

氏名	乾 康浩
学位の種類	博士（健康科学）
学位記番号	甲第 54 号
学位授与年月日	令和 8 年 3 月 19 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	Integrated Elucidation of Uneven-Surface Walking Characteristics in People with Stroke: Understanding Based on Multidimensional Measurements and Predictive Extension Using Machine Learning (脳卒中者における不整地歩行特性の統合的解明： 多次元計測に基づく理解と機械学習による予測への展開)
指導教員	教授 森岡 周
論文審査委員	主査 教授 岡田 洋平 副査 教授 冷水 誠 副査 教授 信迫 悟志

学位論文審査要旨

本論文は、脳卒中者における不整地歩行という日常生活および社会参加に直結する重要課題に対し、多次元的な運動計測と機械学習を統合した体系的研究を行ったものである。

申請者はまず、健常者との比較により、不整地歩行における脳卒中者特有の歩行特性を明らかにした。具体的には、歩行速度の低下に加え、体幹加速度に基づく歩行安定性の低下、股関節伸展角度の減少、ならびに下肢筋活動様式の変化を示し、不整地における運動制御の困難性を生体力学的観点から示した。次に、脳卒中者を平地歩行速度 0.8 m/s を基準として層別化し、不整地歩行への適応戦略の違いを検討した。その結果、歩行能力の高い群(≥ 0.8 m/s)では下肢共収縮の低下といった適応的变化がみられた一方、歩行能力の低い群(< 0.8 m/s)では歩行速度、安定性が低下しやすい傾向が示され、不整地歩行への対応が一様でないことを明らかにした。さらに、歩行距離の増加に伴う不整地歩行の変化という観点から検討した研究では、脳卒中者は歩行速度および体幹安定性を維持する一方で、足関節背屈角度の低下や中殿筋の筋活動周波数低下を示し、パフォーマンスの維持と運動制御・筋活動レベルでの変化が併存することを明らかにした。最後に、体幹加速度に基づく線形・非線形指標を用いた機械学習解析により、不整地歩行において脳卒中者を特徴づける主要な安定性指標として、垂直方向 Root Mean Square、前後方向 Harmonic Ratio、Sample Entropy を同定した。さ

らに、これらの指標が平地歩行パラメータから一定の精度で予測可能であることを示し、臨床で取得可能なデータを用いた屋外歩行能力評価への応用可能性を示した。

以上の研究は、健常者との比較、歩行能力による層別化、距離延長による影響、ならびに機械学習による特徴抽出と予測という一連の枠組みを通じて、脳卒中者の不整地歩行特性を統合的に解明したものであり、学術的独創性および臨床的意義のいずれにおいても博士論文として十分な水準に達していると評価できる。以上より、本論文は博士（健康科学）の学位論文として十分な学術的価値を有すると判断した。

最終試験結果要旨

本論文は、脳卒中者の不整地歩行特性に関する知見を、多次元計測および機械学習解析により明らかにし、分野を拓く意義ある研究であると評価した。本論文は、4編の原著論文(Gait & Posture, Topics in Stroke Rehabilitation, Clinical Biomechanics, Scientific Reports)から構成されている。令和8年2月19日に主査(岡田)、副査(冷水・信迫)にて最終試験を実施した。最終試験では、各研究成果について、評価指標の意義、解析手法についての深い理解に基づいた発表が行われた。また、統合的な考察や交絡因子への配慮、臨床的意義などを中心に質疑が行われ、統合的な視点にやや不十分な点はあったものの、指摘内容を理解し、研究の限界を踏まえた適切な回答がなされた。以上より、主査および副査は、申請者が博士(健康科学)の学位を授与するに相応しい学識および研究遂行能力を有すると認め、最終試験の結果を合格と判定した。