

氏名	水田 直道
学位の種類	博士（健康科学）
学位記番号	甲第 36 号
学位授与年月日	令和 4 年 3 月 15 日
学位授与の条件	学位規程第 17 条第 1 項 該当
論文題目	Pathological characteristics of gait in post-stroke: A subtype analysis based on muscle synergy patterns (脳卒中患者における歩行の病態特性：筋シナジーパターンに基づくサブタイプ分析)
指導教員	教授 森岡 周
論文審査委員	主査 准教授 岡田 洋平 副査 教授 冷水 誠 副査 准教授 信迫 悟志

学位論文の要旨

脳卒中患者の多くは歩行速度が低下していることにより、歩行自立度に影響し、それにより生活の質が損なわれてしまう。古典的には、下肢運動麻痺が重症であるほど歩行速度は低下するとされていた。しかし近年では、運動麻痺が軽症であっても歩行速度が遅い症例が存在すると考えられている。運動麻痺の重症度が歩行速度に関係していないといった乖離している症例が一定数存在していることは臨床明らかなが、そのような症例の特徴は不明である。そこで著者は、クラスター分析を用いて運動麻痺の重症度と歩行速度の関係性におけるサブタイプを特定し、運動麻痺が軽症であっても歩行速度が遅い症例の特徴を運動学的／筋電図学的側面から明らかにすることを目的に研究を実施した（第一研究）。第一研究では、脳卒中患者 42 名を対象に、運動麻痺の重症度の評価に加え、快適速度での歩行時に体幹の加速度と筋電図を記録した。その結果、運動麻痺の重症度と歩行速度の関係性から 5 つのクラスターを特定し、「運動麻痺が軽症ながら歩行速度が遅い症例」を特定した。この特徴的なクラスターにおいては、歩行時における不安定性や下腿筋の同時収縮指数が高値であることが明らかとなった。加えて、大脳皮質からの干渉を反映する筋間コヒーレンスが高く、運動麻痺の重症度からみても過剰な皮質制御が歩行速度を低下させていることが考えられた。

このように、歩行時の筋活動パターンやその制御基盤が歩行パフォーマンスへ及ぼす影響

は、近年では歩行時における筋活動の協調構造を分析することで、より詳細な歩行障害の洞察が試みられている。これまで、歩行時の筋活動は個々の筋肉を個別に制御していると考えられていたが、実際には筋シナジーを介して筋活動を制御していることが明らかとなっている。筋シナジーとは、多数の筋の活動に見られる協調構造を意味しており、複数の筋を低次元化し制御するメカニズムを指す。筋シナジーを制御することにより、運動の自由度問題を解決しているとされている。健常者の歩行であれば4つの筋シナジーが時間的に独立して制御されている一方で、脳卒中患者では個々の筋シナジーを独立して制御できず、筋シナジーの併合（単調化）が生じるとされる。筋シナジーの併合にはいくつかのパターンがあり、併合パターンのサブタイプに応じて歩行の障害特性は異なることが予想される。そこで著者は、歩行時における筋シナジーの併合パターンのサブタイプを明確化するとともに、サブタイプの歩行特性を明らかにすることを目的に研究を実施した（第二研究）。第二研究では、脳卒中患者41名を対象に、歩行時に下肢関節運動と筋電図を記録した。さらに、下肢関節運動が筋シナジーへ及ぼす影響を明確化するために、快適歩行条件に加えて麻痺側下肢を大きく振り出す条件（**p-long**）と非麻痺側下肢を大きく振り出す条件（**np-long**）を設けた。その結果、歩行時の筋シナジーの併合パターンは3つのサブタイプに分類され、サブタイプに応じて快適歩行時の歩行特性は大きく異なることが示された。特に、遊脚期における筋シナジーの併合を認めるサブタイプでは、**p-long**条件においてのみ筋シナジーの単調性が軽減した。このことから、筋シナジーの併合パターンのサブタイプに応じて歩行の障害特性は異なることが示された。そして、それに加えて、下肢関節運動が筋シナジーへ及ぼす影響についてはサブタイプに依存することが明らかになった。

これら一連の研究によって明らかにしたサブタイプは、個々症例における歩行障害の病態特性に応じたリハビリテーション手法を考える上で重要な情報を提供することができるものと考えられる。