

# 地域在住高齢者を対象としたアミューズメントと有酸素運動を併用した 認知症予防プログラムの効果 ～12ヶ月間の介入による検討～

國重 雅史\*・石附 智奈美\*・飯田 忠行\*\*・川畑なみ\*\*\*・福田 浩士\*\*\*\*・橋本 弘子\*\*\*\*\*・原田 俊英\*\*・宮口 英樹\*

## A one year Physical and Amusement Exercise Program Can Improve Cognitive Function in Community-Dwelling Older Adults

Masafumi Kunishige\*, Chinami Ishizuki\*, Tadayuki Iida\*\*, Kawabata Nami\*\*\*, Hiroshi Fukuda\*\*\*\*, Hiroko Hashimoto\*\*\*\*\*,  
Toshihide Harada\*\*, Hideki Miyaguchi\*

**要約** 地域在住高齢者を対象に、アミューズメントと有酸素運動を併用した認知症予防プログラムを実施し介入前後の認知機能、注意機能、短期記憶機能の変化を検討した。Mini mental state examination(MMSE)得点は有意差を認めなかったが、Raven's Colored Progressive Matrices (RCPM), Trail Making Test-part A, -part B(TMT-A・B), Rey-Osterrieth Complex Figure Test: ROCF)に有意な変化を認めた。RCPM, ROCF の結果から介入期間によって、対象者の前頭葉機能が活性化しつつあることが示された。有酸素運動に加えて、アミューズメントを楽しむ時間を提供し、アミューズメントを介した交流に通じて自発的な判断でアミューズメントを楽しむことで記憶機能は高くなり、かつ、前頭葉機能の活性化が生じていると考えられる。有酸素運動とアミューズメントプログラムを併用した認知症予防プログラムは健康高齢者の認知機能、注意機能、短期記憶機能に効果がある可能性が示唆された。

**Keywords:** 高齢者, 認知機能, アミューズメント, 有酸素運動

### 1. 緒言

認知症の発症を遅らせる重要なファクターの一つとして後天的危険因子への対応が重要視されている<sup>1)</sup>。認知症の発症を遅延させる保護因子として、定期的な有酸素運動<sup>2)</sup>、生活習慣病予防<sup>3)</sup>、社会的なコミュニケーションが保たれていること<sup>4)</sup>や、バイリンガルであること<sup>5)</sup>がアルツハイマー型認知症の発症を遅らせることが知られている。

そして、認知症予防を目的とした介入研究が行われている。有酸素運動のみの単一のドメインでの介入<sup>2)</sup>、60分/日、週3日/12週間にわたり、有酸素運動に加えて芸術、歴史、科学に関する教育講義DVDを視聴すること、自宅にてコンピュータを用いて視覚的な作業に焦点を当てたゲームを実施する複合的介入による認知症の発症を遅らせること<sup>6-8)</sup>、軽度認知障害を有する高齢者を対象に、12ヶ月間にわたりステップしながら計算を繰り返すといった dual task を含む介入を実施し、言語的流暢性検査では有意な変化がみられたが、実行機能、即時再生の記憶検査では有意な変化がなかったこと<sup>9)</sup>、脳萎縮の進行抑制効果が報告されている<sup>10)</sup>。これらの先行研究が抱える問題点として、有酸素運動と同時に計算を繰り返すといった dual task を用いた介入<sup>11)</sup>や社会的ネットワークへの参加を促すこと<sup>12)</sup>は、認知機能の維持向上に一定の効果が認められるが、中核症状である記憶に対しての有効性が認められないこと、単一のドメインのみでは単純なため継続的なモチベーションの維持が難しいことが挙げられる。一方で、運動のみならず、知的活動の促進や社会参加の推進、社会的なネットワーク人々の交流や社会参加が要介護認定率を半分に減ら

2018年3月20日受付, 2018年7月31日受理

\* 広島大学大学院

Hiroshima University

\*\* 広島県立大学

Prefectural University of Hiroshima

\*\*\* 広島都市学園大学

Hiroshima Cosmopolitan University

\*\*\*\* 広島市立大学 情報科学研究科

Graduate School of Information Sciences,

Hiroshima City University

\*\*\*\*\* 森ノ宮大学 保健医療学部

Facu. of Health Sciences, Morinomiya University of

Medical Sciences

し、認知症の発症を3割抑制する効果が得られている<sup>13)</sup>。運動習慣の有無に関わらず、社会参加の多い高齢者の方は要介護リスクが低いことも報告されている<sup>14)</sup>。先行研究では、高齢者を対象に音楽と運動を用いた介入を行い、運動に音楽伴奏が付くことにより、知能や視空間認知に“上乘せ”の効果があったことが報告されている<sup>18)</sup>。しかし、いずれも短時間の一時的な介入効果であり、長期間の効果を検証したのではなく、介護予防の観点から長期的な効果が必要である。

様々な介入プログラムが実施される中で、“交流を楽しむ”という点で、アミューズメントの要素を活用し、アミューズメント機器の使用による運動機能の向上が報告されている<sup>15-16)</sup>。その中でも、ブラックジャックは自らの手札の数字とディーラーの手札の数字を比較し、駆け引きをしつつ、合計値を21に近づけるように値を暗算する。暗算を行うことや相手の意図を推察するといった特徴が前頭前野の活性化を促し、かつ、利用者とスタッフ間および利用者間に新たな交流が築ける<sup>17)</sup>アミューズメントであるため採用した。以上のことから、我々は、“楽しみ”や“他者との交流を行う”といった効果がプログラムの参加時間を延長、あるいは定期的な交流を確保させると考えている。そして、地域在住高齢者において、交流を促すアミューズメントとしてブラックジャックと有酸素運動のシングルタスクの組み合わせによる予防を目的とした介入が認知機能、記憶機能の向上が認められるかを探索的に検討する必要があると考えた。また、アミューズメントを介した交流により認知機能の維持、向上を裏付ける評価について調べた研究はない。そして、アミューズメントによる前頭葉機能への効果を調べた研究は皆無である。本研究では、運動と情動や認知的な要素を有する活動との相乗効果を目指したプログラムの効果判定を行う。その評価方法として、MMSE、Raven's Colored Progressive Matrices (following RCPM)を評価に用いる。我々は、12ヶ月間の縦断研究でアミューズメントを加味した介入プログラムが地域在住高齢者の認知機能 (MMSE と RCPM)、注意機能 (TMT-A・B)、記憶機能 (Rey-Osterrieth Complex Figure Test: ROCF) の経時的変化を検討した。

## 2. 本研究の対象と方法

### 2.1 対象者

本研究の対象は、高齢者のボランティアから募集した。本研究はヘルシンキ宣言に従い、県立広島大学倫理委員会の承認(第16MH012号)のもとに行われた。実験の目的、性質、および潜在的リスクは被験者に十分に説明され、すべての被

験者は試験に参加する前に書面でインフォームドコンセントを得た。

Table 1 Characteristics of participants

	対象者(n=56)
age	68.5 ± 6.5
sex	men/women : 21%/79%
MMSE	28.9 ± 1.64
RCPM	31.48 ± 3.67
TMT-A	41.41 ± 12.46
TMT-B	114.71 ± 61.51
ROCF(Replication)	16.98 ± 1.54
ROCF(Reproduction)	10.7 ± 3.21

本研究での包括基準は、Petersen の基準<sup>19)</sup>を用いて MCI の定義に合致しない地域在住の高齢者とした。使用した除外基準には、CDR = 0.5, 1, 2 および 3、神経学的、精神医学的および心臓疾患または他の重度の健康問題の履歴、ドネペジルの使用、日常生活の基本的活動が自立していないこと、および他の研究プロジェクトに現在、参加をしていることとした。参加者のベースライン特性を Table 1 に示す。全体として、参加者の平均年齢は 68.5 ± 6.5 歳、女性は 79%、参加者は、比較的高い全体的認知機能を有していた (MMSE: 28.9 ± 1.64)。

神経心理学的検査含む評価に 62 名の被験者が参加した。これらの 62 人の被験者のうち 6 人が除外され、残りの 56 名 (平均年齢: 68.5 ± 6.5 歳、範囲: 60 ~ 80 歳、男性 12 名、女性 44 名) が分析対象となった (Figure 1)。

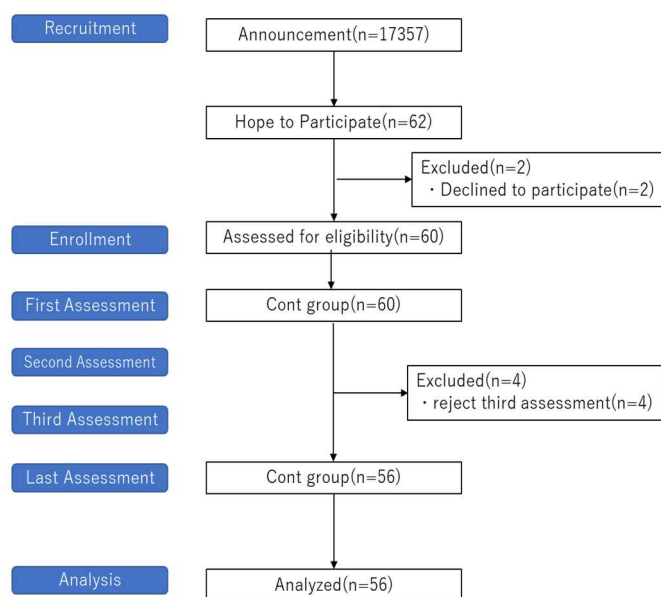


Figure 1, Flow Diagram of Cont group.

## 2・2 評価項目

1) 認知機能検査; Mini-Mental State Examination(MMSE), Raven's Colored Progressive Matrices (RCPM), Trail Making Test-part A, -part B(TMT-A, B), Rey-Osterieth Complex Figure Test: ROCF)を使用した。

2) 身体測定; 身長, 体重, 握力を計測した。

上記 1), 2)は上記調査期間の介入開始前, 介入開始1ヶ月後, 介入開始3ヶ月後, 介入開始6ヶ月後, 介入開始12ヶ月後に実施した。

## 2・3 実施場所と介入頻度

実施場所は, 広島県三原市城町のペアシティ三原構内であった。介入群には, 週2回, 90分間の複合型運動プログラムとアミューズメントを利用した介入プログラムを12ヶ月間実施した。

## 2・4 介入プログラムの詳細

### 1) 介入プログラムの流れ

被験者は, 作業療法士, 運動健康指導士の監督下で90分/日, 2日/週, 合計104回にわたって介入プログラムに参加した。プログラムは, 土・日曜日を除く午後にそれぞれ3~4時間開催した。対象者は個人の都合に合わせて, 好きな曜日, 時間帯を選び, 一組を16人までにグループ分けられた。1回のプログラムの流れは, 準備運動として約30分のウォーミングアッププログラムを実施した後, 8名ずつの2グループに対象者を分け, アミューズメントグループとフィットネスグループとにそれぞれ参加し, 約30分でグループを入れ替えて実施した。3人のよく訓練されたインストラクターが各介入を実施した。プログラムは16-17人の参加者で構成され, 各セッションは30分間のウォーミングアッププログラムから始まり, 30分間の有酸素運動プログラム, 30分間のアミューズメントのプログラムを実施した。

### 2) アミューズメントプログラム

ブラックジャックを導入した。ディーラーが施設のスタッフ, プレイヤーが対象者とした。ブラックジャックはディーラーとプレイヤーの間で勝負を行うものである。基本のルールは, 21を超えないように手持ちのカードの点数の合計を21に近づけ, その点数がディーラーを上回ることである。カードの点数は, 「A」が1点または11点(どちらか都合のいい方にすることができる), 「2~10」は数字通りの点数として計算をする。ディーラーはテーブルの左端のひとから準備一人1枚ずつ全員に裏向きにして配り最後に自分にも裏がえしにトランプを配る。プレイヤーはチップを1枚裏返しのトランプの前に置く。裏返しのトランプの中身を参加者各自で見えてよい(ディーラーは見えない)。次にディーラーは表向きにトランプを全員にもう1枚ずつ配る。その際, ディーラーに配るトランプのみ裏

向きで配る。この時点で21点になるかどうか各自調べる。次にディーラーが各個人にもう一枚トランプを配るか尋ねる。個々で21になっていない人は21にそろえるため3枚目のトランプを配ってもらうか考え配ってもらうなりパスなりして順番を回す。点数が21点かそれに近い得点になるまで何枚でもトランプをディーラーに請求できる。トランプを請求する際は親が表向きにして請求してきたプレイヤーに渡す。この時点で子は追加でチップを何枚でも賭けることができる。

例)始めに一枚のチップ+今回21になったから追加で何枚でもチップを賭ける。(追加で賭けなくても良い)。全員が回り終わったら今度はディーラーが自分のトランプを見て21になるよう必要時場のトランプから1枚ずつとります。ディーラーは最低16点以上でないとい勝負してはいけない。

勝利条件としては, 21の人の勝ち。両方も21だった場合はディーラーの勝ち。次に21に近いほうの勝ち。ただし22以上は失格なため21>20>19の順で強さが決まる。

### 3) ウォーミングアッププログラム

30分間の全身ストレッチと中程度の有酸素運動を実施した。二重課題下でのステップング運動は Hashimoto らの介入内容を参考に, 語想起課題を行いながらの座位高速ステップング, 60~120拍/分のテンポに合わせて指示された方向に動く座位リズムステップング課題等を実施した<sup>18)</sup>。二重課題下でのステップング運動の強度や難易度はプログラムを通して漸増的に増加させた。

### 4) 有酸素運動トレーニングプログラム

有酸素運動と姿勢バランスのトレーニングでは, 階段のステップング, 持久力の歩行, バランスボードの歩行などのサーキットトレーニングを実施した。有酸素運動の平均強度は, 最大心拍数の約60%であった。

有酸素運動をした後, 各セッションで心拍数をモニターし, 心拍数を測定した。作業療法士と十分に訓練されたインストラクターは, プログラム中での転倒などの有害事故を防ぐため, 継続的な監視を実施した。

### 5) 運動強度の管理

教室にはインストラクター・看護師3名が常駐し, ストレッチ方法やマシンの使用方法(運動姿勢や対象となる筋群など)について適宜指導・助言を行った。なお, トレーニング開始初期には, 対象者が正しい姿勢で適切に運動できるようになるまで必ずインストラクターが指導を行った。マシンやステップの反復回数(運動速度)は対象者各自の至適なペースとし, インストラクターの指示で運動強度を変えることはなかったが, トレーニング開始初期に目標心拍数の目安を伝え, 参加者自身で運動強度の管理をするよう促した。なお, 目標心拍数の目安はカルボネン法により, 「(20-年齢-安静時心拍数)×目標運動強度(60~80%)+安静時心拍数」とした。また, 作業療法士による事前評価によって, 関節可動域制限のためにト

レーニングを適切に行えない場合には、インストラクターの指示でいくつかのマシンは実施しないようにし、その間はステップ運動を実施することとした。運動の強度や難易度は12週間を通して漸増的に増加させた。

## 2.5 分析方法

介入開始前の測定値と介入開始後3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月の測定を解析し、有効性を検討する。介入開始、介入後の比較は、反復測定分散分析を行う。

介入プログラム実施期間において、介入開始前、介入開始1ヶ月後、介入開始3ヶ月後、介入開始6ヶ月後、介入開始12ヶ月後のMMSEのスコア、RCPMのスコア、TMT-A、Bの所要時間、ROCFの模写、即時再生のスコアの平均値と標準偏差を求めた。調査期間を一要因、MMSEのスコア、RCPMのスコア、TMT-A、Bの所要時間、ROCFの模写、即時再生のスコアの差を従属変数とする repeated measures one way ANOVA、Kruskal-Wallis test により調べた。多重比較には、Tukey-Kramer 法、Bonferroni の調整法を用いた。各項目の正規性は、ヒストグラムならびに Kolmogorov-Smirnov 検定により確認した ( $p=0.200$ )。統計解析は EZR Ver 1.32 を用い、統計学的有意水準は  $p<0.05$  とした。

## 3. 結果

介入期間の前後の各検査は、作業療法士、健康運動指導士によって測定された。研究の開始に先立って、すべてのスタッフは、研究に含まれるすべての評価尺度を管理するための正しいプロトコルで著者から研修を受けた。検査者は、検査を実施する前に参加者の理解を促進するために必要に応じて動作の実演した。

### 1) 認識機能検査

MMSE のスコアは、介入プログラム実施期間によって統計学的有意が認められなかった (repeated measures one way ANOVA,  $p=0.17$ ) (Figuer 2 -A)。RCPM のスコアは、介入プログラム実施期間によって統計学的有意が認められた (repeated measures one way ANOVA,  $p<0.001$ )。多重比較の結果、介入前と介入 6 カ月 ( $p<0.01$ )、介入前と介入 12 ヶ月 ( $p<0.001$ ) の間に有意な変化がみられた (Figuer 2 -B)。

### 2) 注意機能検査

TMT-A、TMT-B の所要時間は、介入プログラム実施期間によって統計学的有意が認められた (repeated measures one way ANOVA,  $p<0.001$ ) (Figuer 2 -C)。多重比較の結果、介入前と加入 3 か月 ( $p<0.01$ )、介入前と介入 6 カ月 ( $p<0.001$ )、介

入前と介入 12 ヶ月 ( $p<0.001$ ) に有意な変化がみられた (Figuer 2 -D)。

### 3) 短期記憶検査

ROCF の模写のスコアは、介入プログラム実施期間によって統計学的有意が認められなかった (Figuer 2 -E)。即時再生のスコアは、介入プログラム実施期間によって統計学的有意が認められた (Kruskal-Wallis test,  $p<0.001$ )。多重比較の結果、介入前と加入 3 か月 ( $p<0.01$ )、介入前と介入 6 カ月 ( $p<0.001$ )、介入前と介入 12 ヶ月 ( $p<0.001$ ) に有意な変化がみられた (Figuer 2 -F)。

## 4. 考察

### 1) 認識機能検査について

MMSE のスコアは、介入プログラム実施期間によって統計学的有意が認められなかった (repeated measures one way ANOVA,  $p=0.17$ )。本研究の対象者は地域在住高齢者で比較的、認知機能が保たれた集団であった為 (MMSE のスコア;  $28.8\pm 1.71$ )、MMSE のスコアには介入プログラムの影響がなかったと考えられる。RCPM のスコアは、介入プログラム実施期間によって統計学的有意が認められた (repeated measures one way ANOVA,  $p<0.001$ )。多重比較の結果、介入前と介入 6 カ月 ( $p<0.01$ )、介入前と介入 12 ヶ月 ( $p<0.001$ ) の間に有意な変化がみられた。

ブラックジャック中にゲームに勝つために相手のカードの数字を推論すること、能動的な注意を払うことが必要であり、報酬系が刺激され側坐核から前頭前野へドーパミンの投射が増加する<sup>19)</sup>ことで、RCPM のスコアが向上したと考えられる。また、先行研究では、脳の個々の領域と年齢との関係について 293 名 (年齢 21~86 歳) を対象に fMRI 画像を分析し、情動・記憶報酬系などに関わる扁桃核、海馬傍回、海馬では、脳容積は 45 歳頃まで増加し、その後に減少すること、運動、聴覚、視覚、意味の処理などに関わる被殻、上側頭回、舌状回、中前頭回では、脳容積は 45 歳頃までは減少し、その後の減少は相対的に保たれていることが報告されている<sup>20)</sup>。このように、脳容積の変化は領域によって異なっており、領域間の情報伝達の効率性・統合性の指標である全体の効率性 (global efficiency) と年齢との関係を調べた解析では、同じく 45~50 歳をピークに効率性 (統合性) は、むしろ高くなることが報告されている<sup>21)</sup>。本研究における有酸素運動とアミューズメントプログラムに参加することで、運動によって比較的保たれている脳領域を運動により活性化し、アミューズメントでのゲームの勝ち負けを楽しむことで情動・報酬系が活性化し各脳領

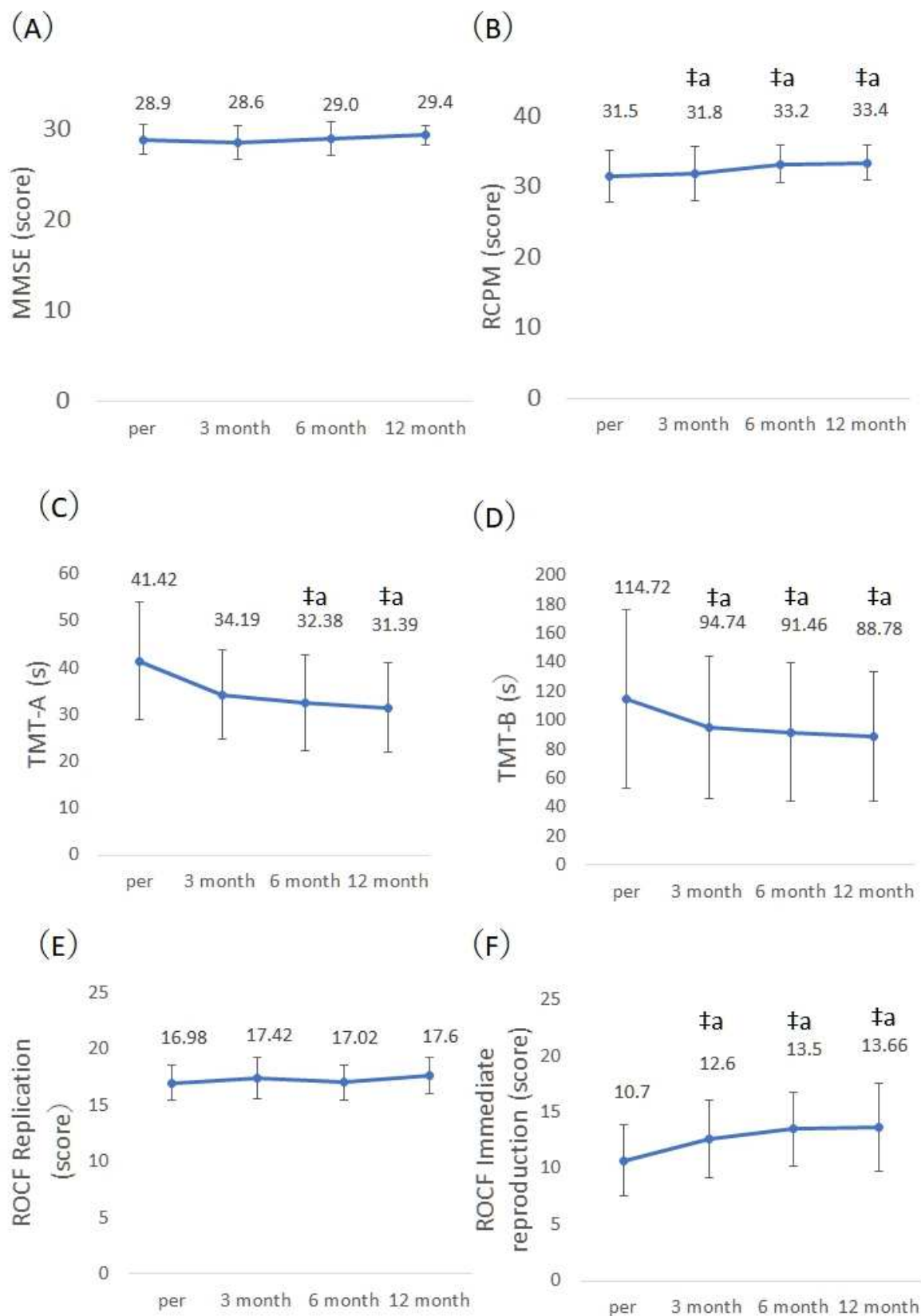


Figure 2, Comparisons of MMSE score, RCPM score, TMT-A, B time, ROCF Replication score, ROCF Immediate Reproduction Score. (A) MMSE score in the upper left; (B) RCPM score in the upper right; (C) TMT-A time in the middle left; (D) TMT-B time in the middle right; (E) ROCF Replication score in the lower left; (F) ROCF Immediate Reproduction Score in the lower right. Figures showed mean and SD error bar, and Numbers indicated mean. One-factor repeated measures analysis of variance: RCPM score, TMT-A, B time, ROCF Immediate Reproduction score ( $p < 0.001$ ). Bonferroni correction: † $p < 0.05$ , ‡ $p < 0.01$ ; a(vs a. per)

域での情報伝達の効率性・統合性をより効果的に促した可能性がある。

## 2) 注意機能検査について

TMT-A・Bの所要時間は、介入プログラム実施期間によって統計学的有意が認められた (repeated measures one way ANOVA,  $p < 0.001$ )。多重比較の結果、介入前と介入3か月 ( $p < 0.01$ )、介入前と介入6か月 ( $p < 0.001$ )、介入前と介入12ヶ月 ( $p < 0.001$ )に有意な変化がみられた。

ブラックジャック中にゲーム相手のカードに能動的に注意を払い、一時的に記憶が必要であり、継続的な介入プログラムによって、持続的な注意機能に変化が生じたと考えられる。Basso et al.は平均22歳の対象者に対して、60分の有酸素運動を行わせる群と60分間運動をビデオ鑑賞するだけの群に配分して、認知機能検査を受けるという研究を行った<sup>23)</sup>。有酸素運動群は、前頭葉機能に依存度が高い Trail-making Test, Stroop Color and Word Test の成績が向上したが、Controlled Oral Word Association Test や Wechsler Test of Adult Reading など皮質下海馬系機能に依存度が高い検査の成績には変化が現れなかった。つまり、我々の研究結果は、若年者だけでなく、高齢者の注意機能に関して、同様な結果が得られたと考えられる。

## 3) 短期記憶機能について

ROCF 即時再生のスコアは、介入プログラム実施期間によって統計学的有意が認められた (Kruskal-Wallis test,  $p < 0.001$ )。

有酸素運動を実施した前後にアミューズメントを介したコミュニケーションを他の対象者と楽しむことで、社会的ネットワークに参加する機会が継続して提供され、能動的にプログラムに参加できたと考えられる。Dual taskを含む有酸素運動を用いた研究では、活性効率(neural efficiency)と呼ばれる脳活動の効率を評価する指標の前頭葉にかかる部位においても改善効果が報告されている<sup>24)</sup>。対象者が、アミューズメントプログラム中に他者とコミュニケーションを取る際に他者がどのような意図を持っているかを推論したり、共感と呼ばれるような他者の気持ちに寄り添ったりすることも円滑なコミュニケーションを行う上で必要である。これらの共感する機能について、認知的共感の内側前頭前野の中でも上部が、情動的共感の内側前頭前野の中でも下部が処理しているという報告がある<sup>25)</sup>。本研究でアウトカムに使用した ROCF の即時再生の課題特性には、一時的に図形の位置関係を記憶し、その記憶から図形の位置関係を即時に再生し、回答用紙に書いている図形の位置関係から正解の位置を推論するという特性がある。他者との社会的な会話を成立させる場面では、他者の話している内容を記憶、推論することや共感することが求められる。一時的

に会話内容を記憶しておくことにワーキングメモリーが、推論することに前頭前野の機能が、他者の共感することに前頭葉内側部が活用され、それらのネットワークが効率的に機能することが増加し、ROCF の即時再生のスコアが向上したと考えられる。

要約すると、有酸素運動、ブラックジャックによって前頭葉機能、特にワーキングメモリーの容量の拡大に繋がり、他者とコミュニケーションをとる際に、前頭葉内側部も活性化し、短期記憶能力の向上につながった可能性がある。先行研究においても、12年間の Victoria Longitudinal Study に基づく報告があり、日常生活で認知的活動をする対象者は言語、記憶機能が加齢による低下は小さいこと、社会的活動に不熱心な対象者は認知機能の低下が見られることを結論としている<sup>26)</sup>。複合的な介入を実施して認知機能に対する効果が報告されている<sup>27)</sup>。対象者は、認知機能が年齢標準より軽度低下した高齢者1,260名(60～77歳)をランダムに介入群(631名)とコントロール群(629名)とに割り付け、介入群は定期的な食事指導と血管リスクのモニタリングと、積極的な運動と認知トレーニングを実施した。運動は理学療法士がジムにて個別指導を実施し、筋力トレーニングは週1～3回有酸素運動は週2～5回実施している。認知トレーニングは10回のグループセッションと、パーソナルコンピュータープログラムを用いた72回の個別セッションを2回実施した。これらの予防対策を2年間実施した結果、神経心理学的検査バッテリーの総合点の変化に意差が認められ、多面的介入の効果が示されている。有効であろうと考えられる方法を組み合わせることで、対象者の認知機能向上に対する可能性を上昇させることが大規模研究によって明らかとなっているが、アルツハイマー病の中核症状である記憶に対しての有効性が認められなかったため、さらに有効なプログラムを検討していく必要が示唆されている。本研究では、対象者の短期記憶の機能は向上しており、認知症の発症を遅らせたかどうかは今後の追跡調査によるが、アミューズメント、有酸素運動シングルタスクの組み合わせにおいて、先行研究に比べて、一定の効果があると推察される。

## 本研究の限界と展望

今回の対象者がいる1施設を利用している健常高齢者を対象に実施しており、研究結果の一般化に問題があるかもしれない。しかし、今回の対象者は、介入プログラム以外に必要な以上の有酸素運動や筋力トレーニングを自宅やその他の場所で行っておらず、生活習慣などが均質のため、結果の内的妥当性は高いと考えられる。介入プログラムの効果指標として神経心理学検査を合計4回実施している。3か月以内に同じ検査を繰り返した場合、学習効果により検査スコアが向上すること<sup>28)</sup>が報告されているが、Vandenbosscheらは加齢に伴い推

論を含む課題では学習が進まず、課題の学習効果も少ない<sup>29)</sup>としており、本研究で使用した RCPM や ROCF の検査項目では学習効果が比較的小さいと考えられる。同時に、本研究の結果は学習効果を差し引いたとしても認知機能改善を一定水準以上に示したと推察できる。本研究は、12 ヶ月の追跡調査を行い、アミューズメントと有酸素運動を併用した介入プログラムと認知機能、短期記憶機能の関連を示した。有酸素運動とアミューズメントプログラムは前頭葉の関与が大きい注意機能の高齢期での維持に関連が深いことは確認できたが、それを持続させることは容易でないことを明らかにできた。これは、内発的動機付けのみに依存すると、大多数の人は一旦理解して始めた運動も、継続するのは極めて困難であることを示唆している。さらに付け加えれば、運動の効果を様々な媒体を通じて常時提供し、効果的な外的な強化が求められることが習慣化には不可欠であることが指摘できる。今後は、アミューズメントプログラムの改善、生理学的指標(心拍数、脳機能測定)を通じて、より詳細な分析を行っていくことが必要である。

## 5. まとめ

本研究では、MMSE、RCMP といった評価指標による検討から、アミューズメントを介した交流に対して自発的な判断でアミューズメントを楽しむことで記憶機能は高くなり、かつ、前頭葉機能の活性化が生じている可能性が示された。

## 謝辞

ご協力をいただきました研究参加者の皆様、ならびに、職員の皆様に心より御礼申し上げます。また、本研究を実施するにあたり、アミューズメント機器等のご支援、ご指導をいただきましたプロナホールディングス(Prova Group)の職員の皆様に心より御礼申し上げます。

## 文献

- 1) WHO. Dementia: a public health priority. Geneva: World Health Organization-Alzheimer's Disease International, 2012.[http://www.who.int/mental\\_health/publications/dementia\\_report\\_2012/en/](http://www.who.int/mental_health/publications/dementia_report_2012/en/) (accessed Sept 22, 2017)
- 2) Williams, J. W., Plassman, B. L., Burke, J., Holsinger, T., & Benjamin, S. (2010). Preventing Alzheimer's disease and cognitive decline. *Evidence report/technology assessment*, 193(1), 1-727.
- 3) Barnes, D. E., Santos-Modesitt, W., Poelke, G., Kramer, A. F., Castro, C., Middleton, L. E., & Yaffe, K. (2013). The Mental Activity and eXercise (MAX) trial: a randomized

- controlled trial to enhance cognitive function in older adults. *JAMA Internal Medicine*, 173(9), 797-804.
- 4) Saito, T., Murata, C., Saito, M., Takeda, T., & Kondo, K. (2017). Influence of social relationship domains and their combinations on incident dementia: a prospective cohort study. *J Epidemiol Community Health*, jech-2017
- 5) Alladi, S., Bak, T. H., Duggirala, V., Surampudi, B., Shailaja, M., Shukla, A. K., ... & Kaul, S. (2013). Bilingualism delays age at onset of dementia, independent of education and immigration status. *Neurology*, 81(22), 1938-1944.
- 6) Barnes, D. E., Santos-Modesitt, W., Poelke, G., Kramer, A. F., Castro, C., Middleton, L. E., & Yaffe, K. (2013). The Mental Activity and eXercise (MAX) trial: a randomized controlled trial to enhance cognitive function in older adults. *JAMA Internal Medicine*, 173(9), 797-804.
- 7) Fabre, C., Chamari, K., Mucci, P., Masse-Biron, J., & Prefaut, C. (2002). Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *International journal of sports medicine*, 23(06), 415-421.
- 8) Shatil, E. (2013). Does combined cognitive training and physical activity training enhance cognitive abilities more than either alone? A four-condition randomized controlled trial among healthy older adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 5
- 9) Suzuki, T., Shimada, H., Makizako, H., Doi, T., Yoshida, D., Tsutsumimoto, K., ... & Park, H. (2012). Effects of multicomponent exercise on cognitive function in older adults with amnesic mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *BMC neurology*, 12(1), 128.
- 10) Suzuki, T., Makizako, H., Doi, T., Park, H., Lee, S., Tsutsumimoto, K., ... & Shimada, H. (2015). Community-Based Intervention for Prevention of Dementia in Japan. *The journal of prevention of Alzheimer's disease*, 2(1), 71-76.
- 11) Suzuki, T., Shimada, H., Makizako, H., Doi, T., Yoshida, D., Ito, K., ... & Kato, T. (2013). A randomized controlled trial of multicomponent exercise in older adults with mild cognitive impairment. *PloS one*, 8(4), e61483.
- 12) Cohen, G. D., Firth, K. M., Biddle, S., Lloyd Lewis, M. J., & Simmens, S. (2009). The first therapeutic game specifically designed and evaluated for Alzheimer's disease. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 23(6), 540-551.
- 13) Hikichi, H., Kondo, K., Takeda, T., & Kawachi, I. (2017). Social interaction and cognitive decline: Results of a 7-year community intervention. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*, 3(1), 23-32.
- 14) Kanamori, S., Kai, Y., Aida, J., Kondo, K., Kawachi, I., Hirai, H., ... & JAGES Group. (2014). Social participation and the prevention of functional disability in older Japanese: the

- JAGES cohort study. *PLoS one*, 9(6), e99638.
- 15) Biddiss, E., & Irwin, J. (2010). Active video games to promote physical activity in children and youth: a systematic review. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 164(7), 664-672.
  - 16) Taylor, L. M., Maddison, R., Pfaeffli, L. A., Rawstorn, J. C., Gant, N., & Kerse, N. M. (2012). Activity and energy expenditure in older people playing active video games. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(12), 2281-2286.
  - 17) Kawabata, N., Miyaguchi, H., Kunishige, M., Ishizuki, C., Ito, Y., Harada, T., & Iida, T. (2017). Influence of interaction among the elderly through amusement on their physiological function: One-month introduction at a day care service center for the elderly. *Asian Journal of Occupational Therapy*, 13(1), 23-30.
  - 18) Satoh, M., Ogawa, J. I., Tokita, T., Nakaguchi, N., Nakao, K., Kida, H., & Tomimoto, H. (2014). The effects of physical exercise with music on cognitive function of elderly people: Mihama-Kiho project. *PLoS one*, 9(4), e95230.
  - 19) Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of internal medicine*, 256(3), 183-194.
  - 20) Hashimoto, H., Takabatake, S., Miyaguchi, H., Nakanishi, H., & Naitou, Y. (2015). Effects of dance on motor functions, cognitive functions, and mental symptoms of Parkinson's disease: a quasi-randomized pilot trial. *Complementary therapies in medicine*, 23(2), 210-219.
  - 21) Henriques, J. B., & Davidson, R. J. (2000). Decreased responsiveness to reward in depression. *Cognition & Emotion*, 14(5), 711-724.
  - 22) Bagarinao, E., Watanabe, H., Maesawa, S., Mori, D., Hara, K., Kawabata, K., ... & Yokoi, T. (2018). An unbiased data-driven age-related structural brain parcellation for the identification of intrinsic brain volume changes over the adult lifespan. *NeuroImage*, 169, 134-144.
  - 23) Basso, J. C., Shang, A., Elman, M., Karmouta, R., & Suzukiet, W. A. (2015). Acute exercise improves prefrontal cortex but not hippocampal function in healthy adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 21, 791-801
  - 24) Nishiguchi, S., Yamada, M., Tanigawa, T., Sekiyama, K., Kawagoe, T., Suzuki, M., ... & Aoyama, T. (2015). A 12 - Week Physical and Cognitive Exercise Program Can Improve Cognitive Function and Neural Efficiency in Community - Dwelling Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(7), 1355-1363.
  - 25) Amodio, D. M., & Frith, C. D. (2006). Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(4), 268.
  - 26) Small, B. J., Dixon, R. A., McArdle, J. J., & Grimm, K. J. (2012). Do changes in lifestyle engagement moderate cognitive decline in normal aging? Evidence from the Victoria Longitudinal Study. *Neuropsychology*, 26, 144-155.
  - 27) Ngandu, T., Lehtisalo, J., Solomon, A., Levälähti, E., Ahtiluoto, S., Antikainen, R., ... & Lindström, J. (2015). A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): a randomised controlled trial. *The Lancet*, 385(9984), 2255-2263.
  - 28) Irvine, C. D., Gardner, F. V., Davies, A. H., & Lamont, P. M. (1998). Cognitive testing in patients undergoing carotid endarterectomy. *European journal of vascular and endovascular surgery*, 15(3), 195-204.
  - 29) Vandenbossche, J., Coomans, D., Homblé, K., & Deroost, N. (2014). The effect of cognitive aging on implicit sequence learning and dual tasking. *Frontiers in psychology*, 5, 154.