

Title	Frontal regions involved in learning of motor skill -A functional NIRS study
Author(s)	畠中, めぐみ
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/47501">https://hdl.handle.net/11094/47501</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	はたけ なか めぐみ 富 中 めぐみ
博士の専攻分野の名称	博士 (医学)
学位記番号	第 20958 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学系研究科生体統合医学専攻
学位論文名	Frontal regions involved in learning of motor skill -A functional NIRS study (運動学習における前頭領域の役割—機能的近赤外線スペクトロスコピーを用いた検討)
論文審査委員	(主査) 教授 佐古田三郎  (副査) 教授 遠山 正彌 教授 武田 雅俊

### 論文内容の要旨

#### 〔 目 的 〕

脳卒中後の日常生活動作の再獲得には、麻痺の回復のみならず一連の動作を円滑に行うための運動学習が必要である。しかし脳卒中患者における運動学習障害や、学習に伴う脳の可塑的な変化についてはほとんど知られていない。運動反復や訓練による運動技能の向上とともに一次運動野のマップが変化することがリスザルの皮質内微小刺激法やヒトの fMRI 研究により観察されてきた。機能的近赤外線スペクトロスコピー (fNIRS : functional near-infrared spectroscopy) による脳機能評価は侵襲もなく、ダイナミックなタスク下でリアルタイムの測定が可能というメリットがあり、リハビリテーション介入の有効性を神経科学に基づいた客観的手法で検討できるツールである。この研究では運動遂行学習における初期学習過程とそれに関連した脳活動の変化について、健常人で検討した。

#### 〔 方法ならびに成績 〕

対象は右利きの健常成人 18 名 (平均年齢 39 歳、男 7 女 11 名)。運動学習の課題として回転板 (竹井製 TKK2110) を用いた。右手で金属棒を把持し、定常速度 (21 rpm) 反時計廻りの回転板上の金属製ターゲットを追従する 30 秒のタスクと 30 秒の休憩を 1 サイクルとし、連続 8 サイクル反復した。運動技能の習熟は、金属棒がターゲットに接触する時間で評価した。タスク中の動作評価のために、表面筋電図の電極を僧帽筋、三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋に配置した。また、上肢の二次元動作解析 (MMpro-2Dd) を同時に行った。全例で島津製作所製 NIRS 装置 (OMM-2001) を用いて、回転板課題中の fNIRS を測定した。入光用ファイバー 12 本 (780、805、830 nm の 3 波長) と受光用ファイバー 16 本を 3 cm 間隔で配置し、計 42 チャンネル (Channel 1-42) の酸素化ヘモグロビン (oxyHb)、脱酸素化ヘモグロビン (deoxyHb)、総ヘモグロビン (totalHb) の変化を記録した。各チャンネルの配置を MNI (Montreal Neurological Institute) テンプレートを用いて標準脳に置換し、感覚運動野、補足運動野、前補足運動野、運動前野、前頭前野に関心領域を設定した。脳賦活のマッピングは oxyHb の変化 (単位は mM・cm) に基づいておこなった。マッピングは 42 チャンネルのタスク時の  $\Delta$ oxyHb を線形補完した。回転板課題中の脳活動の経時的変化を定量評価するために、タスク時  $\Delta$ oxyHb から休憩時  $\Delta$ oxyHb の差を各チャンネルで計算した。学習成績と

oxyHb の変化に対する統計学的解析は、サイクル（1 から 8）と領域を独立変数とした repeated measures ANOVA を用い、 $p < 0.05$  を有意とした。

運動技能は全例で向上し、平均 7 サイクルでプラトーに達した。同時に上肢筋電図パターンの律動化や動作軌跡の定常化も認められ、課題遂行の戦略は一定であると考えられた。タスクに関連した oxyHb の上昇は、感覚運動野、運動前野、前頭前野で認められ、同部位には deoxyHb の減少も認められたが oxyHb の変化に比して相対的に小さかった。タスクに関連した oxyHb の活動中心は、運動習熟にともない、前補足運動野から補足運動野にシフトした。

#### 〔 総 括 〕

健常人の初期運動学習とその脳活動変化について回転板課題を用いた fNIRS で検討した。成績の向上と動作の定常化にともない、酸素化ヘモグロビン増加を指標とした脳活動中心は、前補足運動野から補足運動野付近へシフトした。前補足運動野賦活は学習初期の視運動連関の獲得、補足運動野賦活はその後のフィードフォワードな運動制御を主体とした内部モデルの形成を反映すると考えられ、脳卒中後のリハビリテーションにおける運動学習の指標としても適用できる可能性が示唆された。

### 論文審査の結果の要旨

運動学習における脳内機構を評価するために、機能的近赤外線分光法（fNIRS）を用いて検討した。対象は健常成人 18 名。定常速度で回転する回転板上のターゲットを金属棒で追従する 30 秒のタスクと 30 秒の休憩を 1 サイクルとし、連続 8 サイクル反復した。運動技能の習熟は、金属棒がターゲットに接触する時間で評価した。運動技能は全例で向上し、平均 7 サイクルでプラトーに達した。同時測定した fNIRS では、タスクに関連した酸素化ヘモグロビンの上昇が、感覚運動野、運動前野、前頭前野で認められ、その活動中心は、運動習熟にともない、前補足運動野から補足運動野にシフトした。前補足運動野は学習初期の視運動連関への依存、補足運動野はその後の内部モデルの獲得を反映すると考えられる。今後この研究はリハビリテーション効果の指標や方法論の検討に寄与するものであり、学位論文に値する。