

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K15515

研究課題名（和文）統合失調症の身体運動認知における運動リハビリテーション効果の神経科学的検討

研究課題名（英文）Investigation of the effects of sports therapy on biological motion perception in schizophrenia

研究代表者

松本 有紀子 (Matsumoto, Yukiko)

東京医科歯科大学・東京医科歯科大学病院・助教

研究者番号：80647131

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：集団スポーツプログラムに参加中の統合失調症患者と健常者を対象としてbiological motion知覚課題、神経認知課題、社会認知・社会機能尺度による評価を行った結果、統合失調症患者における対人協調性と視覚認知の障害が示唆された。また、自然動画提示下fMRIデータにエンコーディングモデリングと自然言語解析を適用して脳内意味表象を定量化し、ネットワーク解析を行った結果、患者の脳内意味ネットワークではスモールワールド性が有意に減少し、妄想の重症度と相関することが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の知見は、チームスポーツにおける統合失調症患者の対人協調性と認知機能の障害の理解の一助となる。また、本研究で用いた自然動画提示下fMRIデータにエンコーディングモデリングと自然言語解析を適用する手法は、患者の陳述に依らず脳活動から直接主観的体験を評価可能であり、精神科医療における新規診断・治療法開発に寄与することが期待される。

研究成果の概要（英文）：In a study involving schizophrenia patients and healthy controls engaged in a team sports program, assessments were conducted using biological motion perception tasks, neurocognitive tasks, and social cognitive scales. The results suggested impairments in visual perception and interpersonal cooperation in patients with schizophrenia. Moreover, encoding modeling and natural language analysis were applied to fMRI data during the presentation of natural movies to quantify semantic brain representations, followed by network analysis. The findings revealed a significant reduction in small-worldness of the patients' semantic brain networks, which correlated with the severity of delusions.

研究分野：精神医学、認知神経科学

キーワード：統合失調症 認知神経科学

1. 研究開始当初の背景

スポーツはメンタルヘルスの維持改善に効果的であり、精神科医療の現場では認知機能や社会機能改善を目的とした運動療法が行われている (Vancampfort, 2012; Firth, 2016)。特にチームスポーツにおいては他者の意図の理解やチーム内コミュニケーションが必要とされるため、身体運動知覚や社会認知などの認知機能が重要である。統合失調症は従来精神科運動療法の対象とされてきた疾患であり、スポーツがその精神症状や認知機能、社会機能に保護的に作用することが経験的に知られていたが、その認知科学的メカニズムは不明であった。

また、近年 fMRI を用いたエンコーディングにより、日常生活環境のように多様な刺激 (自然動画) と脳活動の関係をモデル化し、内的体験を評価することが可能となっている (Huth, 2012)。本研究ではこのエンコーディングモデリングと自然言語処理技術を用いて、統合失調症患者の内的体験を脳活動に基づき直接評価した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、精神科リハビリテーションとしてのチームスポーツが統合失調症において身体運動知覚や社会認知、神経認知に及ぼす影響を評価することである。また、自然動画提示中の fMRI データに対してエンコーディングモデリングの手法を適用し、統合失調症患者の脳における意味表象の可視化・定量化を試みた。

3. 研究の方法

統合失調症患者に対する運動リハビリテーションが身体運動知覚、社会認知、社会機能に及ぼす影響を明らかにするため、集団スポーツプログラムに参加中の統合失調症患者と健常者を対象として神経認知課題、biological motion 知覚課題、社会認知・社会機能尺度による評価を行った。また、集団スポーツにおける運動特性を競技中の運動解析により評価し、各種心理指標との関連性を検討した。

また、統合失調症患者と健常者を対象として、自然動画提示中の fMRI データにエンコーディングモデリングと自然言語解析を適用し、脳活動に基づく意味表象の定量化を行った。続いて、得られた脳内意味表象においてネットワーク解析を行い、脳内意味ネットワークの構造特性を評価した。

4. 研究成果

集団スポーツにおける運動特性を運動解析により評価し、各種心理指標との関連性を検討した結果、統合失調症患者はチームスポーツにおいて対人協調性、認知的柔軟性及び視覚的注意に障害があることが示唆された。これらの知見は、チームスポーツにおける統合失調症患者の対人協調性と認知機能の障害の理解に寄与すると思われる。

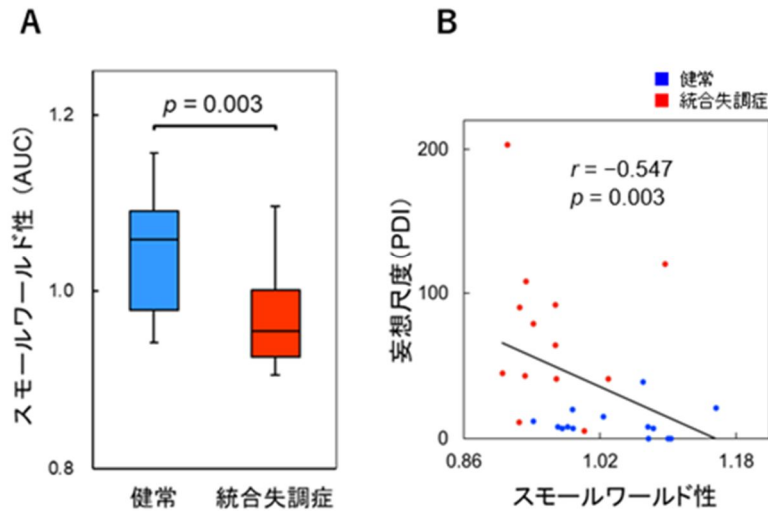
脳活動に基づく意味ネットワーク解析では、統合失調症群のクラスタ係数、特徴的経路長、スモールワールド性の Area Under the Curve (AUC) は、健常群よりも有意に減少していた ($p=0.005, 0.011, 0.003$) (図 1A: スモールワールド性の結果を図示)。また、これらのネットワーク指標と Peters 妄想質問紙 (Peters et al. Delusions Inventory: PDI) の得点は負相関を示した ($r = -0.548, -0.586, -0.547, p = 0.003, 0.001, 0.003, FDR < 0.05$) (図 1B: スモールワールド性の結果を図示)。

図 1 脳内意味ネットワークのスモールワールド性

A: スモールワールド性の群間比較

B: スモールワールド性と妄想の関連性

(r : 相関係数、 p : p 値)



このことから、健常者の意味ネットワークは自然言語と同様に高いスモールワールド性を持ち、スモールワールド性は意味ネットワークの普遍的性質であることが示唆された。健常脳における概念構造は、局所的な意味クラスタを形成する一方、意味的隔たりのある概念同士が適度に接続されており、人間の一貫した思考や発話を可能にしていると考えられる。

他方、統合失調症患者の脳内意味ネットワークではクラスタ係数、特徴的経路長、スモールワールド性が減少しており、ネットワーク構造がランダム化していた。クラスタ係数の減少は概念が局所的な意味クラスタを形成し難いことを示し、特徴的経路長の減少は意味的に離れた概念同士が容易に関連付けられることを示す。また、これらのネットワーク指標は妄想の重症度と負相関していたことから、意味的関連性の低い概念同士が不適切かつ侵入的に共起されることで文脈理解に混乱をきたし、妄想的信念につながる可能性が示唆された。

WordNet に基づく主要な 7 カテゴリを予めモジュールとして定義した場合のモジュール性は、統合失調症群において健常群よりも高値であった ($p = 0.006$)。一方、カテゴリごとのサブネットワーク解析では、患者におけるカテゴリ内構造はランダム化しており、このことがネットワーク全体のランダム化に寄与していると考えられた。健常者の脳内意味表象は統合失調症患者よりもカテゴリ区分が不明瞭になっており、典型的なカテゴリ構造を逸脱し個性化していることが示唆された。

本研究は精神疾患患者が知覚している主観的な体験様式を、患者の発話に依らず脳活動から直接評価できる点で、新規診断・治療法開発への応用が期待される。

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 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Fujii Keisuke, Yoshihara Yujiro, Matsumoto Yukiko, Tose Keima, Takeuchi Hideaki, Isobe Masanori, Mizuta Hiroto, Maniwa Daisuke, Okamura Takehiko, Murai Toshiya, Kawahara Yoshinobu, Takahashi Hidehiko	4. 巻 15
2. 論文標題 Cognition and interpersonal coordination of patients with schizophrenia who have sports habits	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0241863
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0241863	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto Yukiko, Nishida Satoshi, Hayashi Ryusuke, Son Shuraku, Murakami Akio, Yoshikawa Naganobu, Ito Hiroyoshi, Oishi Naoya, Masuda Naoki, Murai Toshiya, Friston Karl, Nishimoto Shinji, Takahashi Hidehiko	4. 巻 49
2. 論文標題 Disorganization of Semantic Brain Networks in Schizophrenia Revealed by fMRI	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Schizophrenia Bulletin	6. 最初と最後の頁 498 ~ 506
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/schbul/sbac157	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松本 有紀子、西田 知史、林 隆介、孫 樹洛、村上 晶郎、吉川 長伸、伊藤 寛祥、大石 直哉、増田 直紀、村井 俊哉、Karl Friston、西本 伸志、高橋 英彦
2. 発表標題 統合失調症の脳内意味ネットワーク異常に関するfMRI研究
3. 学会等名 NEURO2022 第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022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
---------------------------	-----------------------	----

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