

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2014～2016

課題番号：26702030

研究課題名(和文) 若年女性のやせすぎと脳の健康 実行機能に注目して

研究課題名(英文) The association of underweight to brain health and cognition in young adult females

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・講師

研究者番号：20508254

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 18,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、これまでに注目されてこなかった「脳の健康」という視点から若年女性のやせすぎの問題点を提示すべく、若年女性のやせすぎと学業成績・高次認知機能との関係を明らかにすることを目的とした。この目的を達成するため、女子大学生を対象にBMIと学業成績(GPA)・高次認知機能を反映する脳波成分(エラー関連陰性電位)の関係を検討した。その結果、やせすぎの者は普通体重の者に比べ GPAが低かったこと、エラー関連陰性電位振幅が小さかったことが示された。本研究結果は、やせすぎが若年女性の脳の健康に悪影響を及ぼすことを示唆するものである。

研究成果の概要(英文)：This study examined the association of underweight to academic achievement (GPA) and higher-order cognitive function, which was assessed by error-related negativity (ERN) of event-related brain potentials, in healthy undergraduate female students. Results indicated that underweight students exhibited lower GPA and smaller ERN amplitude relative to normal weight students, suggesting that being underweight is adversely related to cognitive and brain health. To my knowledge, this is the first study to show the association between underweight and cognitive health in young adult females.

研究分野：運動心理学

キーワード：女性 やせすぎ 脳 健康 学業成績 認知機能 事象関連脳電位

1. 研究開始当初の背景

国民健康・栄養調査(厚生労働省)によれば、現在20代の若年女性の約3人に1人がやせすぎ(body mass index: BMI < 18.5 kg/m<sup>2</sup>)である。この割合は、他国、男性、他の年齢層に比べて突出している。やせすぎが身体的な健康被害をもたらすことは周知の事実であり、やせすぎが死亡率を上昇させることを示した報告もなされている(Flegal et al., 2007)。さらに、妊婦のやせすぎは低体重児の出産リスクを高めるため(Murakami et al., 2005)、女性のやせすぎは世代を超えた健康問題であると言える。これらのことを踏まえれば、若年女性に対してやせすぎの危険性の啓発を強化し、過剰なやせ願望を持つ若年女性の価値観を変えさせる必要があると考える。

2. 研究の目的

上述の背景を踏まえ、本研究では、これまでに注目されてこなかった「脳の健康」という視点から若年女性のやせすぎの問題点を提示すべく、若年女性のやせすぎと学業成績・高次認知機能機能との関係を明らかにすることを目的とした。この目的を達成するため、女子大学生を対象にBMIとGPA(grade point average)の関係を検討した。さらに、認知課題遂行中の脳波(事象関連脳電位)を用いて高次認知機能を評価した。

3. 研究の方法

(1) 参加者

49名の女子大学生が本研究に参加した。行動指標で外れ値を示した者、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者などを除外し、43名(平均年齢21.1歳、低体重者12名、普通体重者31名)を分析の対象とした。

本研究は早稲田大学「人を対象とする研究に関する倫理審査委員会」から承認を得て実施した。すべての参加者に対して実験の趣旨、方法と本実験に関わる安全性について十分な説明を行い、書面によるインフォームド・コンセントを得た。

(2) 認知課題

高次認知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5つの矢印を横に並べて提示した。参加者には、真ん中の矢印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。すべての矢印が同じ方向を向いている一致試行(<<<<< or >>>>>)と、真ん中の矢印が他の4つの矢印と違う方向を向いている不一致試行(>>>> or <<<<<)をランダムな順序で提示した。一致試行と不一致試行を同確率で提示した。

(3) 脳波分析

本研究では、フランカー課題中の脳波(事

象関連脳電位)を用いて高次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。

本研究では、事象関連脳電位の中でも大学生のGPAと関係することが報告されている(Hirsh & Inzlicht, 2010)エラー関連陰性電位(error-related negativity: ERN)に注目した。ERNは、エラー反応の約0-150ms後に生じる陰性成分である。ERNは、エラーの検出(Gehring et al., 1993)、あるいは反応競合の検出(Botvinick et al., 2001)を反映していると考えられている。また、行動モニタリングに重要な役割を果たす前帯状皮質がERNの発生源であると考えられている(Carter et al., 1998)。本研究では、エラー反応後0-150ms区間の平均電位をERN振幅と定義した。

(4) 統計検定

BMIとGPAおよびERN振幅の関係を検討するため、統計検定には、GPAとERN振幅を目的変数、BMI、BMI<sup>2</sup>、交絡因子(年齢、IQ、最大酸素摂取量)を説明変数とした重回帰分析を用いた。多重共線性を回避するために、BMIは中心化した値を用いた。

4. 研究成果

(1) BMIとGPAの関係

BMIとGPAの関係を図1に示す。重回帰分析の結果、交絡因子で調整後においてBMIとBMI<sup>2</sup>はGPAと有意に関連していた(それぞれ $\beta = .30, p = .06, \beta = .38, p = .01; R^2 = 0.52, p < .01$ )。つまり、やせすぎの者は普通体重の者に比べGPAが低く、その関係には床面効果があると解釈できる。

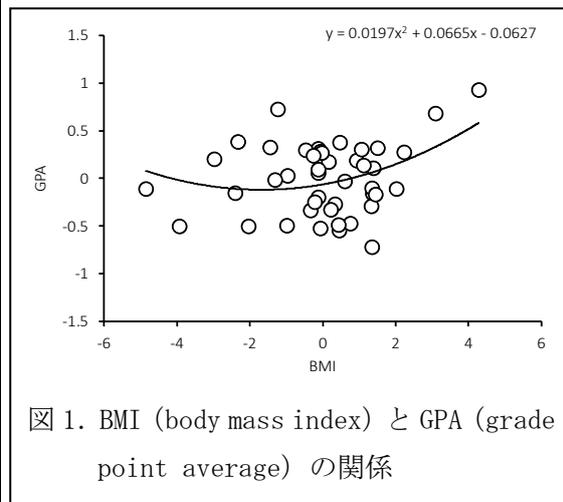


図1. BMI (body mass index) と GPA (grade point average) の関係

(2) BMIとERN振幅の関係

ERNの総加算波形を図2に示す。図2では便宜上、BMIによってやせすぎのグループと普通体重のグループに分けて総加算波形を

示している。図 2 から、ERN 振幅は普通体重の者に比べ、やせすぎの者で小さいことが見て取れる。

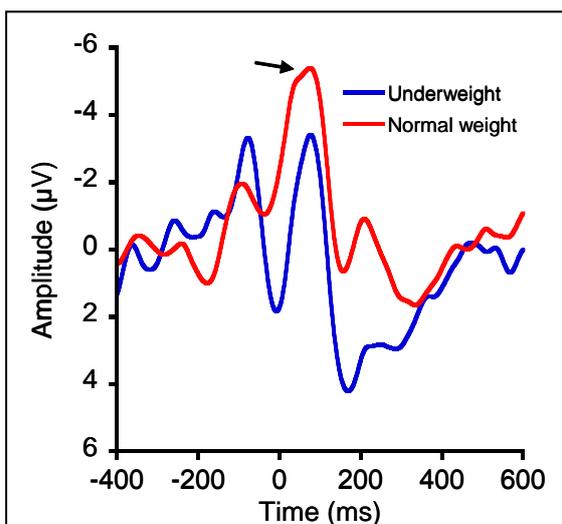


図 2. エラー関連陰性電位 (ERN) の総加算波形

BMI と ERN 振幅の関係を図 3 に示す。重回帰分析の結果、交絡因子で調整後において BMI が ERN 振幅と有意に関連していた ( $\beta = -.38, p = .01; R^2 = 0.49, p < .01$ )。つまり、BMI が低い者 (やせすぎの者) ほど ERN 振幅が小さかったと解釈できる (ERN は陰性成分であるため数値が大きいほど小さい振幅を示す)。

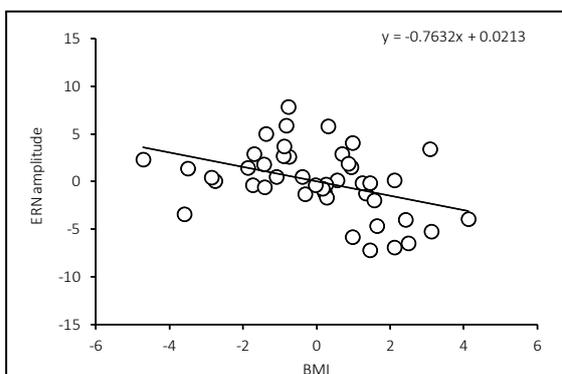


図 3. BMI (body mass index) とエラー関連陰性電位 (ERN) 振幅の関係

### (3) 考察

本研究における主な知見は、「やせすぎの者は普通体重の者に比べ GPA が低かった」、「BMI が低い者ほど ERN 振幅が小さかった」の 2 点である。(但し、本研究には肥満者が含まれていないことに留意されたい。)

大学生を対象とした研究では、GPA が高い学生ほど ERN 振幅が大きかったことが示されている (Hirsh & Inzlicht, 2010)。ERN は、

ストレスの制御 (Compton et al., 2008) や衝動的な行動の制御 (Ruchow et al., 2005) など、自己制御機能に関わっていることが報告されている。つまり、本研究における ERN の結果は、やせすぎの者は普通体重の者に比べ自己制御能力が低いことを示唆している。このような自己制御能力は、学業成績に深く関係していると考えられている (Covington, 2000)。よって、ERN に反映される自己制御能力の違いが、やせすぎと GPA の関係に影響を与えている可能性が考えられる。本研究結果は、学業成績・高次認知機能といった視点から、やせすぎが若年女性の脳の健康に悪影響を及ぼすことを示唆するものである。

### (4) 本研究のインパクト

肥満の蔓延は、今や世界規模での主要な健康問題のひとつであるため、肥満と学力・認知機能の関係に焦点を当てた研究は、これまで世界的に盛んに行なわれてきた。一方で、健康な若年女性のやせすぎの増加は、我が国特有の問題である。よって、健康な若年女性を対象にやせすぎと学力・認知機能の関係を検討した研究、いわば脳の健康に焦点を当てた研究は報告されていない。つまり、本研究は当該研究分野においてパイオニア的研究であると言えるであろう。

本研究は、これまでに注目されてこなかった脳の健康という視点から、若年女性に対するやせすぎの危険性の啓発強化に役立つ知見、若年女性における過度のやせ願望の打破に貢献する知見を提供するものであり、その社会的インパクトは大きいと考えている。

### (5) 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、若年女性のやせすぎと GPA・高次認知機能の関係を示したにすぎず、その因果関係を議論することはできない。今後、縦断的な研究デザインを用いて、BMI の変化と脳機能の変化を追うさらなる研究が必要である。いわば、「脳を健康に保つためにはどのような生活習慣を身に付けるべきなのか？」という問いに対して、その答えの一例を示す研究に繋がたいと考えている。

当初の予定よりもデータ取得に時間を要した (最終年度いっぱいまで実験を行った) ため、まだ研究成果を発表できていない。上述したように、本研究は当該研究分野においてパイオニア的研究であり、本知見は国際的にもインパクトの高いものであると考えている。現在、論文の執筆を開始しており、本知見を国際的に評価の高いジャーナルにできる限り早く掲載したいと考えている。

### (6) 引用文献

Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108,

624-652.

Carter, C. S., Braver, T. S., Barch, D. M., Botvinick, M. M., Noll, D., & Cohen, J. D. (1998). Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. *Science, 280*, 747-749.

Compton, R. J., Robinson, M. D., Ode, S., Quandt, L. C., Fineman, S. L., & Carp, J. (2008). Error-monitoring ability predicts daily stress regulation. *Psychological Science, 19*, 702-708.

Covington, M. V. (2000). Goal theory, motivation, and school achievement: an integrative review. *Annual Review of Psychology, 51*, 171-200.

Flegal, K. M., Graubard, B. I., Williamson, D. F., & Gail, M. H. (2007). Cause-specific excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity. *JAMA, 298*, 2028-2037.

Gehring, W. J., Goss, B., Coles, M. G. H., Meyer, D. E., & Donchin, E. (1993). A neural system for error detection and compensation. *Psychological Science, 4*, 385-390.

Hirsh, J. B., & Inzlicht, M. (2010). Error-related negativity predicts academic performance. *Psychophysiology, 47*, 192-196.

Murakami, M., Ohmichi, M., Takahashi, T., Shibata, A., Fukao, A., Morisaki, N., & Kurachi, H. (2005). Prepregnancy body mass index as an important predictor of perinatal outcomes in Japanese. *Archives of Gynecology and Obstetrics, 271*, 311-315.

Ruchow, M., Spitzer, M., Gron, G., Grothe, J., & Kiefer, M. (2005). Error processing and impulsiveness in normals: evidence from event-related potentials. *Brain Research: Cognitive Brain Research, 24*, 317-325.

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 0 件)

[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 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・講師

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 :

(4) 研究協力者

( )