

統合失調症患者の社会認知における集団スポーツの効果と その神経基盤

磯部昌憲* 藤井慶輔** 吉原雄二郎*
竹内秀暁* 松本有紀子* 高橋英彦***

EFFECTS OF TEAM SPORT ON SOCIAL COGNITION IN SCHIZOPHRENIA

Masanori Isobe, Keisuke Fujii, Yujiro Yoshihara, Hideaki Takeuchi,
Yukiko Matsumoto, and Hidehiko Takahashi

Key words: schizophrenia, football, social behavior, visuospatial cognition,
Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery.

緒 言

運動と身体活動は、さまざまな精神障害を改善し、治療上の利益をもたらす可能性がある。定期的に運動している精神障害患者は、健康に関連した生活の質が高いことが報告されている⁵⁾。システムティックレビューでは、精神障害患者への運動介入により、統合失調症の陰性症状や、作動記憶や注意力等の認知機能が改善されたことが報告されている⁴⁾。

サッカーやバスケットボールなどのチームスポーツでは、個別運動に加えて、視空間認知や実行機能を伴う社会的相互作用が必要となる。このようなチームスポーツにおいては、他者の意図を読みながら個人の動きを調整したり、他者の動きを予測したりする社会的機能が重要で、参加により社会的認知に関連する認知特性が改善すると考

えられている³⁾。

統合失調症患者は、他者との意思疎通困難など社会的機能に障害を抱えることが知られ、サッカーを用いた介入による QOL 向上が報告されているが²⁾、スポーツ時の社会的行動や認知特性の関与については不明である。私たちの知る限りでは、本研究は精神障害患者のチームスポーツ中の認知と社会的行動を調査した初めての研究である。

本研究では、スポーツ活動中の社会的行動の定量的評価を目的として、サッカーの基本的な練習方法でありパスを含む基本技術を必要とする、「3対1 ボール保持課題」を採用した^{6,7)}。その課題中の行動を、チームスポーツの習慣がある統合失調症患者と健常対照群で比較し、両者がどのように類似あるいは異なっているのか明らかにすることを目指した。一般的に統合失調症患者では、視覚

* 京都大学大学院医学研究科脳病態生理学講座 Department of Psychiatry, Graduate School of Medicine, Kyoto University, Kyoto, Japan.
精神医学教室

** 名古屋大学大学院情報学研究所 Graduate School of Informatics, Nagoya University, Nagoya, Japan.

*** 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科精神行動医科学 Department of Psychiatry and Behavioral Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan.

空間認知機能や実行機能が低下していることが知られるため¹⁾、認知検査を実施することでその影響についても検討することとした。

本研究の主な目的は、①チームスポーツ習慣をもつ統合失調症患者におけるチームスポーツ時の社会的行動と認知機能の関連性を明らかにすること、②チームスポーツ時の社会的行動の評価方法を、スポーツを通じた患者の生活活動の改善に向けた基礎的な知見を提供することの2点である。

方 法

A. 被験者

本研究には、サッカー経験のある統合失調症の男性患者12名と、健常対照群男性15名が参加した。各々のグループ20人ずつの参加を目指したが、患者群の当日参加者が12名であったため、健常対照群もそれに合わせて縮小する形式で実施した。患者は、DSM-IV Axis I DisordersのStructured Clinical Interview for DSM-IV Axis I Disorders (SCID)の患者版で診断された。すべての参加者において、年齢、身長、体重、サッカー経験、および過去1年間の運動について確認した。予測IQはNational Adult Reading Test (JART) short form日本語版を用いて測定した。統合失調症患者に対しては、陽性・陰性症候群尺度 (positive and negative syndrome scale; PANSS) が臨床症状の重症度を評価するために使用された。生活の質の評価には、日本語版

統合失調症 QOL 尺度 (JSQSL) を用いた。なお、この研究は、京都大学医の倫理委員会および理化学研究所の承認を受け (R1667「行動解析と認知課題を用いた集団スポーツの精神科リハビリテーション効果の評価」、世界医師会の倫理綱領に従って実施された。計画当初はMRIを用いた構造および機能評価を予定していたが、受領した奨励枠の研究助成額ではMRI撮影利用額を全症例分費用負担することが不可能であったため、MRIによる評価は実施しなかった。研究の詳細を説明後、参加者全員から書面によるインフォームドコンセントを得た。

B. 3対1ボール保持課題

相手の動きを予測しながらボールを渡す動きとボールを受け取る動きを計測する目的で、3対1ボール保持課題を用いた^{6,7)}。3人のアタッカーは、1人のディフェンダーに奪われないようにボールを保持しながらできる限りパスを行い、ディフェンダーは可能な限りインターセプトできるように目指した。「パス役」はボールを持っているアタッカー、「受け手」はボールを持っていない残りの2人のアタッカーと定義した。患者群と健常対照群は全員、それぞれ2回または3回アタッカーにまわった。各試行は60秒間とした。実験条件の均一化の目的でディフェンダーは健常対照群の参加者が担当した。各被験者の座標を、16台のカメラを用いて120 Hzで動作させた3D光学モーショ

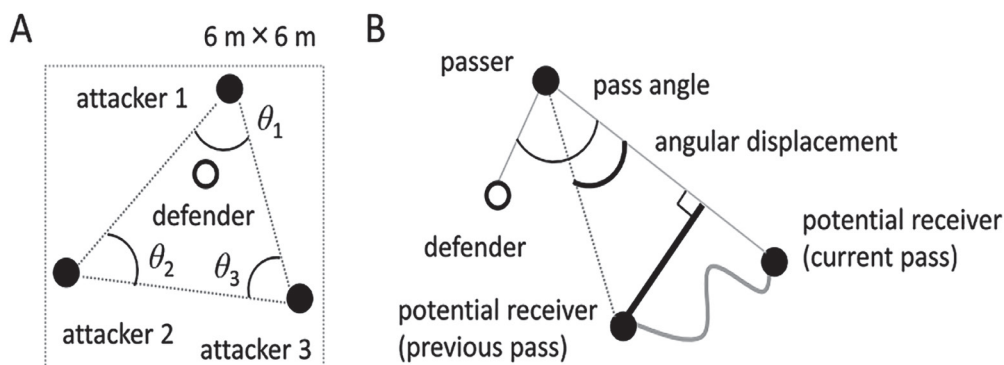


図1. 3対1ボール保持課題の変数の図

Fig.1. Diagram of 3-vs-1 variables.

(A) The inner angles of the three attackers triangle. (B) The pass angles (thin arc) are defined as the angle between the vector from the passer to the potential receivers and the vector from the passer and the defender. We analyzed pass angles at the passer's ball release. The angular displacement (thick arc) is defined as the difference in the above angle from the previous pass to the current pass (both ball releases). The additional distance is defined in the same time interval by subtracting shortest distance (to obtain the same angular displacement; black thick line in Fig.1B) from the actual moving distance (gray curve in Fig.1B).

ンキャプチャシステムで取得、すべての座標データを、2次バターワースローパスデジタルフィルタ（6 Hz）を用いて平滑化した。

まず、先行研究^{6,7)}のグループ協同を、3人のアタッカーの三角形の内角を用いて評価した（図1A）。熟練したアスリートほど高い時空間対称性を示すことが知られており、定量的な評価として本研究では3つの角度の標準偏差（SD）を用いた。先行研究ではパスの出し手と受け手の役割を無視した集団協調性を評価していたため、本研究では個人のパフォーマンスを評価するため、パスミス率、パス角度、角度変位、追加距離の4つを計測した（図1B）。パスミス率はパス機会の総数に対するパス失敗数の比率、パス角度とはパス役から受け手へのベクトルとパス役からディフェンダーへのベクトルの間の角度（受け手がボールをもらう動きの大きさ）、角度変位は相手の動きに応じた動きの過程、追加距離は、実際の移動距離（図1Bの灰色の曲線）から最短距離（図1Bの黒の太線）を差し引いたもの（パスを受けるための非効果的な動き）である（図1）。

C. スラロームテスト

パスなどの社会的行動以外のドリブルなどのサッカーの個人スキルを評価するために、生態学的妥当性および構成要素の妥当性が確認されているスラロームドリブルテストを用いた。参加者は、設定された障害物コースの周りをできるだけ速くドリブルすることを要求され（合計31.72 m）、更に直線をダッシュし（9.15 m）、合計時間がフォトセルズタイミングゲート（Racetime2, マイクロゲート）を使用して測定された。参加者はそれぞれ2回ずつ参加し、平均時間が記録された。

D. 認知機能課題

Rey-Osterrieth complex figure test (ROCFT)、trail making test A and B (TMT)、Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) の3つの認知課題を用いた。これらは、統合失調症患者では障害があるとされる視覚空間認知と実行機能・行動に関連しており、ROCFTは視覚記憶、視覚組織、および視覚空間能力の評価に、TMTは各種認知能力（注意力、視覚探索、運動機能、処理速度、作動記憶、実行機能）と運

動能力の評価、CANTABではRTIで反応時間、IEDで認知的柔軟性、SWMで作動記憶と戦略使用の評価を、それぞれ行った。

E. 統計解析

グループ間で変数を比較する際、正規分布に従わないことが多く Mann-Whitney U 検定を使用した。同じ理由で、3対1課題と認知課題の関連については、スピアマンの順位相関を使用した。関連する人口統計学および臨床情報の影響を除去するため、本研究では1か月当たりの最近のサッカー経験と病気の期間を偏相関の入力係数としてスピアマンの偏順位相関係数を計算した。すべての統計解析は、MATLAB 2016aを用いて行い、 $P < 0.05$ を有意とみなした。

結 果

A. 臨床情報

人口統計学的データと臨床的測定値を表1に示す。身長、体重、body mass index、予測IQ、22歳までのサッカー経験については、群間の有意差はみられなかった。総サッカー経験は健常対照群のほうが有意に高かったが（ $P = 0.037$ ）、年齢、JSQSLスコア、過去1年間の運動量、月当たりの最近のサッカー経験は患者群が健常対照群よりも有意に高かった（ $P < 0.042$ ）。

B. 運動課題の群間差

3対1ボール保持課題における群間協調性の違いとしては、位相平面の等高線プロットでは、図2a患者群は、図2bの健常対照群よりわずかに広い分布を示すものの、角度のSD値に統計的な有意差はみられなかった（ $P = 0.143$ ）。更に、個人のパフォーマンスとしては（表2）、患者群の角度変位は健常対照群に比べて有意に小さかったが（ $P = 0.043$ ）、スラロームテスト、パスミス率、パス角度、追加距離には有意差はなかった（ $P > 0.05$ ）。

C. 認知機能課題の群間差

患者群の3分後と30分後のROCFTの再現スコアは、健常対照群に比べて有意に小さかった（ $P < 0.006$ ）。患者群のTMT（A, B）のスコアも健常対照群に比べて有意に小さかった（ $P < 0.004$ ）。RTIでは、患者群における5択反応時間と移動時

表 1. 統計および臨床データ
Table 1. Demographic and clinical data.

	Patients (n = 12)		Control (n = 15)		Statistics	
	Mean	SD	Mean	SD	<i>P</i>	<i>r</i>
Age (yr.)	39.25	2.27	32.87	2.32	0.022	0.44*
Height (cm)	171.4	1.43	171.11	1.08	0.922	0.02
Weight (kg)	73.59	3.59	69.1	2.6	0.204	0.24
Body mass index (kg/m ²)	25.02	1.15	23.57	0.79	0.196	0.25
Football experience total (yr.)	8.25	1.14	13.4	1.87	0.037	-0.4*
—until 22 yr. old (hr.)	2262.5	735.34	3596.0	797.95	0.187	-0.25
Exercise for the last year (hr.)	411.25	76.62	268.47	61.01	0.04	0.39*
Recent football per month (hr.)	7.67	1.89	3.73	1.01	0.041	0.39*
Medication (mg/day, haloperidol equivalent)	388.58	159.48				
Duration of illness (yr.)	20.58	10.71				
Predicted IQ	104	3.16	107.67	1.4	0.462	-0.14
JSQLS	55.08	2.95	36.27	3.59	0.001	0.62*
PANSS positive	14	4.39				
—negative	16.17	6.53				
—general	29.42	7.43				
—total	59.58	15.73				

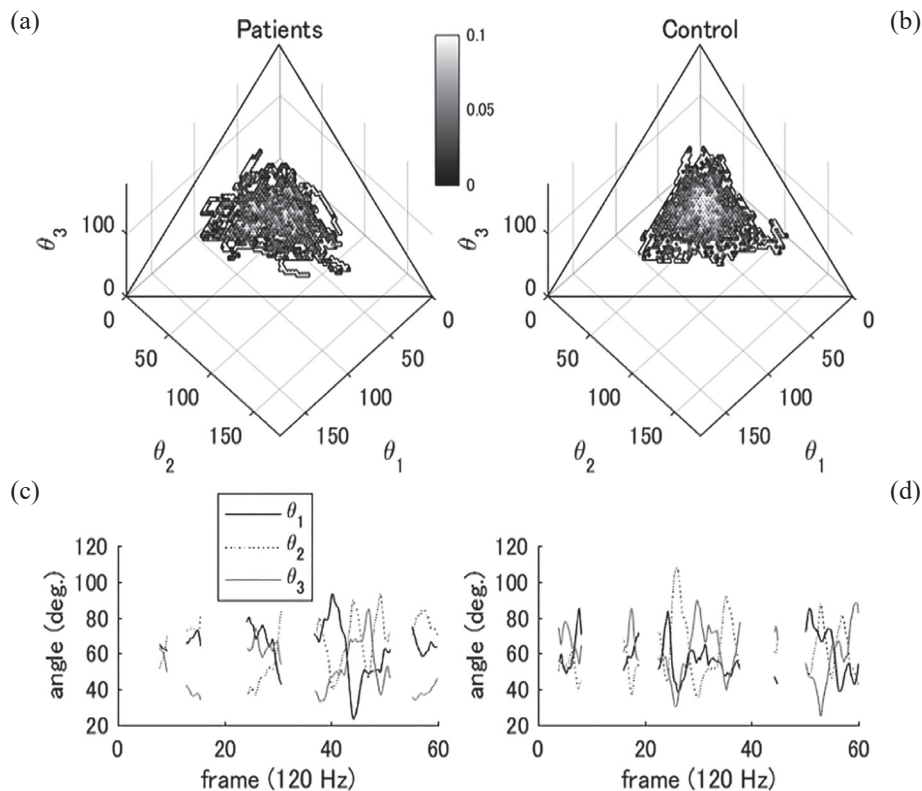


図 2. グループ内協同の群間比較

Fig.2. Comparison of group coordination between two groups.

Grayscale contour plots in (a) the patients and (b) the control group indicate the normalized frequency in a three-angle space. The three angles indicate inner angles in the triangle of three attackers (see in Materials and Methods); thus the plot was on the (two-dimensional) phase plane. The typical time series of the three angles in (c) the patients and (d) the control group are shown.

表 2. 認知機能課題と運動課題の結果

Table 2. Performances in cognitive tasks and motor tasks between groups.

	Patients (n = 12)		Control (n = 15)		Statistics	
	Mean	SD	Mean	SD	<i>P</i>	<i>r</i>
Cognitive tests						
ROCFT immediately after	30.83	1.2	32	1	0.433	-0.15
—3 min after	12.08	1.43	20.67	1.73	0.002	-0.6*
—30 min after	12.13	1.61	20	1.63	0.005	-0.54*
CANTAB RTI mean simple reaction time	291.75	15.64	267.88	8.38	0.252	0.22
—mean simple movement time	469.79	46.39	418.87	22.05	0.575	0.11
—five-choice movement time	318.71	13.56	284.29	7.62	0.022	0.44*
—five-choice reaction time	312.38	13.4	282.53	8.27	0.048	0.38*
CANTAB IED total errors (adjusted)	26	6.11	19.53	5.3	0.129	0.29
—EDS errors	10.33	3.34	7.20	2.18	0.431	0.15
—total errors	19.75	3.06	14.53	2.74	0.129	0.29
CANTAB SWM between search error	20.33	4.52	10.13	2.83	0.053	0.37
—strategy	29	1.87	26.27	1.54	0.339	0.18
—total error	20.75	4.56	10.6	3.05	0.06	0.36
TMT A	89.58	6.86	61.47	2.2	0	0.7*
—B	103.92	8.36	70.8	4.85	0.003	0.57*
Motor tasks						
slalom	23.73	1.21	20.95	0.86	0.054	0.37
3-vs-1 pass-miss rate	0.16	0.03	0.14	0.02	0.769	0.06
—pass angle	35.69	0.93	36.25	0.97	0.643	-0.09
—angular displacement	4.26	0.79	6.19	0.75	0.043	-0.39*
—additional distance	0.49	0.03	0.60	0.04	0.092	-0.32

表 3. 3対1 ボール保持課題と認知機能課題の関連性

Table 3. Correlations between variables in 3-vs-1 and cognitive tasks.

	Pass-miss rate		Pass angle		Angular displacement		Additional distance	
	Patients	Controls	Patients	Controls	Patients	Controls	Patients	Controls
Cognitive tests								
ROCFT immediately after	0.3	-0.01	-0.35	0.15	-0.27	-0.2	-0.27	-0.19
—3 min after	0.02	-0.16	-0.54	0.13	-0.26	0.03	-0.52	0.04
—30 min after	0.18	-0.06	-0.57	0.26	-0.29	-0.25	-0.34	0.04
CANTAB RTI mean simple reaction time	-0.18	-0.01	-0.26	-0.33	0.17	0.2	-0.35	-0.25
—mean simple movement time	0.19	-0.63	-0.19	0.16	0.14	0.2	0.15	-0.04
—five-choice movement time	-0.12	-0.02	0.17	-0.22	0.42	0.16	-0.09	0.01
—five-choice reaction time	-0.2	0.03	-0.23	-0.16	0.09	0.33	-0.4	-0.18
CANTAB IED total errors (adjusted)	0.02	-0.07	-0.51	-0.22	-0.18	-0.34	0.01	-0.36
—EDS errors	0.01	-0.22	-0.62	-0.15	0.09	-0.36	-0.07	-0.36
—total errors	0.02	-0.07	-0.51	-0.22	-0.18	-0.34	0.01	-0.36
CANTAB SWM between search error	-0.07	0.09	-0.4	0.36	-0.15	-0.34	0.18	-0.18
—strategy	-0.06	0.4	-0.47	0.25	-0.16	0.26	0.03	-0.33
—total error	-0.07	0.09	-0.4	0.36	-0.15	-0.34	0.18	-0.18
TMT A	0.01	-0.11	-0.64	0.19	0.3	-0.14	-0.06	-0.16
—B	-0.11	0.44	-0.27	-0.25	0.52	-0.48	0.06	0.2

間が健常対照群よりも長かった ($P < 0.049$)。他の検査においては両群間で有意差はみられなかった ($P > 0.05$)。

D. 3対1ボール保持課題の変数と認知機能課題との相関性

患者群で、IEDにおけるEDS errorとTMT Aのスコアはパス角度と負の相関がみられた ($P = 0.031$, $P = 0.026$)。その他は、課題時の行動に関する変数と認知機能検査結果との間に有意な相関は認められなかった ($P > 0.05$)。患者群の偏相関として、IEDにおけるEDS errorとパス角度の間に負の相関 ($P = 0.046$)、TMT Bのスコアと角度変位の間に正の相関がみられた ($P = 0.014$)。

考 察

本研究は、統合失調症患者群と健常対照群を対象に、チームスポーツ内の社会的行動と視空間認知機能の関連性を実証した初めての研究である。第一に、3対1ボール保持課題では、患者群の角度変位が健常対照群に比べて有意に小さかった。第二に、ROCFTでみられる視覚空間認知、RTIでみられる反応速度、TMTでみられる認知的柔軟性は、患者群は有意に成績が悪かった。第三に、患者群では、TMTやIEDの結果とパス角度の変位の間に有意な偏相関が認められたが、健常対照群では認められなかった。

3対1ボール保持課題では、受け手の行動としてのパス角度の変位は、パスの出し手のパスの出しやすさにつながる「社会的行動」ととらえることができ、患者群の社会性の困難さを反映したと考えられる。またRTIの結果からは、患者の反応・移動時間の低下は単純な課題よりも複雑な課題のほうが明確化しやすいことが示唆された。更に、相関分析と偏相関分析で指摘されたIEDにおけるEDS errorやTMTスコアとパス角度との偏相関は、セットシフト機能が3対1ボール保持課題での行動に関連していることを示唆した。有意な相関が認められたのは患者群のみであったことから、健常対照群ではより複雑な要因が関与し

ている可能性が示唆される。

今後の展望としては、統合失調症患者群と健常対照群両群の対象被験者数の増加が検討課題である。統合失調症患者は不均一性をもつため、本研究のサンプル数では十分に特徴を反映できていない可能性が否定できない。更に、本研究の結果に基づくチームスポーツトレーニング介入を用いた縦断研究を行い、チームスポーツの習慣が前向きに社会行動や視覚空間認知に影響を与えるかについて検討することが求められる。

総 括

本研究は、チームスポーツの習慣のある統合失調症患者における、チームスポーツ時の社会的行動と視覚空間認知の理解に貢献した。

謝 辞

実験にご協力いただいた、WEARE高槻精神障害者スポーツクラブ、光愛クリニック、ウエノクリニックの皆様に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Badcock JC, et al. (2005): Spatial working memory and planning ability: contrasts between schizophrenia and bipolar disorder. *Cortex*, **41**, 753-763.
- 2) Battaglia G, et al. (2013): Soccer practice as an add-on treatment in the management of individuals with a diagnosis of schizophrenia. *Neuropsychiatr Dis Treat*, **9**, 595-603.
- 3) Blakemore S-J, et al. (2001): From the perception of action to the understanding of intention. *Nat Rev Neurosci*, **2**, 561-567.
- 4) Firth J, et al. (2015): A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in schizophrenia patients. *Psychol Med*, **45**, 1343-1361.
- 5) Schmitz N, et al. (2004): The association between physical exercises and health-related quality of life in subjects with mental disorders: results from a cross-sectional survey. *Prev Med*, **39**, 1200-1207.
- 6) Yokoyama K, et al. (2018): Social forces for team coordination in ball possession game. *Phys Rev E*, **97**, 022410.
- 7) Yokoyama K, et al. (2011): Three people can synchronize as coupled oscillators during sports activities. *PLoS Comput Biol*, **7**, e1002181.