

第二十一回大阪河崎リハビリテーション大学認知予備力研究センターセミナー

2021年7月20日11時から13時、4階第2中講義室において第21回CRRCセミナーがハイブリッド形式で開催された。河崎病院、水間病院、水間ヶ丘、本学などから講義室には20数名、遠隔で10数名の参加があり、学外講師はZoomでの講演会となった。エーザイ株式会社の情報提供が講演前と終了時の2回に分けて行われた。

大学からの研究報告



作業療法学専攻の白岩圭悟助教から「手工芸活動中の脳波と自律神経機能の変化：作業療法の有効性に関するエビデンス」と題して研究報告があった。

作業療法では治療方法の一つとして、しばしば手工芸活動が用いられる。様々な精神症状を軽減させる効果が確認されているが、その神経科学的メカニズムや治療効果については、十分に証明されていない。本研究の目的は、注意集中状態にある際に出現する脳波活動 Frontal midline theta rhythm (Fm θ) と自律神経活動の変化から、手工芸を用いた作業療法が治療の有効性を発揮するメカニズムについて明らかにすることである。

研究方法については、簡単なクラフト活動を Fm θ を誘発する課題とし、脳波と心電図の同時記録を行った。健常者 28 名を対象として実験を行い、このうち課題施行中に明確に Fm θ が出現した 9 名(男性 3 名、女性 6 名、平均年齢 22.4 歳)を解析の対象とした。

Fm θ の基準は、1 秒以上持続する 5-7Hz の周波数で測定されたリズミカルな波形で、脳波の前頭正中線付近に最大の焦点分布を持つものとした。心臓自律神経機能については R-R interval (RRI) を記録し Lorenz plot 法にて、副交感神経系の指標である Cardiac Vagal Index (CVI)、交感神経系の指標である Cardiac Sympathetic Index (CSI) を算出した。また RRI 平均値も算出した。実験は、安静条件 3 分に続いて、手工芸条件 7 分を実施した。安静条件と手工芸条件の CSI と CVI、RRI 平均値について対応のある t 検定を行った。また、Fm θ の出現回数とパワー値について、各期の CSI、CVI、およびそれぞれの変化量との相関分析を行った。

研究の結果、集中した手工芸条件では CSI、CVI 共に安静条件と比較して有意な増加を示した。RRI 平均値は安静条件と比較して有意差はなかった。相関分析を行った結果、Fm θ の power 値は CSI の変化量と正の相関 ($r=0.78$) があつた。Fm θ 出現回数は安静条件 CVI ($r=0.76$) および手工芸条件 CVI ($r=0.82$) と正の相関があつた。

Fm θ が出現した手工芸活動中は、副交感神経と交感神経の両指標は、安静条件と比較して共に増加した。通常 CSI の増加は RRI 平均値の減少と関連しているが、本研究では RRI 平均値に変化はなかった。この結果は、手工芸活動時には、安静時と同等のリラックス状態が達成されていることを示している。また、CVI の増加が CSI 値に対する影響を緩衝し、結果として RRI 平均値に変化がなかったと考えられる。これは、手工芸活動を行うための適切なレベルの集中が、安静時と同程度の身体的なリラックス状態をもたらすことを示唆している。さらに、Fm θ の出現は副交感神経活動と正の相関があり、前頭部のシータバンド活動は交感神経活動と関連していた。Fm θ の電流源は前帯状回皮質であり、自律神経機能の調節もこの前帯状皮質を介したネットワークを用いるとされている。今回の研究結果からも、心臓の自律神経機能と Fm θ 活動には密接な関係があることが示唆された。本研究の結果から、手工芸活動に集中することが、リラックスした状態を作り出すことが確認され、手工芸を用いた作業療法の有効性を示すエビデンスの一つとなった。

特別講演



大阪府立大学地域保健学域総合リハビリテーション学類教授の内藤泰男先生による特別講演では、「作業療法分野での電気生理学的手法の応用」という題目でご講演いただいた。

作業療法分野において、その効果を客観的に示すために脳波という指標を用いることの有用性についてこれまでに実施された2つの研究を紹介していただいた。

まず、自己と他者の手に対する視覚的情報処理の違いについての研究報告については、リハビリテーションでは、運動錯覚が機能回復を促す手段として用いられているが、錯覚を惹起させる条件として自己の手を提示すべきか議論がある。視覚的に提示された手の自己認識については、事象関連電位(ERP)を用いた過去の研究で自己の手が他者の手よりも大きな成分を誘発することが報告されている。ただこれらは単純加算平均によるP300様の長潜時のERP成分であり、付随して起こる脳律動成分は相殺されている。

そこで本研究では、3刺激視覚オドボール課題を用いて自己の手の視覚刺激が自己参照に特異的な脳律動反応を誘発し得るかを、時間周波数解析を用いて検討した。口頭と書面にて同意が得られた10名(平均年齢 21.3 ± 0.95 歳)を対象とした。脳波測定の前極はFz、Cz、Pzに配置し、サンプリングレートは500Hzで記録した。実施した課題は以下の通りである。①self課題: 標的刺激として左手の画像を40回、頻出刺激として他者の手の画像を160回、新奇刺激として自己の手の画像を40回ランダムに提示した。②other1課題: ①の新奇刺激を他者の手に入れ替えた課題。③other2課題: ②の新奇刺激を別の他者の手に入れ替えた課題。なお①②③の試行順を無作為化した。被験者には標的刺激に対してスイッチを押すよう指示した。刺激提示時間は1000msで、刺激間隔は400～500msとした。新奇刺激によるERPの①250ms～350ms、②350ms～500ms、③500～650ms平均振幅に対し課題と電極間の2元配置分散分析を行った。加えて、新奇刺激提示時～1000msの時間枠で時間周波数解析を行い、対応のあるt検定を用いて、各条件内の標準刺激、標的刺激、および新奇刺激ごとに、すべての被験者の脳律動活動を比較した。単純加算平均分析では、各課題間の自己の手と他者の手の反応に有意な差は見られなかったが、時間周波数解析において自己の手で650～900msの時間枠でのCz電極におけるガンマ帯域の活動(60～80Hz)が、他者の手に比べて有意に高いことがわかった。本研究では、自己の手の自己参照的処理に対する特異的な脳活動が、長潜時のガンマ帯域活動に反映されていることが明らかとなった。このCz電極での高いガンマ帯域活動は、手の運動に関与するミラーニューロン系の活動を反映している可能性がある。またERPの解析法として、単純加算平均では見られなかった脳律動成分が、時間周波数解析で描出できる可能性が示唆された。

次に、Frontal midline theta rhythmの測定と解析についての研究報告では、前頭正中部 θ 律動(Frontal midline theta rhythm: Fm θ)は、前頭部に広い振幅分布を持つ4～7Hzの律動的脳波活動で、精神作業中などの注意集中状態に高振幅に3～10秒間の持続時間で出現するため、ヒトの注意機能との関連が示唆されてきた。今回、前額部に貼り付けたセンサーから脳波を測定するシート型脳波計HARU-1を用いて、持続的注意課題時のFm θ の測定とその他の帯域における特徴を検討した。20名の健常若年者の前額部にシート型脳波計(HARU-1、PGV株式会社)を装着し、AFz、Fp1、Fp2の3チャンネルを使用し、2分間の安静閉眼条件、2分間の単純暗算課題条件の脳波を測定した。単純暗算課題条件に1秒以上4～7Hzの θ 波が確認された対象者群をFm θ 群、確認されなかった群をno-Fm θ 群と設定した。被験者全体、Fm θ 群、no-Fm θ 群の3群において、安静閉眼条件と単純暗算課題条件を比較するためそれぞれの時間周波数解析結果について対応のあるt検定を実施した。実験の結果、すべての参加者の脳波において、閉眼時の α 波の顕在化、開眼による α 波のブロッキングが観察された。また参加者20名の内12名の単純暗算課題条件には前頭正中部に1秒程度の短い θ 波が散見された(Fm θ 群)。被験者全体(20名)での時間周波数解析結果のt検定では、単純暗算課題条件で θ 帯域パワーに有意な増大、 α 帯域パワーに有意な減少が見られた。Fm θ 群(12名)においては単純暗算課題条件に θ 帯域、左右前額部チャンネルにおいて γ 帯域で有意なパワーの増大が見られた。no-Fm θ 群(8名)では単純暗算課題条件に α 帯域、 β 帯域を中心に有意なパワーの減少が見られたが、 θ 帯域、 γ 帯域の有意な差はみられなかった。シート型脳波計は簡便に安価に非侵襲に前頭部の脳活動を計測できることが示唆された。またFm θ 群において左右前頭部のみに γ 帯域の増大が観察されたことから、前頭正中部もしくは内側部の活動が抑制されていると同時に、暗算課題中に活動するワーキングメモリに関連した γ 帯域の活動は左右前頭部にて亢進していると考えられる。このことから暗算課題に関する前頭葉活動の局在性が示唆された。

次回CRRCセミナーのお知らせ

次回の第22回CRRCセミナーは、2021年9月7日(火曜日)11～13時に開催予定です。会場でもネットでも参加できますが、会場にご参集の方はお弁当準備の都合がありますので、事前に本学事務局庶務係<soumu@kawasakigakuen.ac.jp>にお申し込みください。