

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：30110

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K03291

研究課題名（和文）DCD児に対する視覚的バイオフィードバックをもちいた漸進的筋弛緩訓練法の構築

研究課題名（英文）Development of a visual biofeedback system for children with DCD to be used in the training of progressive muscle relaxation

研究代表者

橋本 竜作（Hashimoto, Ryusaku）

北海道医療大学・リハビリテーション科学部・教授

研究者番号：00411372

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、ストレスマネジメント教育を効果的に行うために、筋の緊張と弛緩を可視化する視覚的フィードバックプログラムと、リラクゼーション法の効果を自律神経（交感神経・副交感神経）の活動で評価するシステムの構築を目指した。その結果、筋電図の信号をもちいて視覚的に筋緊張の程度をグラフで視覚的にフィードバックするプログラムを完成させた。また簡易に装着可能な光電式脈波計によって自律神経活動を測定するプログラムを完成させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

感覚-運動処理に問題をもつ発達性協調運動児・者を対象に、リラクゼーション法（漸進的筋弛緩法）を導入するための、視覚的なフィードバックシステムは、その技法の習得を支援ができるだろう。また、リラクゼーション法の習得とその効果を自律神経（特に副交感神経）の活動を指標とするシステムを準備することで、今後の二次障害の予防に向けたストレスマネジメント教育を客観的に進めることが可能となる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we aimed to develop a visual feedback program that visualizes muscle tension and relaxation and a system that evaluates the effectiveness of relaxation methods by measuring the activity of autonomic nervous responses (sympathetic and parasympathetic nervous responses) to effectively provide stress management education. As a result, we have completed a program that provides visual feedback on the degree of muscle tension in the form of a graph using electromyogram signals. We also completed a program to measure autonomic nervous system activity using a simple, easy-to-wear photoplethysmography.

研究分野：神経発達障害

キーワード：発達性協調運動症 自律神経活動 視覚的フィードバック

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

発達性協調運動症(以下、DCD)とは、協調運動の技能獲得や遂行が同年代の子どもよりも劣っており、その症状は不器用さ、運動の遅さや不正確さとして現れ、日常生活活動、学業、遊びに悪影響を与える発達神経症群のひとつである(DSM-5)。教育現場では自閉症、注意欠如/多動症、限局性学習症に比べ、教室運営を難しくする訳でもなく、本人の困り感も周囲に伝わりづらいため、その認知度は低い。

DCDの障害機序は不明だが、多くの研究が感覚処理や感覚-運動の統合処理に問題があると指摘している。欧米のシステマテックレビューによれば、DCD児に対する運動訓練の効果は限定的である。またDCDを幼児期から青年期まで追跡した縦断研究によれば、健常者よりDCD者はメンタルヘルスの不調を多く抱えていることが報告されている。それゆえ、DCDの支援は主症状(運動)だけでなく、メンタルヘルスの不調(二次障害)の予防も重要な課題である。

二次障害の予防として、ストレス反応に対する本人の対処能力を育成するストレスマネジメント教育が有効である。具体的には、児童に心理教育を行う際、彼らにとってストレス反応を理解しやすいという理由から、身体感覚(肩のこわ張り等)を取り上げることが多い。しかし、DCD児は感覚処理に問題を抱えており、ストレス反応を筋肉の緊張といった身体感覚として知覚・理解することが難しい。次に対処法として、身体に働きかけるリラクゼーション法が、児童には非常に有効であると紹介されている。その多くは「筋の緊張と弛緩」を行うことで副交感神経の働きを優位に導くものである。しかし、DCD児は感覚-運動の統合処理に問題があり、十分な筋の緊張と弛緩が行えているのかを本人及び指導者が把握することは困難である。その他にイメージを利用したリラクゼーション法も存在するが、発達障害児の多くは眼前にない事柄を想像することは苦手で、絵や動画を利用した視覚的な指示のほうが有効であるとされている。

そこで筋肉の活動を可視化したバイオフィードバック(視覚的BF)を利用した指導は、DCD児の身体感覚への気づきを促し、リラクゼーション法の習得を容易にすると考えた。また生体反応を測定することで、リラクゼーション法による効果の影響を主観的評価だけでなく、客観的評価(自律神経機能)により検討できると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ストレスマネジメント教育を効果的に行うために、視覚的BFシステムを構築すること、そして視覚的BFを教育・指導に利用し、その効果を自律神経機能で評価することである。

3. 研究の方法

第1研究：生体信号を可視化する視覚的BFシステムの構築

筋の緊張と弛緩を可視化する上で、腕と肩の筋緊張の程度(筋電図)を視覚的に提示するプログラムを開発した。また簡易に装着可能な光電式脈波計(Polar Verity Sense)を利用した自律神経機能の評価法に関する妥当性の検討を行った。方法は健康な大学生30名を参加者として、冷水に手を入れるcold pressor test(以下CPT)中と、その前後での心拍変動を心電図と光脈波によって計測した。CPTに伴う自律神経の活動を各測定法で得られたデータに対してローレンツプロット解析を行い、そこから得られた交感神経活動の指標(Cardiac Sympathetic Index 以下、CSI)と副交感神経活動の指標(Cardiac Vagal Index 以下、CVI)を比較した。

第2研究：成人版DCDチェックリストの作成

感覚-運動処理が弱い大学生を抽出する一助とするため、小児版DCDチェックリストを成人版に改変し、大学生を対象に調査を行った。さらに健康な大学生52名を参加者として、実際に運動検査(Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency - 2nd Editionの一部)を行い、成人版DCDチェックリスト(Adult-DCDC)の得点と運動成績との関連性を検討した。

4. 研究成果

第1研究：生体信号を可視化する視覚的BFシステムの構築

前腕と肩に配置した電極で各部の個人の最大値を測り、最大値に対して任意(70%)の値を目標として黒い線で提示するプログラムを作成し、実際に筋の緊張や弛緩を可視化することができた。次に光電式脈波計によるCPT中とその前後でのCSIとCVIの値は似たパターンの変化を示した。Bland-Altman分析によって両測定法の一致性を評価した結果、固定誤差を示したが、比例誤差はなかった。このことから光電式脈波計(Polar Verity Sense)を利用したストレス負荷に伴う自律神経活動の変化の測定結果は、心電図の測定結果と整合性が取れていた。そして心電図の装着が難しい児童らを対象に利用可能だと考えられた。

第二研究：

Adult-DCDCには348名(男性104名・女性244名)の回答が得られ、それに対して探索的因子分析を行った。その結果、巧緻運動、粗大運動、ボール操作に加えて、書字関連の因子が認め

られた。今回、咀嚼に関する項目を含めたが、因子分析の結果では巧緻運動の因子ではなく、書字関連の因子に含まれていた。これは手指と口舌筋群の運動領域が近いこと、また書字動作と摂食動作（口腔内での食塊形成や咀嚼）は、どちらもその動作に特化あるいは高度化した巧緻運動であり、汎用性のある手指の巧緻運動とは異なる側面があると考えられた。Adult-DCDCの再検査法による信頼性（安定性）を評価した結果（回答者 77 名、間隔 64.7 日）相関係数は 0.819 と十分な信頼性があると考えられた。また書字運動因子の得点とペグ操作の成績、ボール操作因子の得点とボールの的当ての成績との間に相関がみられた。ただ、運動課題の中に天井効果がある課題も見られた。Adult-DCDC をもちいた参加者選定をする際、どの因子と運動検査を指標にするのかについて、さらに検討が必要と考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 Sueda Keitaro, Hashimoto Ryusaku, Ueda Toshihiko	4. 巻 44
2. 論文標題 Convergent validity of the developmental coordination disorder checklist using soft neurological signs.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain and Development	6. 最初と最後の頁 17-29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.braindev.2021.08.001	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 Hashimoto Ryusaku, Sueda Keitaro, Yagyu Kazuyori	4. 巻 42
2. 論文標題 Development of a movement questionnaire adapted for Japanese culture for elementary school children	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain and Development	6. 最初と最後の頁 237-247
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.braindev.2019.11.007	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 Tomomi Hamabata, Naomi Dodo, Ryusaku Hashimoto	4. 巻 第18・19号
2. 論文標題 Validity and reliability of a wearable photoplethysmographic sensor as an indicator of autonomic nervous system activity in psychophysiological studies.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 北海道医療大学心理科学部研究紀要	6. 最初と最後の頁 15-20
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	百々 尚美 (Dodo Naomi) (70351707)	北海道医療大学・心理科学部・教授 (30110)	

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
---------	---------