

平成 24年 4月 15日現在

機関番号：37116

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500502

研究課題名（和文） 上肢訓練ロボットを用いた訓練が脳賦活に及ぼす影響

研究課題名（英文） Effects of brain activation during robot-assited rehabilitation in acute stroke patients.

研究代表者：

小田 太士 (ODA TAIJI)

産業医科大学・医学部・助教

研究者番号：80525428

研究成果の概要（和文）：ロボット訓練中の脳賦活は、多チャンネル近赤外線光測定装置を用いて評価した。訓練前は両 mode ともに障害側の脳賦活は得られにくい傾向にあったが、訓練開始から3週後では、manual mode の方が automatic mode に比べより脳賦活が得られた。また、上肢の麻痺が改善を示したものの運動野の脳賦活が得られやすい傾向にあった。上肢ロボット訓練は、脳卒中急性期患者に対しても体循環にほとんど影響を及ぼさないと考えた。

研究成果の概要（英文）： We used the NIRS to measure the brain activations during robot-assited rehabilitation. It had not gained the brain activations before rehabilitation, but 3 weeks later the brain activations in motor area of upper extremities were more gained by manual mode compared with automatic mode. In addition, the better the subjects got functional recoveries, the more they had the brain activations. The robot-assited rehabilitation hardly effected the systemic circulations for stroke patients of acute stage.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：上肢訓練ロボット、脳卒中、急性期、脳賦活

1. 研究開始当初の背景

脳卒中後、急性期に約80%の上肢麻痺を認め、正常に回復に至るのは15%以下と言われる。現在のところ、運動療法以外に上肢麻痺

の回復を促進させるための有効な手段はなく、上肢の麻痺の後遺症のため日常生活動作に支障を来すとともに生活の満足感を低下させることとなる。

近年、脳卒中麻痺上肢に対する直接的な訓練アプローチとして、左右鏡像運動が注目され、脳卒中後に両側上肢の鏡像運動を行うと一次運動野、補足運動野、小脳半球が賦活することが functional MRI 上で確認されており、この運動が麻痺を回復させるために有効な訓練法の1つであることが予想される。

上肢の鏡像運動を効率よく簡便に行うことができる機器として Hesse らは、上肢訓練ロボット (AT ; Bi-Manu-Track robotic Arm Trainer) (図1)を開発し、臨床応用を行っている。

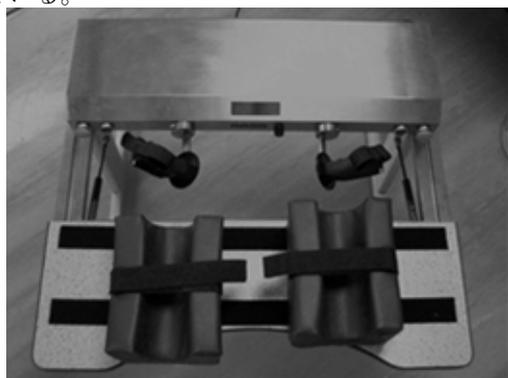


図1 上肢訓練ロボット

これまで急性期や慢性期の脳卒中者を対象に、上肢ロボット訓練を一定の期間行い、麻痺側上肢の機能改善や痙縮が軽減したとの報告はあるが、上肢ロボット訓練による脳賦活に関する影響の研究はない。

2. 研究の目的

脳卒中急性期中等度～重度の上肢麻痺を有する患者を対象に、上肢訓練用ロボットによる左右鏡像運動訓練の前後に多チャンネル近赤外線光測定装置 (NIRS ; near-infrared spectroscopy, 日立メディコ, ETG-100) (図2)を用いて上肢に該当する運動野における脳賦活の経時的变化を計測し、訓練効果を明らかにする。NIRS は、他の脳機能イメージングに比べ、測定場所、被計測者の姿勢や運動状況を選ばない無侵襲な計測方法であり、上肢訓練ロボットを用いて訓練を行う場合、脳賦活を連続して評価する唯一の手法と考えられる。本実験では、5週間の訓練介入による経時的变化について検証する。

また、これまで上肢ロボット訓練中の脳循環や体循環に関する報告はない。脳循環動態は、経頭蓋カラードプラ法 (transcranial Doppler: TCD) を用いて中大脳動脈の血流速度、体循環動態は、血圧 (blood pressure: BP)、心拍出量 (cardio output: CO) を同時に測定する。

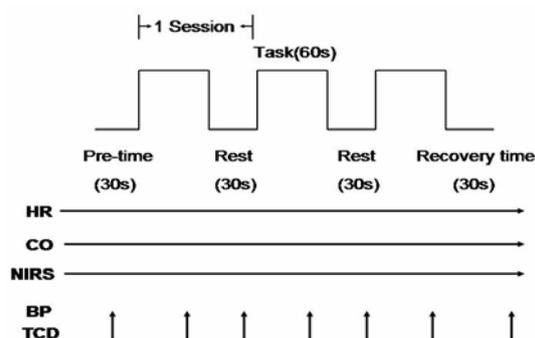


図2 NIRS

3. 研究の方法

脳卒中急性期片麻痺患者を対象に、5週間の上肢ロボット訓練を実施し、NIRS を用い、上肢運動野に該当する脳内酸素動態の測定解析を行う。同時に、中大脳動脈血流速度、心拍出量を測定し、体循環動態の測定を実施する。robot 群は、上肢訓練ロボット (AT ; Bi-Manu-Track robotic Arm Trainer) を使用し、前腕回内外の左右鏡像運動を5週間継続して行う。訓練は warm up として、前腕回内外運動を 1 秒/回のペースで、両手を automatic mode (両側のグリップを把持すると前腕回内外運動が自動的に行われる) で 200 回動かした後、manual mode (両側グリップを把持し、健側で回内外運動を行うと患側が追従し鏡像運動を行う) で 600 回動かす。計 800 回/日を 1 セットとし、週 5 セット、合計 25 セットを実施する。通常のリハビリ訓練は従来通り行う。

脳賦活ならびに体循環ならびに脳循環動態測定は、rest mode (上肢ロボットのグリップを把持するのみで前腕回内外の運動は行わない)、automatic mode、manual mode で下記のプロトコル (表1) に従って行う。評価は、訓練介入前、介入 3 週後、介入 5 週後に実施する。



(表1)実験プロトコル

4. 研究成果

(1) 結果総括

本研究対象者は、脳卒中発症後4週以内を対象にし、脳卒中急性期患者の約半数は、比較的軽度の麻痺であり研究対象とならなかった。反対に、重度の上肢麻痺が残存している場合、さらに重度の失語症、注意障害、半側空間無視を合併することが多いため本研究の除外基準項目に該当した。

本研究対象期間中に合計22名が対象基準を満たし、そのうち13名は5週間の本研究期間を満たさず他院に転院となった。9名が5週間の研究期間を満了したが、そのうち5名は中大脳動脈血流速度の測定が不能であった。

図3に麻痺の重症度の推移を示す(満点66点)。訓練介入前に麻痺重症度が高いものは訓練を行っても比較的重度の麻痺が残存する傾向にあった。

	訓練前	3週後	5週後
Ave±SD	16±13.5	25.6±18.2	25±16.8

図3 The Fugl-Meyer upper extremities test

ロボット訓練による脳賦活の経時的変化は、訓練前は両modeともに障害側の脳賦活は得られにくい傾向にあったが、訓練開始から3週後では、manual modeの方がautomatic modeに比べより脳賦活が得られた(図4、5)。

これらのことより、急性期における脳賦活は経時的に出現することが示唆された。また、本研究では麻痺の中等度から重度の患者を対象としたが、上肢麻痺の改善が乏しいものほど、上肢に該当する運動野の脳賦活は得られにくい傾向にあった。反対に、補助手レベルまで麻痺が改善したものは、上肢に該当する運動野の脳賦活が得られやすい状況にあった。

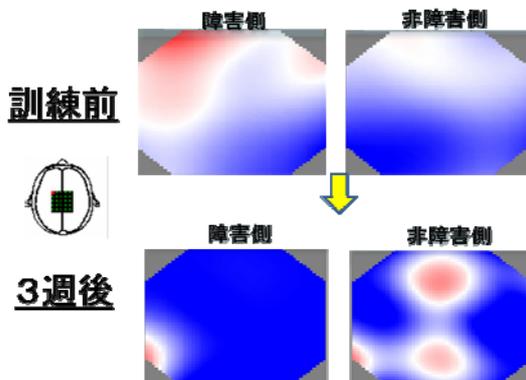


図4 automatic modeにおける脳賦活

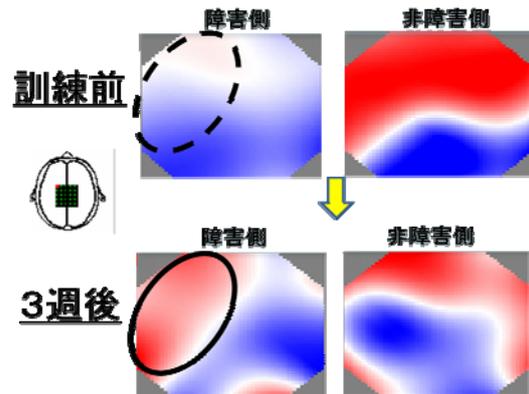


図5 manual modeにおける脳賦活 (赤色が濃いほど賦活が強い)

また、心拍数はmanual modeにおいてrest群と比較し、manual modeで有意に増加したが、心拍出量に有意差は認めなかったことから、上肢ロボット訓練は、脳卒中急性期患者に対しても体循環にほとんど影響を及ぼさないものと考えた(図6、7)。

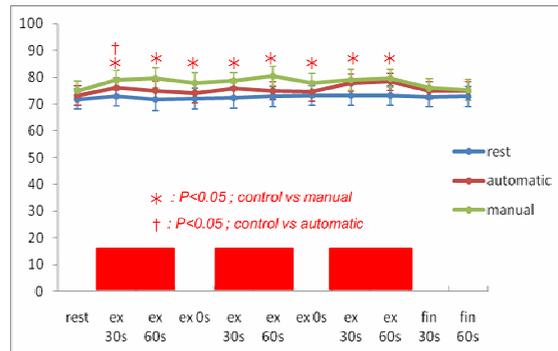


図6 上肢ロボット訓練中の心拍数

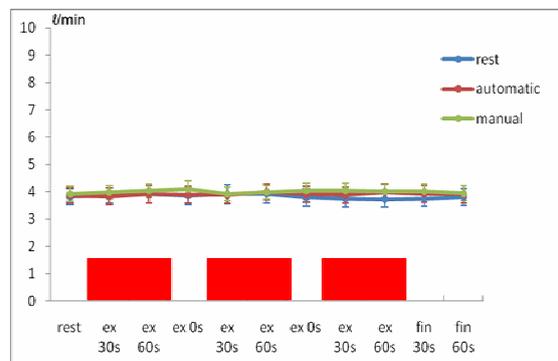


図7 上肢ロボット訓練中の心拍出力

ロボット訓練中の血圧測定を試みたが、上肢ロボットの前腕の回内外運動に伴う体動により血圧測定は困難であった。また、中大脳動脈血流速度は、左右いずれかのこめかみ部分にプローベを固定する必要があったため、絞扼感や疼痛の訴えが強く計測できない対象者もいた。さらに、対象者によっては頭蓋骨の厚みのため中大脳動脈の同定が困難であった者も存在した。結果として、中大脳動脈流速を測定できたのは4名のみであった。

(2) 今後の課題ならびに展望

本研究により、上肢訓練ロボットは急性期脳卒中患者において脳賦活を高めるためのリハビリテーションアプローチとして有効である可能性が示唆された。今後、麻痺の改善を促すリハビリ訓練方法の1つとして上肢訓練ロボットが臨床現場で導入されることが期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計1件)

1. 小田 太士、高橋 真紀、和田 太、佐伯 覚、蜂須賀 研二. 急性期脳卒中患者に対する上肢ロボット訓練時の脳賦活. 第48回日本リハビリテーション医学会学術集会. 2011年11月2日、幕張メッセ、千葉

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小田 太士 (ODA TAIJI)
産業医科大学・医学部・助教
研究者番号：80525428

(2) 研究分担者

佐伯 覚 (SAEKI SATORU)
産業医科大学・医学部・准教授
研究者番号：20269070

和田 太 (WADA FUTOSHI)
産業医科大学・医学部・准教授
研究者番号：10341512