

## 2020年度 若手・女性研究者奨励金 レポート

研究課題	<b>脳卒中片麻痺者の歩行モードに応じた複数筋活動の遷移能力の解明</b> －歩行モード別の筋間コヒーレンス解析と歩行能力の関連性－
キーワード	①脳卒中片麻痺、②ニューロリハビリテーション、③筋間コヒーレンス

### 研究者の所属・氏名等

フリガナ 氏名	ヒラタ ケイスケ 平田 恵介	所属等	東京家政大学 健康科学部 期限付助教
プロフィール	理学療法士としての臨床経験を礎に、歩行の神経制御機構に関する研究を専門とする。小児の歩行発達から高齢者の歩行安定性、脳卒中片麻痺者の歩行介入まで幅広く対象として研究を行っている。		

### 1. 研究の概要

ヒトの歩行は周期的な動作で、実現するための一つの要素は下肢の筋活動である。歩行は速度に応じてリズムを変調させて、速歩（速歩き）などを実現している。歩行の速度変化に応じた筋活動のリズム変調は、脊髄に存在するCPG（Central pattern generator）が担っており、通常速度、速歩といったモードごとに貯蔵されていると考えられている。馬で言うところのトロット、ペース、ギャロップと同様である。今回、筋活動の周波数成分を解析することで、大脳皮質による制御を類推する手法を用いて、脳卒中片麻痺者の歩行モード（快適歩行と速歩）における健常人との違いを分析した。脳卒中は大脳の出血、梗塞に起因するため、脊髄に病変を認めない。これにより、半身の運動が阻害される片麻痺者において、脊髄によってリズム変調を生じた際の、大脳皮質制御を把握することができる。結果として、健常人はモードの違いが一部で見られたが、片麻痺者に違いは見られなかった。したがって、片麻痺者においては歩行モードに応じた明瞭な神経制御が認められない可能性が示唆された。

### 2. 研究の動機、目的

本研究の目的は、要求される歩行モードに応じ、動員される複数筋の相対的な活動を片麻痺で明らかにすることであった。そして、それが片麻痺の重症度や歩行の障害度と関連しているかを究明した。歩行のモードとは通常速度の他に、遅歩きや速歩きといった異なる歩行パターンをもつ歩行様式を指す。動物を用いた実験では遅い歩行と速い歩行では動員される脊髄の神経細胞群が異なることが示されている（Talpalari, Nature, 2013）。ヒトの歩行は他の霊長類に比べ突出した違いがあるものの、脊髄リズム生成器にて四肢を連関させる点で共通する部分が多くあり、通常歩行と異なる速度の歩行では動員される筋のグループも異なるであろうという仮説のもと、研究を遂行した。

本研究では、片麻痺者の麻痺側下肢全関節の各方向に作用する筋の活動を計測した。それを通常速度の快適歩行と速歩でそれぞれ計測し、その違いを分析する。複数筋活動の抽出方法として、筋間コヒーレンスを用いた。筋間コヒーレンスは、表面筋電図計より計測した2筋の活動波形に周波数解析を行い、 $\alpha$ 帯域（8～12Hz）での同期性をもって、共通する運動ニューロンプールにおける活動の強さと頻度を定量化する手法である。これによって、歩行動作において共同

作用または拮抗作用する筋同士の中樞神経系における関係性を推定し、またそれが歩行モードによって変化したか否かを図ることが可能になる。

### 3. 研究の結果

歩行条件間で有意な差が見られたのは、健常高齢者のコヒーレンスのみで、快適歩行に比べ速歩で有意に低い傾向が示された ( $p < 0.05$ )。

表 1 片麻痺者の結果

	コヒーレンス		周波数	
	快適歩行	速歩	快適歩行	速歩
ID1	0.97	0.79	12	13
ID2	0.87	0.92	15	15
ID3	0.82	0.61	19	27
ID4	0.71	0.73	29	16
ID5	0.73	0.66	25	17
ID6	0.89	0.97	24	24
ID7	0.85	0.86	25	11
ID8	0.87	0.64	19	10
ID9	0.77	0.97	29	29
ID10	0.78	0.8	27	22
ID11	0.9	0.87	28	30
ID12	0.6	0.81	15	28
ID13	0.7	0.57	21	23
ID14	0.74	0.36	14	13
ID15	0.24	0.64	17	26
ID16	0.51	0.7	29	21
ID17	0.76	0.58	15	26
ID18	0.47	0.51	26	25
ID19	0.85	0.75	12	25
	$p = 0.74$		$p = 1.00$	

表 2 健常高齢者の結果

	コヒーレンス		周波数	
	快適歩行	速歩	快適歩行	速歩
ID1	0.71	0.63	12	10
ID2	0.40	0.66	21	11
ID3	0.86	0.43	18	26
ID4	0.59	0.60	20	27
ID5	0.87	0.56	14	27
ID6	0.68	0.48	19	11
ID7	0.70	0.51	20	10
ID8	0.75	0.44	20	14
ID9	0.88	0.66	27	30
	$p < 0.05$		$p = 0.85$	

本研究の結果では片麻痺者においては、足関節の拮抗筋間のコヒーレンス、周波数共に、快適歩行と速歩で有意な差は認めなかった。健常高齢者においては、コヒーレンスのみ速歩が有意に低い値であったが、周波数に差はなかった。歩行速度間での比較を行った研究は健常人においても散見されないため言及は難しいが、本研究の結果からは、大脳皮質運動野から皮質脊髄路を介した運動入力歩行条件に依存せず同等であったことが予想された。先行研究では片麻痺者の歩行では健常人に比べ、通常 $\beta$ 帯域10-35Hzよりも低下することが示されているが、本研究においては片麻痺者間でばらつきが多い結果となり、統計検定は行っていないが、健常高齢者との差は認めないことが予想される。

#### **4. 研究者としてのこれからの展望**

脳卒中者を対象にした研究は、病態解明を行う基礎的研究と、介入効果の実証などを行う臨床研究の両輪が求められる。自身の研究者としての立ち位置は、健常人と疾患者を対象にして、神経制御と脳卒中者が失っている神経機能を明らかにする基礎寄りの研究である。療法士としてのバックグラウンドを生かしながら、脳卒中の対象者のリクルート、安全性の確保を行い、臨床研究に繋がる知見を探索することを自身の使命と位置付けている。今回の研究を通して、脳卒中者の病態解明と介入への足掛かりとなる研究をさらに進めていきたい。

#### **5. 社会（寄付者）に対するメッセージ**

本邦において脳卒中は罹患者100万人を超え、生活習慣病と関連した国民病と言える。さらに、要介護状態になる要因第一位となるほど重篤な後遺症片麻痺を引き起こすために、片麻痺者の歩行自立度の維持、向上と介助者の負担軽減は、超高齢社会に突入した我が国において社会的解決課題に他ならない。

学術領域に課せられた課題は、神経学的理論背景に基づく介入“ニューロリハビリテーション”の確立である。今回の助成をきっかけに今後も当該分野研究に従事することで、国内の脳卒中者の方、医療、介護に貢献する研究者人材になれるよう精進していく。