

## 睡眠と朝食が自律神経機能に及ぼす影響 女子大学生を被験者とした2要因のランダム割り付け実験から

栗田晴巳\* 中島由紀\*\* 古田真司\*\*\*

\*浜松市立高台中学校

\*\*田原市立高松小学校

\*\*\*養護教育講座

### Study on the Effect which Sleep and Breakfast Have on Autonomic-nerves Function by the Random Allocation Experiment of Two Factors in Women's College Students

Harumi KURITA\*, Yuki NAKASHIMA\*\* and Masashi FURUTA\*\*\*

\*Takadai Junior High School in Hamamatsu City, Japan

\*\*Takamatsu Elementary School in Tahara City, Japan

\*\*\*Department of School Nursing and Health Education, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

#### はじめに

近年, 児童生徒を取り巻く生活環境が著しく変わり, 児童生徒のライフスタイルも急激に変化しつつある。社会全体を見ても, 健康増進法や食育基本法でライフスタイルに関する指針が提示されている。厚生労働省では, 「健康日本21」において, 生活習慣病予防を健康政策の最優先課題として位置づけ, ライフステージとしては生活習慣の形成・固定期にある幼年・学童期が教育時期として最も重要であると提言している<sup>1)</sup>。

平成16年度の日本学校保健会の調査によると, 児童生徒の睡眠時間は, 昭和56年度と比較するといずれの学年でも大幅な短縮傾向が見られる。また, 朝食の摂取状況は, 80%の児童生徒が毎日朝食を食べるととどまる<sup>2)</sup>。子供たちの睡眠状況や, 朝食の摂取状況はすでに危機的状況にあり, さらに深刻になる可能性が示唆されている。平成9年度の国民栄養調査結果によると<sup>3)</sup>, 朝食を「ほとんど食べない」者の割合をみると, 20歳代男子が26.3%, 女子が11.9%であり, すべての世代の中で最も欠食率が高かった。しかも, そのうち3人に1人が, 朝食欠食習慣がついたのは中・高校生の時期からと答えていた。このことから, 発達段階の早期から朝食摂取習慣を維持し, より健康的な朝食摂取行動を促す教育を実施する必要があると考えられる。

これまでに, 睡眠や朝食が, 児童生徒, あるいは大学生の学業不振や自覚症状, 疲労感などに関係して

いることを示唆する報告がいくつか見られる。さらに朝食欠食の者ほど攻撃的行動や不定愁訴, あるいはイライラ感, などの得点が高いなどの多くの報告がされている。しかし, これらの報告の多くは, アンケート等の質問紙によるものであり, 客観的な自律神経機能などの生体情報によりその影響を見た研究はあまりない。

そこで本研究では, 女子大学生ボランティアを被験者とした厳密な介入実験により, 生活習慣の中でも, 特に学校現場において注目されている, 睡眠と朝食の自律神経機能に及ぼす影響を検討した。児童生徒がいる学校を想定し, 児童生徒が起床し, 朝食をとり, 学校へ登校したあとの条件で, 体温, 血圧, 脈拍等の測定を行った。その結果, 学校現場での保健指導に応用することができると思われる若干の知見を得たので以下に報告する。

#### 対象および方法

##### 1. 実験の概要

2006年10月から11月にかけて, 女子大学生13名(21歳~23歳, 平均年齢22歳)を対象とし, 睡眠と朝食の2要因を制御した介入実験を行った。

7日間を1周期とし, 初めの3日間は各自普段通りの生活を送り, 残りの4日間は, 睡眠と朝食に制限を加えた, 次にあげる4試行のうちの1つで日常生活をしてもらった。

睡眠を十分にとる・朝食を摂取する

- (以下「睡眠十分・朝食あり」)  
睡眠を十分にとる・朝食を摂取しない  
(以下「睡眠十分・朝食なし」)  
睡眠を十分にとらない・朝食を摂取する  
(以下「睡眠不足・朝食あり」)  
睡眠を十分にとらない・朝食を摂取しない  
(以下「睡眠不足・朝食なし」)

ここで言う「睡眠十分」とは、午後11時までに就寝し、午前7時までには起床することと定義した。「睡眠不足」とは、午前2時以降に就寝し、午前7時までには起床することとした。他方「朝食あり」とは、水分以外に必ず固形の食物を摂取することとした。「朝食なし」とは、朝食に固形物を摂取せず、水分補給のみと定義した。

これを4周期行い、1周期ごとに試行を変え、

の4通りの順序のいずれかで被験者に負荷した(睡眠と朝食が2週続けて同じ制限が加わらない組み合わせは、ここに挙げた4通りである)。被験者がどの順序になるかは、くじ引きによりランダムに振り分けた。

なお介入実験中の4週間は、被験者には自宅での起床時間、就寝時間、朝食内容、体調の変化を毎日記入してもらった。さらに、起床時と就寝時には必ず「今起きた」、あるいは「今から寝る」という携帯電話のメールを送信してもらい、起床時間と就寝時間を確認した。また、朝食で何を摂取したのかを知るために、カメラ付き携帯電話で朝食の写真を撮り、それを即時にメールに添付して送信してもらった。

各周期の最終日に、午前9時~10時の間に検査室に来室してもらい、いすに腰掛けて約5分の安静時間を取ったのち、体温、血圧、加速度脈波測定器による自律神経機能測定などを行った。

## 2. 測定項目と測定方法

体温

電子体温計(株式会社TERUMO製)を用いて測定した。

血圧

自動血圧計(株式会社TERUMO製)を使用して行った。

自律神経機能

加速度脈波測定システム(株式会社ユメディカ製:商品名アルテット)を使用し、自律神経機能評価を行った。加速度脈波のデータは「加速度脈波測定システムアルテット」における自律神経機能評価用ソフトにより、自動的に算出される。この器械は、加速度脈波(APG)のa-a間隔がサンプリング時間1000Hzで波形を取り込んでいるので、心電図のR-R間隔とほぼ

同様に評価することができる。このa-a間隔を周波数解析して、低周波成分(LF:0.02~0.15Hzに設定)と、高周波成分(HF:0.15~0.50Hzに設定)から得られる値(パワー)を、それぞれLF値、HF値と呼ぶ。心拍変動に関する過去の知見によれば、HF値が副交感神経活動、LFとHF値の比であるLF/HF値が交感神経活動の指標とされている。本研究でもこれに準じて、加速度脈波の2分間の測定によりその時点でのHF値とLF/HF値を求めた。

脈拍数

脈拍数は、の加速度脈波測定器(アルテット)において、2分間の測定を行う際に、1分間あたりの平均値が正確に測定できるので、この値を用いた。

## 3. 分析方法

各データはそれぞれ、「睡眠十分・朝食あり」「睡眠十分・朝食なし」「睡眠不足・朝食あり」「睡眠不足・朝食なし」の4試行ごとに並べ替えてパソコンに入力された。さらに、「睡眠」と「朝食」を繰り返し要因として、各試行ごとに測定された体温、最高血圧、最低血圧、HF値、LF/HF値、脈拍数をそれぞれ目的変数とした、反復測定による二元配置分散分析を行った。二元配置分散分析を行うことで、個人内の睡眠が与える影響、朝食が与える影響、および睡眠と朝食の交互作用を検討することができる。これらの分析は統計パッケージソフト「SPSS ver.11.0J」を用いて行った。

## 結果

### 1. 体温と睡眠、朝食との関係

被験者13名のデータの反復測定による二元配置分散分析の結果を、表1および図1-1、図1-2に示す。図に示す推定周辺平均値とは、睡眠・朝食の相互の影響や、両者の交互作用の影響を除き、調整した値である。体温の推定周辺平均値(±標準誤差)は、「睡眠十分」では $36.4 \pm 0.1$ 、「睡眠不足」では $36.4 \pm 0.1$ であり、睡眠条件は有意でなかった( $p = 0.391$ )。また「朝食あり」では $36.5 \pm 0.1$ 、「朝食なし」では $36.3 \pm 0.1$ であり、朝食を摂取しているときのほうが、摂取していないときに比べて、平均値が少し高くなっていたが、有意でなかった( $p = 0.120$ )。また睡眠と朝食の交互作用も有意な関連を認めなかった( $p = 0.619$ )。

### 2. 血圧と睡眠、朝食との関係

反復測定による二元配置分散分析の結果のうち、最高血圧との関係を、表2および図2-1、図2-2に示した。最高血圧は、睡眠条件の違いで有意な差は認めなかった。朝食条件の違いでも有意な差は認めず、また、交互作用も有意ではなかった。最低血圧についてもほぼ同様の結果であった。

睡眠と朝食が自律神経機能に及ぼす影響

表1 体温と睡眠、朝食との関係（反復測定による2元配置分散分析の結果）

	タイプⅢ平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率 (p)
睡眠	0.019	1.000	0.019	0.794	0.391
誤差(睡眠)	0.291	12.000	0.024		
朝食	0.372	1.000	0.372	3.129	0.102
誤差(朝食)	1.428	12.000	0.119		
睡眠×朝食	0.012	1.000	0.012	0.260	0.619
誤差(睡眠×朝食)	0.568	12.000	0.047		

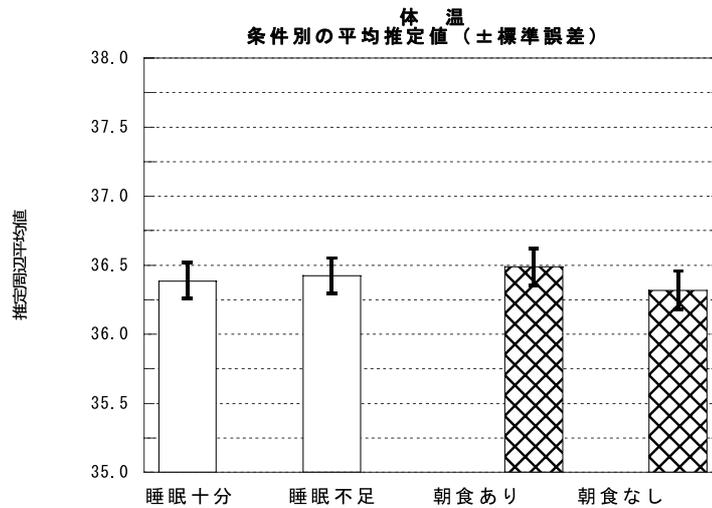


図1 - 1 睡眠、朝食と体温との関係  
(平均値±標準誤差は他の要因を調整した値)

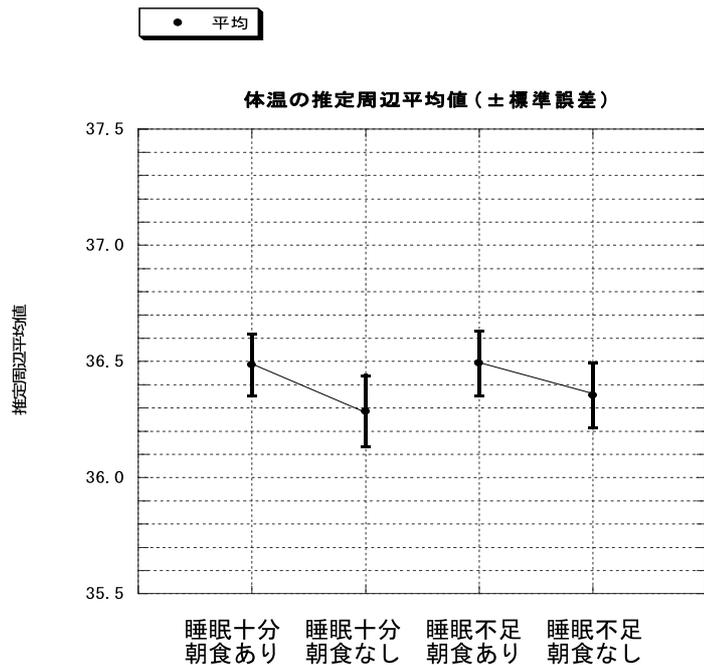


図1 - 2 睡眠と朝食による重複効果と体温との関係  
(平均値±標準誤差は他の要因を調整した値)

表2 最高血圧と睡眠、朝食との関係（反復測定による2元配置分散分析の結果）

	タイプⅢ平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率(p)
睡眠	5.558	1.000	5.558	0.339	0.571
誤差(睡眠)	196.692	12.000	16.391		
朝食	4.327	1.000	4.327	0.069	0.797
誤差(朝食)	751.923	12.000	62.660		
睡眠×朝食	32.327	1.000	32.327	0.792	0.391
誤差(睡眠×朝食)	489.923	12.000	40.827		

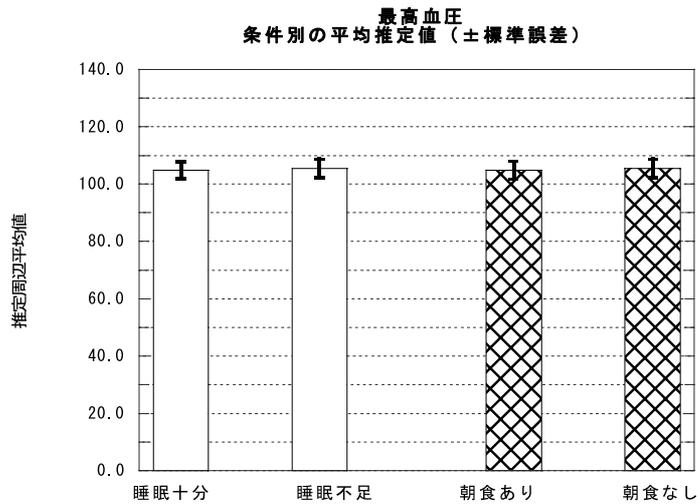


図2 - 1 睡眠、朝食と最高血圧との関係  
(平均値 ± 標準誤差は他の要因を調整した値)

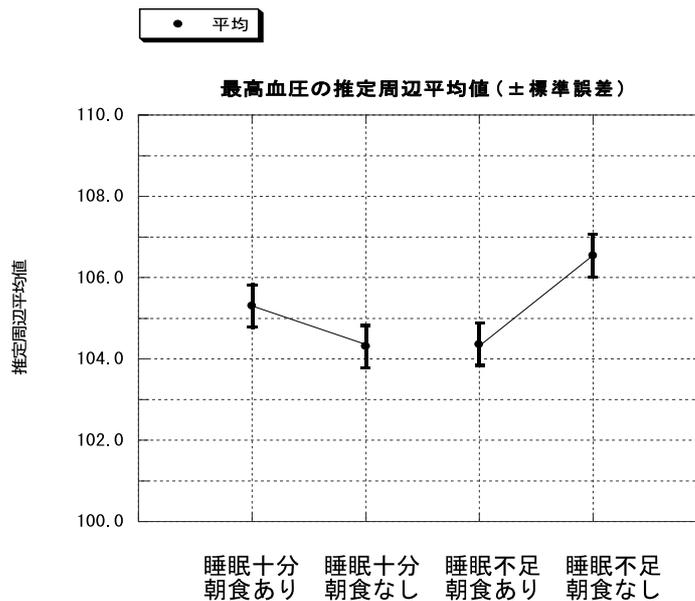


図2 - 2 睡眠と朝食による重複効果と最高血圧との関係  
(平均値 ± 標準誤差は他の要因を調整した値)

睡眠と朝食が自律神経機能に及ぼす影響

表3 脈拍と睡眠、朝食との関係（反復測定による2元配置分散分析の結果）

	タイプⅢ平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率 (p)
睡眠	3.716	1.000	3.716	0.086	0.775
誤差(睡眠)	520.167	12.000	43.347		
朝食	804.236	1.000	804.236	10.863	0.006
誤差(朝食)	888.407	12.000	74.034		
睡眠×朝食	12.116	1.000	12.116	0.274	0.610
誤差(睡眠×朝食)	530.357	12.000	44.196		

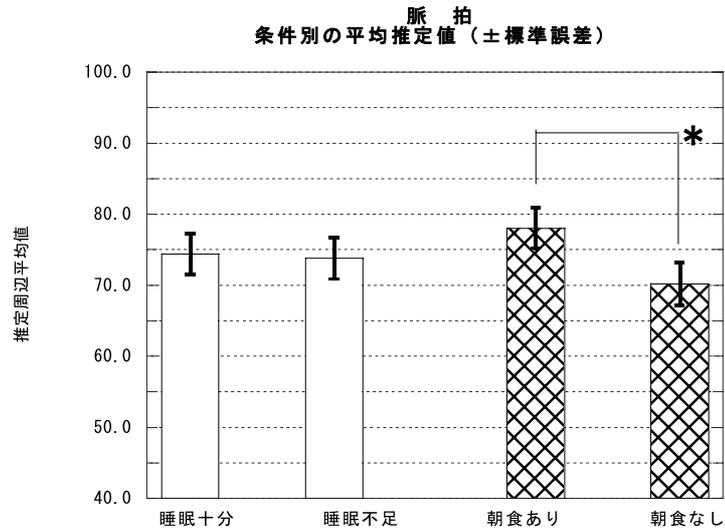


図3 - 1 睡眠、朝食と脈拍との関係  
(平均値 ± 標準誤差は他の要因を調整した値)

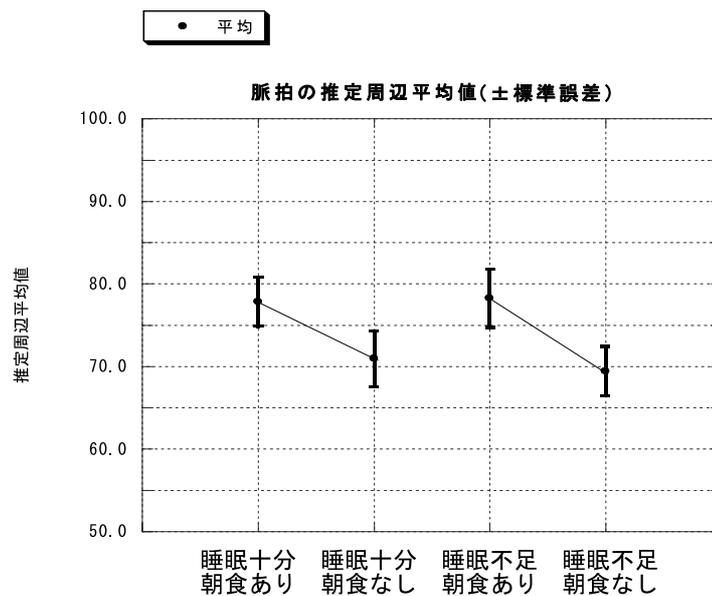


図3 - 2 睡眠と朝食による重複効果と脈拍との関係  
(平均値 ± 標準誤差は他の要因を調整した値)

表4 HF値と睡眠、朝食との関係(反復測定による2元配置分散分析の結果)

	タイプⅢ平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率(p)
睡眠	113030.048	1.000	113030.048	0.257	0.622
誤差(睡眠)	5284445.485	12.000	440370.457		
朝食	1865085.378	1.000	1865080.380	6.635	0.024
誤差(朝食)	3373041.053	12.000	281086.754		
睡眠×朝食	123804.898	1.000	123804.898	0.518	0.485
誤差(睡眠×朝食)	2865375.288	12.000	238781.274		

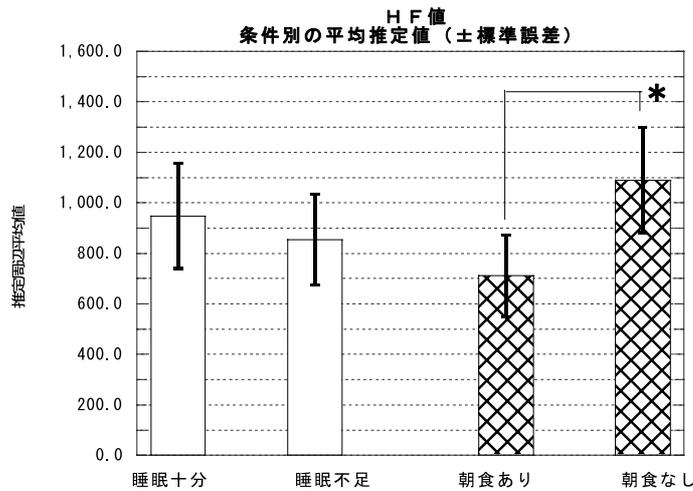


図4-1 睡眠、朝食とHF値(副交感神経機能)との関係  
(平均値±標準誤差は他の要因を調整した値)

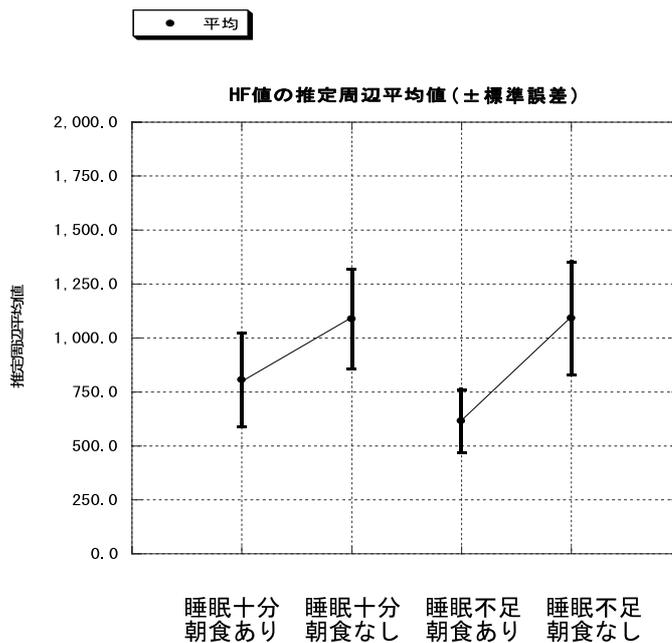


図4-2 睡眠と朝食による重複効果とHF値(副交感神経機能)の関係  
(平均値±標準誤差は他の要因を調整した値)

### 3. 脈拍数と睡眠, 朝食との関係

睡眠, 朝食と脈拍との関係について, 反復測定による2元配置分散分析の結果を, 表3および図3-1, 図3-2に示す。脈拍数の推定周辺平均値(±標準誤差)は, 「睡眠十分」では $74.4 \pm 2.8 / \text{min}$ , 「睡眠不足」では $73.8 \pm 2.9 / \text{min}$ であり, 睡眠条件では有意な差はなかった( $p = 0.775$ )。しかし朝食条件では, 「朝食あり」のときが $78.0 \pm 2.9 / \text{min}$ , 「朝食なし」の時では $70.2 \pm 3.1 / \text{min}$ となり, 「朝食なし」のときが「朝食あり」のときに比べて, 有意に低くなった( $p = 0.006$ )。しかしこの際, 睡眠と朝食の交互作用は有意ではなかった( $p = 0.610$ )。

### 4. 加速度脈波による自律神経機能評価値と睡眠, 朝食との関係

加速度脈波による自律神経機能評価値のうち, 副交感機能に相当するHF値に関する反復測定による2元配置分散分析の結果を, 表4および図4-1, 図4-2に示す。HF値の推定周辺平均値(±標準誤差)は, 「睡眠十分」では $947.3 \pm 208.5$ , 「睡眠不足」では $854.1 \pm 179.0$ であり, 有意な差はなかった( $p = 0.622$ )が「朝食あり」では $711.3 \pm 162.3$ , 「朝食なし」では $1090.1 \pm 207.5$ であり, 「朝食なし」のときが「朝食あり」のときに比べて有意に高くなった( $p = 0.024$ )。しかしこの際, 睡眠と朝食の交互作用は有意ではなかった( $p = 0.485$ )。

一方, 交感神経機能の指標であると言われているLF/HF値は, 睡眠条件でも朝食条件でも有意な差はなく, 交互作用も有意ではなかった。

## 考 察

本研究は, 睡眠と朝食の2要因を4週間にわたり厳密に制御し, その自律神経機能への影響を検討した介入実験である。自律神経機能は様々な要因で変化し, わずかな時間でも大きく変化することが知られているので, 測定条件をできるだけそろえることや, 自宅での食事や睡眠の条件が守られているかを監視する仕組み(携帯メールを利用したスケジュール管理)を考案し, データのばらつきをできるだけ排除する工夫を行った。

この結果, 得られた新たな知見は, 睡眠条件を変えても体温, 血圧, 脈拍数等の自律神経機能への影響はほとんど見られなかったが, 朝食条件では, 同一被検者において「朝食なし」のときは, 「朝食あり」のときと比較して約10/min下がっており, 統計的にも有意な差が得られたことと, 自律神経機能評価値のHF値が, 「朝食なし」のときは, 「朝食あり」のときと比較して有意な増加が認められたことである。脈拍数の減少は, 交感神経機能の不活発化, すなわち副交感神経機能優位を示すので, その際のHF値(副交感神経機能

を表すと言われている)が有意に高かったこととはきわめて整合性がある。

さらに, これらの値は朝食時間の後すぐに測定したデータではなく, 自宅での朝食後, 自宅を出て約1~2時間通学し測定室に入った後, 測定した結果の値であることに注目すべきである。このような時間経過を経てもなお, 朝食の有無の影響が自律神経機能に残りうることを示した点ことは, 今後予想される児童生徒を対象とした学校での朝食指導の意義に対して, 一定の示唆を与える知見であると考えられる。

これまでも, 若年者の食事と自律神経機能の関係を示した研究が散見される。斉藤ら<sup>4)</sup>は, 我々とほぼ同じ年代の若年者(平均年齢 $22.5 \pm 1.3$ 歳)男女10名を対象に, 食事摂取に伴う心拍数と収縮期血圧の変動について報告している。それによると, 心拍数と収縮期血圧は食事開始とともに増加し, 特に食事中後半にそのピークに達したのち, 食後急激に減少する(心拍数は約4分で食事前のレベル)という結果であった。

一方, 堀ら<sup>5)</sup>の研究では, 23歳~25歳の若年健常男子6名を被検者とし, 1日3回の食事における延べ18人分の食後30分, 90分, 150分, 210分ごとのR-R間隔と血圧および心拍変動の解析結果を報告している。それによると, 食後30分後までは副交感神経機能抑制と交感神経機能の増加により臥位および立位時のR-R間隔の有意な減少(すなわち心拍数の増加)を認め, その後90分後まで交感神経活動は持続し, R-R間隔の有意な減少が持続することを報告している。

永井ら<sup>6)</sup>は, 21~24歳の男女8名を被検者とし, 朝食と昼食の食事内容を変えあるいは朝食を欠食させる条件下で, 食事摂取後のエネルギー消費量や心拍数等の変動を30分ごとに測定している。この中では, 心拍数について, 朝食欠食ではほとんど変動なく約3時間推移するのに比べ, 食事内容にかかわらず朝食摂取後の脈拍数は, 朝食摂取後から上がっており, その状態は, 次の食事の時間である3時間後まで持続していることが示されていた。

これらの研究では, 結果に若干の違いがあるものの, 20代前半の被験者では, 食事によって交感神経機能が高まって脈波数が高くなり, 場合によっては, その上昇が数時間持続することがあることを示唆している。しかしこれらはすべて実験室での実験であり, 本研究のような実験室外における自由な行動を含むしかも長期間に及ぶ介入実験とは, 当然, 結果が異なることも予想される。本研究では, 児童・生徒がいる学校を想定し, 児童・生徒が起床し, 朝食をとり, 学校へ登校したあとの「現実的な」条件を設定して実験を行った。そこには自律神経機能を変動させる様々な要因があるにもかかわらず, 一部の実験室のデータで示唆されている食事(朝食)と脈拍数(心拍数)の関係を, 今回あらためて示すことができた意義は大きいと考え

る。

1日の中で、最も脈拍数が少なくなる睡眠時から、朝食を摂取することで脈拍数は増加し、体は活動モードに変換され、1日の活動が始められるとも考えられる。しかし、朝食を摂取しないと、そのスイッチが入らず、朝食を摂取しているときと比較して、体が完全に動き出していないことを示している。学校保健において朝食指導を行う際に、朝食欠食に伴う自覚症状をもたず、危機感を持たない児童生徒に対して有効な保健指導の教材として、この「朝食欠食」と「脈拍数」の関係を利用できる可能性があると考えられる。

一方、今回の実験では、睡眠条件（睡眠十分か否か）において、有意な関連を示す測定項目はなかった。青少年の生活習慣を考えると、睡眠不足は朝食欠食と結びつきやすい<sup>7)</sup>。学校現場では、睡眠不足は、朝食欠食と並んで、児童生徒の不定愁訴や体調不良の主要因と考えられているので、これらの影響を別々に分析してきたことの意義は大きいと考える。ただし、今回の結果から睡眠不足が自律神経機能に及ぼす影響がないという結論を出すことはできない。睡眠が生体リズムと密接に関係があることはよく知られており、たとえば体温の日内変動などはよく知られている。このリズムを大きく変化させるのに必要な日数が、本実験のような4日間ではよいのかどうかは議論の余地がある。長期間にわたる睡眠不足が生体リズムを狂わせ、自律神経機能の変化につながることも当然予想される。また、本論文の結果には記載しなかったが、今回の実験で睡眠十分と睡眠不足とでは、問診表による疲労感に有意な差が見られ、朝食や交互作用には有意な関連が見られなかった。このことから、睡眠不足による自覚症状への影響は明らかであり、どの位の期間睡眠不足が続けば、自律神経諸機能への影響が出るのかを検討するのは今後の課題であると言える。

#### まとめ

女子大生13名（21歳～23歳）を対象とし、睡眠と朝食の2要因を4週間にわたり厳密に制御し、その自律神経機能（体温、血圧、自律神経機能評価値、脈拍数）への影響を検討した。7日間を1周期とし、初めの3日間は各自普段通りの生活を送り、残りの4日間は、睡眠と朝食に制限を加えた「睡眠十分・朝食あり」「睡眠十分・朝食なし」「睡眠不足・朝食あり」「睡眠不足・

朝食なし」のいずれかで日常生活を送り、最終日の午前中に自律神経機能を測定した。これをランダムな組み合わせで4周期づつ行い、データを反復測定による2元配置分散分析で分析を行った。

その結果、睡眠条件を変えても体温、血圧、脈拍数等の自律神経機能への影響はほとんど見られなかったが、朝食条件では、同一被検者において「朝食なし」のときは、「朝食あり」のときと比較して約10/min下がっており、統計的にも有意な差が得られ、また自律神経機能評価値のHF値（副交感神経機能を表すと言われている）が、「朝食なし」のときは、「朝食あり」のときと比較して有意な増加が認められた。

本研究では、児童・生徒がいる学校を想定し、児童生徒が起床し、朝食をとり、学校へ登校したあとの現実的な条件を設定して実験を行った。そこには自律神経機能を変動させる様々な要因があるにもかかわらず、朝食欠食により、副交感神経が優位なまま推移し、脈拍数も低いままとなることが示唆された。この結果により、脈拍数は、学校保健において、朝食欠食により児童生徒の身体に与える影響を示す客観的指標の一つとして利用できる可能性がある。

#### 引用文献

- 1) 健康日本21企画検討会：21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）について報告書，健康日本21計画策定検討会，平成12年
- 2) 財団法人日本学校保健会：平成16年度児童生徒の健康状態サーベイランス事業報告書，p43-52，2006
- 3) 厚生省保健医療局地域保健・健康増進栄養課生活習慣病対策室：国民栄養の現状平成9年国民栄養調査結果，p51，東京第一出版，1999
- 4) 齊藤やよい，平井昭，ほか：食事による心拍数の変動 高齢者における摂取時間の意義，臨床看護研究の進歩1，12-19，1989
- 5) 堀礼子，早野順一郎，ほか：食事摂取による心拍変動スペクトル成分の変化，自律神経，27（5），541-546，1990
- 6) 永井成美，坂根直樹，森谷敏夫：朝食欠食，マクロニュートリエントバランスが若年健常者の食後血糖値，満腹感，エネルギー消費量，および自律神経活動へ及ぼす影響，糖尿病48（11），761-770，2005
- 7) 服部伸一，足立正，ほか：テレビ視聴時間の長短が幼児の生活習慣に及ぼす影響，小児保健研究，63（5），516-523，2004

（2008年9月17日受理）