

氏名	岩井 將修
学位の種類	博士（健康科学）
学位記番号	甲第 52 号
学位授与年月日	令和 7 年 9 月 18 日
学位授与の条件	畿央大学 学位規程第 17 条第 1 項 該当
論文題目	Clinical and Biomechanical Factors in the Sit-to-Stand Decline in Parkinson's Disease (パーキンソン病の起立動作能力低下に関連する臨床症状および生体力学的特性の解明)
論文審査委員	主査 教授 冷水 誠 副査 教授 森岡 周 副査 教授 信迫 悟志

学位論文審査要旨

本学位論文はパーキンソン病（Parkinson's disease : PD）患者における椅子からの立ち上がり（Sit-to-stand : STS）動作における PD 症状による段階的な異常と、下肢筋力やバランス能力などの臨床症状、STS 動作中の生体力学的特性として足部/殿部における床反力とその時間特性との関係性を検証し、PD 症状の進行に伴う STS 動作障害のメカニズムを解明し効果的なりハビリテーション介入のための臨床指標を明らかにすることを目的とするものである。

研究背景として、PD 患者の早期から認められる STS 動作障害は転倒リスクおよび身体活動の低下と関連しており、STS 動作の生体力学的な異常と臨床症状とのメカニズムを検証し、その臨床指標を明らかにすることが重要である。しかしながら、これまでの先行研究では、STS 動作困難と下肢の寡動などの PD 症状と下肢筋力、あるいはバランス能力との関連、動作中の床反力との関連といったそれぞれの関係性を検証しているのみであり、PD 症状と臨床症状そして生体力学的特性を体系的に検証されていないのが現状である。

そこで本研究では、23 名の健常高齢者（Healthy Control : HC 群）および PD 患者を STS 動作能力別に成功群（Successful STS : SS 群 18 名）/起立失敗群（Failure STS : FR 群 12 名）/殿部離床失敗群（Failure Seat-off : FS 群 10 名）に分類した 40 名を対象とし、5 回の STS 動作中の生体力学的特性として床反力とその時間的パラメータの差、および PD 症状お

よびバランス能力の違いを検証した。PD 症状は Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale Part III (UPDRS) を用いて筋強剛、寡動（合計/下肢）を評価し、バランス能力を Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) にて予測的姿勢制御/反応的姿勢制御/感覚機能/動的歩行能力の項目毎に評価した。また、下肢（股屈曲/膝伸展/足背屈/足底屈）筋力を測定した。動作中の生体力学的特性の量的項目は STS 動作準備期に必要である後方への重心移動能力をあらわす初期の足部荷重減少量と殿部荷重量およびその単位時間あたりの率、そこから加速期として前方への重心移動能力をあらわす最初の足部荷重量と単位時間あたりの率と殿部および足部の加速力、さらに殿部離床に向けて重心を足部基底面に留めるための減速期として殿部および足部の減速力、さらに足部最大荷重量とした。また、時間的項目として上述した準備期における初期の足部荷重減少および殿部荷重時間、加速期における最初の足部荷重時間、減速期として殿部および足部の減速時間とし、HC 群と SS 群では殿部が座面から離れるシートオフ時間と STS 動作に要する全体的な時間（STS 時間）も計測した。さらに、STS 動作遂行時に出現した反復動作の出現率も計測した。これらの測定項目は HC 群/SS 群/FR 群/FS 群にて群間比較され、SS 群においては STS 時間との相関関係を検討し、PD 患者群（SS 群/FR 群/FS 群）においては年齢で調整した曲線下面積（Age-adjusted area under the receiver operating characteristic curve: AAUC）を用い、STS 能力低下に関連する要因を抽出した。

その結果、群間差に関連する要因として、SS 群と FR 群の比較では PD 症状である下肢の寡動・最初の足部荷重量・足部の減速時間および反復動作出現率が検出された。さらに、FR 群と FS 群の比較では下肢の寡動に加え、Mini-BESTest スコアおよび下肢筋力（足背屈/膝伸展）、最初の足部荷重量と率・殿部加速力・足部減速力・足部最大荷重量および反復動作出現率が検出された。SS 群における STS 時間では反復動作出現率と生体力学的特性のうちすべての時間的項目と正の相関関係、最初の足部荷重量および率・足部最大荷重量・殿部加速力・足部減速力に負の相関関係が認められ、PD および臨床症状とは有意な相関関係が認められなかった。

本研究の意義は PD 患者における STS 動作の能力の低下に関わる要因を PD および臨床症状、STS 動作中の生体力学的特性から検証した結果、STS 動作困難には座位から重心を前方に移動させる加速期および殿部離床に向けた減速期における生体力学的特性の異常とそれに伴う反復動作の出現増大が認められ、これは PD 症状である下肢の寡動が影響していることを明らかにした点である。さらに、殿部離床が困難な症例では STS 動作の加速期の生体力学的特性の異常がより顕著であり、これには下肢の寡動だけでなく、バランス能力および下肢筋力が影響していることを明らかにした点にも意義がある。これにより、PD 症状の進行に伴う STS 動作障害のメカニズムを解明し、効果的なリハビリテーション介入のための臨床指標となりうるデータが示された。

しかしながら、本研究には PD 患者の STS 動作失敗群には、能力差のある症例が含まれている設定であるためにデータ解析に影響を与えている可能性がある点、STS 動作に影響を

与える可能性が高く PD の進行に伴い症状が出現する体幹機能の問題がアウトカムとして評価されていないという点が課題として挙げられる。また、本研究で示されたのは横断的データであり、かつ生体力学的な測定項目毎にその要因を考察されたものであり、各測定項目のデータのばらつきや傾向と PD 症状との関連した考察が十分に議論されていないという点も考慮すべき課題である。これらを踏まえ、PD 症状の進行と STS 動作障害の生体力学的特性の変化における縦断的な研究を進めていく必要があると考える。

以上のように、本学位論文は限界点および課題が散見されるものの、これまで PD 症状と臨床症状そして生体力学的特性という体系的なデータから明らかにされていなかった PD 症状の進行に伴う STS 動作障害のメカニズムを解明し、効果的なリハビリテーション介入のための臨床指標を示した点において、PD 患者の STS 動作における問題点の解明およびリハビリテーション介入への知見として有益であり、博士論文として相応しいと判断された。

最終試験結果要旨

令和 7 年 8 月 18 日に主査(冷水), 副査(森岡教授, 信迫教授)にて公開審査会にて博士学位論文申請者(岩井氏)に対し、本学位論文に関する口頭試問を実施し、審査を行った。

審査会ではまず PD 患者の STS 動作における問題について申請者が公表されている先行研究から STS 動作に影響する要因について提示され、本研究の着眼点からその研究デザインとデータ測定およびその算出方法、結果とその解釈について説明された。発表後の議論では、群分けおよび STS 動作課題の設定方法、心理的因子や体幹機能の問題を含めた STS 動作に影響を及ぼす他の要因について討議された。また、PD 症状と STS 動作の生体力学的異常の出現に関する単なる相関関係ではなく各データを網羅的な視点による因果関係に関する考察についても議論された。

これらの議論において、申請者は自身のデータおよび先行研究からデータ解析とその考察における限界点を示しながらも本研究の意義と今後の研究展開を論理的に説明された。以上の議論をふまえ、本学位論文を総合的に検討した結果、3 名の審査委員は合議の上、岩井将修氏は本学大学院博士後期課程修了として博士(健康科学)の学位を授与されるにふさわしいと判断した。