

大学生の朝食欠食が生理活動に与える影響

森山 三千江

Effect of omitting breakfast on physiological activity in young college students

Michie Moriyama

キーワード:朝食欠食 omitting breakfast、生理活動 physiological activity、大学生 young college students

1. 緒言

近年、生活習慣の多様化や女性の社会進出にともない、幼少期でも生活習慣の乱れから生じる食事の内容の貧困さや食事時間の不規則が問題視されるようになり、朝食を食べない子ども達に対して様々な立場から食育活動が行われるようになってきている。朝食の摂取は1日の活動エネルギー源となり、欠食することにより脳および身体の活動が不活発になる事も報告されている¹⁾。児童による研究では、岡村らが朝食摂取者は生活習慣が定着している事を報告しており²⁾、朝食摂取と生活リズムの関連性が様々な研究から報告されている。夜更かしや夜食あるいは保護者の帰宅が遅いため夜遅く夕食を取らざるを得ないような生活形態となる、など親の就業状態と児童の生活習慣は密接な関係がある。また、最近の子どもの生活として、夜遅くまでの塾通い、あるいは部活動や習い事のため帰宅が遅くなり夕食を家族そろった時間に取ることができない、など児童を取り巻く生活環境も多様化している。生活習慣と学力試験の研究では、基本的な生活習慣が身につけているとうかがえる児童生徒についてはペーパーテストの得点が高い傾向があり³⁾、朝食の摂取と学力調査の平均正答率との関係でも毎日朝食を食べる子どもの方が学力調査の平均正答率が高い傾向にある事が報告されている⁴⁾。しかし、このような報告例に対して反対意見も出ている。それは、基本的な生活習慣を児童に守らせる保護者は子どもの

生活全般に対して熱心であり、そのような保護者は学力面に対しても熱心であるため、学力試験の成績が良くなるのではないかと、言うものである。海外では社会的ステータスの高い家庭ほど子どもの朝食摂取割合が高いという報告⁵⁾も見られるが、諸外国の習慣および社会経済状態や家庭環境などは我が国と同様に扱って良いかどうかは今後議論が必要なところである。そこで、朝食摂取が身体の生理活動にどのような影響を及ぼすかを若年層である大学生を被験者として朝食摂取時と欠食時で比較し、朝食欠食による身体への影響を調べた。身体の生理活性が異なると学業や精神面にも様々な影響を及ぼすであろうと考え、生理活性の変化から学業成績および精神安定面を考える基礎データを得ることを目的とした。

2. 実験方法

(1) 被験者

健康な大学生 15 名 (女子 10 名、男子 5 名) を対象とし、研究の趣旨および内容を説明し、同意書に署名を得られた学生を被験者とした。また、実験途中で気分あるいは具合が悪くなった場合には、いつでも実験を中止できることも併せて説明した。本実験は愛知学泉大学ヒト対象の倫理委員会の承認を得たものである。

1) 食事内容

朝食時：食パン 1 枚、バナナ 1 本、イチゴマーガリンジャム、オレンジジュース 200ml

欠食時：前日 9 時以降は絶食し、実験当日は朝食を欠食

被験者には朝食摂取時、朝食欠食時とも実験前日より飲酒及び喫煙は禁止とした。

(2) 実験手順

朝食摂取時は摂取 2 時間後から実験を開始し

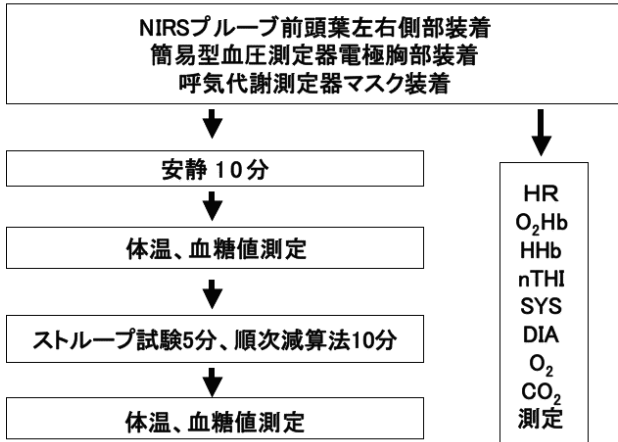


図1 実験手順

た。被験者が入室後、図 1 に示すように呼吸代謝測定器、携帯型血圧計および近赤外線モニタを装着し、安静状態を保ち呼吸および脈拍が落ち着いた後、体温および血糖値を測定した。作業としてストループテストおよび順次減算法を課し、作業後速やかに体温と血糖値を再び測定した。脈拍および拡張期・収縮期血圧、呼吸代謝、脳血流中ヘモグロビン濃度は安静時より作業終了時まで継続して測定した。

(3) 測定方法

1) 体温

家庭用テルモ電子体温計、腋下 1 分計型式 C21 を用いて測定した。

2) 血糖値

自己検査用グルコースキット・グルテストセンサー（株式会社三和化学研究所）を用い、グルテストセンサーチップの先端を指先血液に接触させ測定した。また、指先の採血器具としてエースレットを用いた。

3) 脈拍、拡張期・収縮期血圧

携帯型血圧計（Ambulatory Blood Pressure Monitoring TM2425-ECG, 株式会社 A&D）の電極を胸部に装着し、脈拍（HR）、最高血圧（収縮期

血圧・SYS）および最低血圧（拡張期血圧・DIA）を測定した。血圧測定方式はリバロッチーコルトコフ音式、リバロッチーオシロメトリック式、圧力測定範囲は 0～280mmHg、脈拍測定範囲は 35～200 拍/分、測定間隔は 3 分とした。

4) 呼吸商

呼吸代謝測定器（AERO MONITOR AE-300S, ミナト医科学株式会社）のマスクを呼吸が漏れないように確認しながら装着し、呼気中の吸収酸素量（O₂）および排出二酸化炭素量（CO₂）から呼吸商を求めた。

5) 脳血流中ヘモグロビン濃度

近赤外線酸素モニタ（Near Infra-Red Oxygenation monitor NIRO-200, 浜松ホトニクス株式会社）の電極を前頭葉側部左右に装着し、酸素化ヘモグロビン（O₂Hb）、脱酸素化ヘモグロビン（HHb）、組織ヘモグロビン指標（nTHI）を測定し、装着時を基準とした相対値で表した。光源はレーザダイオード（775nm, 810nm, 850nm：公称値）、光検出器はフォトダイオード、照射光量はクラス I、測定方式 SPS 法（空間分解分光法）を用いた。

(4) 作業

1) ストループカラーワードテスト

ストループ検査はトーヨーフィジカルの新ストループ検査Ⅱを用いた。この検査はひらがなの言語処理と色処理が求められるものである。検査内容は 4 種類の設問が各 100 問から構成されており、stroop1 は単語を見てその意味を表す色を答える問題、stroop2 は単語が色文字で書かれており、文字の色に惑わされないようにして単語の表す色を答える問題、stroop3 は色が提示されており、その色を表す単語を答える問題、stroop4 は単語が色文字で書かれているが単語の意味に惑わされず単語の印刷されている色を答える問題であり、stroop1 から 4 までに難易度が異なると考えられる。各設問に対し練習を 10 秒間行った後、本試験を 60 秒間行った。

2) 順次減算法

パソコン画面に 4 桁の数字から 27 を減じた答えを示す数式が表示され、被験者がその答えを打ち込むと次の行にその数値からまた 27 を

減算する数式が次々現れるように設定しておく。誤った答えを打ち込むと間違いと表示されるが、次式は誤った数値がそのまま数式に表示される。この計算を限られた時間内（10 分間）にできる限り多く行うように被験者の傍らで実験者は声をかけ、被験者にストレスを負荷するものである。

3. 結果および考察

(1) 体温

朝食摂取時および欠食時の体温の結果を表 1 に示した。朝食摂取時と欠食時の安静時における体温は同じ 36.2℃であり、有意な差は見られなかった。しかし、作業後では朝食摂取時と欠食時とも安静時より平均値が上昇しており、これは作業をすることにより神経活性が高まったため代謝が変化し、その結果として体温が上昇したのではないかと考えられる。

朝食摂取の有無による差は体温では見られなかったが、欠食時の方がやや高くなっており、このことから朝食を欠食することにより身体の代謝活性が低下すると言ったことはないと考えられる。

(2) 脈拍

1 分間の脈拍数の結果を表 1 に示した。朝食

表1 体温、脈拍および血糖値

	安静時	作業後
体温 (℃)		
朝食摂取時	36.2 ± 0.8	36.4 ± 0.6
朝食欠食時	36.2 ± 0.6	36.5 ± 0.5
脈拍 (回/分)		
朝食摂取時	71.6 ± 18.0	76.9 ± 11.9
朝食欠食時	68.9 ± 9.9	74.2 ± 10.0
血糖値 (mg/dL)		
朝食摂取時	89.2 ± 18.3	88.6 ± 15.5
朝食欠食時	69.2 ± 15.2	68.1 ± 14.4

(** p < 0.01, *** p < 0.001) mean ± SD, n = 15)

摂取時より欠食時の方が安静時においてはやや少なかったが、有意な差は見られなかった。作業後は朝食摂取時、欠食時とも安静時より脈拍

数は増加し、朝食摂取時の方が平均値はやや多かったが有意な差は見られなかった。このことから、ストループや順次減算法という頭脳活動を行うことにより自律神経系のうち交感神経の活性が高まったのではないかと推察される。これは、体温でも作業後の方が高くなったこととも矛盾はなかった。

(3) 血糖値

朝食摂取時及び欠食時の血糖値の結果を表 1 に示した。安静時における血糖値は朝食摂取時の方が欠食時より有意に高く (p < 0.01)、作業後は安静時より朝食摂取時、欠食時とも低くなったが朝食摂取の有無で比較すると朝食摂取時の方が有意に (p < 0.001) 高かった。被験者が朝食欠食時は前日の 21 時以降絶食しているため、朝食摂取時より欠食時で血糖値が低くなったのは当然の結果であると言える。一般的に血糖値は身体活動時のエネルギー源と言われているが、作業後に血糖値が両実験日でやや減少していることから、血糖値は頭脳活動時にも使用されたと考えられる。さらに、安静時より作業後の方が朝食摂取時と欠食時の平均値の差が広がり有意差が大きくなったことから、朝食を欠食すると頭脳活動を行うためのエネルギー源である血糖値の減少が著しくなり、頭脳活動自体にも影響を与えるのではないかと示唆された。朝食の欠食により血糖値が安静時においても低くなっていたが、作業をすることにより身体の生理活性が高まる一方、体内の各所におけるエネルギー源が供給されていない状態であるため、糖代謝によるエネルギー補給が一段と活発化し血糖値低下が著しくなった可能性がある。朝食摂取はインスリン感受性やプラズマコレステロール値にも影響し、欠食は摂食時より総コレステロール値および LDL コレステロール値、インスリン反応曲線のカーブを上昇させる⁶⁾との報告もあることから、朝食欠食によりインスリンの働きに影響を与え、血糖値の低下が朝食摂取時より大きくなったこととも今回の結果は矛盾しなかった。

(4) 血圧

収縮期血圧および拡張期血圧の結果を表 2 に示した。

表2 血圧および呼吸代謝

	安静時	作業時
収縮期血圧 (mmHg)		
朝食摂取時	109 ± 12.1	103 ± 10.0
朝食欠食時	110 ± 16.1	113 ± 14.5
拡張期血圧 (mmHg)		
朝食摂取時	63.1 ± 10.3	66.9 ± 8.7
朝食欠食時	68.7 ± 9.1	73.3 ± 6.4
呼吸商		
朝食摂取時	0.93 ± 0.06	0.97 ± 0.06
朝食欠食時	0.78 ± 0.05	0.83 ± 0.07

(* p < 0.05, *** p < 0.001) mean ± SD, n = 15)

収縮期血圧は安静時では朝食摂取の有無による差は見られなかったが、作業時においては朝食欠食時の方が有意に (p < 0.05) 高くなった。これは作業をすることにより収縮期血圧が安静時より朝食摂取時は低下したのに対し、朝食欠食時では上昇したためである。朝食摂取時では作業によるストレスがかかっても興奮した血圧が一気に上がることはなかったが、欠食時では作業ストレスにより血圧が上昇しており、このことからストレス負荷が長時間にわたる場合欠食状態では血圧の上昇が著しく高くなる可能性が示唆された。拡張期血圧も同様に安静時では朝食摂取の有無による差は見られなかったが、作業後では朝食欠食時の方が有意に (p < 0.05) に高くなった。拡張期血圧では作業をすることにより朝食摂取時、欠食時とも数値は上昇したが、朝食欠食時の方が上昇率は高かった。朝食を欠食することにより身体活動へのエネルギーの補給がなされないために代謝を昂進させてエネルギー供給を行う際、一気に血流量が増加し、拡張期における血圧も高くなったと考えられる。

(5) 呼吸商

呼吸代謝中の O₂ および CO₂ 量から算出した呼吸商の結果を表 2 に示した。朝食摂取時の呼吸商は朝食内容がパンにジャム、ジュース、バナナと言った糖質中心の食事内容であったため安静時の数値が 0.93 と身体活動に利用されたエネルギー源が糖質中心であったことが呼吸商からうかがうことができた。朝食欠食時では摂取時より有意に

(p < 0.001) 低い値になり、絶食したため身体活動エネルギー源が枯渇していたことが数値から明らかにされた結果となった。また、作業時は安静時より朝食摂取時、欠食時とも数値がやや上昇していたが、朝食摂取時の方が欠食時よりも有意に (p < 0.001) 高くなった。これは作業中の排出 CO₂ 量の増加割合が吸収 O₂ 量の増加割合より欠食時では増加したため、呼吸商として数値が大きくなったのが原因である。これは、作業するためのエネルギー源が欠食することにより補給されない状態であったために、体内での貯蔵エネルギーを分解してエネルギー源とする経路の代謝が活発になり、吸収 O₂ 量に対して排出 CO₂ 量の増加が著しく多くなり、その結果として呼吸商の数値が大きくなった可能性も推測される。

(6) 脳血流中ヘモグロビン量

前頭葉側部左右の脳血流中、酸素化ヘモグロビン (O₂Hb)、脱酸素化ヘモグロビン (HHb) および組織化ヘモグロビン (nTHI) の結果を表 3 に示した。なお、数値は着装時を基準としての増減で表示した。

表3 脳血流中ヘモグロビン量(相対値)

	安静時	作業時
酸素化ヘモグロビン (左) (μmol/L)		
朝食摂取時	-0.626 ± 5.343	0.988 ± 3.439
朝食欠食時	1.974 ± 2.495	3.921 ± 3.019
酸素化ヘモグロビン (右) (μmol/L)		
朝食摂取時	1.252 ± 1.761	0.998 ± 3.192
朝食欠食時	1.844 ± 2.531	4.046 ± 3.870
脱酸素化ヘモグロビン (左) (μmol/L)		
朝食摂取時	-0.460 ± 5.090	-0.361 ± 5.606
朝食欠食時	-0.367 ± 0.848	-0.291 ± 1.220
脱酸素化ヘモグロビン (右) (μmol/L)		
朝食摂取時	-0.080 ± 1.540	-0.181 ± 1.655
朝食欠食時	-0.360 ± 0.816	-0.226 ± 2.306
組織ヘモグロビン指標 (左)		
朝食摂取時	0.980 ± 0.071	1.007 ± 0.040
朝食欠食時	1.026 ± 0.046	1.049 ± 0.093
組織ヘモグロビン指標 (右)		
朝食摂取時	0.994 ± 0.064	1.004 ± 0.071
朝食欠食時	1.029 ± 0.036	1.049 ± 0.088

(* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001, mean ± SD, n = 15)

O_2Hb 量は左側頭部では安静時、作業時とも朝食欠食時が摂食時より有意に ($p < 0.05$) に高かったが、右側頭部では作業時のみ朝食欠食時が高かった ($p < 0.01$)。 O_2Hb は酸素と結びついたヘモグロビンであり、この流量が朝食欠食時の方が摂食時より増加したのは、作業により脳活動が活発になったが脳活動のエネルギー源である糖質の供給がなされないため、身体が脳へ O_2 の供給をより盛んに行った結果ではないかと考えられた。また、 $HbHb$ 量は左側頭部の作業時のみ朝食欠食時の方が摂食時より有意に ($p < 0.01$) 高かった。このことから朝食を欠食する事によりエネルギーの補給が無くなると、生命活動にも影響を及ぼすため、脳血流中のヘモグロビンの運搬量が増加すると考えられる。しかし、安静時における $nTHI$ は欠食時の方が左右側頭部ともに有意に ($p < 0.05$) 高いが、作業時では $O_2Hb \cdot HbHb$ が多いにも関わらず $nTHI$ は朝食摂食時と差がなくなった。これは、作業により身体活性が高まりエネルギー消費量が増加しても欠食時ではエネルギー補給が追いつかないため、脳へのヘモグロビン運搬量が高まる一方、組織での定着するヘモグロビン量は増加しなかったのではないであろうか。朝食欠食時では身体の代謝が昂進し、生理活性が活発に行われる一方、使用できるエネルギー補給がないために貯蔵エネルギーの使用が多くなり、結果として身体の消耗が激しくなるのではないかと考えられる。

香川らによる大学生を対象とした朝食欠食と学業成績の関連性についての報告があり⁷⁾、朝食を摂取した学生の方が成績が良かったとされている。この研究は、不規則な生活習慣から朝食を欠食する者の割合が増えてきている近年の若者へ朝食摂取をよびかける根拠となるものである。その後、文科省による調査でも朝食摂取と学力試験結果の関連性は小中学生についても報告がなされており³⁻⁴⁾、成長期にある児童・生徒に朝食を摂取させる取り組みが食育と言う名の元に開始された。しかし、異なる家庭環境で一口に朝ご飯と言ってもその内容は様々である。アメリカで平均 23 歳の若者を調査したところ 37% が朝食を欠食していたが、朝食摂食者のうち 75% は自宅で食べているが、10% はファス

トフードで 15% はその他のものを食している⁸⁾ という報告例がある。このように朝食を摂取していると答えた者でも、食事内容は多種多様であり、必ずしも栄養バランスの取れた朝食とは限らない。東北大学の研究では子ども時代の食事を研究し、朝食にご飯とパンを食べるのでは脳内の白質と灰白質の割合が異なり、認知機能にも影響を及ぼすため最適な栄養や食事は児童・生徒の脳の成熟に重要であると示唆している⁹⁾。このことから、今後の食育の取り組みとして朝食摂取をただ呼びかけるだけでなく、その内容として栄養バランスも考えさせる必要がある。スナックや菓子、あるいはソフトドリンクやアイスクリームのみと言う食事については McCrory らが朝食欠食および朝食の内容はエネルギー抑制や気分へ影響を与える¹⁰⁾とも報告しており、朝食の摂取のみならず食事内容が重要視されるようになって来ている。また、身体面の発達についての研究では、朝食や昼食を欠食する女子は日頃から栄養のない食品を選んで食べており、初経年齢で見ると標準的な食事をしている女子よりも早熟である¹¹⁾、という報告例もある事から、朝食や昼食の食事内容あるいは食品の選択を正しくする事が大切であり若年齢層にはその教育が必須であるとも言える。

4. 要約

大学生を対象として、朝食摂取時と欠食時における安静時および作業時の様々な生理的指標が変化するかを調査した。血糖値、血圧、呼吸商および脳血流中のヘモグロビン量の増減から、朝食を欠食すると身体に外部からエネルギー供給がされないため、生理活性が朝食摂取時よりも活発になり体内の貯蔵物質から身体活動に使用されるエネルギー補給をおこなうと示唆された。外部からのエネルギーが補給されないまま作業を行うと身体の疲弊感がいつそう強くなり、精神面への影響が何らかの形で現れると考えられる。また、食事内容も身体活動や精神活動に影響を与えるとされているため、朝食の摂取のみではなくその食事内容についても栄養バランスの取れたものを選択できるような食育を幼少期より行うことが大切である。

参考文献

- 1) 香川靖雄 科学が証明する新朝食のすすめ, 女子栄養大学出版部, 82-83 (2007)
- 2) 岡村佳代子, 草川恵子, 中田紋子, 若野暢代, 福本純子, 奥田豊子 小学校高学年児童の生活リズムと朝食摂取との関連性, 大阪教育大学紀要 57, 37-47 (2009)
- 3) 文部科学省.平成 15 年度小・中学校教育課程実施状況調査 分析結果のポイント, 東京 (2005)
- 4) 文部科学省.平成 20 年度全国学力・学習状況調査, 東京 (2009)
- 5) Brugman E, Meulmeester JF, Spee-Van Der Wekke A, Verloove-Vanhorick SP. Breakfast-skipping in children and young adolescents in the Netherlands. *Eur J Public Health* 8, 325-328 (1998)
- 6) Farshchi HR, Taylor MA, Macdonald IA, Deleterious effects of omitting breakfast on insulin sensitivity and fasting lipid profiles in healthy lean women. *Am J Clin Nutr* 81, 388-396 (2005)
- 7) 香川靖雄, 西村薫子, 佐東準子, 所沢和代, 村上郁子, 岩田弘, 太田拔徳, 工藤快訓, 武藤信治, 手塚統夫 朝食欠食と寮内学生の栄養摂取量, 血清脂質, 学業成績. 栄養学雑誌 38, 283-294 (1980)
- 8) Reger C, Nicklas T, Myers L, Beech B, Bereson G, Does breakfast consumption affect nutritional adequacy of the diets of young adults? *J Am Diet Assoc* 97, 89 (1997)
- 9) Taki Y, Hashizume H, Sassa Y, Takeuchi H, Asano M, Kawashima R, Breakfast staple types affect brain Gray matter volume and cognitive function in healthy children. *PLoS One* 101, e15213 (2010)
- 10) McCrory MA, Campbell WW, Effects of eating frequency, snacking, and breakfast skipping on energy regulation. *J Nutr*. 141, 144-147 (2011)
- 11) Sjöberg A, Hallberg L, Höglund D, Hulthén L, Meal pattern, food choice, nutrient intake and lifestyle factors in the Göteborg adolescence study. *Eur J Clin Nutr* 57, 1569-1578 (2003)