

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 10 日現在

機関番号：32689

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2012～2013

課題番号：24800066

研究課題名(和文)小児肥満と脳の健康 実行機能の観点から

研究課題名(英文)The association of childhood obesity to brain health: from the aspect of cognitive control

研究代表者

紙上 敬太(Kamijo, Keita)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・助教

研究者番号：20508254

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円、(間接経費) 720,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、認知機能の中でも学力と密接に関わると考えられている実行機能に焦点を当て、小児肥満と実行機能の関係を明らかにすることを目的とした。健康な小学生45名(平均10.5歳)にフланカー課題を行わせ、フランカー課題中の認知パフォーマンス(正反応率と反応時間)と事象関連脳電位のN2成分、P3成分を評価した。その結果、実行機能の要求度が高い課題条件において、BMIが高いほど反応時間が長く、N2振幅が大きく、P3潜時が長かった。これらの結果から、子供の肥満度と実行機能の間にはネガティブな関係がある(肥満度が高いほど実行機能が劣っている)ことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Recent studies have indicated that higher BMI during childhood is associated with lower academic achievement scores, suggesting that maintaining a healthy weight may be essential for cognitive development. However, evidence regarding the association between childhood obesity and cognitive health has remained scarce. Accordingly, this study examined whether childhood obesity is associated with cognitive control, which has been heavily implicated in academic achievement. Preadolescent participants (n = 45; mean age = 10.5 years) performed a modified flanker task while their assessing their task performance and the N2 and P3 components of the event-related brain potential. Results indicated that higher BMI was associated with longer reaction time, larger N2 amplitude, and longer P3 latency for a task condition requiring greater amounts of cognitive control. These findings suggest that childhood obesity is negatively associated with cognitive control.

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：子供 小児肥満 認知機能 実行機能 事象関連脳電位

1. 研究開始当初の背景

今日、子供の運動量は減少し、また食生活の欧米化が急速に進み、それに伴う体力の低下、肥満傾向児の増加が懸念されている。慢性的な運動不足や肥満が、現代の主要な健康問題のひとつである小児生活習慣病の引き金になることは周知の事実である。さらに、近年の研究では、肥満の子供は標準体重の子供に比べて学力が低いことが示されている (Castelli et al., 2007)。つまり、標準体重の維持は子供の脳の健康、脳の健全な発達に重要なものかもしれない。しかしながら、子供を対象に肥満度と脳の健康の関係を検討する研究は端緒についたばかりであり、未だ不明な点が多い。

2. 研究の目的

本研究では、認知機能の中でも「実行機能」と呼ばれる高次脳機能に焦点を当て、小児肥満と実行機能の関係を明らかにすることを目的とした。実行機能とは、「目的に応じて思考や行動を調整する能力」であり、もっとも発達の遅い脳部位のひとつである前頭前野がその中心的役割を担っている (Miller & Cohen, 2001)。また、近年の研究では、実行機能は学力と密接に関わっていることが示されている (Hillman et al., 2012)。

本研究では、認知課題遂行中の認知パフォーマンス (正反応率・反応時間) に加え、脳波 (事象関連脳電位) を用いて認知機能を評価した。事象関連脳電位とは、光や音などの事象に関連して一過性に生じる脳電位である。事象関連脳電位は時間分解能に優れており、1/1000 秒単位で認知処理過程の時間的な変化を評価できる。つまり、事象関連脳電位を用いることによって、「どの認知処理過程に肥満度との関係が認められるのか」を検討した。

3. 研究の方法

(1)参加者

健康な小学生 (8~12 歳)、50 名が認知課題 (フランカー課題) を行った。脳波に過度のノイズが混入したため事象関連脳電位の加算平均処理ができなかった 5 名を除外し、45 名 (平均年齢 10.5 歳) を分析の対象とした。

(2)認知課題

本研究では、実行機能を評価する認知課題としてフランカー課題を用いた。コンピュータモニタの中央に左もしくは右を向いた 5 匹の魚を横に並べて提示した。参加者には、真ん中の魚の向きによって左右のボタンを押し分けるように教示した。すべての魚が同じ方向を向いている一致試行と、真ん中の魚が他の 4 匹の魚と違う方向を向いている不一致試行をランダムな順序で提示した。全試行の 70% が一致試行である MC (mostly congruent) 条件と、全試行の 70% が不一致

試行である MI (mostly incongruent) 条件を設けた。MC 条件と MI 条件を行う順序は、参加者間でカウンターバランスした。

(3)分析

フランカー課題中の認知パフォーマンス (正反応率、反応時間) と事象関連脳電位 (N2 振幅、P3 潜時) を評価した。N2 成分は刺激提示の約 200~400 ms 後に生じる陰性成分であり、反応コンフリクトに関わっていると考えられている (Nieuwenhuis et al., 2003)。つまり、反応コンフリクトが強いほど、N2 振幅は大きくなると考えられる。P3 成分は刺激提示の約 300~800 ms 後に生じる陽性成分であり、その潜時は刺激評価時間に関わっていると考えられている (Ilan & Polich, 1999)。つまり、刺激評価に時間がかかるほど、P3 潜時は長くなると考えられる。

年齢、性別に応じた BMI のパーセンタイル値 (肥満度) と各従属変数の関係をみるため、統計検定にはピアソンの相関分析を用いた。

4. 研究成果

(1)認知パフォーマンス

MC 条件の不一致試行の反応時間と肥満度の間に正の相関関係 (肥満度が高い子供ほど反応時間が長い) が認められた ($r = .29, p = .05$)。その他の課題条件では、有意な相関関係は認められなかった。また、肥満度と正反応率の間には有意な相関関係は認められなかった。

MC 条件における不一致試行では、他の条件・試行に比べ、反応コンフリクトが強くなる (実行機能の要求度が高い) と考えられる。よって、反応時間の結果から、子供の肥満度と実行機能の間にはネガティブな関係がある (肥満度が高いほど実行機能が劣っている) ことが示唆される。

(2)事象関連脳電位

事象関連脳電位の総加算波形を図 1 に示す (図 1 では便宜上、BMI のパーセンタイル値によって参加者を 2 群に分けている)。

N2 振幅に関して相関分析を行った結果、MC 条件における N2 振幅と肥満度の間に負の相関傾向 (肥満度が高い子供ほど N2 振幅が大きい) が認められた ($r = -.28, p = .06$)。MI 条件ではそのような関係は認められなかった。

P3 潜時に関して相関分析を行った結果、MC 条件における P3 潜時と肥満度の間に正の相関関係 (肥満度が高い子供ほど P3 潜時が長い) が認められた ($r = .40, p = .007$)。MI 条件ではそのような関係は認められなかった。

これら事象関連脳電位の結果は、上記の反応時間の結果をサポートするものである。つまり、MC 条件において肥満度が高い子供ほど反応コンフリクトの影響が大きく、刺激評

価に要する時間が長くなっていると考えられる。

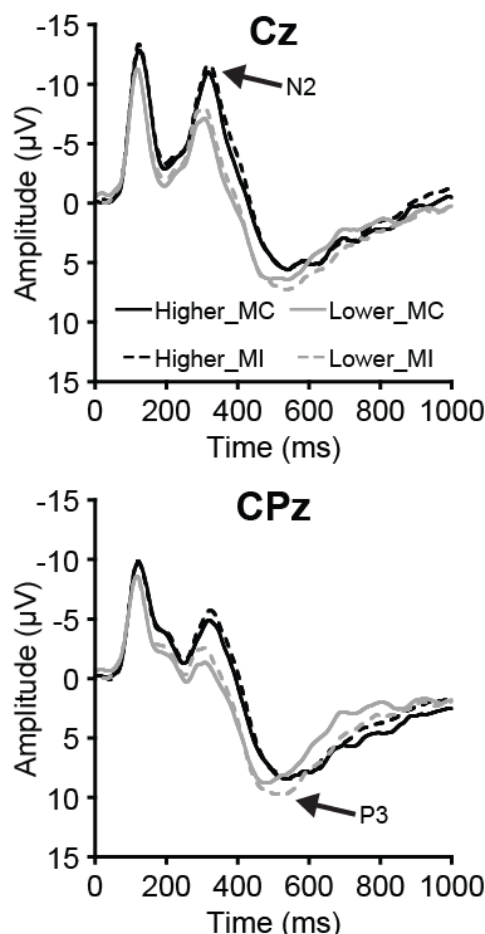


図 1. 事象関連脳電位の総加算波形

(3) まとめ

本研究は、子供の肥満度が実行機能に関わっていることを示した。実行機能は学力と密接に関わっているため、本研究結果は子供の肥満度と学力の関係を示した先行研究の知見をサポートするものである。本研究は、標準体重の維持が小児生活習慣病の予防だけでなく、子どもの脳の健康、脳の健全な発達に重要であることを示唆するものである。

(4) 今後の展望

本研究では横断的研究デザインを採用したため、子供の肥満度と実行機能の関係性を示したにすぎない。近年では、実行機能が劣っている子供は肥満になりやすいことを示した報告もなされている (Smith et al., 2011)。つまり、本研究では、肥満と認知機能の関係の方向性を議論することができない。この関係をさらに明らかにするためには、縦断的研究デザインを用いたさらなる研究が必要である。

また、子供の肥満度だけではなく、体力と実行機能の関係を示した報告もなされている (Hillman et al., 2009; Pontifex et al., 2011)。よって、今後は肥満度と体力の両側

面から実行機能との関係を検討する必要があると考える。現在は、子供の体力と実行機能の関係に関しても分析を進めている。これらを総合的にまとめ、脳の健康という側面から、食に関する正しい知識と健康的な食習慣を身に付けることの重要性 (食育の重要性)、運動習慣を身に付けることの重要性 (体育の重要性) を主張したいと考えている。

(5) 引用文献

- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M., & Erwin, H. E. (2007). Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2), 239-252.
- Hillman, C. H., Buck, S. M., Themanson, J. R., Pontifex, M. B., & Castelli, D. M. (2009). Aerobic fitness and cognitive development: Event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children. *Developmental Psychology*, 45(1), 114-129.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Motl, R. W., O'Leary, K. C., Johnson, C. R., Scudder, M. R., . . . Castelli, D. M. (2012). From ERPs to academics. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2 Suppl 1, S90-98.
- Ilan, A. B., & Polich, J. (1999). P300 and response time from a manual Stroop task. *Clinical Neurophysiology*, 110(2), 367-373.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
- Nieuwenhuis, S., Yeung, N., van den Wildenberg, W., & Ridderinkhof, K. R. (2003). Electrophysiological correlates of anterior cingulate function in a go/no-go task: effects of response conflict and trial type frequency. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 3(1), 17-26.
- Pontifex, M. B., Raine, L. B., Johnson, C. R., Chaddock, L., Voss, M. W., Cohen, N. J., . . . Hillman, C. H. (2011). Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(6), 1332-1345.
- Smith, E., Hay, P., Campbell, L., & Trollor, J. N. (2011). A review of the association between obesity and cognitive function across the lifespan: implications for novel approaches to prevention and treatment. *Obesity Reviews*, 12(9), 740-755.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計3件)

(1) Kamijo, K., Bae, S.R., & Masaki, H. Cardiorespiratory fitness is associated with cognitive flexibility in preadolescent children. 18th Annual Congress of the European College of Sport Science, Barcelona, Spain. June, 28th, 2013.

(2) 紙上敬太. 子どもの認知機能の評価法—子どもの体力・肥満度と認知機能の関係を研究する—第68回日本体力医学会, 東京 2013年9月21日.

(3) Kamijo, K., Bae, S.R., & Masaki, H. The association of aerobic fitness to cognitive control strategy in preadolescent children. Society for Psychophysiological Research 53rd Annual Meeting, Florence, Italy. October 5th, 2013.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

紙上 敬太 (KAMIJO KEITA)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・助教

研究者番号: 20508254

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

()

研究者番号: