

## The Loss of Dexterity in the Bilateral Lower Extremities in Patients with Stroke

(脳血管障害片麻痺患者における両下肢の巧緻性の低下)

氏名 木山良二

脳血管障害による片麻痺患者では、麻痺側の筋出力と巧緻性の低下が、日常生活活動を阻害する大きな要因と考えられる。これまで、片麻痺患者の下肢の筋出力については歩行速度などとの関連性が報告されている。一方で片麻痺患者の巧緻性に関する研究は麻痺側の上肢や手指に関する研究に限定されており、下肢の巧緻性の低下については明らかになっていない。本研究の目的は、脳血管障害による片麻痺患者における両下肢の巧緻性の低下を明らかにすることである。

対象者は片麻痺患者20名(平均年齢 $64 \pm 7$ 才, 左片麻痺: 右片麻痺 = 14:6, 罹患期間 $2.0 \pm 3.4$ 年), 対照群20名(平均年齢 $66 \pm 7$ 才)であった。片麻痺患者の麻痺機能はFugl-Myer Assessmentを用い測定した。下肢の巧緻性として、膝関節伸筋群の筋力調節能力を計測した。筋力調節能力の測定には視覚的フィードバックのもとで、要求される値に実際の筋出力を一致させる追従課題を用いた。要求値は最大筋力の0から20%を0.3 Hzと0.5 Hzで変動する2つの正弦波とした。筋力調節能力の指標として、要求値と実際の筋出力の誤差のroot mean squareを算出した。また、要求値と実際の筋出力の時間的誤差を算出した。

反復測定二元配置分散分析を用い、3群(片麻痺患者の健側、麻痺側および対照群)の比較と課題(0.3 Hz task, 0.5 Hz task)による影響を検討した。有意な交互作用が認められた場合は、課題ごとに一元配置分散分析を行った。多重比較にはTukeyの方法を用いた。また、誤差のroot mean squareとFugl-Myer Assessmentの関連性をSpearmanの順位相関係数を用い分析した。

誤差のroot mean squareの比較では二元配置分散分析の結果、3群間に有意な差が認められ( $F_{(2, 54)} = 11.5, p < .001$ ), 片麻痺患者の麻痺側は健側よりも有意に高い値を示し( $p = 0.037$ ), 健側は対照群よりも有意に高い値を示した( $p = 0.047$ )。また、課題間にも有意な差が認められ( $F_{(1, 54)} = 30.9, p < .001$ ), 0.5 Hz taskで高い値を示した。

時間的誤差では二元配置分散分析の結果、有意な交互作用が認められた( $F_{(2, 54)} = 5.5, p = .007$ )。一元配置分散分析の結果、0.3 Hz taskでは有意な差は認められなかったが( $F_{(2, 54)} = 0.5, p = 0.589$ ), 0.5 Hz taskでは有意な差を認めた( $F_{(2, 54)} = 3.4, p = .041$ )。多重比較の結果、片麻痺患者の麻痺側では対照群に比べ有意な時間的遅延を認めた( $p = 0.032$ )。

片麻痺患者の麻痺側のRMSとFugl-Myer Assessmentの相関係数は0.3 Hz taskでは $-0.47 (p = 0.59)$ , 0.5 Hz taskでは $-0.55 (p = 0.021)$ であり、0.5 Hz taskで有意な関連性を示した。

片麻痺患者の麻痺側の巧緻性の低下の原因としては、脊髄の前角細胞の選択的な活動の障害、活動閾値の高い運動単位の減少が考えられる。また、病的共同運動や過剰な同時性収縮、筋活動の遅延なども関連すると考えられる。Fugl-Myer Assessmentと有意な関連性を示すことから、麻痺の回復に伴い巧緻性も改善すると考えられる。

健側下肢の巧緻性の低下については、タッピング課題等を用いた先行研究でも同様に報告されている。健側の巧緻性低下の原因としては廃用によるものが大きいと考えられる。廃用による影響としては筋萎縮に加え、脊髄の前角細胞の減少、それに伴う神経支配比の増大、筋出力の動揺の増加、H反射の変化などが指摘されており、神経学的な変化も下肢の巧緻性の変化に影響を与えると考えられる。

報告番号	保研 第 3 号		氏名	木山良二
審査委員	主査	米 和徳		
	副査	濱田 博文	副査	吉田 義弘
	副査	築瀬 誠	副査	大重 匡
<p>The Loss of Dexterity in the Bilateral Lower Extremities in Patients with Stroke 脳血管障害片麻痺患者における両下肢の巧緻性の低下</p>				
<p>主査及び副査の5名は平成22年9月21日、午後4時00分から5時15分にかけて、学位請求者 木山良二 に論文発表を行わせ、論文審査を実施した。その発表要旨と審査結果は以下のとおりであった。</p>				
<p><b>【はじめに】</b> 片麻痺患者の上肢・下肢の筋出力の低下については多くの報告がある。一方で、巧緻性に関する研究は上肢や手指に関する研究に限定されており、下肢の巧緻性の低下については明らかになっていない。また、脳血管障害による片麻痺患者では健側においても機能障害があることが指摘されている。本研究の目的は、脳血管障害による片麻痺患者における両下肢の巧緻性の低下を明らかにすることである。</p>				
<p><b>【対象および方法】</b> 対象者は片麻痺患者 20 名、対照群 20 名であった。片麻痺患者の麻痺機能は Fugl-Meyer Assessment を用い測定した。下肢の巧緻性として、膝関節伸筋群の Force control ability を計測した。Force control ability の測定には視覚的フィードバックのもとで、要求される値に実際の筋出力を一致させる tracking task を用いた。要求値は最大筋力の 0 から 20% を 0.3 Hz と 0.5 Hz で変動する 2 つの正弦波とした。筋力調節能力の指標として、要求値と実際の筋出力の誤差の root mean square (RMS) error を算出した。また、要求値と実際の筋出力の時間的誤差を算出した。片麻痺患者の健側と麻痺側、対照群の RMS error を比較し、麻痺側の RMS error と麻痺機能との関連性を検討した。</p>				
<p><b>【結果】</b> RMS error の比較では、3 群間に有意な差が認められ、片麻痺患者の麻痺側は健側よりも有意に高い値を示し、健側は対照群よりも有意に高い値を示した。また、課題間にも有意な差が認められ、0.5 Hz task で高い値を示した。 時間的誤差では分散分析の結果、有意な交互作用が認められたため、課題ごとに比較した。その結果、0.3 Hz task では有意な差は認められなかったが、0.5 Hz task では有意な差を認め、片麻痺患者の麻痺側では対照群に比べ有意な時間的遅延を認めた。 片麻痺患者の麻痺側の RMS error と Fugl-Meyer Assessment の相関係数は 0.3 Hz では -0.47、0.5 Hz task では -0.55 であり、0.5 Hz task で有意な関連性を示した。</p>				
<p><b>【考察】</b> 片麻痺患者の麻痺側の巧緻性の低下の原因としては、脊髄の前角細胞を選択的に活動させることが困難なことや、活動閾値の高い運動単位の減少が考えられる。また、病的共同運動や過剰な同時性収縮、筋活動の遅延なども関連すると考えられる。RMS error と Fugl-Meyer Assessment は有意な関連性を示すことから、麻痺の回復に伴い巧緻性も改善すると考えられる。 健側下肢の巧緻性の低下については、タッピング課題等を用いた先行研究でも同様に報告されている。健側の巧緻性低下の原因としては廃用によるものが大きいと考えられる。廃用による影響としては筋萎縮に加え、脊髄の前角細胞の減少、それに伴う神経支配比の増大、筋出力の動揺の増加、H 反射の変化などが指摘されており、神経学的な変化も下肢の巧緻性に影響を与えると考えられる。 その他の要因としては、非交差性の皮質脊髄路の影響や、巧緻動作に必要な両側半球の活動の障害などが考えられる。</p>				
<p>本研究によって得られた結果は、脳血管障害による片麻痺患者の理学療法の発展に寄与するものであった。したがって、5名の審査委員は本論文が博士（保健学）の学位論文として十分な価値があるものと判定した。</p>				

## 最終試験の結果の要旨

報告番号	保研 第 3 号		氏名	木山良二
審査委員	主査	米 和徳		
	副査	濱田 博文	副査	吉田 義弘
	副査	築瀬 誠	査	大重 匡

主査及び副査の5名は、平成22年9月21日、午後4時00分から5時15分にかけて、学位請求者 木山良二 に対し、論文の内容について質疑応答を行うと共に、関連事項について試問を行った。

具体的には、以下のような質疑応答がなされ、いずれについても満足すべき回答を得ることができた。

【質問】掲載が予定されている雑誌はどのようなものか。

【回答】もともとはスポーツに関する論文が主体の雑誌だったが、近年では運動療法に関する論文も掲載が増えてきている。著者が理学療法士の文献も掲載されている。

【質問】今回は視覚的フィードバックを用いて、force control ability を計測しているが、実際の運動とは異なる要因が大きいのではないか。

【回答】今回は変動する target を追従する課題を用いた。そのため視覚的フィードバックを用いずに計測することは不可能であった。今回は運動能力との関連性については、検討していない。そのため、視覚的フィードバックを用いて計測した force control ability と運動能力との関係は不明確と考える。この点については今後の検討課題だと考える。

【質問】Manini の報告では、force control ability は運動能力と関連がないようであったが、その点についてはどう考えるか。

【回答】Manini の研究では、force control ability の計測に一定の target を追従する課題を用いて検討している。一定出力の持続は、日常の運動での筋出力の制御と異なると考えられる。また、対象者は健常高齢者である。したがって片麻痺患者を対象とする本研究とは異なると考える。force control ability と片麻痺患者の運動能力との関連性は今後検討が必要と考える。

【質問】方法が分かりにくい。また、どの筋について検討を行った。

【回答】モニターに表示された target と response をみながら、両者を常に一致させるよう筋出力を調節させ、両者の誤差から force control ability を計測した。対象としたのは、膝関節の伸筋群である。対照群は片麻痺患者の健側と同側を計測した。

【質問】痙性の影響はなかったか。

【回答】今回の結果には提示していないが、Modified Ashworth Scale との関連性を検討したが、有意な関連性は認められなかった。また、出力を減少する際に誤差が大きくなると予測し、分析したが影響は認められなかった。

【質問】脳卒中でも脊髄前角細胞の減少が起こるのか。またどの程度おこるのか。

【回答】先行研究によると二次的に前角細胞の減少が起こると報告されている。その原因、程度については明確に述べられていなかった。

- 【質問】対象者1人につき6個のデータがあるようだが、すべてを分散分析で処理したのか。
- 【回答】各条件で3回計測しているので、最小値を代表値として群（健側、麻痺側、対照群）と計測条件（0.3 Hz task, 0.5 Hz task）を要因として二元配置分散分析を行った。
- 【質問】論文では廃用による影響を主体に記載しているが、どのように考えるか。
- 【回答】今回の検討では廃用性筋萎縮が認められており、廃用による影響が大きいと考える。今回の実験方法では廃用による影響を排除していないため、非交差性の皮質脊髓路の影響や、両半球の活動の障害を明確に分析することはできないと考える。
- 【質問】本研究の新規性はどのような点か。
- 【回答】脳血管障害による片麻痺患者では筋収縮のタイミングが不正になるなど、筋出力の調整が困難とされているが、これまで明らかになっていない。片麻痺患者の下肢の force control ability を定量化した点に新規性があると考えます。
- 【質問】麻痺との関連性についてはどのように考えるか。
- 【回答】今回の結果では、麻痺機能と有意な相関関係が認められた。しかし手指に関する先行研究と比較すると相関係数がやや低くなっている。今回の対象者では麻痺が軽度な症例が多かったためと考える。
- 【質問】健側の force control ability と麻痺の重症度に関連性はあるか。
- 【回答】その点については検討していない。今後検討したい。
- 【質問】下肢の巧緻性が必要とされる動作はどのような動作か。
- 【回答】重心を支持基底面内に位置させながら、移動を行う動作だと考える。このことは先行研究でも同じように述べられている。
- 【質問】force control ability と歩行能力に関連性はあるか。
- 【質問】今回の結果には提示していないが、有意な相関関係は認められていない。今回は膝関節の伸筋を対象にしているが、膝関節の機能だけでは歩行能力を説明できないためと考える。
- 【質問】最大筋力と force control ability は相関関係があるか。
- 【回答】今回は分析していないが、筋出力と巧緻性には関連性があり、筋出力が大きくなると巧緻性も高くなる傾向があると考えます。
- 【質問】測定順序による影響はなかったか。
- 【回答】測定順序はランダムに実施し、測定順序による影響はなかった。
- 【質問】学習による影響はなかったか。
- 【回答】計測課題を容易なものにし、測定前に練習をすることで学習効果を少なくするように配慮した。また、同日の測定の再現性についても確認した。
- 【質問】今回の結果と治療介入の関連性についてどう考えるか。
- 【回答】force control ability を運動療法に活かすためには、最大筋力と巧緻性の関連性をさらに分析する必要がある。筋出力調節に着目した訓練は、最大筋力と巧緻性に乖離があり筋力トレーニングだけでは不十分な症例に適応があると予測される。また、今回は膝関節の伸筋群を対象に検討したが、他の筋についても検討が必要である。実際の運動療法では、促通などにより必要な筋出力を獲得してから、実際の動作の中で利用できるように筋出力の調整を訓練するので、force control ability の訓練は必要と考える。これらの点については今後検討を進めていきたい。
- 【質問】左片麻痺と右片麻痺に差はあったか。
- 【回答】今回の結果では提示していないが、有意な差は認められなかった。症例数の影響もあり、今回の結果だけでは明確には分からない。この点については今後の検討課題だと考える。

以上の結果から、5名の審査委員は本人が大学院博士課程修了者としての学力と識見を十分に具備しているものと判断し、博士（保健学）の学位を与えるに足る資格をもつものと認めた。