

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：32602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K10823

研究課題名(和文) 児童期の高次認知機能を向上させる身体活動・体力要素と神経メカニズムの解明

研究課題名(英文) The physical activity and fitness to improve the higher-order cognitive function in preadolescent children

研究代表者

東浦 拓郎 (HIGASHIURA, TAKURO)

亜細亜大学・国際関係学部・講師

研究者番号：50436268

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は児童期の身体活動・体力と高次認知機能(特に実行機能)の関係について検討した。その結果、学校体育におけるボールゲームは実行機能、その中でも機能選択的に認知的柔軟性を改善させること、体力要素の中でも、敏捷性は実行機能の抑制を含む認知機能に、巧緻性は視覚探索や視覚情報処理速度といった認知機能に関係することが示唆された。以上のことから、児童期に敏捷性や巧緻性等が要求される身体活動、スポーツを実施することは、実行機能を司る前頭前野を含む脳機能の向上に寄与するものと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の主な知見は、45分間の体育授業は、前頭前野が担う実行機能の中でも“認知的柔軟性”を向上させること、体力要素の中でも敏捷性は実行機能(抑制)を含む認知機能に、巧緻性は視覚探索や視覚情報処理速度に関連することが挙げられる。

これらの研究成果は、学校教育の観点から非常に意義深く、子どもの学力、社会的思考・判断力を養う運動プログラムの開発の一助となる。そして、学力と密接に関連するとされる実行機能に対する体育授業の有用性、また、身体活動・体力との関係について言及することで、児童、保護者、教育関係者への身体活動・体力の向上に対する意識づけを喚起することにも貢献できるものとする。

研究成果の概要(英文)：This study examined the effects of physical activity and fitness on the higher-order cognitive function in preadolescent children. Firstly, ball game activities in physical education class selectively enhanced cognitive flexibility in preadolescent children. Secondly, there were positive relationships between the cognitive functions involved in executive control, such as inhibitory control, and agility, and between visual information processes, such as visual search and processing speed, and motor skill in non-elite youth soccer players. These findings suggested that physical and sport activities which were required agility and motor skill contributed to improve cognitive function involved in executive function.

研究分野：運動生理学, 認知神経科学

キーワード：身体活動 ボールゲーム 体力 敏捷性 巧緻性 実行機能 抑制 認知的柔軟性

1. 研究開始当初の背景

肥満が生活習慣病の危険因子であることは周知の事実であるが、近年、肥満は子どもの学力にネガティブな作用をもたらすことも示唆されている (Kamijo et al., 2012; Morita et al., 2016)。一方、日常的に身体活動量を高め、体力の向上を図ることは、肥満のリスクを低下させることに加え、学力へのポジティブな効果も期待されている (Donnelly et al., 2016)。さらに、研究代表者は学力と密接に関係するとされる高次認知機能の「実行機能」(Borella et al., 2010; Duncan et al., 2007) に着目した先行研究をレビューし、「実行機能」と身体活動量や体力とのポジティブな関係を示唆した (東浦 & 紙上, 2017)。一方、身体活動・体力の量的 (どの程度の身体活動・体力が)、質的 (どのような身体活動・体力要素が) 側面の検討は今後の課題であることを論じた (東浦 & 紙上, 2017)。

2. 研究の目的

上述の背景を踏まえ、本研究は、学力や社会的思考・判断力を育む重要な基盤となる高次認知機能の「実行機能」に着目し、児童期の「実行機能」を高める身体活動・体力構成要素を明らかにするとともに、その基盤となる神経メカニズムの解明を目的とした。

3. 研究の方法

【実験 1】

参加者は小学校 4 年生の児童 33 名 (男子 18 名、女子 15 名、平均年齢 9.5 ± 0.5 歳) であった。本研究はコントロール条件とボールゲーム条件で構成され、クロスオーバーデザインでランダムに実施された。コントロール条件は国語の授業とし、ボールゲーム条件は体育の授業とした。体育の実施種目はポートボールで、ウォーミングアップ (5 分間)・基礎練習 (10 分間)・ゲーム (25 分間)・クールダウン (5 分間) で構成された。体育授業中の運動強度を把握するため、心拍計を装着し、心拍数を測定した。

認知機能測定にはストループ課題とトレイル・メイキング・テスト (Trail Making Test: TMT) を用いた。認知機能測定は各条件の授業前後に実施された。

【実験 2】

まず、新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、小学生を対象とした実験が困難になったため、対象を中学生に拡大した。サッカー部に所属する男子生徒 27 名 (平均年齢 14.8 歳、年齢範囲 13-18 歳) を対象に、体力・ドリブルテストと認知機能テスト (ストループテスト及び TMT を実施した)。

体力テストの測定項目は、20 m 走、シャトルラン (10 m x 5)、アジリティ・オフense (サッカーのオフense時の動きを想定した方向転換走)、アジリティ・ディフェンス (サッカーのディフェンス時を想定した方向転換走)、ホッピング (左・右)、バウンディング (両足踏み切り)、Yo-Yo 間欠性回復テスト (Yo-Yo intermittent recovery test: Yo-Yo IRT) であった。

ドリブルテストはアジリティ・オフenseと同一のコースで実施され、アジリティ・OF とドリブルテストのタイムから算出された遅延率をドリブルスキルとして評価した。

認知機能測定は実験 1 と同様にストループ課題と TMT を用いた。そして、体力・ドリブルテストと認知機能測定の成績について相関分析を行った。なお、TMT については、成績が著しく低かった 2 名のデータを除外した。

4. 研究成果

実験 1 において、ストループ課題における各条件 (文字・色・不一致条件) の成績は、コントロール及びボールゲーム条件のいずれにおいても事前 事後測定間で有意な変化は認められなかった。ストループ課題の文字条件と色条件の成績は文字や色の認知に関わる機能を、不一致条件の成績は実行機能の“抑制”を反映する。この結果から、体育授業におけるボールゲームは、ストループ課題が反映する認知機能 (実行機能の“抑制”を含む) に影響を及ぼさないことが示唆された。一方、TMT においては、ボールゲーム条件の TMT-B の成績のみ変化がみられ、事前測定に比べ事後測定で有意に向上した (表 1)。

表1 TMTの成績

	TMT-A(秒)		TMT-B(秒)	
	Pre	Post	Pre	Post
コントロール条件	84.5±7.6	87.5±7.2	110.6±11.1	113.6±13.9
ボールゲーム条件	85.1±9.3	87.9±7.1	114.4±13.6	110.6±11.9*

平均±標準偏差

*p < 0.05: Pre vs. Post

TMTは運動速度に加え、視覚探索や注意、作業記憶、認知的柔軟性など、認知機能を構成する複数の下位機能に関連することが知られている (Crowe, 1998; Kortte et al., 2002; Laere et al., 2018)。その中でも、TMT-Aは視覚探索や注意、作業記憶に関係する視覚情報処理速度を (Crowe, 1998; Laere et al., 2018)、TMT-Bは認知的柔軟性を反映することが報告されている (Kortte et al., 2002)。このことから、ボールゲームを単元とする45分間の体育授業は、より高次な認知機能である実行機能の中でも“認知的柔軟性”を向上させることが示唆された。

実験2において、ストループテストの色条件及び不一致条件の成績とアジリティテストの成績との間に負の相関関係が認められた (図1及び図2)。また、TMTのパターンAの成績とドリブルテストの成績との間に正の相関関係が認められた (図3)。これらの結果から、非エリート・ユースサッカー選手における敏捷性はより高次な認知機能である実行機能(抑制)を含む認知機能に、ドリブル技術は視覚探索や視覚情報処理速度に関連する認知機能に関係することが示唆された。

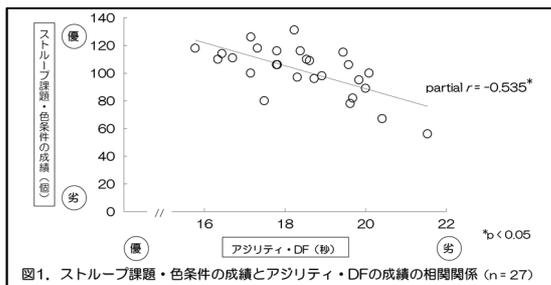


図1. ストループ課題・色条件の成績とアジリティ・DFの成績の相関関係 (n=27)

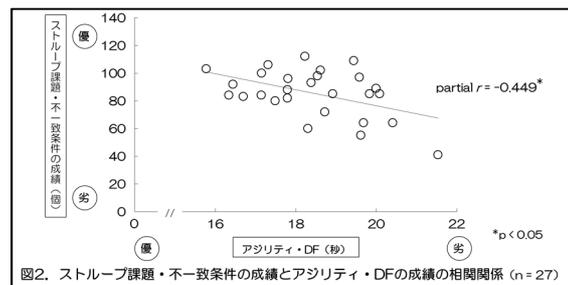


図2. ストループ課題・不一致条件の成績とアジリティ・DFの成績の相関関係 (n=27)

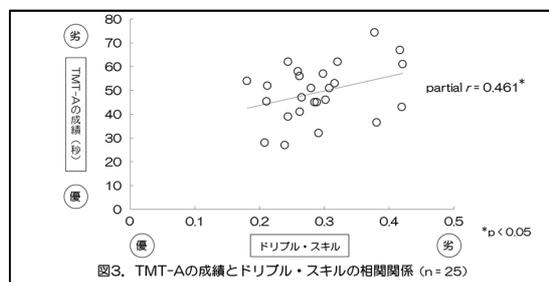


図3. TMT-Aの成績とドリブル・スキルの相関関係 (n=25)

<文献>

- Borella E, Carretti B, Pelegrina S: The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *J Learn Disabil*, 43(6): 541-552, 2010.
- Crowe SF: The differential contribution of mental tracking, cognitive flexibility, visual search, and motor speed to performance on parts A and B of the Trail Making Test. *J Clin Psychol*, 54(5): 585-591, 1998.
- Donnelly JE, Hillman CH, Castelli D, Etnier JL, Lee S, Tomporowski P, Lambourne K, Szabo-Reed AN: Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *Med Sci Sports Exerc*, 48(6), 1197-1222, 2016.
- Duncan GJ, Dowsett CJ, Claessens A, Magnuson K, Huston AC, Klebanov P, Pagani LS, Feinstein L, Engel M, Brooks-Gunn J, Sexton H, Duckworth K, Japel C: School readiness and later achievement. *Dev Psychol*, 43(6): 1428-1446, 2007.
- 東浦拓郎, 紙上敬太: 子供の体力と学力・認知機能の関係. *J Health Psychol Res*, 29, Special issue: 153-159, 2017.
- Kamijo K, Khan NA, Pontifex MB, Scudder MR, Drollette ES, Raine LB, Evans EM, Castelli DM, Hillman CH: The relation of adiposity to cognitive control and scholastic achievement in preadolescent children. *Obesity*, 20(12): 2406-2411, 2012.
- Kortte KB, Horner MD, Windham WK: The trail making test, part B: cognitive flexibility or ability to maintain set? *Appl Neuropsychol*, 9(2): 106-109, 2002.
- Laere E, Tee SF, Tang PY: Assessment of cognition in schizophrenia using Trail Making Test: A meta-analysis. *Psychiatry Investig*, 15(10): 945-955, 2018.
- Morita N, Nakajima T, Okita K, Ishihara T, Sagawa M, Yamatsu K: Relationships among fitness, obesity, screen time and academic achievement in Japanese adolescents. *Physiol Behav*, 163: 161-166, 2016.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 東浦 拓郎	4. 巻 38巻
2. 論文標題 学校体育におけるボールゲームが児童の実行機能に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 亜細亜大学学術文化紀要	6. 最初と最後の頁 67-83
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

〔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 東浦拓郎、多賀健、金田健史、福本寛之、酒本夏輝
2. 発表標題 敏捷性及びドリブル技術と認知機能の関係 - 非エリート・ユースサッカー選手における検討 -
3. 学会等名 第28回日本運動生理学会大会
4. 発表年 2021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
研究分担者	金田 健史 (Kaneda Takeshi) (00406232)	白鷗大学・教育学部・教授 (32204)	
研究分担者	福本 寛之 (Fukumoto Hiroyuki) (00779308)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・助教 (12605)	

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