが影響されにくいロバストな評価指標であることが示唆された。

第3章では、先行研究を参考に足関節運動の教示に焦点を当てた運動療法プログラムを考案し、臨床における安全性・実現可能性、および第2章で妥当性および信頼性が証明されたPull testを効果判

定指標とした反応性を予備実験として確認した。主要な結果として、2週間の運動療法プログラムによりPD患者14名のPull testスコアは有意に改善した。また、研究期間中に有害事象は認めず、運動療法プログラムの安全性が確認された。Pull testについては介入前後の変化値から効果量を算出し、高い反応性を認めた。以上の結果から、Pull testを主要な効果判定指標とする2週間の運動療法プログラムの実現可能性が確認できた。

第4章では、第3章で実現可能性が確認された運動療法プログラムについてランダム化比較試験を実施し、運動療法プログラムにおける教示の有効性を証明した。PD患者20名を教示の有無で実験介入群またはコントロール群へ割り付け、第2～3章で妥当性・信頼性・反応性を示したPull testを含むMDS-UPDRS part IIIを主要アウトカムとし、2群間の差を比較した。主要な結果として、MDS-UPDRS part IIIの改善は、実験介入群で有意に大きかった。サブスコア分析では、姿勢反射障害に関連する軸症状サブスコアの改善のみで群間差を認めた。以上より、後方へのステッピングを意識的に爪先接地へ促す教示は、PDのretropulsionを治療する有効な介入手段となり得ることが示唆された。

第5章では、総括として研究のまとめを述べている。本研究の新規性は、PDの姿勢反射障害に対する運動療法に教示を組み合わせることの有効性を臨床試験により明らかにした点である。また、慣性センサを用いた新しい手法により、姿勢反射障害の評価指標であるPull testの信頼性に関する理論的根拠を示した。本学位論文の知見から、新たに以下の示唆を得ることができた。

(1) Pull testはPDの姿勢反射障害を評価する指標として妥当性・信頼性・反応性を有する。Pull testにおける“必ず後方へ1歩踏み出させる”という方法論は、支持基底面から身体重心が外れた後の反応欠落という姿勢反射障害の病態生理を反映しているため有用である。

(2) 従来、PDの姿勢反射障害に対する運動療法として反復ステップ運動の有効性が報告されていたが、姿勢反射障害の病態生理・生体力学的特徴に焦点が当てられていなかった。教示は皮質活動による代償戦略として有効に機能し、反復ステップ運動に組み合わせることでPull testの改善効果をより大きくすることが期待できる。