

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：32610

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K10721

研究課題名（和文）個人の能力・興味に合わせた前頭連合野リハビリテーションの背景をなす脳機能の解明

研究課題名（英文）Examination of brain functions related to the prefrontal rehabilitation that tailored to individual ability and interest.

研究代表者

竹田 里江（Takeda, Satoe）

杏林大学・保健学部・教授

研究者番号：10381279

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、ワーキングメモリ、注意、発散的思考といった前頭連合野機能をトレーニングするために我々が開発した課題を実際に実施している際の脳活動を明らかにすることである。本研究では、近赤外線分光法を用いて、課題の流れに応じた活動部位、強さを検討した。その結果、課題の遅延期間には前頭部外側に有意な活動を認め、その後の思考・選択期間では、頭頂部、側頭部に活動の広がりを認めた。一方、コントロール課題の遅延期間には前頭部の活動を認めなかった。これらのことから本課題の遅延期間は、ワーキングメモリなどに関係する前頭部外側と関連があること、思考・選択期間は頭頂・側頭部とも関連することが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、これまでの先行研究で指摘されていた日常生活への汎化を意図し、神経生理学的研究を背景にした上で、対象者の動機づけを促進するような認知機能トレーニングを、申請者自ら開発している点にある。また、開発した課題の脳機能的背景を検討したことで、対象者が実際に取り組んだ際に示した変化の要因を、脳機能的見地から推定できる可能性があるなど、臨床応用時の根拠の一端を明らかにすることに繋がった点にある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to examine brain functions related to the prefrontal rehabilitation that tailored to individual ability and interest. We analyzed the neural basis such as brain activity level and areas during the task by near-infrared spectroscopy. As a result, significant activity in the lateral prefrontal area was observed during the delay period of the task. Significant activity was also observed in the parietal and temporal areas as the task progressed during the task. On the other hand, significant activity was not observed in the prefrontal area during the delay period of the control task. These results suggested that the delay period of this task is related to lateral frontal activity.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：前頭連合野 認知機能 光トポグラフィー 動機づけ 日常生活

1. 研究開始当初の背景

近年、コンピュータを用いた認知リハビリテーションが積極的に開発されている。しかし、単に刺激の場所や文字を覚えるだけの課題では日常生活機能への汎化に乏しいため、実生活に密着した内容にすべきだとの提案がなされている (Slagter 2012)。また、申請者がこれまでに行った前頭連合野における認知と情動の相互作用の研究結果から (Ichihara-takeda and Funahashi 2008)、動機づけを高めながら認知リハビリテーションを行うことが重要であると考えられる。そこで、申請者はワーキングメモリ課題を基盤に、単に刺激を覚えるといった無機的課題ではなく、日常生活の活動を取り入れた目的志向的遅延反応課題 (以下、G-DR 課題) を開発した。G-DR 課題は、遅延反応課題をベースに、ワーキングメモリ、注意、発散的思考といった前頭連合野が関係する機能を取り入れ (Ichihara-takeda et al 2016)、個人の能力や興味といった点にもテーラーメイドできる機能や日常生活のシミュレーションとしても利用できる機能を有する点に特徴がある。これによって、動機づけを高めながら日常生活に結びつく認知機能をトレーニングすることを意図している。

申請者のこれまでの研究で、G-DR 課題を統合失調症、認知症、半側空間無視の患者に導入したところ、認知、情動、日常生活に改善を認めたことが報告されている (竹田ら 2016, 2015, 2014)。G-DR 課題を用いて介入することで、臨床上的様々な変化が導かれる可能性があるが、その背景メカニズムの詳細は未知である。これまでの研究で G-DR 課題の基盤となるワーキングメモリ課題遂行時の脳活動の検討を実施してきたが、いくつかの要素が複合化された G-DR 課題自体を用い、その特徴に関する脳活動の検討は未実施であり、変化の要因を検討するには、課題の特徴に応じた脳機能的背景の解明が必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ワーキングメモリ、注意、発散的思考といった前頭連合野機能をトレーニングするために我々が開発した G-DR 課題を実際に実施中の脳活動を検討し、課題の流れに応じた脳活動部位、強さを明らかにし、臨床応用時の指標や根拠を構築することである。

3. 研究の方法

G-DR 課題を近赤外線分光法 (near-infrared spectroscopy: 以下、NIRS) で測定可能な対応型に作成し直し、G-DR 課題の特徴を明らかにできるようなコントロール課題を設定した。G-DR 課題及びコントロール課題遂行中の健常者の前頭部の脳活動を、NIRS を用いて計測することで、情報の保持、操作等の機能に応じた活動部位や強度を検討した。本研究は杏林大学保健学部倫理審査委員会の承認を得て実施した。

(1) 課題

課題は、臨床で用いていた G-DR 課題を画面遷移の自動化など NIRS で測定可能な形に作成し直した。さらに、G-DR 課題の特徴を明らかにできるようにコントロール課題を設定した。

G-DR 課題は、まず目的と予算が提示されて消え、その後一定時間の待ち時間となる (遅延期間)。その後、選択肢と金額が表示される。対象者は、先に提示された目的に必要なものを、予算を考慮しながら考える (思考期間)。その後、実際に暗算しながら選択肢から必要なものを選ぶ (選択期間)。その後、先に提示された目的と予算は何であったのかについての問いに答える。

一方、コントロール課題は、G-DR 課題の画面構成と画面遷移は、同じ内容であるが、目的や予算には、無意味な文字が提示された。選択期間は指定された箇所のクリック、回答期間は指示された語の発話など、G-DR 課題の動きや発話と同程度の内容が必要とされるが、目的や予算を記憶するといったワーキングメモリ、注意、発散的思考といった G-DR 課題の主要な要素が入っていない課題として構成した。

(2) 脳活動の測定

G-DR 課題とコントロール課題を遂行中の健常成人 13 名から NIRS を用いて脳活動を測定し

た。脳活動の計測には、52チャンネルNIRS装置(ETG-4000、日立メディコ社、東京)を用い、神経活動を最も鋭敏に反映するといわれている酸素化ヘモグロビン(以下、oxy-Hb)濃度を解析対象とした。測定部位は、両側前頭部、一部側頭部及び頭頂部とし、最も下方にあるチャンネル(計測部位)が国際10-20法におけるT3-Fpz-T4を結んだライン上に並ぶように設定した。データ解析は、Fittingによるベース補正処理であるintegral解析を実施した。その後、G-DR課題、コントロール課題の両課題の遅延期間、思考期間、選択期間において、チャンネルごとに有意な活動を示したのかについて検定を行った。

4. 研究成果

(1) G-DR課題とコントロール課題遂行時の脳活動

G-DR課題遂行時の遅延期間には両側前頭部外側において有意な活動を認めた。その後の思考期間では、両側前頭部外側における有意な活動に加え、頭頂部、側頭部の一部にも活動を認めた。さらにその後の選択期間においては、両側の前頭部外側に加え、頭頂部、側頭部などの広い範囲において有意な活動を認めた。

一方、コントロール課題遂行時の遅延期間に前頭部の活動を認めず、頭頂部、側頭部に弱い活動を認めた。思考期間、選択期間においては、両側頭頂部、側頭部、前頭部運動関連領域に有意な活動を認めた。

(2) G-DR課題の脳活動の特徴

G-DR課題遂行時の脳活動は、呈示された目的や予算を一時的に記憶しておく必要のある遅延期間で、両側前頭部外側の有意な活動を認め、コントロール課題では前頭部外側の活動を認めなかった。これらは、ワーキングメモリと前頭連合野背外側部との関連性といった先行研究に一致した結果となり、G-DR課題が前頭部外側と密接な関係のある課題であることが示唆された。また、G-DR課題の思考期間は、様々な視覚刺激を検討することや過去の経験をもとに思考し選択に向けて計画することが要求されることから、前頭部外側の活動に加え、側頭部や縁上回といった頭頂部の活動も高まった可能性が考えられた。さらに、実際に項目を選択する選択期間は、選択肢の検討、決定、暗算、動作のプラン、実際の選択動作といった様々なことが要求されるため、運動関連領域などへも活動が広範囲に広がったことが想定された。

これらのことから、G-DR課題は、ワーキングメモリ、注意などに関係する前頭部外側の活動に加え、運動関連領域、言語性記憶に関連する頭頂部の一部、側頭部など、課題にて要求されることに応じて活動する部位が変化していく可能性が示唆された。

<引用文献>

Slagter H.A. : Conventional working memory training may not improve intelligence. Trends Cogn.Sci. 16 (12) : 582-583, 2012.

Ichihara-Takeda, S., Funahashi, S. : Activity of primate orbitofrontal and dorsolateral prefrontal neurons: Effect of reward schedule on task-related activity. Journal of Cognitive Neuroscience. 20: 563-579, 2008

Ichihara-Takeda, S., Takeda, K., Ikeda, N., Matsuyama, K., Funahashi, S.: Neuropsychological assessment of a new computerized cognitive task that was developed to train several cognitive functions simultaneously. Frontiers in Psychology. 7: 497-503, 2016

竹田里江, 山下聖子, 宮田友樹, 竹田和良, 池田望, 松山清治, 船橋新太郎: コンピューターを用い個人の能力と興味にテラーメイドしたワーキングメモリ訓練の効果: 保続性の反応が改善された統合失調症患者の例. 作業療法. 35: 384 - 393, 2016

竹田里江, 山下聖子, 宮田友樹, 竹田和良, 池田望, 松山清治, 船橋新太郎: 日常生活場面を取り入れたコンピュータを用いたワーキングメモリ訓練の効果: 机上訓練から実際の行動へ繋がった統合失調症患者の例. 精神科治療学. 30: 1641 - 1647, 2015

竹田里江, 竹田和良, 池田望, 松山清治, 船橋新太郎, 石合純夫: 半側空間無視を有する認知症患者に対するコンピュータを用いた認知機能訓練の効果 - 前頭連合野機能の改善を

基盤とし,個人の能力・興味にテーラーメイド可能な課題を用いて - .老年精神医学雑誌 .
25 : 1035 - 1045 , 2014

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 阿部知子, 山下聖子, 竹田里江	4. 巻 3
2. 論文標題 計算課題遂行中の精神疲労に対する会話の有用性の検討 近赤外線分光法 (NIRS) による検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 作業療法の実践と科学	6. 最初と最後の頁 56-64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 三和成美, 竹田里江	4. 巻 1
2. 論文標題 認知課題の遂行が情動の安定化に及ぼす影響と性格特性との関連 - NIRSによる検討 - .	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 作業療法の実践と科学	6. 最初と最後の頁 74-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	福長 一義 (Fukunaga Kazuyoshi) (30366405)	杏林大学・保健学部・教授 (32610)	
研究分担者	大貫 雅也 (Oonuki Masaya) (30759775)	杏林大学・保健学部・助教 (32610)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------