

精神疾患患者への運動療法 —デイケア施設における実践からの提言—

泉水宏臣¹⁾ 肥田裕久²⁾
藤本敏彦³⁾ 永松俊哉¹⁾

EXERCISE THERAPY FOR PSYCHIATRIC PATIENTS: SUGGESTIONS FROM PRACTICES IN A DAY-CARE FACILITY

Hiroomi Sensui, Hirohisa Hida, Toshihiko Fujimoto,
and Toshiya Nagamatsu

SUMMARY

Many studies have suggested that exercise can improve mental health even in psychiatric patients. However, evidence is still lacking about suitable exercises for patients with psychiatric disorders other than depression. In this study, 3 experiments were performed. In experiment 1, a suitable type of exercise for psychiatric patients was examined; in experiment 2, psychological benefits of exercise were compared between mood disorder patients and schizophrenic patients; and in experiment 3, the effect of long-term exercise as part of a day-care program was examined in a psychiatric clinic.

Methods: In experiment 1, acute affective changes of aerobic (hip-hop dance), static (pilates), and competitive (futsal) exercises were compared with changes induced by a psychological education program. In experiment 2, acute affective changes induced by a hip-hop dance exercise program were compared between mood disorder patients and schizophrenic patients. In experiment 3, self-reported questionnaires about mental health were performed before and after the experimental period (6 months). Changes in scores on the questionnaires were compared between patients who had regularly participated in an exercise program (exercise group) and patients who had not (non-exercise group).

Results: In experiment 1, hip-hop dance and pilates improved the affective state better than the psychological education program. Affective states after all types of exercise were better than states after psychological education. In experiment 2, after hip-hop dance exercise, affective states of schizophrenic patients improved more than those of mood disorder patients. At baseline, affective states of schizophrenic patients were worse than mood disorders patients. In experiment 3, the exercise group showed a reduction of psychiatric symptoms (K10 score) and improvement of self-efficacy (generalized self-efficacy score) compared with the non-exercise group.

Conclusion: 1. All types of exercise (aerobic, static, and competitive) were effective at improving affective states of psychiatric patients. 2. Improvement of affective states in schizophrenic patients was greater than in mood disorder patients, probably because of the worse affective state of these patients at baseline. 3. Patients who regularly participated in a day-care exercise program showed improved mental health compared with patients who had not.

Key words: schizophrenia, depression, dance, pilates, futsal.

1) 財団法人 明治安田厚生事業団体力医学研究所 Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Tokyo, Japan.
2) 医療法人社団 宙委会 ひだクリニック Medical Corporation Soramugi-kai Hida Clinic, Chiba, Japan.
3) 東北大学高等教育開発推進センター Center for the Advancement of Higher Education, Tohoku University, Sendai, Japan.

緒 言

運動がメンタルヘルスの維持改善に効果的であることを多くの研究が報告している^{6,11,14)}。最近では、うつ病患者を対象としたランダム化比較試験およびそれらの研究をもとにしたメタ解析においても、運動が抑うつの改善に有効であることが示されている^{8,12)}。うつ病患者に対する抗うつ薬の治療効果は限定的（重度の抑うつ患者にしか効果が認められていない）といった報告³⁾もあることから、薬物療法が中心の精神科治療において、代替医療、補完医療の必要性が認識されつつあり、運動はその一手段として期待される。

一方、精神科の治療として運動をどのように実施すべきか、具体的には、強度、時間、頻度、期間、あるいは運動の質についての検討が必要といわれている⁸⁾。また、運動の効果がうつ病患者に限定的でなく、他の患者群にも有効なのかどうかといった点についても、更なる研究が必要だろう。実際、統合失調症患者を対象とした研究が不足しているとの指摘もある⁵⁾。しかしながら、これらを長期間の縦断研究で検討するには多大な時間と労力が必要となる。

そこで本研究では、上記についての知見を得るため、実験1として、一過性運動が感情状態に及ぼす効果を測定することで効果的な運動方法について検討し、また、実験2として、一過性運動による感情状態改善効果がうつ病を含む気分障害患者と統合失調症患者とで差があるのか否か検討した。

同時に、長期的な運動の効果についても検討する必要がある。精神科治療において、運動は単なるレクリエーションとしてとらえられがちであり²⁾、少なくとも日本国内において、運動が精神疾患の治療として広く認知されているとは言い難いのが現状である。そこで実験3として、精神科デイケア施設において提供された運動プログラムの長期的な効果を検討し、その治療的役割を明らかにすることとした。

方 法

本研究に参加した対象者は、首都圏精神科クリニックのデイケア施設を利用する精神疾患患者で

あった。本研究では、実験1～3まで実施したが、各実験に参加した対象者数および診断名等の内訳は、各実験の方法に記述した。本研究は、財団法人 明治安田厚生事業団体力医学研究所研究等倫理審査委員会より承認（2009-01号）を得ており、すべての対象者より、自筆の署名によるインフォームドコンセントを得た。

本研究において、対象者の診断名は、ICD-10のガイドラインに従った。

実験1：運動の質に関する検討

本実験では、運動種目の違いによる質的な差異が、一過性運動による感情状態改善効果にどのような影響を及ぼすか検討した。ここで検討した運動の質とは、動的な有酸素運動、静的な運動、勝敗を競う競技的要素を有する運動のことを指すこととした。有酸素運動の1つとしてヒップホップダンスを、静的な運動の1つとしてピラティスを、競技的要素を有する運動の1つとしてフットサルを選択し、コントロール条件と比較した。コントロール条件では、心理教育を実施した。対象者は各プログラムへの参加を希望した者であり、参加した対象者の人数と診断名の内訳は表1に示した。

各プログラムは約1時間実施し、実施前および終了後に感情状態を測定した。感情状態の測定にはMCL-S.2^{7,9)}を用い、また、運動プログラム実施後に、Borg scale¹⁾を用いて運動実施中の主観的運動強度（RPE）を測定した。MCL-S.2は、12項目、7件法のリッカート尺度からなり、快感情、リラックス感、不安感（各項目とも4～28点）を測定する尺度である。快感情、リラックス感の点数の増加、および不安感の点数の低下が感情状態の改善を示す。Borg scaleは、運動の強さを15段階（6～20、6：安静時、19：非常にきつい）で評価する尺度である。

プログラムごとに、快感情、リラックス感、不安感への影響を検討するため、各感情の実施前値と後値をWilcoxon testを用いて比較した。また、プログラム間で効果に違いがあるかどうかを検討するため、変化量 Δ （後値－前値）をKruskal Wallis testを用いて比較した。また、前値、後値についても同様にKruskal Wallis testを用いて比較した。Kruskal Wallis testで有意な差が検出された項目に関しては、各運動プログラムと心理教育

表 1. 各プログラムに参加した対象者の特性 (実験 1)
Table 1. Characteristics of subjects in experiment 1 by exercise program.

Program	Age (y)	n	Diagnosis (n)
Hip-hop dance	36.8 ± 10.0	M10	Schizo (14)
		F 10	Dep (3)
			Recurrent dep (1)
Pilates	35.6 ± 11.1	M18	BP (2)
		F 10	Schizo (20)
			Dep (3)
Futsal	31.6 ± 6.1	M12	BP (5)
		F 8	Schizo (14)
			Dep (2)
Psychological education	31.8 ± 7.9	M15	BP (3)
		F 8	Mild MR (1)
			Schizo (19)
			Dep (3)
			BP (1)

M; male, F; female, schizo; schizophrenia, dep; depressive episode, BP; bipolar affective disorder, MR; mental retardation. Data are means ± SD.

の比較を Mann-Whitney test を用いて行った。ヒップホップダンス、ピラティス、フットサルを実施した際の RPE の比較は、一元配置分散分析を用いて行った。

実験 2 : 気分障害患者と統合失調症患者の比較

対象者は、気分障害患者 13 名 (男性 6 名, 女性 7 名, 34.7 ± 9.2 歳, うつ病エピソード 11 名, 反復性うつ病性障害 1 名, 持続性気分障害 1 名), 統合失調症患者 15 名 (男性 8 名, 女性 7 名, 33.3 ± 7.5 歳) であった。各対象者において, 約 1 時間のヒップホップダンスを実施し, 前後の感情状態 (MCL-S.2) を測定した。また, ヒップホップダンス実施後に, 運動中の RPE を測定した。対象者は, 実験 1 同様, 参加を希望した者であった。

両群において, ヒップホップダンス実施前後で感情状態の各項目に変化があったかどうか, Wilcoxon test を用いて比較した。また, 変化量 Δ (後値 - 前値) を両群間で比較した (Mann-Whitney test)。更に, 前値および後値に差があるかどうか, Mann-Whitney test を用いて比較した。両群の RPE の比較は, Student's t-test を用いて行った。

実験 3 : 運動プログラムの長期的効果に関する検討

デイケア施設における長期的な運動プログラム実施の効果を検討した。首都圏の精神科デイケア

施設にて, 1 回 1 時間程度の運動プログラム [ピラティス, ダンス (エアロビクス, ヒップホップ, アフリカンダンス, フラダンスなど), フットサル, バレーボール, ウォーキングなど] を週 4 日から 5 日実施し, 対象者はこれらのプログラムを自由に利用できる環境にあった。

実験期間は 6 か月とし, その前後でメンタルヘルスを調査する自記式のアンケート調査を実施した。実験後のアンケート調査時に, 定期的に利用した運動プログラムの有無を尋ね, 定期的に参加した運動プログラムがあったと答えた対象者を運動群, なかったと答えた対象者を非運動群とした。実験期間中にデイケアを利用した頻度および運動プログラムを利用した頻度 (日数) も記録した。倫理的配慮および実施の困難さから, 実験開始前に対象者の運動群, 非運動群への割り付けは行わなかった。

研究開始時点で 46 名 (男性 30 名, 女性 16 名, 35.2 ± 10.4 歳) の対象者がアンケート調査に参加し, その内実験後のアンケート調査に参加したのは 32 名 (男性 20 名, 女性 12 名, 35.2 ± 11.5 歳) であった。調査できなかった対象者は, 体調不良によるアンケート調査の拒否が 3 名, 転院, 復職, クリニックの利用が少ないなどの理由で追跡調査が困難となった者が 11 名であった。32 名中, 運動群は 17 名, 非運動群は 15 名であった。疾患名

プログラムごとに実施前値と後値を比較すると、心理教育は快感情 ($P=0.005$) とリラックス感 ($P=0.017$) を有意に改善し、ヒップホップダンスは快感情 ($P<0.001$)、リラックス感 ($P<0.001$)、不安感 ($P<0.001$)、ピラティスは快感情 ($P<0.001$)、リラックス感 ($P=0.001$)、不安感 ($P<0.001$)、フットサルはリラックス感 ($P=0.008$) を有意に改善した。

プログラム間で Δ を比較した結果、快感情 ($P=0.031$)、不安感 ($P=0.026$) に有意差が認められた。そこで、快感情、不安感の Δ を心理教育と比較すると、ヒップホップダンス (それぞれ、 $P=0.012$, $P=0.042$) およびピラティス (それぞれ $P=0.040$, $P=0.010$) で有意な差がみられた。

プログラム間で前値を比較した結果、快感情 ($P=0.022$) と不安感 ($P=0.018$) に有意差が認められた。そこで快感情と不安感の前値を心理教育と比較したところ、フットサルで有意に良好な値 (それぞれ $P=0.003$, $P=0.004$) を示した。

また、後値を比較した結果、快感情 ($P=0.001$)、リラックス感 ($P=0.003$)、不安感 ($P=0.001$) のすべてに有意差が認められた。心理教育の後値と比較すると、ヒップホップダンスは快感情

($P=0.001$) と不安感 ($P=0.022$)、ピラティスは快感情 ($P=0.005$)、リラックス感 ($P=0.001$)、不安感 ($P=0.001$)、フットサルは快感情 ($P=0.001$)、リラックス感 ($P=0.003$)、不安感 ($P<0.001$) で有意に良好な値を示した。

ヒップホップダンス、ピラティス、フットサルのRPEはそれぞれ 13.8 ± 1.7 , 13.2 ± 1.3 , 13.1 ± 2.9 であり、プログラム間に有意な差は認められなかった ($P=0.716$)。

実験2：気分障害患者と統合失調症患者の比較
気分障害群、統合失調症群におけるヒップホップダンス実施前後の感情状態の変化を図2に示した。

両群におけるヒップホップダンス実施前後の感情状態は、気分障害群において、快感情が有意に改善 ($P=0.016$) し、統合失調症群においては快感情 ($P=0.002$)、リラックス感 ($P=0.004$)、不安感 ($P=0.039$) が有意に改善した。ただし、気分障害群において、不安感は改善する傾向にあった ($P=0.050$)。

Δ を両群間で比較した結果、リラックス感が統合失調症群で気分障害群よりも有意に大きな改善 ($P=0.014$) を示し、快感情 ($P=0.643$)、不安感

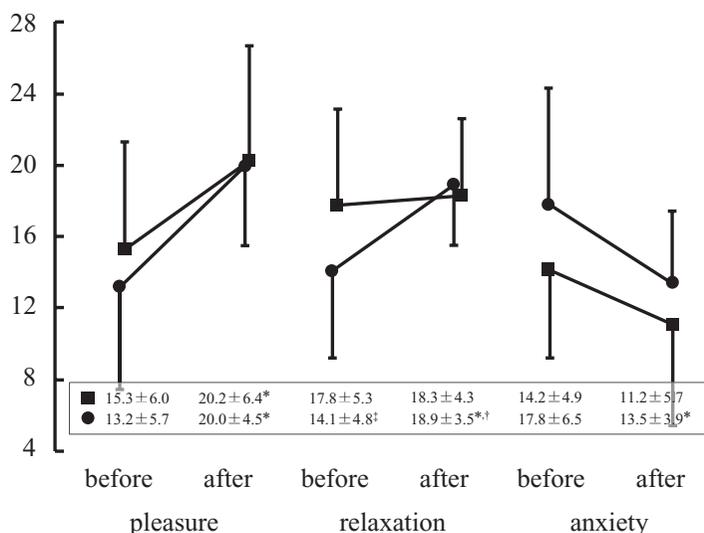


図2. 気分障害患者および統合失調症患者におけるヒップホップダンス実施前後の感情状態
Figure 2. Affective states before and after hip-hop dance exercise in mood disorder and schizophrenic patients. ■; mood disorder patients, ●; schizophrenic patients. Data are means ± SD. *: $P<0.05$ vs. before (Wilcoxon test), †: $P<0.05$ when Δ (after - before) was compared with mood disorder patients (Mann-Whitney test), ‡: $P<0.05$ vs. mood disorder patients at same time point (Mann-Whitney test).

(14)

($P=0.945$)は両群間に有意な差は認められなかった。

前値および後値を両群間で比較すると、統合失調症群のリラックス感の前値が気分障害群よりも有意に低かった ($P=0.042$)。

RPEは、気分障害群が 12.7 ± 2.1 、統合失調症群が 13.8 ± 2.2 で有意な差はなかった ($P=0.193$)。

実験3：運動プログラムの長期的効果に関する検討

実験期間前後のアンケート調査結果を表2に示した。各項目において、 Δ を運動群、非運動群で比較した結果、K10尺度、特性的自己効力感尺度の得点において有意な差が得られた(それぞれ $P=0.041$, $P=0.037$)。統合失調症患者のみで運動群(13名)と非運動群(12名)の Δ を比較した場合、K10尺度の有意差はなくなった ($P=0.198$)ものの、特性的自己効力感には有意差が認められた ($P=0.027$)。

デイケアの利用頻度は、運動群で 4.0 ± 1.1 日/週、非運動群で 2.8 ± 1.2 日/週 ($P=0.007$)、運動プログラムの参加頻度は、運動群で 1.1 ± 0.7 日/週、非運動群で 0.1 ± 0.1 日/週 ($P<0.001$)であり、どちらも運動群が有意に多かった。参考データとして、実験3の対象者をデイケア利用頻度および運動プログラムの利用頻度の大小で2群に分け、それぞれ Δ に差があるかどうか検討したが、有意な差は認められなかった(例えば、K10の得点は、デイケア利用頻度で分けた場合 $P=0.484$ 、運動プログラム利用頻度で分けた場合 $P=0.145$)。また運動群において、デイケア利用頻度および運動プログラム利用頻度と各心理尺度の Δ の相関関係を

検討したが、いずれの項目にも有意な相関関係は認められなかった。

考 察

実験1では、ヒップホップダンス、ピラティスにおいて、心理教育よりも大きな感情状態の変化が認められた。フットサルに関しては、心理教育と比較して感情状態の変化に有意な差は認められなかったものの、すべての運動プログラムで、実施後の感情状態が心理教育実施後より良好であった。この結果から、運動の質に関しては、有酸素運動、静的運動、競技的要素を有する運動のいずれを選択しようとも、運動の効用を得ることが可能であることが示された。

フットサルに関しては、プログラム実施前に既に感情状態が良好であるという興味深い結果が得られた。このことは、単にフットサルを好む患者の特徴であった可能性もあるかもしれないが、特定の運動を好む患者の感情状態が良好とも考えにくい。フットサルを実施した対象者にはサッカー経験者などもあり、過去にサッカーを行ったときの記憶等が運動実施前の感情状態に影響を与えたのかもしれない。もしそうだとすれば、運動の精神的効用を考える際には、単に運動を実施した際の生理的变化のみに注目するのではなく、これまで経験してきた運動や新たに実施する運動によってどのような経験・記憶が形成されるかといった点も含め、さまざまな心理的要素を考慮する必要があるのではないだろうか。先行研究において示されている、運動強度の違いがメンタルヘルスの改善に及ぼす影響は少ないといった見解¹⁵⁾も、

表2. 運動群、非運動群における実験期間前後のメンタルヘルス(実験3)

Table 2. Mental health status of the exercise group and non-exercise group before and after experiment 3.

	Exercise		Non-exercise		Comparison of Δ
	Pre	Post	Pre	Post	
K6	15.2 \pm 4.3	13.1 \pm 6.3	14.2 \pm 6.2	15.5 \pm 5.9	$P=0.053$
K10	25.8 \pm 7.1	22.2 \pm 10.4	22.8 \pm 8.9	25.0 \pm 9.1	$P=0.041$
SA	98.1 \pm 19.9	100.6 \pm 20.9	100.7 \pm 23.2	101.0 \pm 12.8	$P=0.705$
Phys	21.5 \pm 7.9	19.9 \pm 6.3	23.0 \pm 5.7	24.1 \pm 5.4	$P=0.495$
Psychol	44.9 \pm 9.8	45.6 \pm 13.7	43.2 \pm 13.8	42.6 \pm 14.0	$P=0.281$
SE	67.4 \pm 11.1	70.8 \pm 13.3	63.7 \pm 12.8	61.7 \pm 10.0	$P=0.037$

Δ (post - pre) of each scale was compared between the exercise and non-exercise groups. SA; self-acceptance, phys; acceptance of physical-self, psychol; acceptance of psychological-self, SE; generalized self-efficacy, P; P values when Δ was compared between both groups (Mann-Whitney test). Data are means \pm SD.

同様に心理面を考慮する必要性を示唆している。今後、効果的な運動方法について検討する際には、生理的要素のみならず、心理的要素も含め総合的に検討する必要があるだろう。あるいは、運動を効果的にする要素だけではなく、運動の効果を減ずる生理的・心理的な要素についても研究すべきかもしれない。

実験2では、気分障害患者よりも統合失調症患者者において、高い感情状態改善効果が得られた。これは、統合失調症患者者において、運動前の感情状態が気分障害患者よりも低調であったためと考えられる。感情状態が低調な患者群においてより高い改善効果が得られたことは、運動療法の普及とその適用範囲を考える際に、非常に意義深い結果と思われる。つまり、運動は感情状態の良好な患者のみならず、低調な患者にも適用できる可能性が示された。また、うつ病患者と同様かあるいはそれ以上に統合失調症患者者においても感情状態改善効果が得られたことは、精神疾患患者に対する運動療法の適用範囲の広さを示唆している。少なくとも現時点では各種精神疾患に対して運動を禁止する理由は見当たらない。したがって、エビデンスの不足⁵⁾を理由に統合失調症患者者への運動適用を否定することは患者の不利益に繋がりがかねない。今後は、精神科領域における運動の治療効果に関する更なる検証とそのエビデンスに基づいた運動療法の明確なガイドラインの早急な策定が望まれる。

実験3においては、長期間の運動プログラムを定期的に行った精神疾患患者は、そうでない患者と比較して高いメンタルヘルスの改善が認められた。統合失調症患者者に限っても同様のことが示され、運動が統合失調症治療の一手段となる可能性が示された。

しかしながら、運動プログラムの参加率とメンタルヘルスの改善度に相関関係が認められなかったことから、単に運動の実施頻度を高めたとしても、精神的効用を十分に得られない可能性が考えられる。また、本研究は、対象者が自由に運動プログラムを利用できる環境下で行われたため、定期的に運動を実施したとしても、運動を強制した場合や自発性が尊重されない場合には、効果が得られない可能性もあるので注意する必要があるだ

ろう。

また、運動群は非運動群よりもデイケア参加率が高かったことも考慮しなければならない。デイケアでは心理教育など運動以外のプログラムも提供されるため、運動プログラムへの参加よりも、単にデイケアに参加した効果であった可能性も考えられる。しかしながら、対象者をデイケア参加率の大小で2群に分けて検討したところ、いずれの尺度にも有意な差は認められず、単にデイケア参加率が高いことが原因とも考えられない。また、運動プログラムへの参加がデイケア参加率を高める可能性も考えられる。この点に関しては、運動プログラムの実施がデイケア参加率に及ぼす影響を別に検討するなど、更なる検討が必要だろう。

総 括

実験1より、動的な有酸素運動、静的な運動、勝敗を競う競技的要素を有する運動のすべてで感情状態改善効果が得られたことから、どのような運動でも精神疾患患者の感情状態改善に有効であることが示唆された。

実験2より、気分障害患者よりも統合失調症患者者においてより大きな感情状態改善効果が得られた。感情状態のより低調な患者群においても、運動の効果が得られる可能性が示唆された。

実験3より、精神科デイケア施設において実施した運動プログラムに定期的に参加した患者はそうでない患者と比較して、精神疾患の重症度を示す指標が改善し、自己の能力に対する自信が高まった。統合失調症を含む精神疾患患者において、運動プログラムへの定期的な参加がメンタルヘルスの改善を促進する可能性が示された。

謝 辞

本研究は、科研費(21700684)の助成を受けたものである。運動指導にかかわっていただいた、大角浩平氏、安岡美貴子氏、久留久枝氏、Abdou Sylla氏、Mamadou Lo氏、小野梨映子氏に感謝する。また、研究に協力していただいた医療法人社団 宙委会 ひだクリニック職員の皆さまおよび利用者の皆さまに感謝する。

参 考 文 献

- 1) Borg, G. (1970): Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand. J. Rehabil. Med.*, 2, 92-98.

(16)

- 2) Faulkner, G. and Biddle, S. (2001): Exercise and mental health: it's just not psychology! *J. Sports Sci.*, **19**, 433 – 444.
- 3) Fournier, J.C., DeRubeis, R.J., Hollon, S.D., Dimidjian, S., Amsterdam, J.D., Shelton, R.C., and Fawcett, J. (2010): Antidepressant drug effects and depression severity: a patient-level meta-analysis. *JAMA*, **303**, 47 – 53.
- 4) Furukawa, T.A., Kawakami, N., Saitoh, M., Ono, Y., Nakane, Y., Nakamura, Y., Tachimori, H., Iwata, N., Uda, H., Nakane, H., Watanabe, M., Naganuma, Y., Hata, Y., Kobayashi, M., Miyake, Y., Takeshima, T., and Kikkawa, T. (2008): The performance of the Japanese version of the K6 and K10 in the World Mental Health Survey Japan. *Int. J. Methods Psychiatr. Res.*, **17**, 152 – 158.
- 5) Gorcynski, P. and Faulkner, G. (2010): Exercise therapy for schizophrenia. *Cochrane Database Syst. Rev.*, CD004412.
- 6) 橋本公雄 (2000): 運動心理学研究の課題—メンタルヘルスの改善のための運動処方 の確立を目指して—。スポーツ心理学研究, **27**, 50 – 61.
- 7) 橋本公雄, 徳永幹雄 (1996): 運動中の感情状態を測定する尺度 (短縮版) 作成の試み—MCL-S.1 尺度の信頼性と妥当性—。健康科学, **18**, 109 – 114.
- 8) Mead, G.E., Morley, W., Campbell, P., Greig, C.A., McMurdo, M., and Lawlor, D.A. (2009): Exercise for depression. *Cochrane Database Syst. Rev.*, CD004366.
- 9) 村上雅彦, 橋本公雄 (2002): 運動中の感情状態を測定する尺度 (MCL-S.2) の作成。九州スポーツ心理学研究, **14**, 44 – 45.
- 10) 成田健一, 下仲順子, 中里克治, 河合千恵子, 佐藤真一, 長田由紀子 (1995): 特性的自己効力感尺度の検討—生涯発達の利用の可能性を探る—。教育心理学研究, **43**, 306 – 314.
- 11) Paluska, S.A. and Schwenk, T.L. (2000): Physical activity and mental health: current concepts. *Sports Med.*, **29**, 167 – 180.
- 12) Rethorst, C.D., Wipfli, B.M., and Landers, D.M. (2009): The antidepressive effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials. *Sports Med.*, **39**, 491 – 511.
- 13) 沢崎達夫 (1993): 自己受容に関する研究 (1) —新しい自己受容測定尺度の青年期における信頼性と妥当性の検討—。カウンセリング研究, **26**, 29 – 37.
- 14) Scully, D., Kremer, J., Meade, M.M., Graham, R., and Dudgeon, K. (1998): Physical exercise and psychological well being: a critical review. *Br. J. Sports Med.*, **32**, 111 – 120.
- 15) 竹中晃二 (2002): メンタルヘルスの改善に影響を与える運動・スポーツの実践。臨床精神医学, **31**, 1315 – 1320.