

原 著

朝食摂取習慣の有無が昼食後の舌下温、心拍数及び自律神経系活動に及ぼす影響

野瀬由佳*1 西村一樹*2 山口英峰*3 小野寺昇*4

要 約

本研究は、朝食摂取習慣者と朝食欠食習慣者の昼食後の舌下温、心拍数及び心臓自律神経活動の変化を比較した。対象者は、朝食を週5日以上摂取するBreakfast group (以下B group) 8名、朝食を週5日以上欠食するSkipping group (以下S group) 12名とした。B groupは、測定の3時間前までに朝食を摂取し、S groupは、朝食を欠食した。昼食内容は指定した。測定項目は、舌下温、心拍数および心臓副交感神経活動とした。舌下温は、昼食前、昼食摂取1時間後、2時間後、3時間後、4時間後に測定を行った。心拍数および心臓自律神経活動は、昼食前、昼食摂取直後、20分後、40分後、1時間後、2時間後、3時間後、4時間後に測定を行った。昼食後の舌下温、心拍数及び心臓自律神経活動の変化は、朝食摂取習慣者と朝食欠食習慣者の間に有意な差はなかった。昼食後に舌下温が低下した朝食欠食習慣者の割合は、朝食摂取習慣者と比較し高い傾向にあった。B groupの心拍数は、昼食前と比較し昼食後に有意に増加した ($p<0.05$)。一方、S groupの心拍数は、昼食後に有意な増加がみられなかった。B group、S groupともに昼食後の心拍数の変化量と心臓副交感神経活動の変化量に負の相関がみられた (B group : $r=0.451$, $p<0.05$ and S group : $r=0.625$, $p<0.05$)。このことから、両群の食後の心拍数増加は、副交感神経活動の抑制の影響を受けた可能性が考えられた。朝食欠食習慣者の昼食後の心臓副交感神経活動の抑制は、昼食後60分間持続した。朝食欠食習慣は、昼食後の心臓副交感神経活動の抑制を持続させる可能性が考えられた。

1. 緒言

平成21年国民健康・栄養調査¹⁾は、すべての年代の総数で男性10.7%、女性6.0%が朝食欠食習慣を有し、20歳代から30歳代でその割合が高いことを報告した。青壮年期の朝食欠食習慣は、ビタミンやミネラル、食物繊維、たんぱく質など栄養素の充足率の低下につながる²⁾。これらの栄養素の不足は、便秘や肥満、高血圧などの要因になる。食事摂取は、DIT (Diet Induced Thermogenesis : 食事誘発性熱産生) を発生させ、体温を上昇させる³⁾。朝食欠食者は、朝食摂取者と比較し午前中の体温が低い^{4,5)}。体温の低下は、起立性調節障害や慢性的倦怠感の発生、免疫力の低下、知的作業能力の低下につながる⁶⁾。先行研究⁷⁾は、朝食を摂取した時と欠食した時を比較し、思い出しテストにかかる時

間が朝食を摂取した時に短くなることを報告した。児童・生徒における朝食摂取習慣に関する調査⁸⁾は、朝食を毎日食べる児童・生徒の学力テストの正答率が、毎日食べない児童・生徒と比べ高いことを報告した。これらのことは、朝食欠食における体温低下が学力の低下につながることを示唆する。

われわれ⁹⁾は、昼食後に舌下温が低下、または変化しない朝食欠食習慣者の割合が、朝食摂取習慣者と比較し高いことを報告した。朝食欠食者は、朝食摂取者と比較し、昼食後のDITが低い¹⁰⁾。このことが、朝食欠食習慣者の昼食後の体温低下に影響したと考えられた。食後は、消化器官の血流量増加に伴い心拍数が増加する^{11,12)}。DIT発生の要因として消化管血流量の増加が報告される¹³⁾。これらのことから、朝食摂取習慣者と朝食欠食習慣者の昼食後

*1 安田女子大学 家政学部 管理栄養学科 *2 広島工業大学 環境学部 地球環境学科

*3 吉備国際大学 社会学部 スポーツ社会学科 *4 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

(連絡先) 野瀬由佳 〒731-0153 広島県広島市安佐南区安東6丁目13番1号 安田女子大学

E-Mail : nose@yasuda-u.ac.jp

の心拍数及び心臓自律神経活動の変化は異なると仮説立てた。

本研究は、朝食摂取習慣者と朝食欠食習慣者の昼食後の舌下温、心拍数及び心臓自律神経活動の変化を比較した。

2. 方法

2.1 対象者

対象者は、成人男性20名とした。朝食を週5日以上摂取する者をBreakfast group（以下B group）、朝食を週5日以上欠食する者をSkipping group（以下S group）とした。S groupの対象者は、半年以上の朝食欠食習慣を有する者とした。B groupは8名、S groupは12名であった。対象者の身体特性は、B group：年齢 20.9 ± 1.4 歳、身長 170.5 ± 5.6 cm、体重 67.7 ± 12.4 kg、S group：年齢 21.5 ± 1.0 歳、身長 170.7 ± 4.2 cm、体重 63.1 ± 11.9 kgであった。対象者にはヘルシンキ宣言の趣旨に沿って、研究の目的、方法、期待される効果、不利益がないこと、個人の情報の保護について説明を行い、研究参加の同意を得た。

2.2 実験条件

B groupは、8時50分までに朝食を摂取し、昼食までは純水（赤ちゃんの水：明治乳業）を摂取した（自由飲水）。S groupは、9時までに起床し、昼食まで純水を摂取した（自由飲水）。B group、S groupともに、12時00から12時40分の間の15分間で指定した昼食（エネルギー 853kcal、たんぱく質 29.4g、脂質 31.9g）を摂取した。昼食後は、両群とも純水を摂取した（自由飲水）。舌下温の測定30分前は、飲水を制限した。9時から実験終了までは、実験測定室内で座位安静を行った。睡眠や運動は制限した。

2.3 測定方法

測定項目は、舌下温、心拍数及び心臓自律神経系活動とした。舌下温は、オムロン電子体温計（MC-672L：OMURON）を用い、昼食前、昼食摂取1時間後、2時間後、3時間後、4時間後に座位で測定した。舌下温は、実測値を測定値とした。心拍数及び心臓自律神経活動は、昼食前、昼食摂取直後、20分後、40分後、1時間後、2時間後、3時間後、4時間後に測定した。心拍数および心臓自律神経活動の測定は、仰臥位で5分間行い平均値を用いた。心拍数は、胸部双極誘導法により得られた心電図波形の1分間のR波の数とした（メモリー心拍計 LRR-03：ジーエムエス）。心臓自律神経活動の測定はMemCalc法を用いた。解析には、心拍揺らぎリアルタイム解析システム（TAWARA/WIN：諏訪トラス）を用いて行った。周波数解析から得ら

れた高周波帯域（0.15-0.40Hz）のパワーの積分値（HF）を算出し、自然対数変換したlnHFを心臓副交感神経調節の指標とした。分布に正規性を得るために常用対数変換したlnHFを用いた。呼吸数変化の影響を除外するため、呼吸数を4秒に1回（2秒吸気、2秒呼気）に制御した。

2.4 統計処理

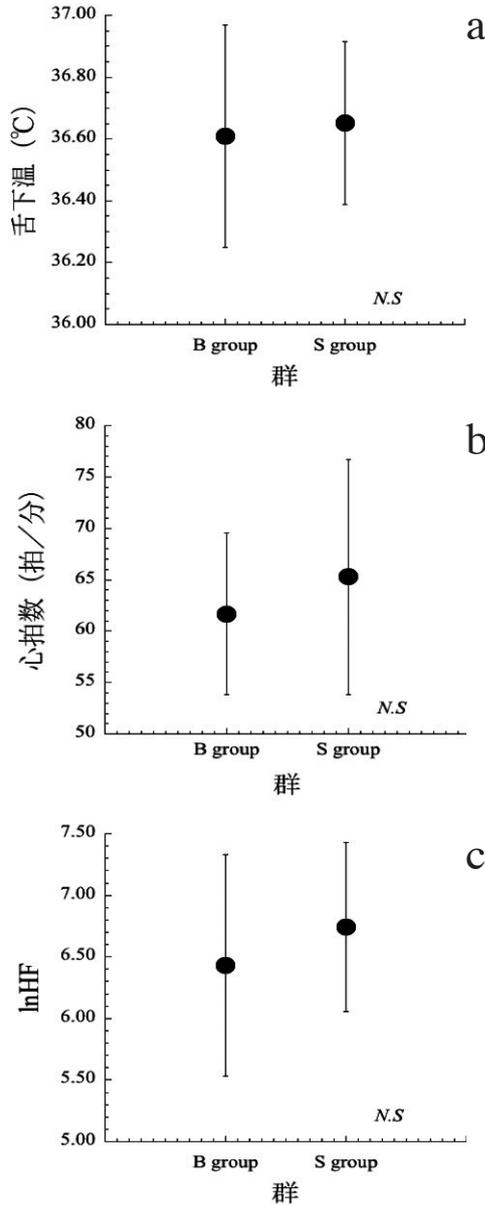
測定値は、すべて平均値±標準偏差（mean±SD）で示した。B groupとS groupの昼食前の心拍数及び心臓副交感神経活動の比較は、対応なしのt検定を用いた。B groupとS groupの昼食後の舌下温、心拍数及び心臓副交感神経系活動の変化の比較は、反復測定を伴う二元配置の分散分析（群<B group, S group>×時間）を用いた。B group, S groupそれぞれの昼食前と昼食後の心拍数及び心臓副交感神経活動の比較は、対応ありのt検定を用いた。昼食前と比較した昼食後の心拍数の変化量及び昼食前と比較した昼食後のlnHFの変化量の関連は、Pearsonの相関係数検定を用いた。有意水準はいずれも5%未満（ $p < 0.05$ ）とした。

3. 結果

昼食前のB groupとS groupの舌下温、心拍数及びlnHFを図1に示した。昼食前の舌下温、心拍数及びlnHFは、B groupとS groupの間に有意な差はなかった。B groupとS groupの昼食後の舌下温の変化の比較を図2に示した。B groupとS groupの舌下温の変化に有意な差はなかった。B groupとS groupの昼食後の心拍数の変化の比較を図3に示した。心拍数の変化は、B groupとS groupの間に有意な差はなかった。B groupの昼食後の心拍数は、昼食前と比較し昼食直後、20分後、40分後、60分後に有意に高値を示した（ $p < 0.05$ ）。S groupの昼食後60分間の心拍数は、昼食前と比較し有意な差はなかった。B groupとS groupの昼食後のlnHFの変化の比較を図4に示した。lnHFの変化は、B groupとS groupの間に有意な差がなかった。B groupの昼食後のlnHFは、昼食前と比較し20分後に有意な低下がみられた（ $p < 0.05$ ）。S groupのlnHFは、昼食前と比較し摂取直後と60分後に有意な低下がみられた（ $p < 0.05$ ）。昼食後の心拍数の変化量とlnHFの変化量の相関を図5に示した。B group, S groupともに、心拍数の変化量とlnHFの変化量に負の相関がみられた（B group： $r = 0.451$, $p < 0.05$ and S group： $r = 0.625$, $p < 0.05$ ）。

4. 考察

本研究の昼食前の舌下温は、両群の間に有意な差

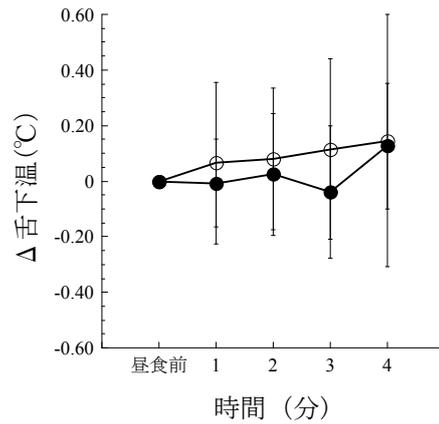


朝食摂取前の a: 舌下温, b: 心拍数, c: 心臓副交感神経活動を示した。
N.S.: No significant differences between B group and S group.
Value are means \pm SD.

図1 朝食前の舌下温、心拍数及び心臓副交感神経活動の比較

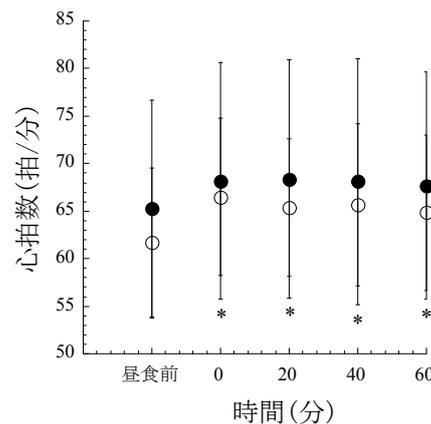
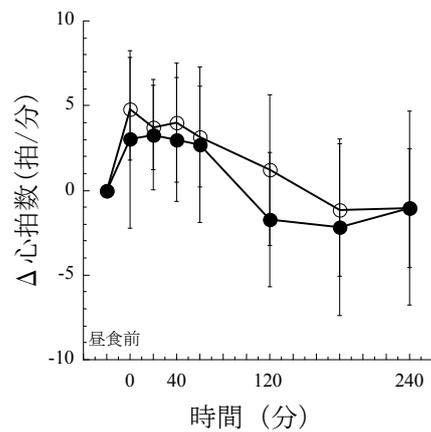
はみられなかった。先行研究^{4,5)}は、朝食欠食者の午前中の体温は、朝食摂取者と比較し低いことを報告した。基礎体温は、運動習慣及び運動履歴の影響も受ける¹⁴⁾。本研究は、対象者の運動習慣が同一でなかったため、B groupとS groupの朝食前の舌下温に有意な差がなかったと考えられた。

朝食摂取は、副交感神経活動を抑制し、心拍数を増加させる¹⁵⁾。本研究は、B groupとS groupの朝食前の心拍数及び副交感神経活動に有意な差がみられなかった。副交感神経活動の抑制は、45~90分間



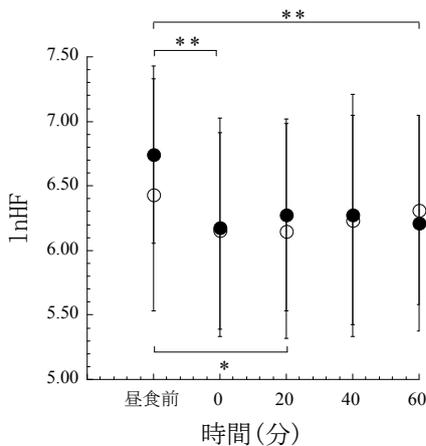
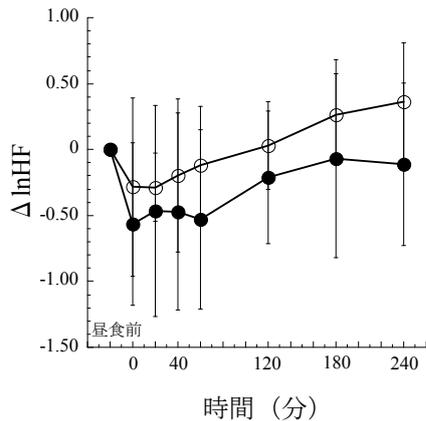
B group (○), S group (●) の昼食後の舌下温の変化を示した。
No significant differences following a two way ANOVA (Group \times Time).
Value are means \pm SD.

図2 昼食後の舌下温の変化



a: B group (○), S group (●) の昼食後の心拍数の変化を示した。
No significant differences following a two way ANOVA (Group \times Time).
b: B group (○), S group (●) の昼食後60分間の心拍数の変化を示した。
B group: * p < 0.05, vs 朝食前
Value are mean \pm SD.

図3 昼食後の心拍数の変化



a : B group (○), S group (●) の昼食後の心臓副交感神経活動の変化を示した。

No significant differences following a two way ANOVA (Group×Time).

b : B group (○), S group (●) の昼食後60分間の心臓副交感神経活動の変化を示した。

B group : * $p < 0.05$, vs 昼食前 S group : ** $p < 0.05$, vs 昼食前
Value are mean \pm SD.

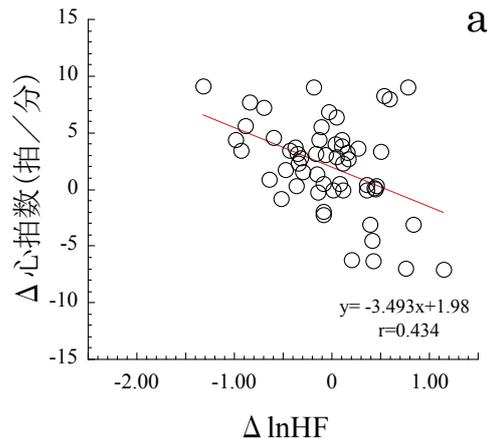
図4 昼食後のlnHFの変化

継続する^{16,17)}。本研究は、安静時測定の前3時間前に朝食を摂取したため、両群の昼食前の心拍数と副交感神経活動に有意な差がみられなかったと考えられた。

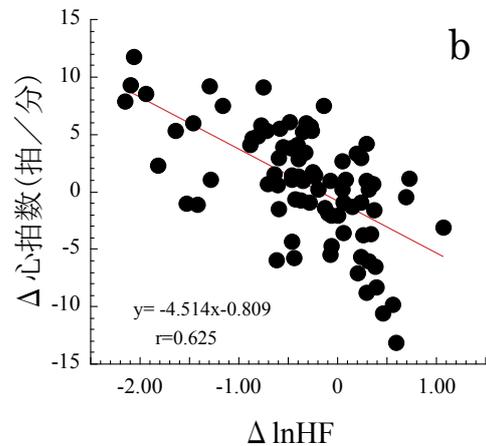
昼食前と比較し、昼食後に舌下温が低下したB groupの対象者の割合は、1時間後が37.5%、2時間後が50.0%、3時間後が37.5%、4時間後が25.0%であった。昼食前と比較し、昼食後に舌下温が低下したS groupの対象者の割合は、1時間後が75.0%、2時間後が58.3%、3時間後が66.6%、4時間後が41.7%であった。われわれ⁹⁾は、昼食後に舌下温が低下する朝食欠食習慣者の割合が、朝食摂取習慣者と比較し高いことを報告した。本研究の結果は、先行研究⁹⁾の結果を支持した。

昼食後の心拍数変化は、B groupとS groupの間に有意な差がみられなかった。両群とも昼食後の心

a



b



a : B group (○), b : S group (●) の心拍数の変化量及び心臓副交感神経活動の変化量の相関を示した。

a : B group $r = 0.434$, $p < 0.05$

b : S group $r = 0.625$, $p < 0.05$

図5 心拍数の変化量と心臓副交感神経活動の変化量の相関

拍数は、増加傾向を示した後、低下傾向を示した。

B groupの心拍数は、昼食前と比較し昼食後60分間に有意な増加がみられた。一方、S groupの心拍数は、昼食摂取前と比較し昼食後60分間に有意な差がみられなかった。食後は、消化管への血流量の増加により、心拍出量が増大し心拍数が増加する^{12,18)}。消化管への血流量は、食後30分から1時間で最大となり3時間で食前の血流量に戻る¹⁹⁾。本研究のB groupの心拍数の増加は、消化管の血流量の増加と同様の变化を示した。このことから、B groupの心拍数増加は、消化管血流量増加の影響を受けた可能性が考えられた。S groupの昼食後60分間の心拍数は、有意な差がみられなかった。このことは、朝食欠食習慣が消化管血流量の増大を抑制する可能性を示唆する。S groupの120分目以降の心拍数は、昼食前と比較し低い傾向にあった。朝食を欠食し昼食を

摂取すると、朝食と昼食をともに摂取する時と比較し、昼食後の血糖値の上昇幅が大きく、上昇状態が長く継続する²⁰⁾。このことから、S groupの昼食後は、インスリンの分泌が促進された可能性が考えられた。インスリンは、血管拡張作用を有する²¹⁾。このことが、朝食欠食習慣者の心拍数低下に影響したと考えられた。

昼食後のlnHF変化は、B groupとS groupの間に有意な差がみられなかった。先行研究^{22,23)}は、食後の副交感神経活動の抑制を報告した。両群とも同様の傾向を示した。S groupの昼食後60分間のlnHFは、昼食前と比較し直後と60分後に有意な低下がみられた。一方、B groupの昼食60分間のlnHFは、昼食前と比較し、20分後に有意に低値を示したが、40分目以降に有意な差がなかった。このことは、朝食欠食習慣者の副交感神経活動亢進への切り替えの遅延を示唆する。食前と比較した食後のHF成分値の割合は、食事のエネルギー量及びたんぱく質、脂質、炭水化物の比率によって変化する。本研究のS groupとB groupの昼食内容は、同一とした。B groupのlnHFの値は、昼食前と比較し、昼食摂取直後が $96.4 \pm 10.3\%$ 、20分後が $95.7 \pm 4.1\%$ 、40分後が $97.4 \pm 9.3\%$ 、60分後が $98.7 \pm 7.0\%$ であった。S groupのlnHFの値は、昼食前と比較し、昼食摂取直後が $91.7 \pm 9.2\%$ 、20分後が $93.6 \pm 12.2\%$ 、40分後が $93.2 \pm 11.7\%$ 、60分後が $92.3 \pm 10.2\%$ であった。朝食欠食習慣者は、朝食摂取習慣者と比較し、昼食後のlnHFの低下率が大きい傾向にあった。食後の心拍数の増加は、副交感神経系活動の抑制^{22,23)}または、交感神経活動の亢進²⁴⁾の影響を受ける。S group、B groupともに昼食後の心拍数の変化量とlnHFの変化量に負の相関がみられたことから、両群の心拍数の増加は、副交感神経活動の抑制が影響したと考えられた。S groupは、昼食後の心臓副交感神経活動の

抑制を持続させる可能性が考えられたが、S groupのlnHFの低下は、心拍数の有意な増加にはつながらなかった。このことは、朝食欠食習慣者が食後の血管拡張または、消化管血流量増加の抑制を引き起こす可能性を示唆するものであった。

本研究の結果から、朝食摂取習慣者と朝食欠食習慣者の昼食後の舌下温、心拍数及び心臓自律神経活動の変化の違いは顕著にみられなかった。今後は、消化管の血流量、インスリン及び血糖値などの測定を行うことで朝食摂取習慣の有用性を示すことが出来ると考えられた。

5. まとめ

朝食摂取習慣者と朝食欠食習慣者の昼食後の心拍数及び心臓自律神経活動の変化は異なると仮説立てた。朝食摂取習慣者と朝食欠食習慣者の昼食後の舌下温、心拍数及び心臓自律神経活動を比較し、以下の結果を得た。

1. 朝食摂取習慣者と朝食欠食習慣者の昼食後の舌下温、心拍数及び自律神経活動の変化は、2群間に有意な差はなかった。
2. 昼食後に舌下温が低下した朝食欠食習慣者の割合は、朝食摂取習慣者と比較し高い傾向にあった。
3. 朝食欠食習慣者の昼食後の心拍数に有意な増加がみられなかった。
4. 朝食欠食習慣者の昼食後の心臓副交感神経活動の抑制は、60分間持続した ($p < 0.05$)。

本研究の結果から、朝食摂取習慣者と朝食欠食習慣者の昼食後の舌下温、心拍数及び心臓自律神経活動の変化の違いは顕著にみられなかった。朝食欠食習慣者は、昼食後の心臓副交感神経活動の抑制を持続させる可能性が考えられた。

文 献

- 1) 平成21年国民健康・栄養調査。厚生労働省、2009。
- 2) 中坊幸弘、木戸康博：応用栄養学。第2版、講談社、東京、75-95、2009。
- 3) Rolfe DF, Brown GC: Cellular energy utilization and molecular origin of standard metabolic rate in mammals. *Physiological Reviews*, **77**, 731-758, 1997.
- 4) 足立稔、笹山健作：朝食の摂取習慣と摂食の有無が男子大学生の体温、血糖値と自覚症状に及ぼす影響。岡山大学大学院教育学研究科研究集録, **140**, 77-82, 2009。
- 5) 樋口智子、濱田広一郎、今津屋聡子、入江伸：朝食欠食および朝食のタイプが体温、疲労感、集中力等の自覚症状および知的作業能力に及ぼす影響。日本臨床栄養学雑誌, **29**(1), 35-43, 2007。
- 6) Nose Y, hirao M, Nishimura K, Arakane K, Saito T, Takahara T and Onodera S: Effects of eating or skipping breakfast on heart rate and oxygen uptake. *Kawasaki Journal of Medical Welfare*, **16**(2), 58-63, 2011.
- 7) Benton D, Parker PY: Breakfast, blood glucose and cognition. *American Journal of Clinical Nutrition*, **67**(4), 1998.

- 8) 平成21年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査, 文部科学省, 2010.
- 9) 野瀬由佳, 西村一樹, 山口英峰, 小野寺昇: 朝食欠食習慣者と朝食摂取習慣者の舌下温, 心拍数および心臓自律神経活動の比較. *岡山体育学研究*, **19**, 17-23, 2012.
- 10) 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系活動へ及ぼす影響. *糖尿病*, **48**(10), 761-770, 2005.
- 11) Kelbeak H, Munck O, Christensen NJ, Godtfredsen J: Central hemodynamic changes after a meal. *British Heart Journal*, **61**, 506-509, 1989.
- 12) Uijtdehaage SH, Shapiro D, Jaquet F: Effects of carbohydrate and protein meals on cardiovascular levels and reactivity. *Biological Psychology*, **38**, 53-72, 1994.
- 13) Rolfe DF, Brown GC: Cellular energy utilization and molecular origin of standard metabolic rate in mammals. *Physiological Reviews*, **77**, 731-758, 1997.
- 14) 浅野昌充: 青年期低体温の改善の可能性. 宮崎県立看護大学研究紀要, **8**(1), 13-17, 2008.
- 15) Pivik RT, Dykman RA, Tennal K, Gu Y: Skipping breakfast: Gender effects on resting heart rate measures in preadolescents. *Physiology & Behavior*, **89**, 270-280, 2006.
- 16) Kuwahara K, Okita Y, Kouda K, Nakamura H: Effects of modern eating patterns on the cardiac autonomic nervous system in young Japanese males. *Journal of Physiological Anthropology*, **30**(6), 223-231, 2011.
- 17) Watanabe T, Nomura M, Nakayasu K, Kawano T, Ito S, Nakaya Y: Relationships between thermic effect of food, insulin resistance and autonomic nervous activity. *The Journal of medical Investigation*, **53**, 153-158, 2006.
- 18) Waaler BA, Eriksen M, Toska K: The effects of meal size on postprandial increase in cardiac output. *Acta Physiologica Scandinavica*, **142**(1), 33-39, 1991.
- 19) Bellamy EA, Bossi MC, Cosgrove DO: Ultrasound demonstration of changes in the normal portal venous system following a meal. *British Journal of Radiology*, **57**, 147-149, 1984.
- 20) 秦艶萍, 横山久美子, 成瀬克子, 徳久幸子: 朝食欠食が昼食後の血糖値変動に及ぼす影響. 女子栄養大学紀要, **34**, 33-39, 2003.
- 21) 清川裕明: インスリンの内皮依存性血管拡張作用に関する検討. 金沢大学十全医学会雑誌, **105**(5), 658-672, 1996.
- 22) Lu CL, Zou X, Orr WC, Chen JDZ: Postprandial changes of sympathovagal balance measured by heart rate variability. *Digestive Disease and Sciences*, **44**, 857-861, 1999.
- 23) Vaz M, Turner A, Kingwell B, Chin J, Koff E, Cox H: Postprandial sypatho-adrenal activity, its relation to metabolic and cardiovascular events and to changes in meal frequency. *Clinical Science*, **89**, 349-357, 1994.
- 24) Lipsitz LA, Ryan SM, Parker JA, Freeman R, Wei JY, Goldberger: Hemodynamic and autonomic nervous system responses to mixed meal ingestion in healthy young and old subjects and dynautonomic patients with postprandial hypotension. *Circulation*, **87**, 391-400, 1993.

(平成24年6月22日受理)

Effects of Eating or Skipping Breakfast on Oral Temperature, Heart Rate and the Cardiac Autonomic Nervous System

Yuka NOSE, Kazuki NISHIMURA, Hidetaka YAMAGUCHI and Sho ONODERA

(Accepted Jun. 22, 2012)

Key words : breakfast, temperature, heart rate, cardiac autonomic nervous system

Abstract

The purpose of this study was to compare the changes in oral temperature, heart rate and the cardiac parasympathetic nervous system (HF) between eating breakfast (B group) and skipping breakfast (S group) subjects after lunch. The oral temperature was measured before, and one, two, three and four hours after lunch. Heart rate and HF were measured before and immediately, twenty, forty, sixty, one hundred and twenty, and two hundred and forty minutes after lunch. The oral temperature of some subjects in both groups decreased after lunch. The ratio of subjects whose oral temperature decreased after lunch in the S group was larger than that of the B group. The heart rate of the B group increased ($p<0.05$), although the heart rate of the S group didn't increase significantly after lunch. There was a correlation between changes in heart rate and lnHF in both groups (B group : $r=0.451$, $p<0.05$ and S group : $r=0.625$, $p<0.05$, respectively). Inhibition of lnHF continued for one hour after lunch in the S group. It is suggested that skipping breakfast is continued inhibition of lnHF.

Correspondence to : Yuka NOSE

Department of nutritional Sciences

Faculty of Human Ecology

Yasuda University

Hiroshima 731-0153, Japan

E-Mail : nose@yasuda-u.ac.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.22, No.1, 2012 37-43)