

NIRS および MRI を使用した脳機能の他動運動と 創動運動のランダム化比較試験

田中敏幸¹, 滝沢茂男²

¹ 慶應義塾大学理工学部 物理情報工学科

(Tel: 045-566-1603; E-mail: tanaka@appi.keio.ac.jp)

² バイオフィリア研究所

近年の高齢化により脳卒中患者数が増加を続けており、一人の理学療法士が一人の患者に対してリハビリを行うという従来のリハビリシステムでは限界がある。そこで、一人の理学療法士が複数の患者を同時に対応できるシステムが検討されてきた。その一つが滝沢メソッド (Takizawa Method) と呼ばれるものである。滝沢メソッドは、リハビリ患者の多くが片麻痺患者であることに注目し、患者の健側の機能を利用して患側のリハビリを行うことを考えたものである。理学療法士と同程度の動作を与えることはできないが、患者の健側が理学療法士のサポートをすることができる。理学療法士が行う他動運動に対して、滝沢メソッドのリハビリは創動運動と呼ばれている。最近では、創動運動という表現も定着してきているように思われる。

最近多く提案されているリハビリテーションは、ロボットや器具を身体に装着してリハビリを行うというものが多い。ロボットや装着器具の作製に必要な技術が飛躍的に発展していることで、そのようなリハビリシステムの提案が多くなってきているように思われる。ロボットや装着器具を用いたリハビリにおいても、患者がロボットを利用する場合と理学療法士がロボットを利用する場合の2種類がある。患者がロボットや装置を使う場合、工場などで用いる装置よりもさらに安全でミスのない技術が要求される。ロボットや装着器具は、患者の動かない部分を強制するためのものであるが、一つの欠点として患者がロボットや装着器具の力に頼ってしまい、結果としてリハビリにならない可能性がある。理学療法士がロボットや装着器具を利用する場合には、理学療法士の身体の補助が目的となる。この方法では理学療法士のリハビリ作業の助けにはなるが、理学療法士は一人の患者に対応することになる。ロボットや装着器具を利用したリハビリは、高額な費用がかかったり、従来のシステムからの脱却ができなかったりという問題点を抱えている。滝沢メソッドのソリューションは、理学療法士の不足や高齢化社会における脳卒中患者の増加などに対応できることから、世界的にも期待が集まっている。

リハビリ時の脳機能脳計測では、fNIRS や fMRI 利用されることが多く、これらの装置による計測技術も年々発展を続けている。リハビリを行っているときの脳の活性化状態などを調べるには fNIRS が優れているが、頭皮付近の脳血流をデータ化しているため、脳の深度方向の情報が十分に得られないという欠点がある。それに対して、fMRI では脳の深度に関する情報も得られるが、リハビリを行っているときのデータが取りにくいという欠点がある。fMRI の情報をもとにして、fNIRS を改良しようという試みがある。今後、さらに研究が進展することにより、リハビリ効果を脳機能の観点から議論することができるようになると思われる。このように、リハビリを取り巻く環境や技術は年々変化している。本稿では、これまで行ってきた脳機能計測手法によって、創動運動時の脳機能の活性化状態を測定した結果について2国間セミナーで以下の2研究の詳細と結果を示した。

1 は、タイトルが「fMRI による創動運動と他動運動の脳活動の比較」であって、要約を以下に示す。

「岡山リハビリテーション病院において、高齢ゆえの虚弱や疾患を得たのちの慢性期では、日本の医療と介護の両方の場面で、雇用されているスタッフは急性期よりも少なくなっている。この状況は、多くの患者が寝たきりの状態に簡単に戻るといった深刻なリスクを伴う可能性がある。この問題を解決するために、我々は「創動運動」が非常に有用であると確認した。創動運動では、療法士の手の代わりに簡単な道具を使用して、患者が自分で足を訓練する。この運動時の脳活動を観察するための

fMRIにより、創動運動の有効性を証明することができた。

高齢ゆえの虚弱や疾患を得たのちの慢性期では、日本の医療と介護の両方の場面で、雇用されているスタッフは急性期よりも少なくなっている。この状況は、多くの患者が寝たきりの状態に簡単に戻るという深刻なリスクを伴う可能性がある。この問題を解決するために、我々は「創動運動」が非常に有用であると確認した。創動運動では、療法士の手の代わりに簡単な道具を使用して、患者が自分で足を訓練する。この運動時の脳活動を観察するためのfMRIにより、創動運動の有効性を証明することができた。

対象は慢性脳卒中患者で、すべての患者は、介護保険デイケアサービスを利用して、当病院のデイケアプログラムに参加している。13人の対象者の内訳は女性4人、男性9人であり、年齢は、54歳から83歳で平均は67歳であった。発病からの期間は5ヶ月から11年で、平均は約5年であった。講演で示すが、いずれも創動運動の脳活動が、他動運動の脳活動より、活発であった。」

Fig. 1Aは訓練に用いている訓練機であり、Fig. 1Bが磁性ゆえの問題を克服するために研究室で開発した運動器である。



Fig. 1A. Pata (clinical type with steel spring)



Fig. 1B. Special Pata for fMRI (steel spring to rubber)

2は、タイトルが「タキザワ式実施施設でのfNIRSによる脳活動の評価」であって、要約を以下に示す。

「タキザワ式で長期間リハビリを行った患者のケアレベルの変化を検討した。日本では、ある程度の介護が必要な高齢者の約29%が2年以内に悪化したと報告されているが、この方法では悪化は見られなかった。次に、メカニズムを調べるために、機能的近赤外分光法による脳機能評価を行った。島津製作所の近赤外分光法評価機と分析ソフトウェアを利用した。足関節底背屈運動の創動運動だけでなく、理学療法士の指導による他動運動と、器具を用いた抵抗性自己運動も分析した。足関節底背屈創動運動は他動運動動的運動よりも脳機能を活性化し[P < 0.05]、創動運動動と抵抗性自己運動には有意差がないことがわかった。Fig. 2は実施状況を示している。」

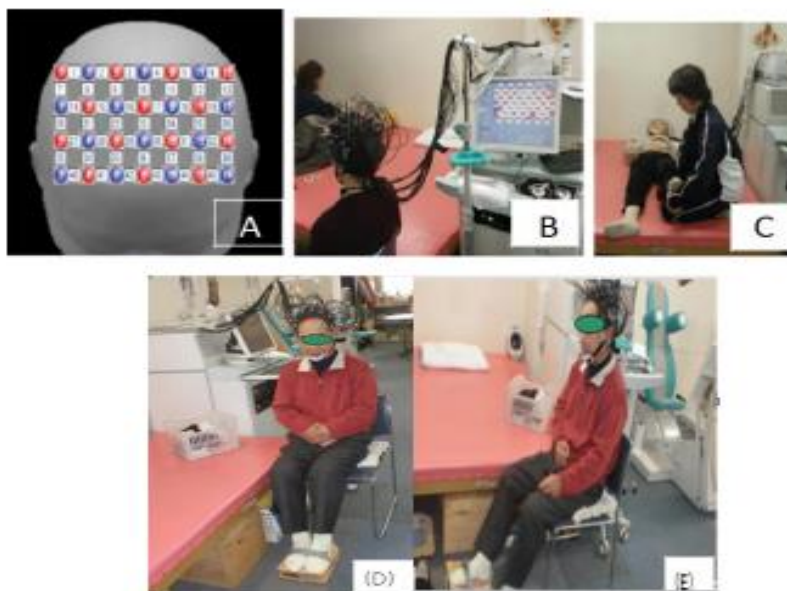


Figure 2) fNIRS test scenes. (A) Detectors measured 45 channels, 14 light sources shown in red and 14 detectors shown in blue. (B) Head set and 45 channels are shown in the display of FOIRE-3000. (C) Test scenes of the passive exercise by the physiotherapist. (D) Test scenes of the motivational exercise with using Pata device. (E) Test scenes of the motivational exercise with using Pata device