

## 日常的な運動習慣と視空間性ワーキングメモリの関係

高 野 淳 司

### The Relationship of Daily Exercise Habits and Visuospatial Working Memory

Atsushi TAKANO

(Received October 28,2016)

This study examined the correct answer rate of visuospatial working memory tests between a group whose members belonged to athletic clubs to have daily exercises and a group whose members do not have daily exercises. An “n-back test” was used to assess their visuospatial working memory.

No difference was found in the correct answer rate of the whole “n-back test” between the two groups. However, as the number of memory (1back, 2back, 4back) increased, the correct answer rate decreased in both groups. Additionally, a difference was found between the two groups in only the “2back” condition. In conclusion, it was revealed that daily exercise habits could affect visuospatial working memory only in a moderate difficult condition.

**Key Words:** working memory, exercise habits

#### 1. 結 言

日常の運動習慣が健康にとって有益な効果を生み出すことはよく知られており、これまで多くの研究が運動の効用について言及している<sup>1)</sup>。日本は高齢者社会と呼ばれて久しいが、その傾向は今後も継続すると考えられることから、健康の維持、増進のため若い年代のうちから運動習慣を身につけることが奨励されている。

運動の効果は健康の増進にとどまらず、精神的な活動とのかかわりも深く、昨今では運動が人間の認知機能にも大きな役割を担っている可能性が取り立たされるようになってきており<sup>2)</sup>、医療分野や心理学等、さまざまな分野での研究が行われるようになってきている。

認知機能の中でも、空間や言語などの情報を一時的に保持しながら別の行動をする際に活用される記憶の概念は、ワーキングメモリと呼ばれる<sup>3)</sup>。Baddeley&Hitch<sup>4)</sup>は、ワーキングメモリを音韻的な成分(phonological loop)、視空間的な成分(visuospatial sketchpad)、意味的な成分(episodic buffer)及び制御的な成分(central executive)といった構成要素からなるシステムとして考

えられており、一般的な会話や読書、スポーツ場面にも大きな影響を与えることが知られている<sup>5)</sup>。

このようにワーキングメモリは人間としての生活を営む上でその根幹を担うものであるが、加齢とともにその機能の一部または全部が失われていくのが一般的である<sup>6)</sup>。しかし、認知機能の低下抑制あるいは向上に効果があるものとして近年、運動、その中でもとりわけ有酸素運動に注目が集まっている<sup>7)</sup>

運動の形態は数多くあるが、有酸素運動のみならず全般的に運動は認知機能にプラスの効果を生み出すとする報告が多い<sup>8, 9)</sup>。ところが、運動の習慣という要素に関しては、認知機能にどのような影響を及ぼすのか不明瞭な点が多いのが実情である。

石原ら<sup>10)</sup>は、さまざまな運動習慣を有する大学生および大学院生のワーキングメモリの成績および反応時間を調査しているが、週当たりの運動時間とワーキングメモリの成績および反応時間に相関は見られなかった。その理由として、石原らの実験に参加した被験者が実施していた運動は球技、有酸素運動およびレジスタンストレーニング等でありその運動の形態、特性に一貫性が無かつ

た点を理由として挙げている。

そのため本研究では、運動習慣がある集団が実施している運動を球技系のスポーツに統一し、日常的に運動を実施している集団と、運動を行う習慣がほとんど無い集団の視空間性ワーキングメモリの成績差およびその特徴を明らかにすることで、人間の認知機能における蓄積的研究の一端を担うことを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 被験者

被験者は高等専門学校に在籍し、球技系の部活動に所属して日常的（週 5 日以上、1 日の活動時間平均 2 時間半）に運動行っているグループ（運動群）16 名（平均年齢 18.1±0.5 歳）と 4 年以上、体育授業以外で日常的な運動を行っていないグループ（非運動群）16 名（平均年齢 18.4±0.5 歳）を対象とした。実験に先立ち、本研究の目的、意義、方法ならびに危険性を十分に説明した後、被験者から本実験に参加することの同意を得た。

### 2.2 実験課題

視空間性ワーキングメモリを評価する課題として N-back テストを実施した（図 1）。モニター上に 9 つのマスが描かれた枠が現れ、その後、その中のいずれか 1 つが青く塗りつぶされる（表示時間 500msec）。塗りつぶされた色（青）が一度消え、2500msec 後に再度 9 つのマスの中のいずれか 1 つが青く塗りつぶされる。被験者は指示された数だけ前に記憶をさかのぼって、同じ場所が塗りつぶされていたと判断したら手元のキーを押す。条件

として示される「1back」とは一つ前の記憶をさかのぼって判断することを意味しており、「2back」「4back」とはそれぞれ 2 つ前、4 つ前に記憶をさかのぼって判断することを示している。正答率を測定し平均した。

### 2.3 実験プロトコル

実験条件は「1back」「2back」「4back」の 3 つとし、それぞれ連続 20 試行ずつ計 60 試行を 1 ブロックとし、3 ブロック行った。各条件の順番はブロックにより異なる。連続 20 試行終了ごとに 30 秒の休憩、各ブロック終了ごとに 2 分間の休憩をそれぞれ設定した（表 1）。

表 1 N-back テストの実施順番と回数

	1回目	rest	2回目	rest	3回目	所要時間
第1ブロック	1back (20試行)	30秒	2back (20試行)	30秒	4back (20試行)	約5分30秒
ブロック間 休憩2分						
第2ブロック	2back (20試行)	30秒	4back (20試行)	30秒	1back (20試行)	約5分30秒
ブロック間 休憩2分						
第3ブロック	4back (20試行)	30秒	1back (20試行)	30秒	2back (20試行)	約5分30秒

### 2.4 統計処理

実験課題で得られた正答率は平均値として示し、運動群と非運動群におけるワーキングメモリテストの全体の成績差は対応のない t 検定を実施した。運動群と非運動群における N-back テストの back 数による検討について

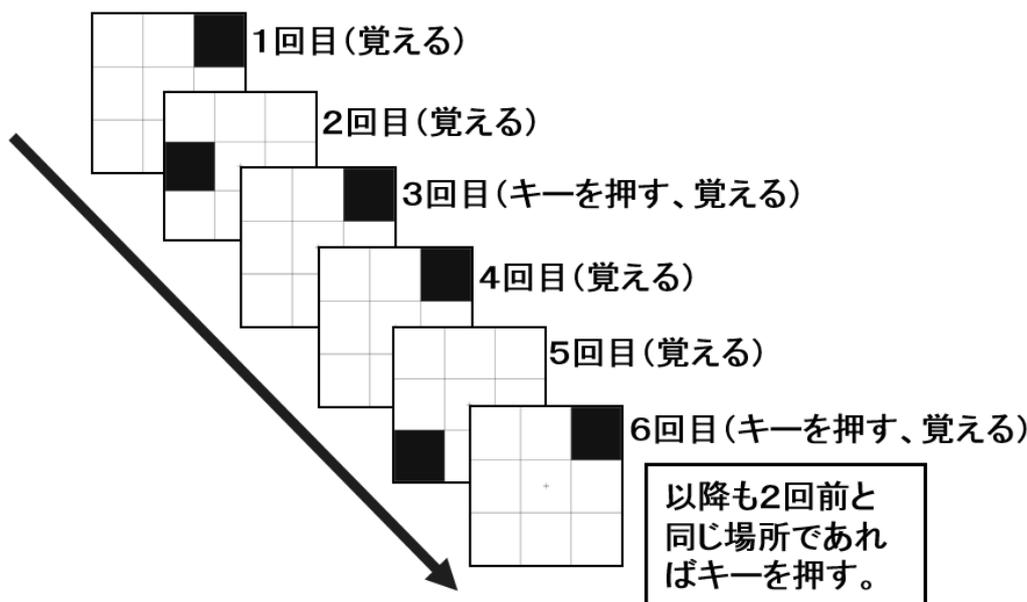


図 1 N-back テスト実施の流れ (2back 条件時)

は、「日常の運動経験（運動群,非運動群）」,「back 数（1,2,4）」を各要因とし,2元配置の分散分析を実施した.交互作用または主効果が見られた場合にはその後,多重比較（Bonferroni）を実施した.有意水準は危険率5%未満.なお,統計処理ソフトは SPSS Advanced Statistics 21.0 for Windows を使用した.

### 3. 結果

#### 3.1 N-back テスト全体の平均点比較

運動群と非運動群における N-back テストのすべての施行を平均し,比較した（図2）.運動群の正答率の平均は 79.52%(SD 5.63)であり,非運動群の正答率の平均は 77.99%(SD 4.89)であった.対応のない t 検定の結果,運動群と非運動群の N-back テスト平均点に有意な差は見られなかった.

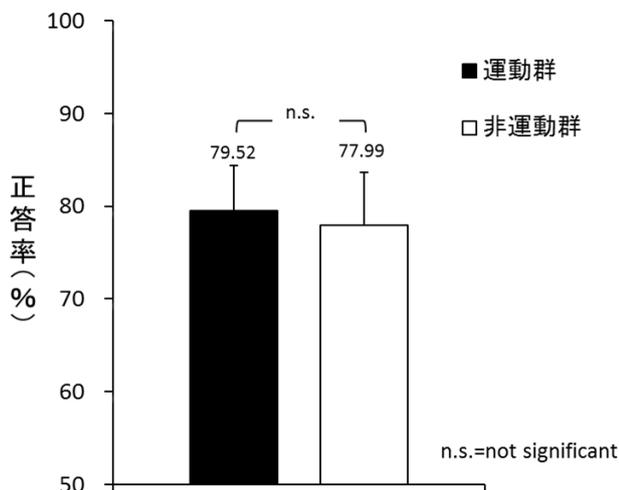


図2 N-back テスト全体での平均点比較

#### 3.2 運動経験と back 数の影響について

運動群と非運動群における back 数ごとの平均点を表2に示す.

表2 運動経験ごとの back 数別正答率

	1back		2back		4back	
	正答率(%)	S.D.	正答率(%)	S.D.	正答率(%)	S.D.
運動群	99.79	0.83	93.73	5.71	44.63	12.67
非運動群	98.33	3.43	86.92	10.23	48.71	8.96

S.D.=標準偏差

分散分析の結果,運動経験と back 数に交互作用が見られた ( $F(2, 90)=3.647, p<0.05$ ) ため単純主効果の検定を行った. その結果, 運動経験については, 運動群, 非運動群ともに単純主効果が有意であった (それぞれ

$F(2, 90)=166.008, p<0.01, F(2, 90)=224.929, p<0.01$ ).

back 数については 2back 時の単純主効果が有意であった ( $F(1, 90)=5.699, p<0.05$ ).

さらに, 運動習慣と back 数の関係におけるすべてのパターンを見るため下位検定を行ったところ, 運動群では「1back」と「4back」, 「2back」と「4back」において正答率に有意差が見られた. 非運動群では「1back」と「2back」, 「1back」と「4back」, 「2back」と「4back」において正答率に有意差が見られた. また, 「2back」の条件において運動群と非運動群で正答率に有意な差が見られた（図3）.

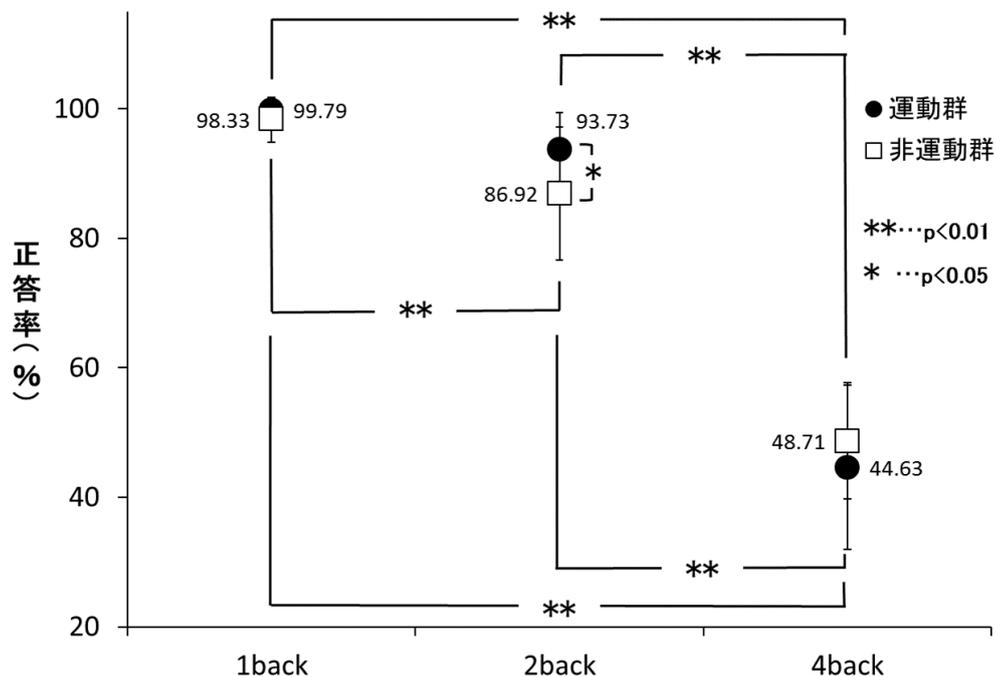


図3 運動習慣と back 数の関係

#### 4. 考察

##### 4.1 運動習慣の違いによるN-back テストの平均点について

本研究では N-back テストの難易度を, back 数を変化させることによって設定した. 初めに back 数を考慮せず 1~4back までのすべての試行における点数を平均し, 運動群と非運動群で比較した結果, 成績差は見られなかった. この結果からは, 視空間性ワーキングメモリに日常の運動習慣は影響を与えないという解釈になり, ここまでは石原ら<sup>10)</sup>の研究結果を踏襲している. しかし, 分散分析を実施しワーキングメモリの難易度ごとに検証してみると, 2back 条件で運動群と非運動群に正答率の差が生じることがわかった. この現象は非運動群では back 数が増加するにつれ正答率が低下しているのに対し, 運動群では 1~2back へ移行する際の正答率の低下が抑制され, 4back になってから正答率が低下していることが直接的な要因と解釈できる.

本実験課題における back 数と難易度の関係を検証すると, 1back はほぼ全員が 100%の正答率となっていることから課題として易し過ぎたことが考えられる. 対して, 4back は難易度が難しすぎたため被験者は当てずっぽうの回答をし, 「正解」, 「不正解」の二者択一の正答率になった可能性もある.

対して, 2back は今回の被験者にとって運動習慣の差が反映されやすい適度な難易度であった可能性があ

る. Altenburg ら<sup>11)</sup>は 56 人の子どもの被験者に対し, 運動時間の長さを選択的注意に関する実験を行った結果, 運動時間が長い子どもほど選択的注意の得点が高いことを報告しているが, そのことは本研究を支持するものとなっている.

##### 4.2 体格および体力との関係について

本研究では運動習慣とワーキングメモリの関係について調査しているが, 運動習慣がワーキングメモリに影響を及ぼしているのではなく, 体格または体力そのものが関係している可能性も否定できない. そこで, 本研究の運動群, 非運動群の体力について, 文部科学省が実施している. 新体力テストの結果を使用し比較を試みた. 新体力テストは, 筋力, 敏捷性, 跳躍力, 柔軟性, 筋持久力, 全身持久力等の各体力要素を数値で明らかにすることができ, 現在, 全国の大多数の学校において実施されていることから, 体力要素を把握する指標として妥当性があると考えられる.

測定項目は「握力」, 「上体起こし」, 「長座体前屈」, 「反復横とび」, 「シャトルラン」, 「50m走」, 「立ち幅跳び」, 「ハンドボール投げ」その他, 身体的特性を測定する項目として「身長」, 「体重」を採用した. 運動群と非運動群の測定項目の結果はそれぞれ平均化し, 対応のない t 検定で比較した. その結果を表 3 に示す.

表 3 運動群と非運動群における体格および各体力指標の比較

	運動群	非運動群	
身長 (cm)	171.32 ± 5.5	171.33 ± 6.5	n.s.
体重 (kg)	65.69 ± 8.9	66.31 ± 17.9	n.s.
握力 (kg)	40.14 ± 5.1	40.06 ± 4.4	n.s.
上体起こし (回)	31.20 ± 4.9	28.00 ± 7.7	n.s.
長座体前屈 (cm)	50.76 ± 9.9	46.50 ± 12.1	n.s.
反復横とび (回)	57.94 ± 4.6	57.00 ± 5.5	n.s.
シャトルラン (回)	83.88 ± 26.8	79.56 ± 32.8	n.s.
50m走 (秒)	7.63 ± 0.7	7.78 ± 0.9	n.s.
立ち幅とび (cm)	228.94 ± 17.3	228.19 ± 32.0	n.s.
ハンドボール投げ (m)	25.03 ± 5.9	22.31 ± 5.1	n.s.

n.s.: not significant

表 3 に示すように、運動群と非運動群における全ての項目において差は認められなかったことから、運動群のワーキングメモリが非運動群に比べて優れていた要因は体格および体力に由来するものではなく、日常の運動習慣が主たる要因になっていることが示唆された。しかしながら、体力的に運動群と非運動群では統計的な差異はなかったものの、運動群では筋力の発揮を求められる場面が普段より多いことから、本実験課題での姿勢保持の安定をもたらす、課題に対する集中力の差になって表れた可能性も無いとは言いきれない。また、今回対象となった運動群は運動の中でも球技を専門的に行っていることから、競技を行う中で、日常的に視空間性ワーキングメモリを活用していることも考えられ、今後の課題として運動習慣以外の要因を可能な限り取り除く工夫が必要である。

### 5. まとめ

本研究は高等専門学校の学生を対象に、運動部に所属し日常的に活動している群（運動群）と特に日常的に運動を行っていない群（非運動群）に分け、視空間性ワーキングメモリテストの正答率の差の比較を試みた。視空間性ワーキングメモリの評価には N-back テストを使用し、その正答率を対応のない t 検定で比較した結果、運動群と非運動群に正答率の差は見られなかった。次に N-back テストのバック数による差について検討を試み、「日常の運動経験（運動群、非運動群）」、「バック数（1,2,4 バック）」を各要因とし、2 元配置の分散分析および多重比較を行った結果、2back 条件でのみ運動群と非運動群の正答率に差が見られることがわかった。

運動群と非運動群での身体的特性（身長、体重）および新体力テスト各種目の成績を比較したところ、両群の差はみられなかったことから、2 バック条件での成績差は身体的特性あるいは特定の体力による影響ではなく、日常の運動習慣の影響が大きいことが示唆された。

### 参 考 文 献

- 1)星野聡子(2006) 健康づくりへの運動の効果：その生理的効用を中心として. 奈良女子大学文学部研究教育年報. 2: 53-60.
- 2)長阪裕子・中島悠介・仲矢杏子・戸村成男(2016) 複合的な運動指導の認知機能に及ぼす効果：スマイルハウスにおける本学学生による運動指導. 浦和論叢. 77-88.
- 3)A. BADDELEY(2000)The episodic buffer: a new component of working memory? Trends Cogn Sci. 4: 417-423.
- 4)A. D. BADDELEY & G. HITCH(1974)Working memory. Psychology of learning and motivation. 8: 47-89.
- 5)高野淳司. バレーボール選手におけるワーキングメモリと空間認識の関係. バレーボール研究. 16: 25-29, 2014.
- 6)國見充展・松川順子(2009)N-back 課題を用いた視覚的ワーキングメモリの保持と処理の加齢変化. 心理学研究. 80: 98-104.
- 7)T. HARADA, S. OKAGAWA & K. KUBOTA(2004)Jogging improved performance of a behavioral branching task: implications for prefrontal activation. Neurosci Res. 49: 325-337.
- 8)松田拓朗・平尾紀子・清水登志子(2008) 虚弱高齢者を対象としたベンチステップ運動プログラムが持久力及び前頭葉・認知機能向上に及ぼす影響. 福岡大学スポーツ科学研究. 39: 113-121.
- 9)安永明智・木村憲(2010) 高齢者の認知機能と運動・身体活動の関係：前向き研究による検討. 第 25 回健康医科学研究助成論文集. 129-136.
- 10)石原暢・篠原翠・苫米地伸泰(2015) 青年期における運動習慣が抑制機能とワーキングメモリーに与える効果. 北海道体育学研究. 50: 9-15.
- 11)ALTENBURG, T. M., CHINAPAW, M. J. & SINGH, A. S. (2016)Effects of one versus two bouts of moderate intensity physical activity on selective attention during a school morning in Dutch primary schoolchildren: A randomized controlled trial. J Sci Med Sport. 19: 820-824.