

朝食摂取が加算作業へ及ぼす影響

武 田 秀 勝（北星学園大学 社会福祉学部）

浅 野 葉 子（介護老人保健施設 恵み野ケアサポート）

角 田 和 彦（北星学園大学 経済学部）

内 田 友香理（クラーク病院 リハビリテーション部）

横 野 裕 幸（みどり野リハビリテーション病院 リハビリテーション科）

秋 月 一 城（松田整形外科記念病院 歯科口腔外科）

本研究は、朝食摂取と非摂取が計算の正当数へどのような影響を及ぼすかについて検討することを目的とした。

被験者 13 名の健康な若年成人男女の協力を得て、昼食直前に百桁計算を実施し、朝食摂取日と非摂取日での正当数を比較して、朝食摂取及び非摂取による計算力への影響を検討した。また朝食摂取、非摂取の違いにより日中の注意集中力及び覚醒度と、血糖値への影響を検討するために、フリッカー及び血糖値測定も実施した。

その結果、朝食摂取日には非摂取日より、百桁計算の正当数は有意に増加することが認められた。フリッカー値は朝食摂取の有無による有意な差は認められなかったが 13 名中 10 名が増加した。また、血糖値は、朝食条件による有意な差は認められなかったが、血糖値が上昇した 6 名の被験者中 5 名は、朝食摂取日の百桁計算正当数が非摂取日より増加した。

キーワード：朝食、計算力、集中力

1. 緒言

近年、若者の朝食を欠食することが問題にされることが多い。厚生労働省が発表した平成 18 年国民健康栄養調査によると朝食を抜く人は 20 歳代で最も高く、男性が 30.6%、女性が 22.5%であり、次いで 30 歳代が多い。また、子供も朝食を摂らない傾向が高まっている。欠食の理由はさまざまが多くは不規則な生活や孤食、運動不足などが原因とされている¹⁾²⁾。

こうした現状を受けて食育にも関心が高まっている。食育という言葉は、明治 30 年頃から存在していたが³⁾、近年の食をめぐる状況の変化に伴う様々な問題に対処し、その解決を目指した取組として食育という考え方が改めて見直された。平成 17 年に策定された食育基本法によると、食育とは、食に関する知識と食を選択する力を習得し、健全な食生活を実践することが

できる人間を育てることとされている。

先行研究によると、食事の効果として血糖値の上昇、A 10 神経核の活性、体温上昇、味覚や嗅覚刺激による視床・大脳辺縁系の活性、体内リズム形成など数多くの効果をもたらし、心身の活動力を高める⁴⁾⁵⁾。

食事を摂ると血糖値が上昇し、その後、脳、肝臓や筋肉へと運ばれていき、各臓器で活動源として利用される。特に脳はブドウ糖のみをエネルギー源として利用することが証明されており、記憶力と関係のある海馬ではブドウ糖が多く消費されている⁶⁾。

A 10 神経核とは、中脳に存在する神経核であり、ここが活性化されると視床下部に神経伝達物質を渡して食欲や性欲および全身の代謝を制御し、それから情動と関係の深い大脳辺縁系、随意的な運動の調節をする大脳基底核、意欲、注意集中力と関係の深い前頭葉、記憶を司る側頭葉など、さまざまな部位を統御してい

る⁷⁾⁸⁾。

では、朝食を欠食するとどのような変化が生じるのだろうか。欠食すると血糖値が上がらず、昨日の夕食後から翌日の昼食時まで何も食物が補強されないためにエネルギーが枯渇する。特にエネルギー供給のほとんどをブドウ糖から補強しているため、脳における栄養の不足が顕著になってしまう。また、脳内のグルコースが枯渇すると肝グリコーゲンや筋グリコーゲンを利用するがこれは結果的に全身に悪影響を及ぼす⁹⁾。

したがって欠食すると前述したような朝食の効果は激減するため、記憶力、覚醒、意欲や注意集中力の低下、疲労度上昇などが生じ、学校では授業態度の悪化や学業成績低下、疲労感などの自覚症状を引き起こす。特に、陳述記憶と呼ばれる、単語や短い文章などの暗記力に大きな影響を与える¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。

しかしその一方で、論理的思考や、手続き記憶と呼ばれる、自転車に乗るなどの技術については朝食の有効性が証明されていない。これは陳述記憶と手続き記憶では司る脳の部位が異なるからと言われている。陳述記憶は主にブドウ糖に栄養される海馬が中心であるが、手続き記憶では大脳皮質基底核連関が統御しているからである。大脳皮質基底核連関とは、運動が企画されると大脳皮質から基底核へ興奮性の入力が行き、そこで運動の調節がされ、視床へ、そして皮質へと戻る閉ループのことであり、主に随意運動に関係している¹⁴⁾¹⁵⁾。また、欠食は数学などの計算力には大きな影響は与えないとされている¹⁶⁾。

しかし、計算力には、九九などの知識である陳述記憶、それを習得する手続き記憶のほか、正確に素早く解くための注意力・集中力が必要である。疲労感を感じる脳部位の中には集中力を司る部位も含まれている¹⁷⁾。したがって、欠食により注意集中力や覚醒度の低下、疲労度上昇が生じれば計算結果にも影響すると考えられる。だとすると、計算は単語暗記などの記憶とは異なり、朝食欠食による直接の影響は少ないが、思考力や集中力及び判断力に少なからず影響するものと推察される。

本研究では、以上のことを踏まえて、朝食摂取による計算力・集中力への影響を検討する。

2. 研究方法

本研究の対象者および測定手順、測定手段、データ解析方法は以下の通りである。

(1) 対象者

本研究では、健康な男子学生 5 名、女子学生 8 名、

計 13 名を被験者とした。被験者の平均年齢は 20.6 ± 0.5 歳、平均身長は 165.2 ± 8.2 cm、平均体重は 58.0 ± 5.6 kg である。なお、被験者全員に対しては、事前に本研究の趣旨について十分に説明し、研究協力に関する同意書を得た被験者を対象とした。

(2) 測定手順

- ①被験者は、実験前日は、夕食を午後 8 時までに済ませ、深夜 1 時には就寝することとした。この間、間食は一切禁止であり、水またはお茶の摂取は可とした。
- ②実験当日、被験者は朝 7 時から 7 時半までに起床する。朝食摂取群には 8 時までに朝食としておにぎり 2 個（1 個約 120 g）を食べる。非摂取群には水またはお茶以外の摂取厳禁とした。また、朝食として摂取するおにぎりは前日に検者が用意した市販のおにぎり 2 つであり、具も全員同じものとした。
- ③実験までは間食は禁止とし、教室で受講したのち 12 時 30 分から採血、フリッカー値測定、百桁計算の順に実験を行う。
- ④採血は 12 時 30 分から約 10 分間の間に行い、その後別室にて 1 名ずつフリッカー値測定と百桁計算の実験を実施した。実験プロトコルは図 1 に示した。

(3) 測定手段

採血は、医師の指示のもと、看護師が正中静脈より 10 ml を採取し、分析に供した。また血糖値の分析は学外の検査センターに分析を依頼した。

デジタルフリッカーは竹井機器工業株式会社製（photo 1）を使用した。

フリッカー値の測定方法は、被験者は接眼筒に両目

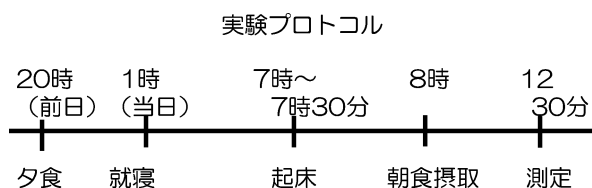


図 1 実験プロトコル



Photo 1 デジタルフリッカー

をつけて奥の小孔を注視する。原理は、10～60 Hz までの周波数で光を継続させて、その継続の速度を 2 Hz/s ずつ速めると断続光は連続光として見えるようになる。これを上昇法という。この断続光として見えるか連続光として見えるかの境界における閾値をフリッカー値（ちらつき値）として評価した。また、反対に周波数を減少させて連続光が断続光として見えるように測定する方法を下降法という。こうして測定するフリッカー値の低下は覚醒水準の減衰に起因する知覚機能の低下を反映し、視覚系情報処理能力の減少を表現していると言える。このフリッカー値の変化が中枢性疲労の判定や身体的・精神的疲労に用いられることから、3 回測定しその平均値を算出した。

百桁計算の用紙には、縦に 10 列と横に 10 行の計 100 個の桁が描かれており、一番上の行と一番左の列に 1 から 9 のいずれかの数字が書かれている。被験者はその数字が書かれた行と列の交差した桁にその 2 つの数字の和を記入する。なお、被験者には百桁計算の方法を説明し、「1 分間でできる数だけ解いてください」と指示して、1 度だけ測定した。また、解く順番は横か縦か（つまり行ごとか列ごとか）最初に決めてもらい、毎回同じ解き方で行うようにした。

百桁計算表の例は図 2 に示した。

なお、実験直前に練習としてフリッカー測定は 2 回行い、百桁計算は実験日以前に 3 度練習を行っている。

(4) データ解析方法

百桁計算値、フリッカー値、血糖値について、朝食摂取の有無によって変化を 5 % 有意水準で student-T test を行った。

	2	3	7	5	1	9	6	7	4	8
9										
6										
3										
1										
5										
2										
8										
4										
7										
1										

図 2 「百桁計算」用紙

3. 結果

朝食摂取日と非摂取日での百桁計算の正答数の平均値の変化を図 3 に示した。これによると、朝食非摂取日には、平均で 63.1 ± 11.4 個であったが、朝食摂取日には 67.2 ± 9.1 個となり、有意 ($P < 0.01$) に増加した。

次に、フリッカー値の朝食摂取日と非摂取日の比較については図 4 に示した。フリッカー値の（上昇・不変・下降）変化は朝食欠食日には 31.9 ± 2.8 Hz であったが、朝食摂取日には 34.1 ± 5.7 Hz であり、有意な差は観察されなかった。因みに、被験者 13 名中 10 名に上昇が認められた。

最後に、朝食摂取日と非摂取日の血糖値の平均値の比較は図 5 に示した。朝食非摂取日の血糖値の平均値

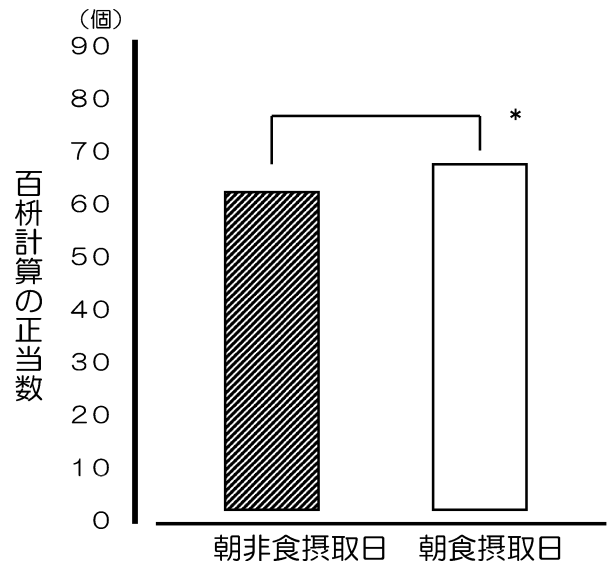


図 3 朝食摂取群と朝食非摂取群の「百桁計算」の正答数の比較
* $P < 0.05$

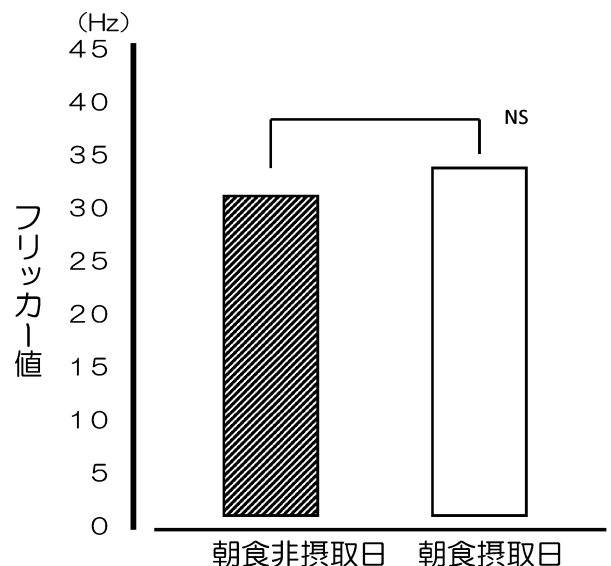


図 4 朝食摂取群と朝食非摂取群フリッカー値の比較

は 82.4 ± 5.3 mg/dl であったが、朝食摂取日には 80.9 ± 7.2 mg/dl であり、朝食摂取後約 5 時間後(実験開始直前)における血糖値にほとんど差は認められなかった。むしろ、朝食摂取日に平均値において非摂取日より低値を示している。また、被験者 9 名中、6 名は朝食摂取日には非摂取日に比較して高値の血糖値が維持された。この 6 名の百桁計算値の平均の結果については、図 6 に示した。百桁計算正答率の結果は、朝食非摂取日には 59.7 ± 9.8 個であったが、朝食摂取日には 64.2 ± 5.8 個となり、有意な差は観察されなかったが、血糖値が高く維持されていた被験者に正答率が高い傾向にあった。

4. 考察

先行研究においては、朝食を摂取すると暗記力が上昇することは報告されている。これは、朝食摂取によって、記憶の中核といえる海馬が活性化するためである¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。しかし、朝食と計算力の関係について言及しているものは少なく、これは、計算力が暗記力と異なり幼い頃から身についたものであり、大脳皮質—基底核連関が司っているため、朝食摂取の有無によってそれほど大きく変化しないとされていた。しかし、朝食を摂ると、中脳の A 10 神経核が活性化され、それによって、様々な脳部位が統御されている。その統御を受けているものの中には、随意運動をプログラミングする大脳基底核や、注意集中力を担う大脳皮質が含まれている⁷⁾⁸⁾。そのため、計算力も少なからず朝食の影響を受けているものと考えられる。

本研究では、朝食摂取日には、朝食非摂取日と比較

して、「百桁計算」の正当数は 13 名の被験者中 10 名が増加し、朝食摂取日に有意な増加が確認された。従って、朝食を摂取すると、計算力が向上することが示唆された。

また、朝食摂取の有無によるフリッカー値の変化では、有意な差は観察されなかったが、朝食摂取日には非摂取日と比較して 13 名中 10 名が上昇した。フリッカー値は覚醒度及び疲労度の指標として用いられているものであり、朝食を摂ったことで(咀嚼機能の活動)覚醒度が上昇し、集中力が上昇したため、数値が増加傾向を示したと推察される。しかし一方では、上昇幅が狭い被験者や下降している被験者もいる。これらの要因として、個人によって実験前日の活動度が異なることや当日午前中の授業などが影響していることや、また、フリッカーテストは中枢疲労のみならず身体的活動の疲労も修飾するので、これらのことがフリッカー値の振幅を左右しているものと推測される。

血糖値は朝食の有無による有意差はなく、朝食を摂った場合は摂らない日と比較しても、一定の傾向は見られなかった。一般に食後 30～60 分で血糖値は最高値に達し、3 時間後には正常値に戻り、その後ブドウ糖が供給されないと血糖値はしだいに低下していくと言われている。そのため、本研究では測定時間が朝食後 5 時間以上が経過していたことから、朝食条件による血糖値の変化は見られず、エネルギーとして利用されたと考えられる。また、測定前日の夕食の時刻やメニュー内容によってもこのような血糖値の違いが生じたと推察される。しかし、被験者のうち、血糖値が維持または上昇した 6 名は百桁計算値も上昇傾向を示しており、脳の働きにとってグリコーゲンの摂取は重要であると推察される。

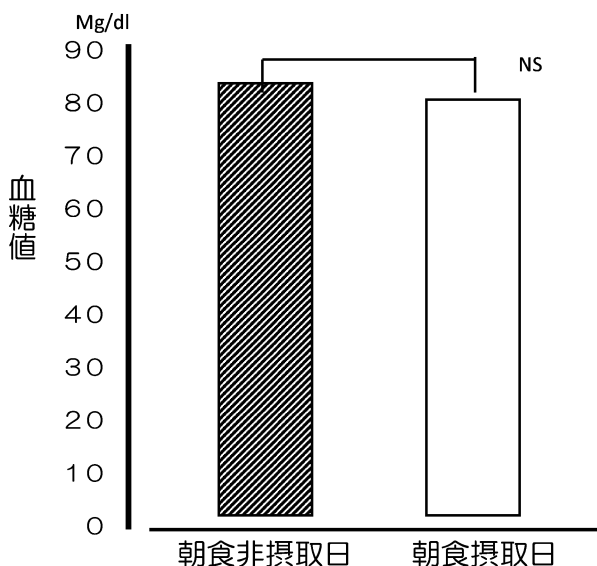


図 5 朝食摂取群と朝食非摂取群の実験開始直前の血糖値の比較

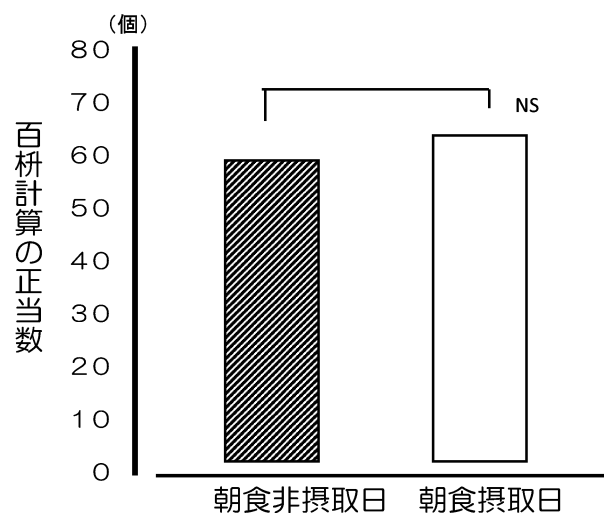


図 6 朝食摂取群中、実験時に血糖値が上昇維持していた群と非朝食摂取群の「百桁計算」の正答率の比較

以上のことから、朝食を摂取すると5時間後には血糖値は変化し一定の傾向を示さないが、計算力を向上させること、また、注意集中力を高める傾向を有することが示された。そして、朝食を摂ったことで5時間後でも血糖値が上昇した被験者も、計算力が上昇する傾向が示された。この場合も、朝食の摂取により血糖値上昇、また血糖値上昇のみならず集中力や覚醒度が上昇し、計算力が向上したと推察される。

朝食摂取は記憶力のみならず計算力においても計算力向上に貢献できることが期待される。また、朝食の効果は時間とともに、また測定までの時間経過によって減少していくため、炭水化物（糖質）摂取のタイミングが重要である。これらから、朝食摂取の生活習慣が脳機能の活動に影響することが示唆される。

今後の課題は、①測定前日の食事のコントロール、②朝食以外の血糖値への影響を少なくさせる、③朝食後2、3時間後に血糖値測定を行い、血糖値の変動特性を把握する、④測定の前日や当日の活動度を同程度に規定し、個人間での疲労度の差を生じさせないようにする、などが挙げられる。

5. 結語

本研究の結果を要約すると次のようになる。

- ①健常学生を対象に、朝食摂取の有無を比較したところ、朝食摂取日は朝食非摂取日よりも、百桁計算値の正当数が有意に増加していた。
- ②フリッカー値では、有意な変化は示さなかったが、朝食摂取日には朝食非摂取日より増加傾向が認められた。
- ③血糖値では、朝食摂取の有無に関わらず一定の傾向は示さなかった。
- ④朝食摂取によって測定時まで血糖値が高値で維持されていた者は、百桁計算の正当数が増加傾向を示した。

以上の点から、朝食摂取は覚醒度・集中力を上昇、さらには血糖値を上昇させ、計算力を向上させることが示唆された。

参考文献

- 1) 綾部園子, 他: 朝食からみた幼児の食生活と保護者の食事意識. 栄養学雑誌 63(5)273-283, 2005
- 2) 鈴木恵美子, 他: 小学生の朝食欠食が生活習慣や健康状態に及ぼす影響. 人間環境学部紀要 38, 43-49
- 3) 永田絵子, 他: 幼小児の心身の発達と“食育”—キレる子どもと栄養. 治療学 42(3)277-280, 2008
- 4) 灘本知憲, 他: 朝食の欠食は唾液糖質コルチコイドの概日リズムを変える. 日本栄養・食糧学会誌 56(2)103-107, 2003
- 5) Harada Tetsuo, et. al: Correlation between Breakfast Tryptophan Content and Morningness-Eveningness In Japanese Infants and Students Aged 0-15 yrs. J Physiol Anthropol 26(2) 201-207, 2007
- 6) 糸川嘉則, 他: 栄養学総論改訂版第2版, 株式会社南江堂, 東京, 1998, 123-124
- 7) 香川靖雄: 科学が証明する朝食のすすめ. 女子栄養大学出版部, 東京, 2002, 102-104
- 8) 松永昌宏: やる気を起こす脳内分子? ニューロステロイドによる行動のモチベーション制御. 日本比較内分泌学会ニュース 2005 (116). 116_4-116_8, 2005
- 9) 高田明和, 他: 砂糖百科. 社団法人糖業協会, 東京, 45-59, 2007
- 10) 須藤紀子, 他: 朝食提供校における中学・高校生の朝食摂取状況と午前中の自覚症状との関連. 思春期学 22(1)157-166, 2004
- 11) 關戸啓子, 他: 欠食による空腹が疲労の自覚症状に及ぼす影響. 川崎医療福祉学会誌 14(1)71-80, 2004
- 12) Sally M Grantham-McGregor, et. al: Evaluation of school feeding programs. Am J Clin Nutr 67, 785-789, 1998
- 13) 池田順子, 他: 中学生の食生活, 生活習慣と血液性状および疲労自覚症状との関連. 日本栄養・食糧学会誌 47(2)131-138, 1994
- 14) 田川皓一: 大脳基底核. 分子脳血管病 4(1)87-96, 2005
- 15) 中原裕之, 他: 大脳基底核の神経回路, 機能, 病態. 脳 213(3)29-34, 2000
- 16) David Benton and Pearl Y Parker: Breakfast, Bloodglucose, and cognition. Am J Clin Nutr 67, 772-778, 1998
- 17) 井上正康, 他: 疲労の科学. 株式会社講談社, 東京, 2001, 5-11

Effect of Breakfast Intake for “Hyakumasu” Calculation

Hidekatsu TAKEDA

(School of Social Welfare, Hokusei Gakuen University)

Yoko ASANO

(Megumino Care Support, Healthcare Facility for Elderly People)

Kazuhiko TSUNODA

(School of Economics, Hokusei Gakuen University)

Yukari UCHIDA

(Department of Rehabilitation, Clark Hospital)

Hiroyuki YOKONO

(Department of Rehabilitation, Midorino Rehabilitation Hospital)

Kazuki AKIZUKI

(Department of Dental Surgery, Matsuda Orthopedic Hospital)

Key words: breakfast intake, ability of calculation, concentration