

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：13301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K19790

研究課題名（和文）統合失調症患者の予測に基づく認知・運動機能の評価方法の構築に関する基礎的研究

研究課題名（英文）Basic research on the construction of evaluation methods for cognitive and motor functions based on prediction in patients with schizophrenia.

研究代表者

菊池 ゆひ (Kikuchi, Yui)

金沢大学・保健学系・助教

研究者番号：00749137

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：統合失調症者の地域生活継続には認知機能が重要とされる。今回、「予測に基づく重りの負荷課題」を用い、統合失調症者の「予測の障害」と認知・社会機能との関連性の検討、および予測の障害の簡便な測定方法について検討した。その結果、(1) 予測と認知機能との関連性について、統合失調症者では手の動きが小さい（予測の障害）ほど、発症後の認知機能の低下が大きいことが示唆された。(2) 従来の装置での測定と同様に携帯内蔵センサでも「予測の障害」を評価できることを確認し、解析の自動化も可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は認知・運動機能の評価方法として「予測」に着目し、統合失調症の予測の障害と認知・社会機能との関連性を検討した結果、統合失調症者の予測の障害と発症後の認知機能低下との関連性が示唆された。また、評価方法として、特別な装置を用いず、携帯内蔵のセンサとアプリで実施する方法を確立した。よって、今後はこの測定方法を用いることにより、統合失調症患者に限らず、高齢者など様々な対象者の予測の障害と認知機能について検討することが可能となる。

研究成果の概要（英文）：Cognitive function is considered important for schizophrenics to continue living in the community. In the present study, we used a "prediction-based weight-loading task" to examine the relationship between "impairment in prediction" and cognitive and social functions among schizophrenics, and a simple method for measuring impairment in prediction. The results suggested the following: (1) Regarding the relationship between prediction and cognitive function, the smaller the hand movements (impaired prediction), the greater the decline in cognitive function after the onset of schizophrenia. (2) We confirmed that "impairment in prediction" can be assessed with a cell phone built-in sensor as well as with a conventional device, and the analysis can be automated.

研究分野：リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：予測 認知機能 統合失調症 運動制御

1. 研究開始当初の背景

認知機能は、知覚・注意・記憶・実行といった社会生活を送る上で必要不可欠な一連の過程である。統合失調症の主な症状は幻覚・妄想などの陽性症状や意欲低下といった陰性症状と認知機能障害である。精神症状は薬物療法で改善するが、認知機能障害は精神症状の改善後も残存する。この認知機能障害が社会的予後に関連する報告や、病前からの認知機能低下の程度が日常生活技能・社会機能・就労と関連する報告がある。リハビリテーションの手段は、直接的訓練と間接的訓練がある。発症により機能低下を起こした場合は、機能回復を目的とした直接的訓練が選択される。一方で、発症による機能低下に回復が見込めない場合や機能が十分に発達していない場合には、代替機能取得を目的とする間接的訓練が選択される。そのため、効果的にリハビリテーションを進めるためには、機能が十分に発達していないために生じているのか、また発症により低下したのかを見極め、どちらかの手段を選択することが重要であるが、その指標は確立されていない。

本研究では認知機能の1つとして「予測」に着目した。我々が社会生活を送る(実行する)ためには、あらゆる場面で“予測”が必要である。よって、統合失調症者の日常生活・就労といった社会機能を評価するうえで重要な要素と考えた。“予測”と運動に着目した研究はスポーツのパフォーマンス向上や加齢によるパフォーマンス低下の分野では数多くの報告がある。一方で統合失調症者に「新しい技術は覚えられるが、動作がぎこちなく、時間がかかる」という行動特性が知られているものの、臨床研究で行われる統合失調症の認知機能評価は注意や記憶、表情から感情を読み取るといった項目であり、「予測」に着目した研究は多くない。先行研究で「重りの負荷課題」により、統合失調症者に予測の障害が示唆された(Kikuchi, 2014)。

2. 研究の目的

統合失調症者の“予測の障害”と脳機能および認知・社会機能との関連性について検討し、“予測”に基づく認知・運動課題を用いた認知機能の評価法の構築を目指した。当初は縦断的調査を行う予定であったが、COVID-19に伴いが困難となった。そこで、上記目的と合わせて、従来の測定装置を使用しない、“予測の障害”の簡便な評価方法の検討と構築を目指した。

3. 研究の方法

予測に基づく認知機能の評価として「重りの負荷課題」を用いた。私たちは、落下してくるボールを手で受ける場合、ボールを手で受ける直前にはボールと手の距離や衝撃の大きさを“予測”し、あらかじめ関節の角度を決め、筋活動を開始する反応(先行反応)が起こる。ボールを受けた後は、手を安定させるためフィードバックされる情報を元に筋活動を調整する。この予測と運動制御機能を課題に利用した。「重りの負荷課題」は、被験者に手の位置が変わらないよう保持するように説明し、重りを被験者の手掌に負荷する簡単な課題である。

(1) 予測に基づく認知・運動機能の発達と加齢に伴う変化の検討

予測に基づく認知・運動機能が、健常者でどのように発達し、加齢とともに変化するかを明らかにするために行った。「重りの負荷課題」は一定の負荷量を発生させ、タイミング、手の位置変化を正確に記録するため、SPIDAR (Space Interface Device for Artificial Reality)(図1)という装置を使用した。本研究の趣旨に同意を得られた健常者を対象とし、各10試行行い、重りの負荷直前の上向きの手動き(P-up)、手動きの変化の速さ(1/2T-up)、負荷後の下向きの手動き(P-down)、P-downまでの時間(T)を測定した(図2)。



図1. 実験装置

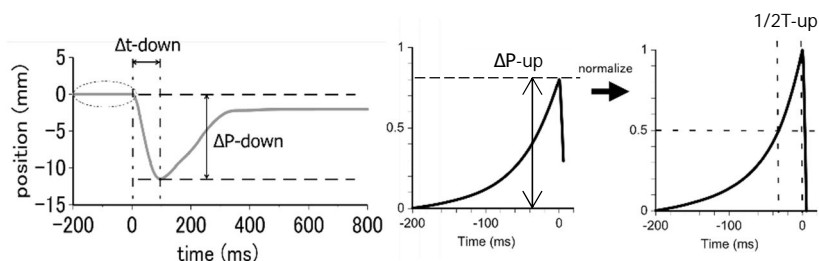


図2. 測定値

(2) 簡便な評価方法の検討

「重りの負荷課題」を実施するために、一定の負荷量と負荷のタイミングの記録のため、SPIDAR を用いてきた。より多くの被験者での実施、将来的に臨床や地域で使用するためには、場所を問わず、測定できる簡易的な方法が必要と考えた。そこで、健常者を対象に重りの上部と手背に小型無線多機能センサ (TSND151, ATR-Promotions) をテープで固定し、同時測定を行った。また重り負荷のタイミングに伴う筋活動の変化から、質的・量的分析を試みた。

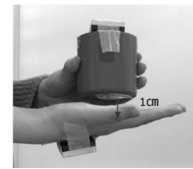


図 3. 測定方法

(3) 統合失調症患者の予測に基づく認知・運動機能と認知・社会機能との関連性の検討

(2) の検討結果から、「重りの負荷課題」の実施方法を研究当初の方法から、重りと加速度センサを使用する方法に変更し、年齢・性別を統制した健常者と統合失調症者を対象とした横断的研究を行った。また統合失調症者の認知機能について、JART (Japanese Adult Reading Test)、WAIS- 短縮版 (ウエクスラー成人知能検査第 3 版) を基に発症後の認知機能の低下を算出し、「重りの負荷課題」の結果と比較検討した。

(4) 簡便な評価方法の検討

重りと手に装着した加速度センサから、従来の測定装置と同様に重りの負荷直前の上向きの手動きが確認できたことから、より簡便な方法と測定・解析の効率化を目指し、携帯内蔵のセンサおよびアプリケーションを用いた課題の実施方法を検討した。実施方法は手掌にスマートフォンを置き、その上からミニペットボトルを置くことを 1 試行とし、この時の手の動きをスマートフォンに内蔵されたセンサで測定した。



図 4. 測定方法

4. 研究成果

(1) 予測に基づく認知・運動機能の発達と加齢に伴う変化の検討

対象者は 8-12 歳 (n=10)、21-30 歳 (n=20)、31-50 歳 (n=9)、65-75 歳 (n=10) とした。重りの負荷直前の上向きの手動き ($\Delta P\text{-up}$) は加齢に伴い大きくなる傾向がみられた。手動きの変化の速さ ($1/2T\text{-up}$) は値が 0 に近いほど、負荷のタイミングの直前に手が動き出すことを示すが、年齢による差は有意ではなかった。8-12 歳群は他の年齢群よりも手の動き出しが早い特徴がみられた。負荷後の下向きの手動き ($\Delta P\text{-down}$)、 $\Delta P\text{-down}$ までの時間 (T) は、8-12 歳は 21-30 歳、31-50 歳と比較し有意な差がみられた。65-75 歳は 21-30 歳と比較し有意な差が見られた。

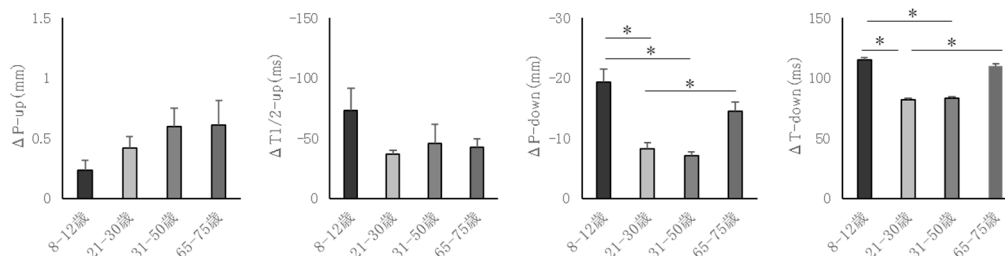


図 5. 各指標の年齢による差異

(2) 簡便な評価方法の検討

同意の得られた右利きの健常者 10 名 (男性 5 名、女性 5 名) を対象とした。同時測定された重りと手の加速度波形から、重りの負荷時点が確認された (図 5)。また、手の加速度波形では、負荷時点に先行する変化が観察され、従来の SPIDAR と同様に重りの負荷直前の上向きの手動きが確認できた。さらに筋電図においても重りの負荷前 (橈側手根伸筋 $-55 \pm 86.4\text{ms}$ 、橈側手根屈筋 $-135 \pm 62.6\text{ms}$) から課題に伴う筋活動が持続的または一過性に確認できた。筋活動が開始するタイミングの特徴として、ほとんどの被験者が屈筋 伸筋の順であったのに対し、一部の被験者は伸筋 屈筋の順であった。

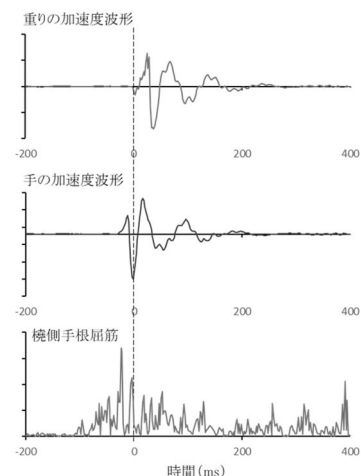


図 6. 重り負荷時点の同定 (代表波形)

(3) 統合失調症患者の予測に基づく認知・運動機能と認知・社会機能との関連性の検討

「重りの負荷課題」の結果は、統合失調症患者群(n=22)と健常者群(n=23)の間に有意な差は見られなかった。また発症後の認知機能低下群と維持群の間で検討したところ、認知機能低下群では維持群と比較し、負荷のタイミング直前の加速度が有意に小さく($p < 0.01$)、予測の障害と認知機能との関連性が示唆された。

(4) 簡便な評価方法の検討

健常者を対象にスマートフォンに内蔵されたセンサを用いて、「重りの負荷課題」を実施したところ、負荷時点に先行する変化が観察され、従来のSPIDARと同様に重りの負荷直前の上向きの手の動きが確認できた。

高齢者データ(n=52)を再解析したところ、負荷前後のピーク値と年齢、認知症スクリーニング検査結果の間に有意な相関が確認でき

(($p < 0.05$))、平均値だけでなく試行毎の安定性も関連する可能性が示唆された。

さらにこれらの指標(負荷前、負荷直後、負荷後のピーク値と時間)を自動抽出できるよう、データ解析プログラムを作成し、解析を自動化した。これにより、従来は専用の装置とデスクトップPCを必要としたが、スマートフォンと重り(ミニペットボトル)があれば、どこでも実施できるようになった。さらにプログラムを作成したことにより、実施から解析までの時間が10分程度に短縮され、簡便に評価できるようになった。

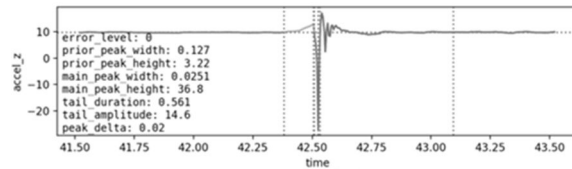


図7. 内蔵センサの測定波形

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1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 Tetsuo Ota, Yui Kikuchi, Ikumi Amiya, Takako Ohno-Shosaku, Yasuharu Koike, Mitsugu Yoneda	4. 巻 240
2. 論文標題 Evaluation of motor learning in predictable loading task using a force sense presentation device	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Experimental Brain Research	6. 最初と最後の頁 3305-3314
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00221-022-06500-w	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2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 太田哲生, 米田貢, 菊池ゆひ, 少作隆子
2. 発表標題 SPIDARを用いた重りの負荷課題によるフィードフォワード運動制御の評価
3. 学会等名 第15回日本作業療法研究学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kikuchi Y, Matsushima S, Ota T, Yoneda M, Ohno-Shosaku T
2. 発表標題 Analysis of hand movement and electromyogram during predictable and unpredictable loading task in normal subjects and schizophrenia patients
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会
4. 発表年 2019年

〔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
研究協力者	米田 貢 (Yoneda Mitsugu)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	少作 隆子 (Shosaku-Ohno Takako)		
研究協力者	太田 哲生 (Ota Tetsuo)		

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