



現代社会における女性のストレスとそれに及ぼす食事制限の効果

小原, 久未子

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

2016-03-25

(Date of Publication)

2017-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6564号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006564>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博士論文

現代社会における女性のストレスとそれに及ぼす食事制限の効果

平成 28 年 1 月 18 日

神戸大学大学院人間発達環境学研究科

小原 久未子

目次

第一章	はじめに	1
1. 1.	はじめに	2
1. 2.	参考文献	8
第二章	ボディイメージと食行動との関連	13
2. 1.	背景と目的	14
2. 2.	方法	16
2. 3.	結果	18
2. 4.	考察	27
2. 5.	結論	30
2. 6.	参考文献	31
第三章	自律神経活動の解析における、高速フーリエ変換および自己回帰モデルの比較	35
3. 1.	背景と目的	36
3. 2.	方法	37
3. 3.	結果	39
3. 4.	考察	43
3. 5.	結論	44
3. 6.	参考文献	45
第四章	月経周期における食事制限によるストレスの軽減	47
4. 1.	背景と目的	48
4. 2.	方法	50
4. 3.	結果	54
4. 4.	考察	63
4. 5.	結論	65
4. 6.	参考文献	66
第五章	総括	72
	謝辞	75

第一章

はじめに

1.1 はじめに

現代社会はストレス社会といわれており、平成 20 年度国民生活選好度調査でも、56.9%の者が、「日頃、ストレスを感じている」と回答していた（内閣府，2008）。ストレスは、セリエによって、生体に生じる非特異的反応の総称として定義され（Selye, 1946）、ストレスをもたらす刺激をストレッサーと定義されている（Selye, 1950）。このセリエの定義を基にストレッサーを大別すると、エックス線、騒音などの物理学的ストレッサー、酸素欠乏、CO 中毒、各種の有機溶媒などの化学的ストレッサー、飢餓、ビタミン不足、細菌などの生物学的ストレッサーに加えて、精神的な緊張、不安、恐怖、興奮などの社会的ストレッサーに分けられ（大野，2001；山本，2006）、特にこの社会的ストレッサーが、現代社会において日常感じるストレスに関連する。

一方、女性は男性に比べてストレスを感じやすいことが報告されている（Leal et al., 1995）。また、ストレスと健康との関連については、自らがストレスを受けているという「自覚的なストレス感」が、心身の健康と関連することが報告されている（森本，1997）。したがって、男性に比べてストレスを感じやすい女性は心身の健康を崩す機会も多いことが推察される。

特に、女性に特徴的あるいは特異的なこととして、社会学的・行動学的にはボディイメージへの関心、生理学的には月経周期の存在があげられる。ボディイメージは女性の多くが関心を持つ事柄であり、また多くの女性がやせ願望を持つことが報告されている（Wardle et al., 2006）。また、それに関連して、自己の体型を誤認している者の割合も高いことが報告されている（Kaplan et al., 1998；ter Bogt et al., 2006；Park, 2011）。女性は、自分自身がどのように見え、自分の価値がどのように評価されているかということの指標として、自己と他者の体型を比較するとされる（Tylka and Sabik, 2010）。従って、ボディイメージに関心を持ち、理想の体型を獲得するために行動することが考えられ、やせ願望に伴って、ダイエットを経験している者も多く存在する（Green et al., 1997；白石，1999；亀山（松岡），他，2001）。また、多くの女子学生がダイエット行動の理由において、外見を重視することも報告されている（Mase et al., 2013）。さらに、食行動・食態度も男性に比べて抑制的な態度をとり、食行動異常を呈している割合が高く、摂食障害であるものも多い（Burton et al., 2007；Hou et al., 2013）。これらの報告例は、ボディイメージが女性にとってストレスになり、そのための減量行動やその結果としての摂食障害など、ストレスが健康に影響を及ぼす関係性を示唆してい

る。しかしながら、これまでの報告で、ボディイメージと食行動・食態度との関連について検討した研究はほとんどない。

一方、女性における生理学的機能の特徴として月経周期がある。月経は、約1ヶ月の間隔で起こり、限られた日数で自然に止まる子宮内膜からの周期的出血であり、月経周期は、視床下部-下垂体-卵巣系によって制御された卵巣ホルモンの周期性分泌によってつくられる(生水, 2011)。月経随伴症状は、月経に伴って出現する症状であるが、苛立ちや憂鬱感のような精神的症状や、月経前や月経中の頭痛や腹痛のような身体的症状があり、日常の生活に支障をきたす大きな要因となる(Deuster et al., 1999; MSG 研究会, 1990)。月経随伴症状には、月経前に出現する症状である月経前症候群(premenstrual symptom, PMS)、月経時に出現する症状である月経困難症(dysmenorrhea)が含まれる(松本, 2006)。世界保健機構(World Health Organization, WHO)によると、2010年において、すべての女性の5.8%にあたる1億9900万人が月経前症候群であることが報告されている(Vos et al., 2012)。また、先行研究においても、女性の約10%が月経前症候群にかかっていること、あるいは女性の70~90%が月経周期に関連した症状を経験していることが報告されている(Hourani et al., 2004; Angst et al., 2001; Derman et al., 2004; Vichnin et al., 2006; Duenas et al., 2011; Wong et al., 2010; Bakhshani et al., 2009)。これは、日本においても同様である(Fujiwara and Nakata, 2007; Yamamoto et al., 2009; 松本, 他, 2003)。月経随伴症状は、特に黄体期において症状が重いことが報告されている(Duenas et al., 2011; Lete et al., 2011; Kleinstauber et al., 2012)。以上のような生理学的特徴に加えて、月経周期に関連した症状は、健康関連の生活の質(quality of life, QOL)に影響を及ぼすとされている(Iacovides et al., 2014)。また、QOLのすべての領域において、月経前症候群の学生の平均得点が有意に低いことが報告されている(Sahin et al., 2014; Pinar et al., 2011)。これらの報告から、月経周期に伴う症状の緩和は、QOLの改善につながることを期待される。

月経随伴症状に対するストレスの関連については、日常的なストレスがPMSを増悪させるという結果(Lark, 1983)や、ストレスを感じている女性は、感じていない女性と比べてPMSの確率が3.7倍も高いという結果(Deuster et al., 1999)が報告されている。これらの結果は、ストレスは月経随伴症状の出現に関連を持ち、ストレスを制御することは、月経随伴症状の軽減に影響がある可能性を示している。また、ス

トレス軽減は女性が日常生活を送る上で重要であり、日常の生活行動で改善できればそれが望ましい。

以上、女性にとって特徴的あるいは特異的な、ボディイメージへの関心や月経周期の存在は、それが社会学的・行動学的な事象あるいは生理学的な事象という違いはあるものの、女性にとってストレスをもたらす可能性がある。また、それらが相互に作用することも含めて検討し、女性にもたらされるストレスの軽減を図ることは、女性の健康を考える上で重要である。

食行動は生活行動の一つであり、食事制限 (dietary restriction) は食行動の一つの形態である。食事制限は、特に制限を設けない自由摂取から食事摂取量を軽減することであり、これまで主に動物実験で寿命延長効果や (McCay et al., 1935)、発がん抑制等の疾病の発症予防効果 (Weindruch and Walford, 1982) が検証されてきた。月経に対する効果については、塩分やカフェインなどの、単体の栄養素や有機化合物を制限することにより、月経周期に関連する症状を緩和することが報告されている (Kessel, 2000; Moline and Zendell, 2000)。また、脂質摂取を軽減すると女性において副交感神経系優位の活動が増加し、食事摂取により交感神経系優位の活動が活性化されることが報告されている (Pellizzer et al., 1999)。絶食 (fasting) は食事制限のひとつの形態であり、絶食によるストレスの軽減は、男性において、12時間の絶食により副交感神経系の活動が増加し、食事摂取により交感神経系活動が活性化されることが報告されている (Kawahara et al., 2011) が、女性を対象にして月経周期を考慮した場合の短時間絶食によるストレスの軽減については、報告がなされていない。

さらに、ストレスは、心血管動態の変化に影響を及ぼし、自律神経系の活動の変化と関連があることが知られている (Rozanski et al., 1988)。自律神経系機能を最も敏感に非侵襲的に測定する方法として、心拍変動のスペクトル解析があげられる

(Lauer, 2009)。心臓の1拍動ごとの間隔は一定ではなく、平均値の周辺でわずかにゆらいでおり (Cohen and Benjamin, 2006)、このゆらぎが心拍変動性 (Heart rate variability: HRV) である (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。心拍変動は、交感神経系と副交感神経系の双方が反映されている低周波数成分 (LF: 0.04-0.15 Hz) と、副交感神経系の活動を反映している高周波数成分 (HF: 0.15-0.40 Hz) に分けられる (Lauer, 2009)。この心拍変動性のデータについて周波数解析を行うことで、心

拍数だけの評価と比べて、交感神経系活動と副交感神経系活動を分離して定量的に評価することができる。

HRV の周波数解析においては、これまで、ノンパラメトリック解析である高速フーリエ変換 (the fast Fourier transform, FFT) (Akselrod et al., 1981) とパラメトリック解析である自己回帰モデル (the autoregressive model, AR) (Malliani et al., 1991; Pagani et al., 1986) の 2 つのスペクトル解析法が用いられてきた。FFT は、無限長のデータに関する解析を前提とするため、実際のパワースペクトルを得るためには解析対象となる有限長のデータにおける信号の最初の値と最後の値を等しくすることで不連続点の影響を小さくするための関数である窓関数 (江原, 1991) による有限時間の処理が必要である。従って、短時間データに対するパワースペクトル推定の精度が低下する。一方、AR は有限長のデータ解析を前提としているため、短時間の R-R データであっても FFT と比較して推定精度が高い点が利点である (Malliani et al., 1994)。近年の報告では、FFT と AR による結果は必ずしも一致していない (Karemaker 2009; Badilini et al., 1998; Pichon et al., 2006)。また、これまで、食事摂取後の HRV のデータ処理は、FFT と AR で同じような結果をもたらすのかどうかについてはほとんど報告されておらず、また女性を被験者とした報告もない。

以上、ストレス社会と言われる現代社会において、特に女性はストレスを受けやすいこと、また、女性に特徴的・特異的なこととして、ボディイメージに関すること、および月経周期があり、ボディイメージは、体型誤認ややせ願望が食に対する行動や疾病まで至る可能性があることを述べた。加えて、月経周期に伴う症状は女性の健康に影響し、その軽減をはかることは女性の健康にとって重要であること、および食事制限は月経周期におけるストレスを軽減する可能性を述べた。さらに、ストレスは自律神経系活動と関連し、自律神経系活動を測定する手段として心拍変動のスペクトル解析が有用であること、しかしながら、その解析手段としての FFT と AR の比較については、食事摂取後の HRV のデータ処理において同じような結果をもたらすのかどうかについては、これまでほとんど報告されておらず、また女性を被験者とした報告もないこれまでほとんどなされていないことを述べた。

これまでの研究では、ボディイメージややせ願望、食行動について各々独立して研究され、これらの関連性を包括的にかつ男女で比較しながら女性の特徴をとらえた研究はない。しかしながら、これまでの報告から、男性と女性、あるいは標準体重とや

せとの間で理想とする体型の方向性に差があるのではないかと仮説をたてた。また、このことを検証することにより、女性が男性よりストレスを感じる (Leal et al., 1995) ことの例証にもなると考えた。

次に、食事制限によるストレスの軽減については、動物実験や男性においてのみ散見されるだけであり、女性においてはほぼ検証されていない。しかしながら、これまで、単一の微量栄養素またはナトリウムやカフェインのような有機化合物を制限することにより、月経関連症状が緩和されるという先行研究や (Kessel, 2000; Moline and Zendell, 2000)、女性において、脂肪摂取量を減らすことで副交感神経系活動が亢進すると報告していること (Pellizzer et al., 1999)、さらに、短期絶食 (12 時間) は副交感神経系活動を亢進させ、食事摂取は交感神経系活動を亢進させることが男性においては実証されていること (Kawahara et al., 2011) から、女性においても短期絶食により副交感神経系活動を増加させ、ストレスの軽減をもたらす可能性があり、このことを本論文の仮説とした。

さらに、自律神経系活動のための心拍変動の解析に関しては、解析対象のセグメントの時間長が短い場合には FFT の推定精度が理論上低くなる。このことから、解析対象のセグメントが長い場合には FFT の推定精度はそれほど問題にはならず AR との結果との一致性も問題が生じないが、解析対象のセグメントの時間長が短い場合には FFT の推定精度が低くなることによって AR の解析結果との間の一致性に問題が生ずることが考えられる。従って、食事条件が短時間のセグメントを必要とするのであれば、FFT と AR による解析結果は、解析セグメントが短くなるほど、一致性に問題があることが考えられ、この点を本論文の仮説とした。

本研究においては、上記に述べた 3 つの仮説の検証、すなわち、男女それぞれにおいて標準体重とやせとの間で食行動と自己体型認識との関連について検討すること、食事摂取による HRV を FFT と AR を用いて解析し、FFT と AR の双方の方法によって得られた LF, HF, LF/HF 比について比較検討すること、および卵胞期、黄体期それぞれにおいて、短期の食事制限が心血管応答および生体ストレス反応に及ぼす影響について検討することにより、現代社会において女性が抱えるストレスとそれに対して食事制限が及ぼす効果を検証することを目的とした。

なお、本論文の構成は、全五章により構成される。第一章は本研究の背景および目的である。第二章は、男女それぞれにおいて標準体重とやせとの間で食行動と自己体

型認識との関連について検討することとし、Eating and Weight Disorder に受理された論文 (Ohara et al., (2014) Eating behavior and perception of body shape in Japanese university students. Eat Weight Disord 19:461-468) に基づいて記載した。第三章の内容は、食事摂取による HRV を FFT と AR を用いて解析し、FFT と AR の双方の方法によって得られた LF, HF, LF/HF 比について比較検討であり、Health に受理された論文 (Ohara et al., Comparison between fast Fourier transform and autoregressive model on analysis of autonomic nervous function after food intake in women. Health (in press)) に基づいて記載した。第四章の内容は、短期の食事制限が心血管応答および生体ストレス反応に及ぼす影響について検討することであり、BMC Women's Health に受理された論文 (Ohara et al., (2015) Cardiovascular response to short-term fasting in menstrual phases in young women: an observational study. BMC Women's Health 15:67) に基づいて記載した。第五章は本研究の総括とした。

1.2 参考文献

- Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger AC, Cohen RJ (1981) Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science* 213(4504):220-222
- Angst J, Sellaro R, Merikangas KR, Endicott J (2001) The epidemiology of perimenstrual psychological symptoms. *Acta Psychiatr Scand* 104:110-116
- Bakhshani NM, Mousavi MN, Khodabandeh G (2009) Prevalence and severity of premenstrual symptoms among Iranian female university students. *J Pak Med Assoc* 59:205-208
- Badilini F, Maison-Blanche P, Coumel P (1998) Heart rate variability in passive tilt test: comparative evaluation of autoregressive and FFT spectral analyses. *Pacing Clin Electrophysiol* 21:1122-1132
- Burton P1, Smit HJ, Lightowler HJ (2007) The influence of restrained and external eating patterns on overeating. *Appetite* 49:191-197
- Cohen H, Benjamin J (2006) Power spectrum analysis and cardiovascular morbidity in anxiety disorders. *Autonomic Neuroscience* 128:1-8
- Derman O, Kanbur NO, Tokur TE, Kutluk T (2004) Premenstrual syndrome and associated symptoms in adolescent girls. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 116:201-206
- Deuster PA, Adera T, South-Paul J (1999) Biological, Social, and Behavioral Factors Associated With Premenstrual Syndrome. *Arch Fam Med* 1999;8:122-128
- Dueñas JL, Lete I, Bermejo R, Arbat A, Pérez-Campos E, Martínez-Salmeán J, Serrano I, Doval JL, Coll C (2011) Prevalence of premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder in a representative cohort of Spanish women of fertile age. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 156:72-77
- 江原 義郎 (1991) デジタル信号処理と離散フーリエ変換 (DFT) . ユーザーズデジタル信号処理. 東京: 東京電機大学出版局, 60-78
- Fujiwara T, Nakata R (2007) Young Japanese college students with dysmenorrhea have high frequency of irregular menstruation and premenstrual symptoms. *Open Med Inform J* 1:8-11

- Green MW, Elliman NA, Rogers PJ, Welch DA (1997) Impaired color naming of food and body shape words: weight phobia or distinct affective state? *Int J Eat Disord* 21:77-82
- Hou F, Xu S, Zhao Y, Lu Q, Zhang S, Zu P, Sun Y, Su P, Tao F (2013) Effects of emotional symptoms and life stress on eating behaviors among adolescents. *Appetite* 68:63-68
- Hourani LL, Yuan H, Bray RM (2004) Psychosocial and lifestyle correlates of premenstrual symptoms among military women. *J Womens Health* 13:812-821
- Iacovides S, Avidon I, Bentley A, Baker FC (2014) Reduced quality of life when experiencing menstrual pain in women with primary dysmenorrhea. *Acta Obstet Gynecol Scand* 93:213-217
- 生水真紀夫 (2011) 月経. 標準産科婦人科学第4版. 東京: 医学書院, 39-65
- 亀山 (松岡) 良子, 白木まさ子 (2001) 女子短大生のダイエット実施時期及びその方法に関する研究. *学校保健研究* 43:267-274
- Kaplan SL, Busner J, Pollack S (1988) Perceived weight, actual weight, and depressive symptoms in a general adolescent sample. *Int J Eat Disord* 7:107-113
- Karemaker JM (2009) Counterpoint: respiratory sinus arrhythmia is due to the baroreflex mechanism. *J Appl Physiol* 106:1742-1743
- Kessel B (2000) Premenstrual syndrome. *Advances in diagnosis and treatment. Obstet Gynecol Clin North Am* 27:625-639
- Kleinstaub M, Witthoft M, Hiller W (2012) Cognitive-behavioral and pharmacological interventions for premenstrual syndrome or premenstrual dysphoric disorder: a meta-analysis. *J Clin Psychol Med Settings* 19:308-319
- Kuwahara K, Okita Y, Kouda K, Nakamura H (2011) Effects of modern eating patterns on the cardiac autonomic nervous system in young Japanese males. *J Physiol Anthropol* 30:223-231
- Lark SM (1984) *PMS: Premenstrual Syndrome Self-Help Book*. Berkeley: Celestial Arts
- Lauer MS (2009) Autonomic function and prognosis. *Cleve Clin J Med* 76:S18-S22
- Leal L, Weise SM, Dodd DK (1995) The relationship between gender, symptoms of bulimia, and tolerance for stress. *Addict Behav* 20:105-109
- Lete I, Dueñas JL, Serrano I, Doval JL, Martínez-Salmeán J, Coll C, Pérez-Campos E,

- Arbat A (2011) Attitudes of Spanish women toward premenstrual symptoms, premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder: results of a nationwide survey. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 159:115-118
- 松本清一, 北村邦夫 (2003) 思春期婦人科外来. 東京: 文光堂
- 松本清一 (2006) 月経らくらく講座—もっと上手に付き合い、素敵に生きるために—. 東京: 文光堂
- Mase T, Miyawaki C, Kouda K, Fujita Y, Ohara K, Nakamura H (2013) Relationship of a desire of thinness and eating behavior among Japanese underweight female students. *Eat Weight Disord* 18:125-132
- McCay CM, Crowell MP, Maynard LA (1937) The effect of retarded growth upon the length of life span and upon the ultimate body size. *J Nutr* 79:S63-S79
- Malliani A, Lombardi F, Pagani M (1994) Power spectrum analysis of heart rate variability: a tool to explore neural regulatory mechanisms. *Br Heart J* 71:1-2
- Moline ML, Zendell SM (2000) Evaluating and managing premenstrual syndrome. *Medscape Womens Health* 5:1
- MSG 研究会 (1990) 月経に関する意識と行動の調査. 自治医科大学看護短期大学, 29-41
- Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, Rimoldi O, Furlan R, Pizzinelli P, Sandrone G, Malfatto G, Dell'Orto S, Piccaluga E (1986) Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. *Circ Res* 59:178-193
- Park E (2011) Overestimation and underestimation: adolescents' weight perception in comparison to BMI-based weight status and how it varies across socio-demographic factors. *J Sch Health* 81:57-64
- 内閣府(2008) 平成 20 年度版国民生活白書. 東京: 内閣府国民生活局
- 大野喜暉 (2001) ストレス学説. 精神医学事典. 東京: 弘文堂
- Pellizzer AM, Straznicky NE, Lim S, Kamen PW, Krum H (1999) Reduced dietary fat intake increases parasympathetic activity in healthy premenopausal women. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 26:656-660
- Pichon A, Roulaud M, Antoine-Jonville S, de Bisschop C, Denjean A (2006) Spectral analysis of heart rate variability: interchangeability between autoregressive

- analysis and fast Fourier transform. *J Electrocardiol* 39:31-37
- Pinar G, Colak M, Oksuz E (2011) Premenstrual Syndrome in Turkish college students and its effects on life quality. *Sex Reprod Health* 2:21-27
- Rozanski A, Bairey CN, Krantz DS, Friedman J, Resser KJ, Morell M, Hilton-Chalfen S, Hestrin L, Bietendorf J, Berman DS (1988) Mental stress and the induction of silent myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 318:1005-1012
- Sahin S, Ozdemir K, Unsal A (2014) Evaluation of premenstrual syndrome and quality of life in university students. *J Pak Med Assoc* 64:915-922
- Selye H (1946) The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *J Clin Endocrinol Metab* 6:117-230
- Selye H (1950) Stress and the general adaptation syndrome. *Br Med J* (4667):1383-1392
- 白石龍生 (1999) 女子大生の「やせ願望」と減量に関する知識との関連. *思春期学* 17 : 460-465
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996) Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* 93:1043-1055
- ter Bogt TF, van Dorsselaer SA, Monshouwer K, Verdurmen JE, Engels RC, Vollebergh WA (2006) Body mass index and body weight perception as risk factors for internalizing and externalizing problem behavior among adolescents. *J Adolesc Health* 39:27-34
- Tylka T, Sabik N (2010) Integrating Social Comparison Theory and Self-Esteem within Objectification Theory to Predict Women's Disordered Eating. *Sex Roles* 63:18-31
- Vichnin M, Freeman EW, Lin H, Hillman J, Bui S (2006) Premenstrual syndrome (PMS) in adolescents: severity and impairment. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 19:397-402
- Vos T, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M et al. (2012) Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 380:2163-2196

- Wardle J, Haase AM, Steptoe A (2006) Body image and weight control in young adults: international comparisons in university students from 22 countries. *Int J Obes (Lond)* 30:644-651
- Weindruch R, Walford RL (1982) Dietary restriction in mice beginning at 1 year of age: effect on life-span and spontaneous cancer incidence. *Science* 215:1415-1418
- Wong LP, Khoo EM (2010) Dysmenorrhea in a multiethnic population of adolescent Asian girls. *Int J Gynaecol Obstet* 108:139-142
- 山本初子 (2006) 環境と栄養. 応用栄養学改訂第6版. 東京: 南山堂, 239-262
- Yamamoto K, Okazaki A, Sakamoto Y, Funatsu M (2009) The relationship between premenstrual symptoms, menstrual pain, irregular menstrual cycles, and psychosocial stress among Japanese college students. *J Physiol Anthropol* 28:129-136

第二章

ボディイメージと食行動との関連

2.1 背景と目的

世界中の多くの女性がやせの状態であることや、やせ願望を持っていることが知られている。大規模調査においては、欧米の若年女性の平均 BMI は 25 以上（過体重）であるが（WHO Global Infobase Team, 2005）、理想とする体型は自分自身の現在の体型よりも小さいものであった（Kabir et al., 2013）。一方、日本の若年女性の平均 BMI は約 20 であるが（厚生労働省, 2010）、しかしながら、日本の若年女性の多くは理想的な体形としてやせた体型になろうとしている（間瀬, 他, 2012）。

食行動とボディイメージややせ願望との関連について、先行研究において種々検討されている。例えば、Eating Attitude Test-26 (EAT-26) の高得点とやせ体型あるいはやせ願望の間には正の相関がみられるという報告がある（Nishizawa et al., 2003; Ramberan et al., 2006）。しかしながら、EAT-26 は Garner によって作成された摂食障害のスクリーニングのための質問紙であり（Garner et al., 1982）、臨床的カットオフポイントは 20 点とされる。

一方、EAT-26 以外の指標として、Dutch Eating Behaviour Questionnaire (DEBQ) がある。これは食行動を評価するために van Strien によって作成された質問紙であり、抑制的摂食 (restrained eating)、外発的摂食 (external eating)、情動的摂食 (emotional eating) の 3 つの下位尺度から構成されている (van Strien et al., 1986)。しかしながら、DEBQ とボディイメージの関連について検討した研究はほとんどみられない。これまで、DEBQ の抑制的摂食は、実際に測定した BMI と自己申告の BMI との差との間に正の相関がみられ (Cullum et al., 2004)、自己認識している体重とも正の相関がみられ (Dewberry and Ussher, 1994)、理想の体型とは負の相関がみられた (Banasiak et al., 2001) ことが報告されている。これらの報告は、抑制的摂食のみについて言及したものであるが、DEBQ の 3 つの下位尺度を含めて DEBQ とボディイメージの関連について検討したものはほとんどみられていない。加えて、最近の研究では、男性の多くは自らの体型に気をとられていることが報告されているが

(Bratland-Sanda and Sundgot-Borgen, 2012; Hadjigeorgiou et al., 2012; Kelley et al., 2010)、男性の自己体型認識に関する研究や男女の自己体型認識の比較に関する研究はほとんどない。また、男性においては、筋肉質な体への願望があることが報告されている (McCreary and Sasse, 2000; Bergeron and Tykka, 2007; Hale et al., 2010; Morrison et al., 2004)。一方、これらの先行研究の結果から男性と女性、あ

るいは標準体重とやせとの間で理想とする体型の方向性に差があるのではないかと仮説を立てた。また、男性と女性、あるいは標準体重とやせとの間で DEBQ の得点と理想とする体型の関係性にも差があるのではないかと仮説を立てた。

そこで本研究では、男女それぞれにおいて標準体重とやせとの間で食行動の指標としての DEBQ と自己体型認識との関連について検討することとした。

2.2 方法

対象者

大学生 618 名を対象に、無記名自記式の質問紙を使用して調査を行った。調査時期は 2011 年から 2012 年である。有効回答の得られた 548 名（男性 252 名、女性 296 名、 19.2 ± 0.9 歳）を対象に解析を行った。対象者を WHO の基準に基づき、BMI によって低体重（ $BMI < 18.5$ ）、標準体重（ $18.5 \leq BMI < 25$ ）、過体重（ $25 \leq BMI$ ）に分類した。低体重が 94 名（男性 33 名、女性 61 名）、標準体重 436 名（男性 210 名、女性 226 名）、過体重 18 名（男性 9 名、女性 9 名）であった。過体重の者は、人数が少なかったため、統計解析から除外した。

なお、本研究は神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究倫理審査委員会の承認を得て行われた。

質問紙および測定

質問紙は身体状況、自己体型認識、食行動から構成された。身体状況の質問項目は、年齢、身長、体重、理想身長、理想体重であった。身長、体重に関しては、先行研究に準じて自己申告による値を記入させた（Murakami et al., 2007; Murakami et al., 2009; Okubo et al., 2007）。BMI (kg/m^2) は体重 (kg) を身長 (m) の 2 乗で割って算出した。理想 BMI も理想身長と理想体重を用いて BMI と同様の方法で算出した。身長、体重、BMI における各々の理想の数値と現在の数値の差は理想の数値から現在の数値を引いて算出した。

自己体型認識については、先行研究において信頼性および妥当性が確認されている、性別に BMI を基準にした 4 つのシルエットを用いた 27 段階の尺度を使用した

(Peterson et al., 2003)。対象者は、27 段階のうち実際あるいは理想の体型に最もあてはまるものを 1 つ選んで回答した。体型の差は理想の数値から現在の数値を引いて算出した。

食行動は、先行研究において信頼性・妥当性が確認された日本語版 DEBQ を用いて評価した（今田, 1994）。DEBQ は 33 項目で、抑制的摂食（10 項目）、情動的摂食（13 項目）、外発的摂食（10 項目）の 3 つの下位尺度によって構成されている。抑制的摂食は逆説的な食事制限（体重コントロールのために食事摂取量を減らす、後に食事が量が増え、むちゃ食いにつながる）のことである。情動的摂食はネガティブな感情によ

り引き起こされる食行動である。外発的摂食は食べ物を見たり、匂いをかいだりしたときに引き起こされる食行動である (van Strien and Oosterveld, 2008)。回答は「1. まったくない」から「5. いつもある」の5件法で求め、下位尺度ごとに平均点を算出した。

統計学的解析

Student の t 検定を用いて、性別に標準体重群とやせ群の間で身体状況と DEBQ の得点の比較を行った。BMI と DEBQ の得点の相関については、Pearson の積率相関係数を用いた。DEBQ の得点と各身体指標の実際の値と理想の値と性別に関する項目との差の間の関係に関する分析には重回帰分析を使用し、身長で調節した。各身体指標の実際の値と理想の値に関する主効果、性別に関する主効果、性別と各身体状況の実際の値と理想の値との交互作用を解析するために、繰り返しのある2元配置分散分析を用い、Post-hoc test には Bonferroni 法を用いた。統計解析には SPSS19.0 (IBM、東京) を使用し、有意水準は5%とした。

2.3 結果

18名の過体重者を除外した平均身長、体重、BMIは、男性で $171.6 \pm 5.7\text{cm}$ 、 $61.1 \pm 8.5\text{kg}$ 、 $20.7 \pm 2.4\text{kg/m}^2$ 、女性で $157.7 \pm 5.5\text{cm}$ 、 $50.3 \pm 6.5\text{kg}$ 、 $20.2 \pm 2.5\text{kg/m}^2$ であった。BMIによる体型分類では、17.7% ($n = 94$)が低体重、82.3% ($n = 436$)が標準であった。男性では13.1% ($n = 33$)が低体重、83.3% ($n = 210$)が標準であり、女性では20.6% ($n = 61$)が低体重、76.4% ($n = 226$)が標準であった。

表2.1に対象者の性別、体型分類別の身体状況を示す。男女ともに、体重、BMI、自己体型認識、理想体重、理想BMIは標準体重群よりも低体重群の方が有意に低い値であった ($p < 0.001$, 男性の理想体重のみ $p = 0.001$)。

女性において、理想体型は標準体重群より低体重群において有意に小さかった ($p = 0.004$)。女性の標準体重群では、体重の差、BMIの差、体型の差が負であり、低体重群より有意に低い値であった (すべて $p < 0.001$)。男性の低体重群では、体重の差、BMIの差、体型の差が正であり、標準体重群より有意に高い値であった (すべて $p < 0.001$)。すべての低体重者では、男性の方が身長、体重、理想身長、理想体重、理想BMI、理想体型、身長差、体重差、BMI差、体型差において女性よりも有意に大きな値であった ($p < 0.05$)。同様に、すべての標準体重者においても、身長、体重、理想身長、理想体重、理想BMI、理想体型、身長差、体重差、BMI差、体型差において女性よりも有意に大きな値であった ($p < 0.05$)。

DEBQの得点は、抑制的摂食、情動的摂食、外発的摂食すべてで男性より女性の方が有意に高かった (すべて $p < 0.001$)。また、表2.2に示す通り、抑制的摂食の得点は男女ともに標準体重群より低体重群の方が有意に低い値であった (男性, $p = 0.003$, 女性, $p < 0.001$)。すべての低体重者では、女性は男性に比べて抑制的摂食と外発的摂食の得点が有意に高かった ($p < 0.05$)。すべての標準体重者では、女性は男性に比べて抑制的摂食、情動的摂食、外発的摂食のいずれも得点が有意に高かった ($p < 0.05$)。Cronbachの α 係数は、抑制的摂食が0.91、情動的摂食が0.95、外発的摂食が0.79であった。

身長、体重、BMI、体型の現在および理想の値を図2.1から図2.4に示す。二元配置分散分析の結果、性別と身長差との間に交互作用がみられた ($F = 61.7$, $p < 0.001$)。身長では、性別と身長差のいずれにおいても主効果がみられ、post-hoc testにおいて、現在の身長および理想身長は女性に比べ男性の方が有意に高い値であった。男

女いずれの理想身長についても、現在の身長よりも有意に高い値であった。

体重では、二元配置分散分析の結果、性別と体重の差との間に交互作用がみられた ($F = 214.7, p < 0.001$)。体重では、性別と体重の差のいずれにおいても主効果がみられ、post-hoc test において、体重および理想体重は女性に比べ男性の方が有意に高い値であった。男性では理想体重は現在の体重よりも有意に高い値であったが、女性では理想体重は現在の体重よりも有意に低い値であった。

BMI では、性別と BMI の差との間に交互作用がみられた ($F = 158.5, p < 0.001$)。また、性別と BMI の差のいずれにおいても主効果がみられた。Post-hoc test において、現在の BMI および理想 BMI は女性に比べ男性の方が有意に高い値であった。男性では理想 BMI は現在の BMI よりも有意に高い値であったが、女性では理想 BMI は現在の BMI よりも有意に低い値であった。

体型では、性別と体型の差との間に交互作用がみられた ($F = 163.2, p < 0.001$)。また、性別と体型の差のいずれにおいても主効果がみられ、post-hoc test において、理想体型は女性に比べ男性の方が有意に大きかった。また、女性においては、理想体型は現在の体型よりも有意に小さかった。

男性において、BMI は抑制的摂食、および外発的摂食との間に有意な正の相関がみられた (抑制的摂食 : $r = 0.213, p = 0.001$ 、外発的摂食 : $r = 0.183, p = 0.004$)。女性においては、BMI は抑制的摂食、および情動的摂食との間に有意な正の相関がみられた (抑制的摂食 : $r = 0.217, p < 0.001$ 、情動的摂食 : $r = 0.148, p = 0.012$)。

表 2.3 に DEBQ の得点と体重の差、BMI の差、体型の差との間で、身長で補正した重回帰分析の結果を示す。男性において、抑制的摂食は体重の差 ($\beta = -0.185, p = 0.005$)、BMI の差 ($\beta = -0.363, p < 0.001$)、体型の差 ($\beta = -0.455, p < 0.001$) との間で有意な負の関係がみられた。外発的摂食は BMI の差との間に有意な負の関係がみられた ($\beta = -0.124, p = 0.049$)。

女性においては、抑制的摂食は体重の差 ($\beta = -0.159, p = 0.007$)、BMI の差 ($\beta = -0.236, p < 0.001$)、体型の差 ($\beta = -0.276, p < 0.001$) との間で有意な負の関係がみられた。情動的摂食は BMI の差 ($\beta = -0.145, p = 0.023$)、体型の差 ($\beta = -0.157, p = 0.015$) との間で有意な負の関係がみられた。

表 2.1 Physical status of underweight and normal-weight subjects

	Male		Female	
	Underweight (n=33)	Normal weight (n=210)	Underweight (n=61)	Normal weight (n=226)
Height (cm)	171.8 ± 5.7 [†]	171.4 ± 5.6 [‡]	158.5 ± 5.6	157.7 ± 5.4
Weight (kg)	51.9 ± 4.5 ^{*†}	61.6 ± 6.3 [‡]	44.2 ± 3.7 [*]	51.3 ± 4.9
BMI (kg/m ²)	17.6 ± 0.9 [*]	20.9 ± 1.6	17.6 ± 0.9 [*]	20.6 ± 1.5
Perception of BSh	7.1 ± 2.4 [*]	12.4 ± 3.8	7.5 ± 2.8 [*]	12.3 ± 3.4
Ideal height(cm)	176.1 ± 5.2 [†]	176.0 ± 5.1 [‡]	160.1 ± 6.1	159.4 ± 4.5
Ideal weight (kg)	60.0 ± 6.1 ^{*†}	64.9 ± 7.4 [‡]	44.9 ± 6.5 [*]	47.3 ± 4.0
Ideal BMI (kg/m ²)	19.4 ± 1.5 ^{*†}	20.9 ± 1.8 [‡]	17.5 ± 1.3 [*]	18.6 ± 1.2
Ideal BSh	11.2 ± 3.7 [†]	12.1 ± 3.0 [‡]	6.5 ± 2.8 [*]	7.5 ± 2.2
Discrepancy of height (cm)	4.2 ± 4.4 [†]	4.6 ± 4.7 [‡]	1.6 ± 4.7	1.8 ± 3.5
Discrepancy of weight (kg)	8.1 ± 5.7 ^{*†}	3.3 ± 5.9 [‡]	0.7 ± 7.1 [*]	-3.9 ± 3.4
Discrepancy of BMI (kg/m ²)	1.8 ± 1.4 ^{*†}	-0.03 ± 3.8 [‡]	-0.1 ± 1.7 [*]	-2.0 ± 1.3
Discrepancy of BSh	4.1 ± 3.5 ^{*†}	-0.3 ± 3.8 [‡]	-1.0 ± 3.9 [*]	-4.8 ± 3.1

Values are means ± standard deviations.

BMI: body mass index.

BSh: body shape.

Discrepancy: ideal value minus current value.

* Significantly different from normal weight in each gender (Student's t test with Bonferroni correction).

[†] Significantly different from female underweight (Student's t test with Bonferroni correction).

[‡] Significantly different from female normal weight (Student's t test with Bonferroni correction).

表 2.2 DEBQ scores of underweight and normal-weight subjects

	Male		Female	
	Underweight (n=33)	Normal weight (n=210)	Underweight (n=61)	Normal weight (n=226)
Restrained	1.8 ± 0.6 ^{*†}	2.2 ± 0.8 [‡]	2.6 ± 0.9 [*]	3.0 ± 0.8
Emotional	1.9 ± 0.9	1.8 ± 0.6 [‡]	2.2 ± 0.9	2.3 ± 1.0
External	3.0 ± 0.7 [†]	3.1 ± 0.7 [‡]	3.4 ± 0.7	3.4 ± 0.7

Values are means ± standard deviations.

^{*} Significantly different from normal weight in each gender (Student's t test with Bonferroni correction).

[†] Significantly different from female underweight (Student's t test with Bonferroni correction).

[‡] Significantly different from female normal weight (Student's t test with Bonferroni correction).

表 2.3 DEBQ scores and discrepancy of physical index

	Discrepancy of weight		Discrepancy of BMI		Discrepancy of body shape	
	β	p-value	β	p-value	β	p-value
Male						
Restrained	-0.185	0.005*	-0.363	<0.001*	-0.455	<0.001*
Emotional	0.049	0.470	0.092	0.155	0.071	0.255
External	-0.079	0.233	-0.124	0.049*	-0.034	0.579
Female						
Restrained	-0.159	0.007*	-0.236	<0.001*	-0.276	<0.001*
Emotional	-0.107	0.114	-0.145	0.023*	-0.157	0.015*
External	-0.025	0.709	0.034	0.602	-0.062	0.337

β : standard coefficient in multiple linear regression analysis, adjusting for height.

BMI: body mass index.

* Significantly correlated with a discrepancy of physical index.

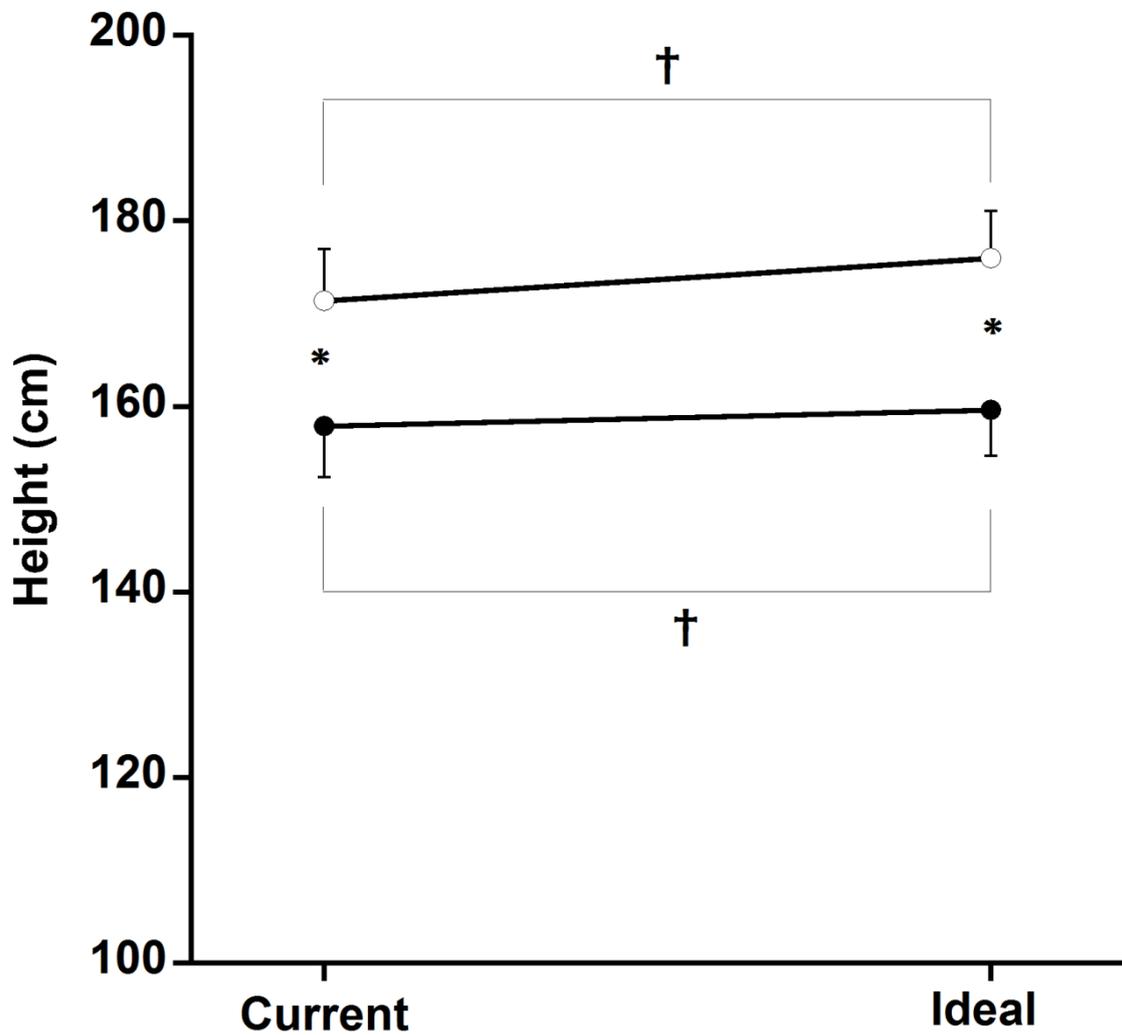


Figure 2.1 Comparison of current and ideal height

Male current and ideal height are shown by open circles (○), and the female current and ideal height are shown by closed circles (●). There was also a significant interaction effect between current-ideal and gender on height [$F = 61.7, p < 0.001$]. There were also significant main effects of current-ideal and gender on height.

* Significant difference ($p < 0.05$) between males and females.

† Significant difference ($p < 0.05$) between current height and ideal height.

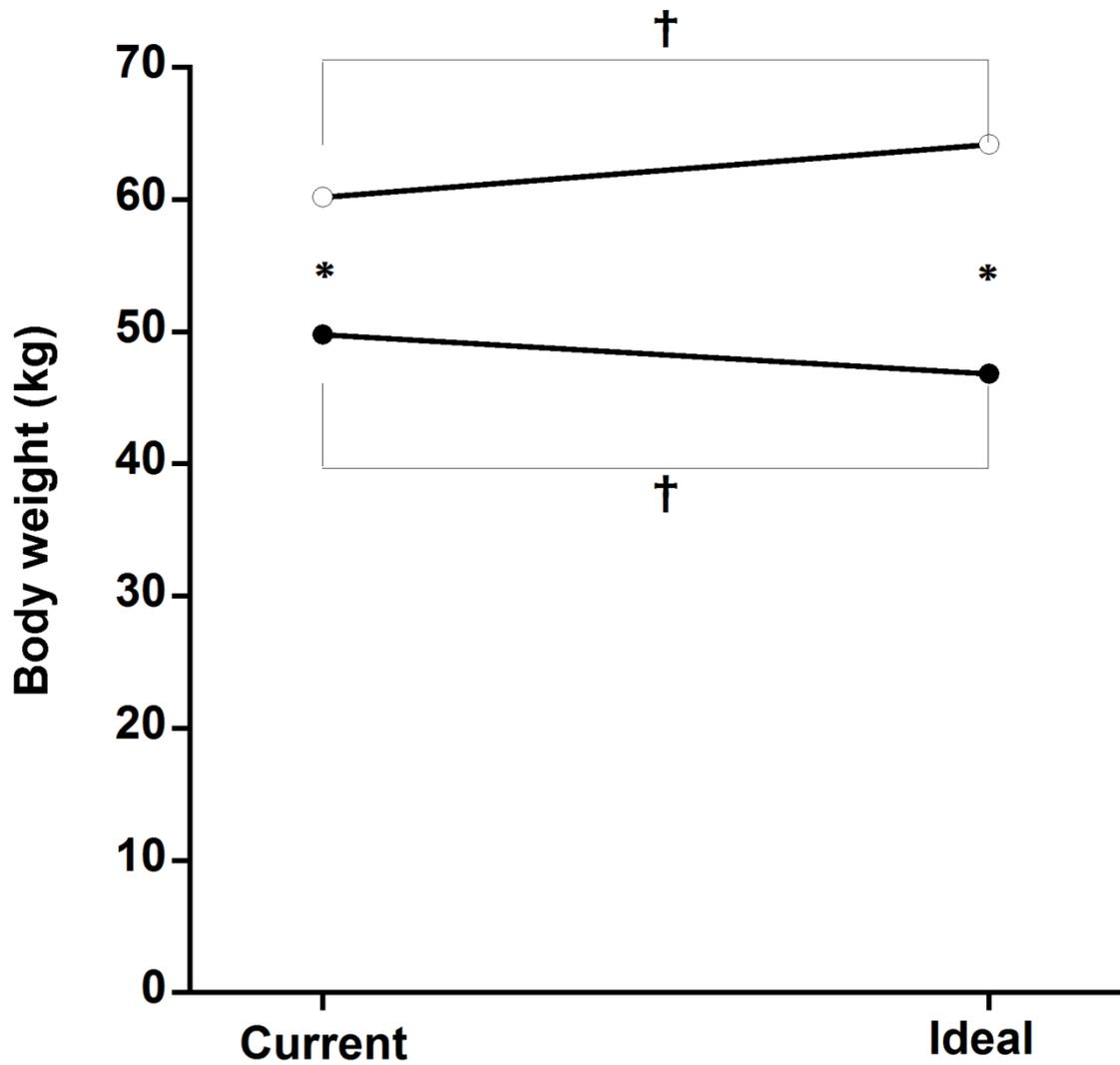


图 2.2 Comparison of current and ideal body weight

Male current and ideal body weight are shown by open circles (○), and the female current and ideal body weight are shown by closed circles (●). There was also a significant interaction effect between current-ideal and gender on body weight [$F = 214.7, p < 0.001$]. There were also significant main effects of current-ideal and gender on body weight.

* Significant difference ($p < 0.05$) between males and females.

† Significant difference ($p < 0.05$) between current body weight and ideal body weight.

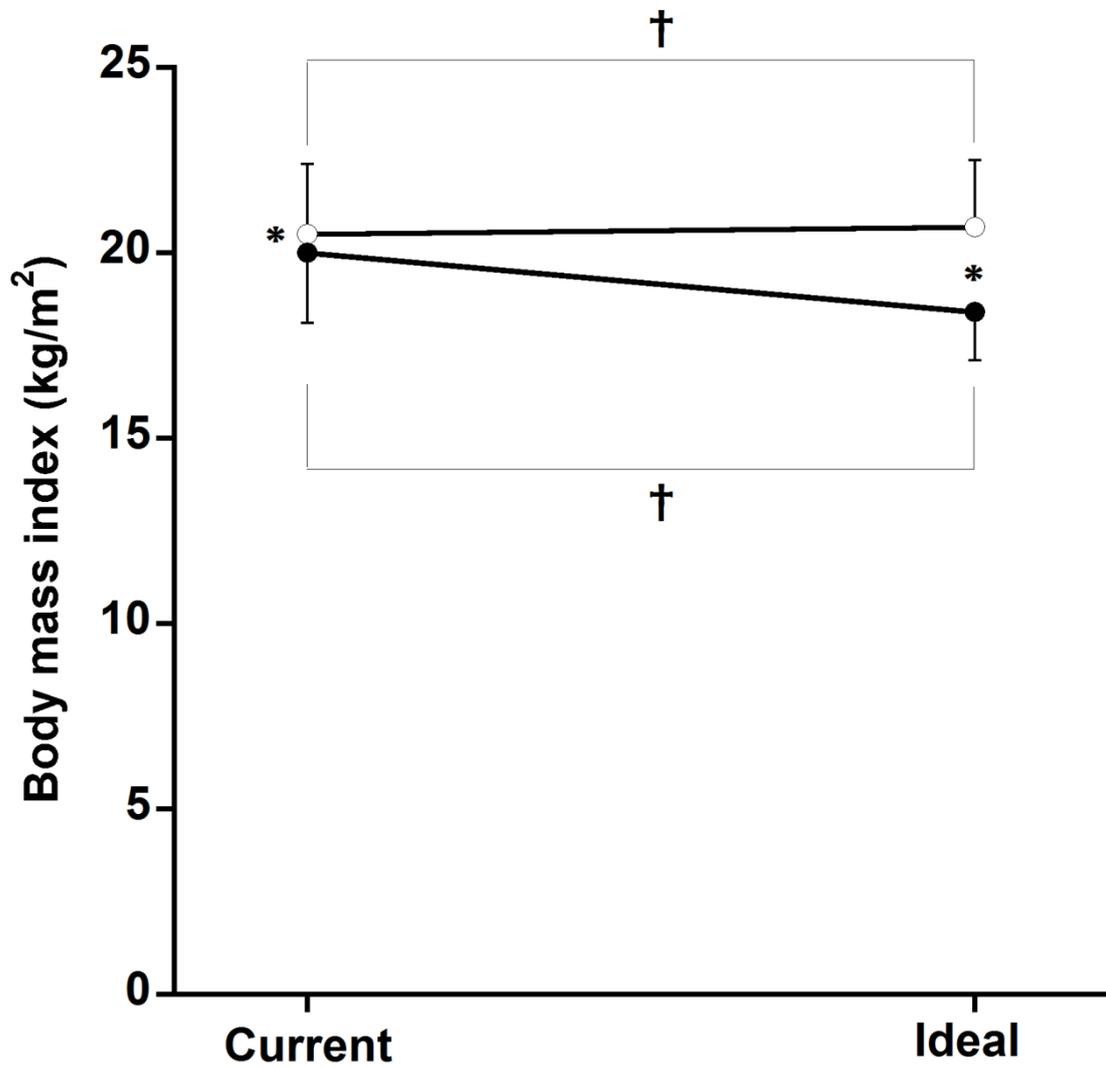


图 2.3 Comparison of current and ideal body mass index

Male current and ideal body mass index are shown by open circles (○), and the female current and ideal body mass index are shown by closed circles (●). There was also a significant interaction effect between current-ideal and gender on body mass index [$F = 158.5, p < 0.001$]. There were also significant main effects of current-ideal and gender on body mass index.

* Significant difference ($p < 0.05$) between males and females.

† Significant difference ($p < 0.05$) between current body mass index and ideal body mass index.

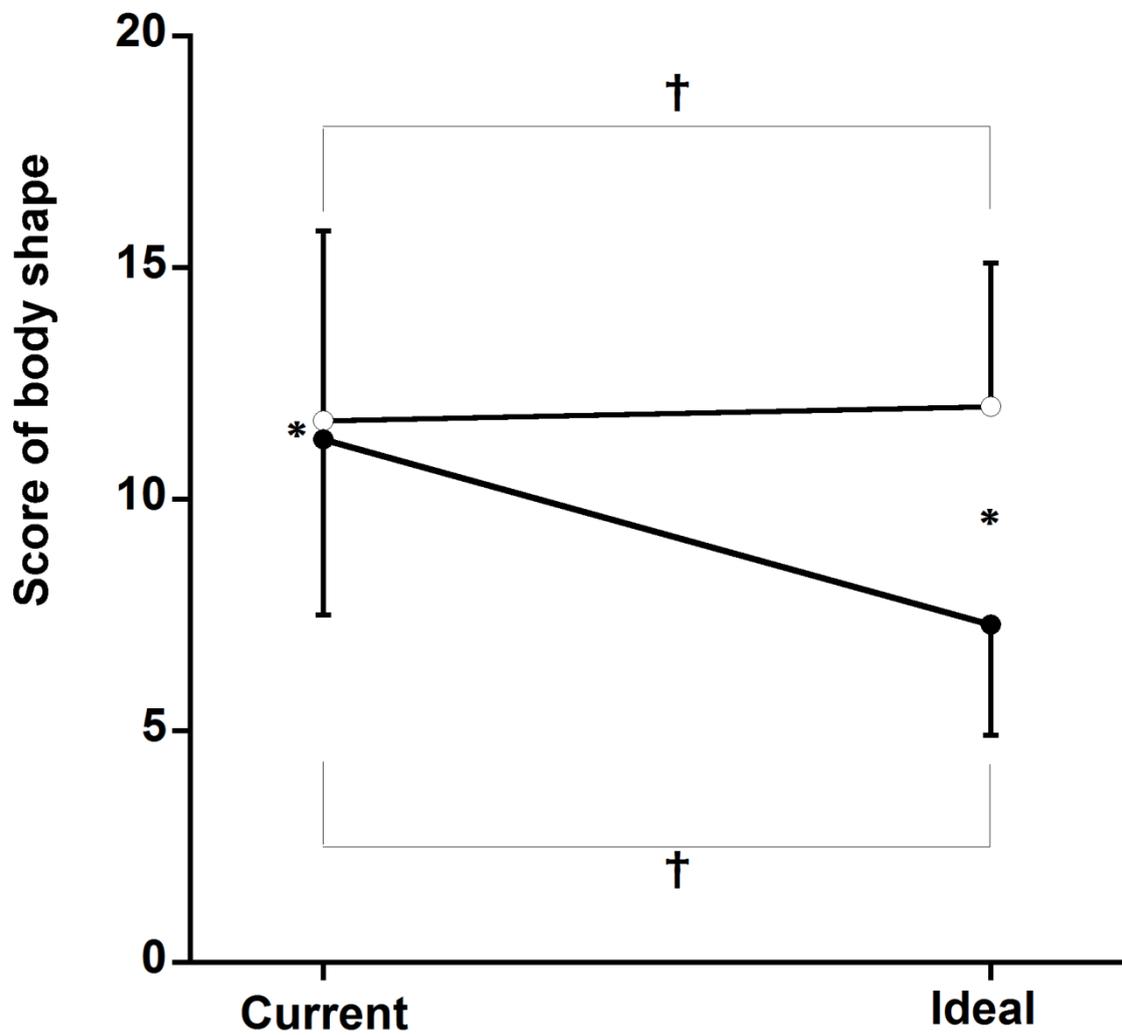


Figure 2.4 Comparison of current and ideal body shape

Male current and ideal body shape are shown by open circles (○), and the female current and ideal body shape are shown by closed circles (●). There was also a significant interaction effect between current-ideal and gender on body shape [$F = 163.2, p < 0.001$]. There were also significant main effects of current-ideal and gender on body shape.

* Significant difference ($p < 0.05$) between males and females.

† Significant difference ($p < 0.05$) between current body shape and ideal body shape.

2.4 考察

本研究は日本人大学生における食行動とボディイメージとの関係について明らかにすることを目的とした。主な結果は、男性では理想体重および理想 BMI は現在の体重および BMI よりも大きいが、女性では小さいことである。一方で、女性の理想体型は、現在の体型よりも小さかった。また、DEBQ の抑制的摂食、情動的摂食、外発的摂食の得点は、標準体重群においては男性より女性の方が高い値であり、低体重群においては、抑制的摂食、外発的摂食の得点は、男性より女性の方が高い値であった。加えて、身長を調節した重回帰分析の結果では、男女ともに抑制的摂食が高いほど、体重の差、BMI の差、体型の差が小さかった。情動的摂食は女性においてのみ、BMI の差、体型の差と負の関係がみられた。

理想体型における性差

対象者に理想身長、理想体重、理想体型について尋ねた。研究の論点として理想身長を含んでいる研究は少ないため、理想身長に関する項目は理想体型の性差を明確にするのに有用であった。すなわち、理想身長、理想体重、理想 BMI および理想体型は、男性においてはすべて現在の値より大きい一方、女性においては現在の身長より理想身長の方が高いにもかかわらず、理想体重および理想体型は現在の値より小さかった。

先行研究では、女性は細い体型になることを欲する傾向があると報告されており (Shih and Kubo, 2002; Shih and Kubo, 2005; Takasaki et al., 2003)、それは今回の結果とも一致していた。興味深い点としては、日本の若年女性は欧米の女性と比べて太っていないにもかかわらず、それでもやせ体型になりたがっていることである (厚生労働省, 2010; Takasaki et al., 2003)。太っていない日本の女性がやせ体型になりたがっている理由や理想体型において性差が存在する理由については未だ明らかになっていない。女性は身長や現在の体型にかかわらずやせた体型を好むのかもしれない。男性においては、McCreary と Sasse が筋肉をより増やしたいという願望を *drive for muscularity* として定義し (McCreary and Sasse, 2000)、他の研究でも同様の結果が報告されている (Bergeron and Tylka, 2007; Hale et al., 2010; Morrison et al., 2004)。このことは、本研究結果を説明する上でひとつの理由になる可能性がある。体型についての志向性や性別の違いについての結論を引き出すためには、さらなる検討が必要とされる。

食行動と身体指標およびボディイメージ

DEBQ を用いた先行研究のほとんどは、ボディイメージと DEBQ の抑制的摂食のみとの関係性について検討したものである。本研究においては、性差を検討するに際して、抑制的摂食だけでなく、情動的摂食、外発的摂食も含めた 3 つの尺度を用いた。抑制的摂食の得点は、男性より女性の方が高いことが報告されており (Hou et al., 2013; Burton et al., 2007; Wardle, 1987)、これは本研究結果とも一致した。

Nguyen-Rodriguez らによると、中学生の男女では情動的摂食の得点に性差はみられなかったが (Nguyen-Rodriguez et al., 2009)、本研究においては、男性より女性の方が情動的摂食の得点が有意に高かった。この相違は、情動的摂食が年齢と関係している可能性があることを示唆している。実際に、成人を対象とした先行研究においては、男性より女性の方が情動的摂食の得点が有意に高いことが報告されている (Burton et al., 2007; Wardle, 1987)。

さらに、標準体重では、抑制的摂食、情動的摂食、外発的摂食のすべてにおいて男性より女性の方が有意に高得点であり、低体重では、抑制的摂食、外発的摂食において男性より女性の方が有意に高得点であった。これらの結果を踏まえると、標準体重および低体重のどちらの女性も、男性に比べて食べることについてより敏感であることが考えられる。

女性における重回帰分析の結果から、抑制的摂食は、体重の差、BMI の差、体型の差と負の相関がみられた。また、女性において、情動的摂食と BMI の差、体型の差との間にも負の相関がみられた。このことから、女性においては、抑制的摂食と情動的摂食がやせ願望と関係していることが示唆され、これは、先行研究とも一致していた (Dewberry and Ussher, 1994; Costarelli and Patsai, 2012; van Strien, 1996)。本研究の男性の対象者では、抑制的摂食は、体重の差、BMI の差、体型の差と負の相関がみられ、本研究の女性の結果と類似していた。一方、男性において、情動的摂食には有意な関係性はみられなかった。外発的摂食は BMI の差と有意な関係がみられた。

本研究における性差の理由については明らかでない。情動的摂食は、ほとんどの場合、負の感情に応じて食べることと定義されている (Faith et al., 1997)。

Nguyen-Rodriguez らは、女性においてのみ、情動的摂食がストレスを感じることや不安などのネガティブな気分と正の関係があることを報告している (Nguyen-Rodriguez et al., 2009)。それゆえ、女性は男性よりも情動的摂食により敏感である可能性があ

る。この概念は、将来においてより正確に検討する必要がある。

研究の限界

本研究の限界を以下に示す。一つ目は、限られた場所から対象者を集めたため、サンプリングに偏りがあることである。二つ目は、本研究の対象者はすべて日本人学生であったことである。低体重や過体重のカットオフポイントに関しては、日本人に対しても WHO の基準が用いられている。しかしながら、一般的に、日本人は同年代の欧米の者と比べてかなりやせていたり、背が低かったりする。それゆえ、過体重の対象者数が解析を行うのに十分な人数ではなく、本研究の結果を一般化するのは難しいかもしれない。

2.4 結論

本研究では、理想体重と理想 BMI の値は、男性においては現在の体重や BMI の値より大きかったが、女性においては低かった。また、女性においては理想の体型が現在の体型よりもやせたものであったが、男性においては有意な差はみられなかった。加えて、男性より女性の方が DEBQ の抑制的摂食、情動的摂食、外発的摂食のいずれにおいても高得点であった。標準体重の対象者間では、男性より女性の方がこの 3 つの尺度すべてで高得点であり、低体重の対象者間では、男性より女性の方が抑制的摂食、外発的摂食が高得点であった。これらのことから、本研究の結果は、少なくとも日本の大学生においては、理想的な体型に関する性差は摂食行動に関連していることを示している。

2.5 参考文献

- Banasiak SJ, Wertheim EH, Koerner J, Voudouris NJ (2001) Test-retest reliability and internal consistency of a variety of measures of dietary restraint and body concerns in a sample of adolescent girls. *Int J Eat Disord* 29:85-89
- Bergeron D, Tylka TL (2007) Support for the uniqueness of body dissatisfaction from drive for muscularity among men. *Body Image* 4:288-295
- Bratland-Sanda S, Sundgot-Borgen J (2012) Symptoms of eating disorders, drive for muscularity and physical activity among Norwegian adolescents. *Eur Eat Disord Rev* 20:287-293
- Burton P, Smit HJ, Lightowler HJ (2007) The influence of restrained and external eating patterns on overeating. *Appetite* 49:191-197
- Costarelli V, Patsai A (2012) Academic examination stress increases disordered eating symptomatology in female university students. *Eat Weight Disord* 17:e164-e169
- Cullum A, McCarthy A, Gunnell D, Davey Smith G, Sterne JA, Ben-Shlomo Y (2004) Dietary restraint and the mis-reporting of anthropometric measures by middle-aged adults. *Int J Obes Relat Metab Disord* 28:426-433
- Dewberry C, Ussher JM (1994) Restraint and perception of body weight among British adults. *J Soc Psychol* 134:609-619
- Faith MS, Allison DB, Geliebter A (1997) Emotional eating and obesity: theoretical considerations and practical recommendations. In: Dalton S (ed) *Overweight and weight management: the health professional's guide to understanding and practice*. Aspen Publishers, Gaithersburg, pp 439-465
- Garner DM, Olmsted MP, Bohr Y, Garfinkel PE (1982) The eating attitudes test: psychometric features and clinical correlates. *Psychol Med* 12:871-878
- Hadjigeorgiou C, Tornaritis M, Savva S, Solea A, Kafatos A (2012) Secular trends in eating attitudes and behaviours in children and adolescents aged 10-18 years in Cyprus: a 6-year follow-up, school-based study. *Public Health* 126:690-694

- Hale BD, Roth AD, DeLong RE, Briggs MS (2010) Exercise dependence and the drive for muscularity in male bodybuilders, power lifters, and fitness lifters. *Body Image* 7:234-239
- Hou F, Xu S, Zhao Y, Lu Q, Zhang S, Zu P, Sun Y, Su P, Tao F (2013) Effects of emotional symptoms and life stress on eating behaviors among adolescents. *Appetite* 68:63-68
- 今田純雄(1994) 食行動に関する心理学的研究-3-日本語版 DEBQ 質問紙の標準化. 広島修大論集人文編 34:281-291
- Kabir Y, Zafar TA, Waslien C (2013) Relationship between perceived body image and recorded body mass index among Kuwaiti female university students. *Women Health* 53:693-705
- Kelley CC, Neufeld JM, Musher-Eizenman DR (2010) Drive for thinness and drive for muscularity: opposite ends of the continuum or separate constructs? *Body Image* 7:74-77
- 厚生労働省 (2010) 国民健康・栄養調査. 厚生労働省, 東京
- 間瀬知紀, 宮脇千恵美, 甲田勝康, 藤田裕規, 沖田善光, 小原久未子, 見正富美子, 中村晴信 (2012) 女子学生における正常体重肥満と食行動との関連性. *日本公衆衛生雑誌* 59:371-380
- McCreary DR, Sasse DK (2000) An exploration of the drive for muscularity in adolescent boys and girls. *J Am Coll Health* 48:297-304
- Morrison TG, Morrison MA, Hopkins C, Rowan ET (2004) Muscle mania: development of a new scale examining the drive for muscularity in Canadian males. *Psychol Men Masc* 5:30-39
- Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Takahashi Y, Hosoi Y, Itabashi M (2007) Monetary costs of dietary energy reported by young Japanese women: association with food and nutrient intake and body mass index. *Public Health Nutr* 10:1430-1439
- Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Takahashi Y, Freshmen in Dietetic Courses Study II Group (2009) Neighborhood socioeconomic status in relation to dietary intake and body mass index in female Japanese dietetic students. *Nutrition* 25:745-752

- Nguyen-Rodriguez ST, Unger JB, Spruijt-Metz D (2009) Psychological determinants of emotional eating in adolescence. *Eat Disord* 17:211-224
- Nishizawa Y, Kida K, Nishizawa K, Hashiba S, Saito K, Mita R (2003) Perception of self-physique and eating behavior of high school students in Japan. *Psychiatry Clin Neurosci* 57:189-196
- Ohara K, Kato Y, Mase T, Kouda K, Miyawaki C, Fujita Y, Okita Y, Nakamura H (2014) Eating behavior and perception of body shape in Japanese university students. *Eat Weight Disord* 19:461-468
- Okubo H, Sasaki S, Murakami K, Kim MK, Takahashi Y, Hosoi Y, Itabashi M, Freshmen in Dietetic Courses Study II Group (2007) Dietary patterns associated with functional constipation among Japanese women aged 18 to 20 years: a cross-sectional study. *J Nutr Sci Vitaminol* 53:232-238
- Peterson M, Ellenberg D, Crossan S (2003) Body-image perceptions: reliability of a BMI-based Silhouette matching test. *Am J Health Behav* 27:355-363
- Ramberan K, Austin M, Nichols S (2006) Ethnicity, body image perception and weight-related behaviour among adolescent females attending secondary school in Trinidad. *West Indian Med J* 55:388-393
- Shih MY, Kubo C (2002) Body shape preference and body satisfaction in Taiwanese college students. *Psychiatry Res* 111:215-228
- Shih MY, Kubo C (2005) Body shape preference and body satisfaction of Taiwanese and Japanese female college students. *Psychiatry Res* 133:263-271
- Takasaki Y, Fukuda T, Watanabe Y, Kurosawa T, Shigekawa K (2003) Ideal body shape in young Japanese women and assessment of excessive leanness based on allometry. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 22:105-110
- van Strien T, Frijters JER, Bergers GPA, Defares PB (1986) The Dutch Eating Behavior Questionnaire (DEBQ) for assessment of restrained, emotional, and external eating behavior. *Int J Eat Disord* 5:295-315
- van Strien T (1996) On the relationship between dieting and “obese” and bulimic eating patterns. *Int J Eat Disord* 19:83-92

- van Strien T, Oosterveld P (2008) The children' s DEBQ for assessment of restrained, emotional, and external eating in 7- to 12-year-old children. *Int J Eat Disord* 41:72-81
- Wardle J (1987) Eating style: a validation study of the Dutch Eating Behaviour Questionnaire in normal subjects and women with eating disorders. *J Psychosom Res* 31:161-169
- WHO Global Infobase Team (2005) The SuRF Report 2. Surveillance of chronic disease risk factors: country-level data and comparable estimates. World Health Organization, Geneva

第三章

自律神経活動の解析における、
高速フーリエ変換および自己回帰モデルの比較

3.1 背景と目的

ストレスは心血管系の変化に影響を及ぼすことが知られているが、心血管系の変化は自律神経系の活動の変化と関係している (Rozanski et al., 1988)。心拍変動 (heart rate variability, HRV) のスペクトル解析は心臓自律神経系調節に関する高感度かつ非侵襲的な測定法であり、HRV は自律神経系活動を評価する有用な手段として知られている (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。HRV には 2 つの主要な周波数成分がある。一つは低周波数成分 (low frequency, LF, 0.04-0.15 Hz) であり、交感神経系と副交感神経系の双方の活動が反映されている。もう一つは高周波数成分 (high frequency, HF, 0.15-0.40 Hz) であり、副交感神経系の活動を反映している (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。また、LF/HF 比は交感神経系・副交感神経系のバランスを示す (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。

HRV の周波数解析においては、これまで、高速フーリエ変換 (the fast Fourier transform, FFT) (Akselrod et al., 1981) と自己回帰モデル (the autoregressive model, AR) (Malliani et al., 1991; Pagani et al., 1986) の 2 つのスペクトル解析法が用いられてきた (Karemaker, 2009; Badilini et al., 1998; Pichon et al., 2006)。しかしながら、これまで、食事摂取後の HRV のデータ処理は、FFT と AR で同じような結果をもたらすのかどうかについては、ほとんど報告されておらず、また女性を被験者とした報告もない。本研究においては、食事摂取による HRV を FFT と AR を用いて解析し、FFT と AR の双方の方法によって得られた LF, HF, LF/HF 比について比較検討した。

3.2 方法

対象者

対象者は肥満ではない (body mass index (BMI) < 25) 7 名の女子大学生である。すべての対象者は研究目的を実施するための実験に存在する潜在的なリスクについて説明を受けた後、書面で研究への参加について同意を得た。また、本研究のプロトコールは神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究倫理審査委員会に承認された。

実験手順

実験は 2012 年から 2014 年にかけて実施された。すべての対象者は無作為化クロスオーバーデザインに従い、2 つのセッションに参加した。最初のセッションでは、対象者は無作為に (1) 卵胞期セッション、あるいは (2) 黄体期セッションに割り当てられた。最初のセッションが卵胞期で実施された場合は、2 番目のセッションは同じ月経周期の黄体期で実施された。最初のセッションが黄体期で実施された場合は、2 番目のセッションは次の月経周期の卵胞期に実施された。対象者が卵胞期であるのか黄体期であるのかは、月経および排卵に基づいて決定した。排卵は、黄体形成ホルモン (luteinizing hormone, LH) を検出するため、2 種類の自己検査キット (L-check FT、ニプロ、大阪; P-チェック・LH、ミズホメディター、佐賀) を用いて LH が一過性に放出される現象である LH サージを確認することによって評価した。実験前日、対象者は 21 時までに食事を終え、24 時までに就寝した。実験前 24 時間は、カフェインが含まれている飲料、カプサイシンが含まれている食料、スポーツ活動を控えさせた。夜間絶食の後、各対象者は 8 時から 8 時 30 分の間に実験場所に到着し、環境制御されている部屋 (室温が 23-26°C、湿度 50-60%) で、20 分間座位で休息をとった。休息後、ベースラインの測定を実施した。食事は、9 時 50 分に摂取するように提供され、10 時 5 分までの 15 分間の間に食べ終えた。食後の生理データは、食後 20 分、40 分、60 分、80 分にとった。試験食には、395kcal のエネルギー、15.5g のタンパク質、11.3g の脂質、57.5g の炭水化物 (エネルギー比はタンパク質/炭水化物/脂質が各々 15/62/23%) が含まれていた。

心拍変動

心電図の2つの連続したR波の時間間隔であるR-R間隔は携帯型心電図モニター計（アクティブトレーサーAC-301A;GMS、東京）を用い、サンプリングレート1kHzとして連続的に記録した。HRVのパワースペクトル解析はKubios HRV analysis software 2.0 (Biomedical Signal and Medical Imaging Analysis Group, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finland) (Niskanen et al., 2004)を用いて、FFTおよびARにて行った。ARは次数を16次として解析を行った。低周波数成分(LF: 0.04-0.15 Hz)および高周波数成分(HF: 0.15-0.40 Hz)について各々のパワー積分値を求めた。LF成分は交感神経系活動と副交感神経系活動を反映し、HF成分は副交感神経系の活動を反映する(Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。交感神経系活動の指標として、LF/HF比を算出した(Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。LF成分及びHF成分は、30秒間、1分間、2分30秒間、及び5分間のR-Rデータに対して計算することで求めた。

統計学的解析

FFTとAR間の一貫性については、卵胞期あるいは黄体期のベースラインおよび食後20分、40分、60分、80分における30秒間、1分間、2分30秒間、5分間のR-Rデータについて計算したLF成分、HF成分、LF/HF比に対し、級内相関係数(intra-class correlation coefficient, ICC)およびBland Altman法を行った。級内相関係数はその値により、low (ICC < 0.40)、good (ICC = 0.40 to 0.75)、excellent (ICC > 0.75) (Fleiss, 1986)と分類した。Bland-Altman法ではagreementを算出した。統計学的有意水準は5%とし、統計学的解析にはSPSS® 22.0 J for Windows (IBM、東京)を用いた。

3.3 結果

平均身長、体重、および BMI は各々 $157.9 \pm 5.3\text{cm}$ 、 $52.0 \pm 6.1\text{kg}$ 、および $20.9 \pm 2.2\text{kg/m}^2$ であった。

LF の級内相関係数の結果を表 3.1 に示す。解析区間が 30 秒間の場合、級内相関が excellent ($\text{ICC} > 0.75$) であったのは、卵胞期の食後 60 分および黄体期の食後 20 分であった。解析区間が 1 分間の場合、級内相関が excellent であったのは、卵胞期のベースライン、食後 20 分、60 分、および黄体期の食後 20 分、80 分であった。解析区間が 2 分 30 秒間の場合、級内相関が excellent であったのは、黄体期の食後 40 分を除いて卵胞期、黄体期のすべての測定時点であった。解析区間が 5 分間の場合、級内相関が excellent であったのは、すべての時点であった。

HF の級内相関係数の結果を表 3.2 に示す。解析区間が 30 秒間の場合、いずれも級内相関が excellent ではなかった。解析区間が 1 分間の場合、級内相関が excellent であったのは、卵胞期の食後 40 分と 60 分、黄体期の食後 20 分、40 分、60 分、および 80 分であった。解析区間が 2 分 30 秒間の場合、級内相関が excellent であったのは、卵胞期の食後 20 分を除くすべての時点であった。解析区間が 5 分間の場合、卵胞期、黄体期のすべての時点で、級内相関が excellent であった。

LF/HF 比の級内相関係数の結果を表 3.3 に示す。解析区間が 30 秒間の場合、いずれも級内相関が excellent ではなかった。解析区間が 1 分間の場合、級内相関が excellent であったのは、卵胞期の食後 40 分と黄体期のベースライン、食後 20 分、および食後 80 分であった。解析区間が 2 分 30 秒間の場合、級内相関が excellent であったのは、卵胞期の食後 20 分、40 分、60 分、80 分、および黄体期の食後 20 分であった。解析区間が 5 分間の場合、級内相関が excellent であったのは、卵胞期のベースライン、食後 20 分、40 分、60 分、および黄体期の食後 20 分、60 分、80 分であった。

LF、HF、および LF/HF 比の Bland-Altman 分析の結果を各々表 1、表 2、および表 3 に示す。FFT と AR の agreement については、解析区間が 30 秒間の 95%一致限界は解析区間が 2 分 30 秒間、5 分間の場合と比べて広がった。

表 3.1 Intra-class coefficient, bias, and limits of agreements of the differences in low frequency between autoregressive method and fast Fourier transform

	Follicular phase		Luteal phase	
	ICC (95% CI)	Bland Altman Bias (95% LoA)	ICC (95% CI)	Bland Altman Bias (95% LoA)
Analysis segment of 30 s				
Before	0.048 (-0.188, 0.278)	-5142 (-54643, 44358)	0.461 (0.255-0.627)	-411 (-4514, 3692)
20 min after	0.101 (-0.135, 0.327)	-5961 (-96237, 84315)	0.792 (0.685-0.865)*	-392 (-2840, 2055)
40 min after	0.136 (-0.101, 0.358)	-2227 (-49733, 45278)	0.660 (0.504-0.774)	-743 (-5918, 4432)
60 min after	0.872 (0.802, 0.919)*	236 (-3535, 4006)	0.032 (-0.203-0.264)	-1105 (-17476, 15266)
80 min after	0.164 (-0.072, 0.383)	-1171 (-24126, 21784)	0.727 (0.595-0.821)	-232 (-2383, 1919)
Analysis segment of 1 min				
Before	0.813 (0.661-0.901)*	430 (-3956, 4816)	0.676 (0.447-0.822)	-40 (-3313, 3233)
20 min after	0.803 (0.643-0.895)*	-452 (-6248, 5346)	0.791 (0.625-0.889)*	466 (-3260, 4192)
40 min after	0.701 (0.483-0.837)	-514 (-6323, 5296)	0.649 (0.407-0.806)	0 (-3098, 3098)
60 min after	0.952 (0.907-0.975)*	0.1 (-2035, 2035)	0.613 (0.356-0.784)	-107 (-2318, 2105)
80 min after	0.712 (0.478-0.852)	12 (-2229, 2253)	0.873 (0.764-0.934)*	127 (-1619, 1873)
Analysis segment of 2.5 min				
Before	0.943 (0.832-0.981)*	-15 (-2029, 1999)	0.898 (0.713-0.966)	76 (-1204, 1357)
20 min after	0.939 (0.822-0.980)*	189 (-2786, 3163)	0.974 (0.920-0.992)*	292 (-606, 1190)
40 min after	0.890 (0.692-0.963)*	430 (-4590, 5450)	0.728 (0.341-0.904)	533 (-2363, 3428)
60 min after	0.987 (0.959-0.996)*	-115 (-989, 758)	0.801 (0.487-0.931)*	134 (-782, 1050)
80 min after	0.979 (0.935-0.993)*	-246 (-995, 502)	0.937 (0.817-0.980)*	-43 (-779, 694)
Analysis segment of 5 min				
Before	0.996 (0.977-0.999)*	-189 (-524, 147)	0.980 (0.888-0.997)*	-99 (-567, 370)
20 min after	0.899 (0.526-0.982)*	-241 (-2944, 2463)	0.991 (0.948-0.998)*	-27 (-543, 490)
40 min after	0.996 (0.973-0.999)*	-236 (-1132, 660)	0.860 (0.391-0.975)*	-155 (-1245, 935)
60 min after	0.985 (0.916-0.997)*	213 (-976, 1403)	0.923 (0.623-0.986)*	184 (-311, 679)
80 min after	0.987 (0.927-0.998)*	-243 (-863, 376)	0.974 (0.856-0.995)*	10 (-477.2, 496.9)

ICC: intra-class coefficient, CI: confidence interval, LoA: limit of agreement, Before: before food intake, 20 min after: 20 min after food intake, 40 min after: 40 min after food intake, 60 min after: 60 min after food intake, 80 min after: 80 min after food intake, *ICC > 0.75

表 3.2 Intra-class coefficient, bias, and limits of agreements of the differences in high frequency between autoregressive method and fast Fourier transform

	Follicular phase		Luteal phase	
	ICC (95% CI)	Bland Altman Bias (95% LoA)	ICC (95% CI)	Bland Altman Bias (95% LoA)
Analysis segment of 30 s				
Before	0.006 (-0.228-0.239)	-5850 (-49050, 37349)	0.101 (-0.223-0.244)	-21986 (-245683, 201712)
20 min after	0.505 (0.308-0.661)	-990 (-7385, 5406)	0.566 (0.383-0.706)	-594 (-4061, 2874)
40 min after	0.137 (-0.100-0.359)	-1209 (-13578, 11160)	0.101 (-0.136-0.326)	-1154 (-7865, 5556)
60 min after	0.303 (0.075-0.501)	-698 (-4144, 2748)	0.085 (-0.151-0.313)	-1102 (-7853, 5649)
80 min after	0.001 (-0.232-0.235)	-8514 (-132440, 115412)	0.145 (-0.091-0.367)	-871 (-6348, 4606)
Analysis segment of 1 min				
Before	0.165 (-0.173-0.469)	-1811 (-17764, 14142)	0.336 (0.007-0.599)	-1334 (-11094, 8425)
20 min after	0.686 (0.460-0.828)	-266 (-2074, 1543)	0.934 (0.873-0.966)*	-12 (-1167, 1144)
40 min after	0.801 (0.642-0.895)*	-176 (-1926, 1573)	0.814 (0.662-0.902)*	-326 (-1520, 867)
60 min after	0.899 (0.810-0.948)*	-85 (-839, 670)	0.940 (0.885-0.969)*	-20 (-462, 423)
80 min after	0.743 (0.548-0.862)	-91 (-909, 727)	0.970 (0.942-0.985)*	-23 (-271, 224)
Analysis segment of 2.5 min				
Before	0.963 (0.888-0.988)*	-376 (-1514, 762)	0.988 (0.964-0.966)*	-100 (-828, 628)
20 min after	0.730 (0.346-0.905)	-244 (-1736, 1248)	0.997 (0.991-0.999)*	7 (-196, 211)
40 min after	0.945 (0.839-0.982)*	-25 (-982, 931)	0.989 (0.965-0.966)*	-16 (-249, 218)
60 min after	0.932 (0.804-0.978)*	-64 (-592, 463)	0.916 (0.761-0.972)*	-22 (-521, 476)
80 min after	0.955 (0.866-0.985)*	-76 (-475, 323)	0.976 (0.927-0.992)*	-33 (-248, 183)
Analysis segment of 5 min				
Before	0.949 (0.737-0.991)	-374 (-1241, 493)	0.997 (0.980-0.999)*	-73 (-475, 328)
20 min after	0.909 (0.565-0.984)*	-100 (-711, 512)	0.980 (0.887-0.997)*	-133 (-631, 365)
40 min after	0.948 (0.730-0.991)*	-155 (-946, 637)	0.978 (0.880-0.996)*	78 (-293, 448)
60 min after	0.981 (0.892-0.997)*	-35 (-305, 235)	0.989 (0.939-0.998)*	36 (-143, 215)
80 min after	0.860 (0.392-0.975)*	-182 (-796, 432)	0.986 (0.920-0.998)*	-3 (-180, 174)

ICC: intra-class coefficient, CI: confidence interval, LoA: limit of agreement, Before: before food intake, 20 min after: 20 min after food intake, 40 min after: 40 min after food intake, 60 min after: 60 min after food intake, 80 min after: 80 min after food intake, *ICC > 0.75

表 3.3 Intra-class coefficient, bias, and limits of agreements of the differences in low frequency / high frequency ratio between autoregressive method and fast Fourier transform

	Follicular phase		Luteal phase	
	ICC (95% CI)	Bland Altman Bias (95% LoA)	ICC (95% CI)	Bland Altman Bias (95% LoA)
Analysis segment of 30 s				
Before	0.142 (-0.094-0.364)	-1.527 (-19.756, 16.703)	0.514 (0.318-0.667)	0.427 (-2.434, 3.288)
20 min after	0.634 (0.470-0.756)	0.025 (-4.342, 4.392)	0.668 (0.515-0.780)	0.878 (-6.124, 7.880)
40 min after	0.631 (0.466-0.753)	0.009 (-2.931, 2.949)	0.522 (0.329-0.674)	0.275 (-3.469, 4.020)
60 min after	0.651 (0.492-0.768)	0.564 (-3.203, 4.331)	0.188 (-0.048-0.404)	-0.441 (-9.800, 8.918)
80 min after	0.359 (0.137-0.547)	-0.406 (-12.038, 11.225)	0.609 (0.438-0.738)	0.695 (-6.040, 7.430)
Analysis segment of 1 min				
Before	0.493 (0.195-0.707)	0.450 (-1.953, 2.853)	0.778 (0.604-0.882)*	0.112 (-1.358, 1.594)
20 min after	0.746 (0.553-0.863)	0.401 (-2.286, 3.100)	0.844 (0.713-0.918)*	0.145 (-2.608, 2.897)
40 min after	0.788 (0.619-0.887)*	0.133 (-1.701, 1.966)	0.461 (0.155-0.686)	0.069 (-2.832, 2.970)
60 min after	0.661 (0.424-0.813)	0.023 (-2.079, 2.126)	0.733 (0.532-0.856)	0.110 (-1.287, 1.508)
80 min after	0.642 (0.397-0.802)	0.415 (-4.156, 4.986)	0.758 (0.572-0.870)*	0.563 (-3.811, 4.937)
Analysis segment of 2.5 min				
Before	0.748 (0.380-0.911)	0.055 (-0.788, 0.897)	0.623 (0.160-0.861)	-0.093 (-1.132, 0.945)
20 min after	0.939 (0.831-0.980)*	0.080 (-0.869, 1.030)	0.788 (0.461-0.927)*	0.835 (-2.108, 3.779)
40 min after	0.877 (0.660-0.959)*	0.314 (-0.712, 1.339)	0.717 (0.322-0.900)	0.233 (-1.444, 1.910)
60 min after	0.779 (0.442-0.923)*	0.098 (-1.175, 1.371)	0.737 (0.358-0.907)	0.018 (-0.840, 0.876)
80 min after	0.809 (0.505-0.934)*	-0.160 (-1.252, 0.933)	0.743 (0.370-0.910)	0.385 (-3.232, 4.003)
Analysis segment of 5 min				
Before	0.929 (0.646-0.987)*	-0.037 (-0.490, 0.416)	0.565 (-0.236-0.909)	0.238 (-1.056, 1.532)
20 min after	0.881 (0.461-0.978)*	0.329 (-1.094, 1.752)	0.977 (0.875-0.996)*	-0.080 (-0.850, 0.690)
40 min after	0.876 (0.445-0.978)*	0.329 (-0.818, 0.911)	0.613 (-0.166-0.921)	-0.152 (-1.529, 1.225)
60 min after	0.916 (0.591-0.985)*	0.260 (-0.608, 1.128)	0.857 (0.379-0.974)*	0.327 (-0.443, 1.097)
80 min after	0.732 (0.051-0.948)	0.340 (-1.606, 2.287)	0.946 (0.720-0.990)*	0.079 (-1.045, 1.203)

ICC: intra-class coefficient, CI: confidence interval, LoA: limit of agreement, Before: before food intake, 20 min after: 20 min after food intake, 40 min after: 40 min after food intake, 60 min after: 60 min after food intake, 80 min after: 80 min after food intake, *ICC > 0.75

3.4 考察

FFT と AR は、主に短区間の HRV 信号に対して使用されている。本研究においては、解析セグメントを 30 秒間と 1 分間に設定した場合、結果の多くは、卵胞期、黄体期の双方とも、LF、HF において FFT と AR との間の一致性がみられなかった。解析セグメントを 2 分 30 秒間、あるいは 5 分間に設定した場合、結果の多くにおいて、LF、HF における FFT と AR との間の一致性がみられたが、LF/HF 比ではみられなかった。さらに、FFT は AR と比べ HRV を過小評価し、過小評価の程度は AR によるパワー値が増大するほど、増加した。これらの結果は、解析セグメントの長さが長くなるに従って、FFT と AR は一致が高まることを示しており、それは即ち解析セグメントが短い場合は、FFT と AR が一致性を示さなくなることを意味している。先行研究においては、FFT と AR の比較は運動を実施した場合や (Mendonca et al., 2009; Weippert et al., 2010)、高血圧患者 (Silva et al., 2009)、糖尿病患者 (Chemla et al., 2005)、起立性試験や (Pichon et al., 2006)、あるいはティルト試験 (Badilini et al., 1998) において行われている。これらの研究結果からは、FFT と AR の間での不一致性が示されている。しかしながら、食事条件における FFT と AR との間の一致性においては、ほとんど報告されていない。Pivik らは、解析セグメントを 3 分間に設定して、子どもにおいて 340kcal の食事を摂取後 LF/HF 比が下がったことを報告した (Pivik and Dykman, 2004)。反対に、Pivik らは、別の実験にて、解析セグメントを 3 分間に設定して、子どもにおいて 340kcal の食事を摂取後 LF/HF 比が上がったことを報告した (Pivik et al., 2006)。このことは、食事条件においては解析セグメントを 3 分間に設定した場合の FFT による解析結果は、同じ研究者が同じ実験プロトコールを使用した場合であっても不安定であることを示している。また、これらの結果は、食事条件での HRV 信号は非定常であることも示している。

3.5 結論

結論として、FFT と AR は、解析セグメントが短い場合には、相互の関連性が乏しかった。また、FFT は AR と比べて過小評価し、AR のパワー値が増加するほど、過小評価の程度も増大した。

3.6 参考文献

- Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger AC, Cohen RJ (1981) Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science* 213:220-222
- Badilini F, Maison-Blanche P, Coumel P (1998) Heart rate variability in passive tilt test: comparative evaluation of autoregressive and FFT spectral analyses. *Pacing Clin Electrophysiol* 21:1122-1132
- Boardman A, Schindwein FS, Rocha AP, Leite A (2002) A study on the optimum order of autoregressive models for heart rate variability. *Physiol Meas* 23:325-336
- Chemla D, Young J, Badilini F, Maison-Blanche P, Affres H, Lecarpentier Y, Chanson P (2005) Comparison of fast Fourier transform and autoregressive spectral analysis for the study of heart rate variability in diabetic patients. *Int J Cardiol* 104:307-313
- Fleiss JL (1986) *The Design and Analysis of Clinical Experiments*. John Wiley Sons, New York
- Karemaker JM (2009) Counterpoint: respiratory sinus arrhythmia is due to the baroreflex mechanism. *J Appl Physiol* (1985) 106:1742-1743; discussion 1744
- Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S (1991) Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation* 84:482-492
- Mendonca GV, Fernhall B, Heffernan KS, Pereira FD (2009) Spectral methods of heart rate variability analysis during dynamic exercise. *Clin Auton Res* 19:237-245
- Niskanen JP, Tarvainen MP, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA (2004) Software for advanced HRV analysis. *Comput Methods Programs Biomed* 76:73-81
- Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, Rimoldi O, Furlan R, Pizzinelli P, Sandrone G, Malfatto G, Dell'Orto S, Piccaluga E, et al. (1986) Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. *Circ Res* 59:178-193
- Ohara K, Okita Y, Kouda K, Nakamura H Comparison between fast Fourier transform and autoregressive model on analysis of autonomic nervous function after food intake in women. *Health* (in press)

- Pichon A, Roulaud M, Antoine-Jonville S, de Bisschop C, Denjean A (2006) Spectral analysis of heart rate variability: interchangeability between autoregressive analysis and fast Fourier transform. *J Electrocardiol* 39:31-37
- Pivik RT, Dykman RA (2004) Cardiovascular effects of morning nutrition in preadolescents. *Physiol Behav* 82:295-302
- Pivik RT, Dykman RA, Tennal K, Gu Y (2006) Skipping breakfast: gender effects on resting heart rate measures in preadolescents. *Physiol Behav* 89:270-280
- Rozanski A, Bairey CN, Krantz DS, Friedman J, Resser KJ, Morell M, Hilton-Chalfen S, Hestrin L, Bietendorf J, Berman DS (1988) Mental stress and the induction of silent myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 318:1005-1012
- Silva GJ, Ushizima MR, Lessa PS, Cardoso L, Drager LF, Atala MM, Consolim-Colombo FM, Lopes HF, Cestari IA, Krieger JE, Krieger EM (2009) Critical analysis of autoregressive and fast Fourier transform markers of cardiovascular variability in rats and humans. *Braz J Med Biol Res* 42:386-396
- Sloan RP, Shapiro PA, Bagiella E, Bigger JT, Jr., Lo ES, Gorman JM (1996) Relationships between circulating catecholamines and low frequency heart period variability as indices of cardiac sympathetic activity during mental stress. *Psychosom Med* 58:25-31
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996) Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J* 17:354-381
- Weippert M, Kumar M, Kreuzfeld S, Arndt D, Rieger A, Stoll R (2010) Comparison of three mobile devices for measuring R-R intervals and heart rate variability: Polar S810i, Suunto t6 and an ambulatory ECG system. *Eur J Appl Physiol* 109:779-786

第四章

月経周期における食事制限によるストレスの軽減

4. 1 背景と目的

月経関連症状は、月経前 (Steiner, 2000; Wittchen et al., 2002; Biggs and Demuth, 2011) や月経 (Deligeoroglou, 2000; French, 2005) に伴って出現する、頭痛や腹痛のような身体的症状や、イライラや憂鬱感のような精神的症状のことである。World Health Organization (WHO) によると、2010 年には 1 億 9900 万人の女性が月経前症候群であり、それは全女性の 5.8%であった (Vos et al., 2012)。他の先行研究においても、10%の女性が月経前症候群であり、70-90%の女性が月経関連症状を経験していることが報告されている (Hourani et al., 2004; Angst et al., 2001; Derman et al., 2004; Vichnin et al., 2006; Duenas et al., 2011; Wong et al., 2010; Bakhshani et al., 2009)。これは、日本の女性でも同様である (Fujiwara and Nakata, 2007; Yamamoto et al., 2009; Kitamura et al., 2012)。身体的特性に加えて、月経関連症状は健康に関連した生活の質 (quality of life ; QOL) にも影響を与える (Iacovides et al., 2014)。疫学研究によると、QOL のすべての領域において、月経前症候群の学生の平均得点が有意に低いことが示されている (Sahin et al., 2014; Pinar et al., 2011)。それゆえ、これらの症状の軽減は、QOL の向上につながることを期待される。

先行研究では、黄体期において症状が重くなることが報告されている (Duenas et al., 2011; Lete et al., 2011; Kleinstauber et al., 2012)。静脈酸素指標が、月経前症候群の被験者では黄体期後期において減少していたことや (Matsumoto et al., 2007)、ストレスフルな状況は月経関連症状の発生と関係していることが報告されている (Epperson et al., 2012)。ストレスは心血管系の変化に影響を与えることが知られており、大抵は自律神経系活動の変化と関連している (Rozanski et al., 1988)。心拍変動性 (heart rate variability ; HRV) のスペクトル解析は感度がよく、心血管系の自律調節を非侵襲的に測定できる。HRV の 2 つの主な周波数構成は、交感神経系と副交感神経系の双方の活動を反映した低周波数成分 (low frequency ; LF : 0.04-0.15 Hz) と副交感神経系の活動を反映した高周波数成分 (high frequency ; HF : 0.15-0.40 Hz) である (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。LF を HF で割った LF/HF 比は、交感神経系活動を表している (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。先行研究において、HF は卵胞期より黄体期において低く (Usha Rani et al., 2013; Sato et al.,

1995; Sheema et al., 2014; Yildirim et al., 2002; Princi et al., 2005; Sato and Miyake, 2004)、LF/HF 比は卵胞期より黄体期において高かったことが報告されており (Usha Rani et al., 2013; Sato et al., 1995; Sheema et al., 2014; Yildirim et al., 2002; Hirshoren et al., 2002)、これらは黄体期において交感神経系活動が亢進し、卵胞期において副交感神経系活動が亢進することを示している。さらに、月経症状が重い女性は月経症状が軽い女性に比べて交感神経系活動が強いことも報告されている (Matsumoto et al., 2006)。

摂取エネルギー制限 (energy restriction) としても知られる食事制限 (dietary restriction, DR) は、自由摂取の状態から、栄養素別ではなく、食物の総量を減らすものである。これまでに、単一の微量栄養素またはナトリウムやカフェインのような有機化合物を制限することにより、月経関連症状が緩和されるという先行研究がある (Kessel, 2000; Moline and Zendell, 2000)。Pellizzer らは、女性において、脂肪摂取量を減らすことで副交感神経系活動が亢進すると報告している (Pellizzer et al., 1999)。絶食は食事制限の一種である。食事制限によるストレスの軽減は、男性において短期絶食 (12 時間) は副交感神経系活動を亢進させ、食事摂取は交感神経系活動を亢進させることが実証されている (Kawahara et al., 2011)。しかしながら、女性を対象に月経周期を考慮して食事制限によるストレスの軽減について検証した研究はほとんどみられない。2.5~3.5 日間の絶食では、生殖に関する内分泌系のシステムが抑制されることを示した研究もあるが (Olson et al., 1995; Bergendahl et al., 1999; Bergendahl et al., 2000)、このことは、どれくらいの絶食期間であるのかも重要であることを意味するものである。これらの報告から、12 時間の短期絶食は黄体期に副交感神経系活動を増加させる可能性があるという仮説を導いた。

そこで、本研究では、若年女性を対象に卵胞期、黄体期それぞれにおいて、短期の食事制限が心血管応答および生体ストレス反応に及ぼす影響について検討することを目的とした。

4. 2 方法

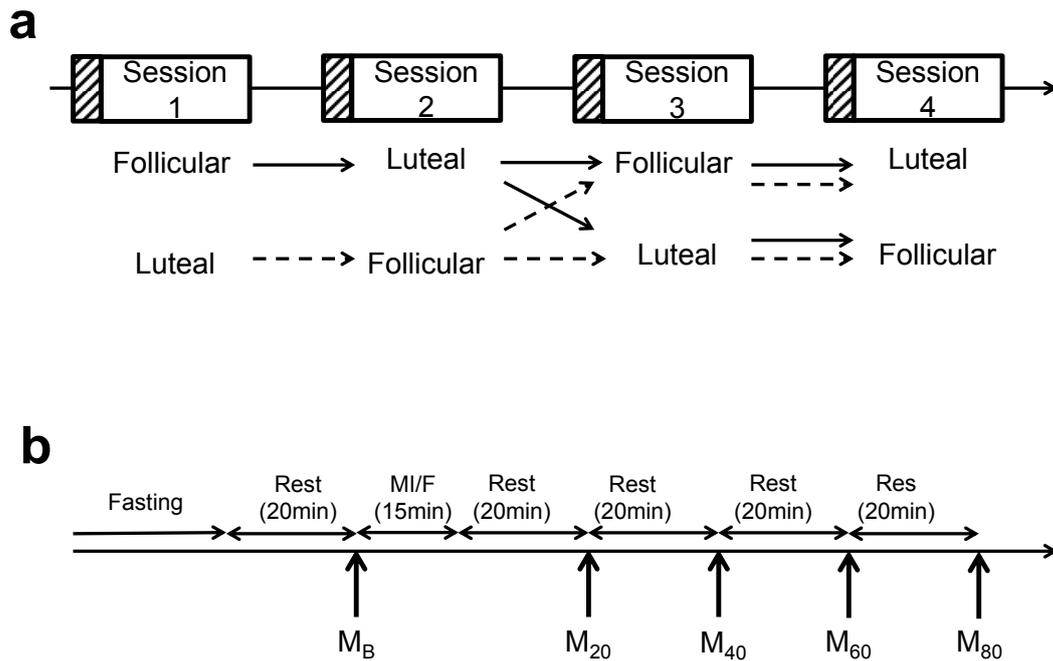
対象者

対象は健康な若年成人女性7名である。年齢は 22.3 ± 1.0 歳、身長は 158.0 ± 3.8 cm、体重は 50.7 ± 4.6 kg、Body mass index (BMI) は 20.5 ± 2.1 kg/m² である。本研究における対象者の参加除外基準は過去および現在の喫煙習慣、アルコール依存、激しい運動を行う競技者、医薬品の服用、経口避妊薬の使用、月経不順、出産経歴、肥満 (BMI ≥ 25 kg/m²) である。対象者は実験の目的、危険性などについて口頭および書面による説明を研究代表者によって受けた後、記名式の同意書を提出した。本研究は神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究倫理審査委員会の承認を得て行われた。

実験手順

実験は2012年2月から2014年2月までの間に実施した。対象者は4回の実験セッションにクロスオーバーデザインで参加した。実験手順を図1に示す。実験の最初のセッションでは、(1) 卵胞期・絶食、(2) 黄体期・絶食、(3) 卵胞期・摂食、(4) 黄体期・摂食のいずれかのグループに無作為で割りつけられ、2回目から4回目のセッションでは残りの実験グループに割りつけられ、4グループのすべてに割りつけられるようにした。なお、卵胞期は月経の出血が停止したことを確認した3~5日後、黄体期は自己検査用黄体形成ホルモンキット (L-check FT、ニプロ、大阪; P-チェック・LH、ミズホメディィ、佐賀) を用いて排卵の前兆であるLHサージを確認した3~5日後とした。

測定日の前日においては、前日の飲食物が自律神経系活動に影響することを避けるために、対象者は21時までに夕食を終え、その後は絶食とし24時までに就寝した。また、測定の24時間前からは刺激物の摂取や激しい身体活動を控えた。対象者は午前8時から午前8時30分の間の実験室に来室し、心電図用の電極を装着した後、体組成を測定し、心理測定の後、温度と湿度をコントロールした実験室 (温度: 23-26°C、湿度: 50-60%) において仰臥位で20分間安静にした。安静後、ベースラインの測定を行った。唾液の採取も測定と同時に行い、唾液中コルチゾール濃度の分析のために-25°Cで保存した。また、循環器系で生じるストレス反応のメカニズムを明らかにするために血行動態の測定を行った。血行動態指標として、心拍数、収縮期血圧、拡張期血圧を得た。これらの指標の測定は脈波・コロトコフ音記録計 (GP-303S、Parama-Tech、



☒ 4.1 Experiment design. a) Session and menstrual phase. Participants were randomly assigned to the follicular session or luteal session. The second session was conducted in the other menstrual phase of the first session. Third and fourth sessions were conducted as well as the first and second session. In the first and second session, the participant was randomly assigned to the meal intake trial or the fasting trial. In the third and fourth session, the participants were assigned to the other trial. In each session, baseline and subsequent measurements were conducted. Baseline and skew-patterned square in each session shows 12-h fasting. b) Experiment procedure in each session. M_B baseline measurement, M_{20} measurement at 20 min after meal intake, M_{40} measurement at 40 min after meal intake, M_{60} measurement at 60 min after meal intake, M_{80} measurement at 80 min after meal intake, MI/F meal intake in the meal intake trial or fasting in the fasting trial.

福岡) によって行った。ベースラインの測定終了後、対象者は試験食を摂取または絶食状態を保持した。対象者は試験食を 15 分以内に摂取するようにした。食後 20 分後、40 分後、60 分後および 80 分後において、食後の測定を行った。

試験食

試験食の内容は 81 g のパン、26 g のハム、200 g のオレンジジュースから構成され、炭水化物 57.5 g、タンパク質 15.5 g、脂質 11.3 g、エネルギー量は 395 kcal、塩分は 0.8g であり、エネルギー比 (%) は炭水化物 62%、タンパク質 15%、脂肪 23%であった。尚、試験食に含まれるエネルギー量は、およびエネルギー比は、国民健康栄養調査の 20 代女性の平均摂取エネルギーから決定した。試験食は表面温度が 36°C になるようにして提供し、飲料については室温で提供した。表面温度は非接触型温度計 (THERMO-HUNTER、PT-2LD、OPTEx、滋賀) で確認した。絶食グループは、実験中 2 時間にわたって絶食を継続した。

心拍変動性解析

自律神経系活動を評価するために心電図測定を行った。心電図 R-R 間隔は、実験中、携帯型心電図モニター計 (アクティブトレーサー AC-301A; GMS、東京) によってサンプリングレートを 1 kHz として連続的にモニタリングした。パワースペクトル解析は自己回帰モデルによって Kubios HRV analysis software 2.0 (The Biomedical Signal and Medical Imaging Analysis Group, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finland) (Niskanen et al., 2004) を用いて解析を行った。

周波数成分は Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996) に基づき、低周波数成分 (Low Frequency: LF, 0.04-0.15 Hz)、高周波数成分 (High Frequency: HF, 0.15-0.40 Hz) とした (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。LF 成分および HF 成分は 5 分間の R-R データを構成する各 1 分間の値を用いて計算し (Sloan et al., 1996)、各 1 分間の平均値を統計解析に用いた。交感神経指標としては、LF/HF 比を算出した (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。

唾液コルチゾール分析

凍結させたサンプルは、解凍、および混合した後、 $3000\times g$ で 10 分間、室温で遠心した。各サンプルには 2well を用い、競合法による酵素免疫法にて唾液コルチゾール濃度を測定した (Salimetrics LLC, State College, PA, USA)。キャリブレーションは標準物質を用い、 $0.012\text{--}3.0\mu\text{g/dL}$ の範囲で行い、標準曲線を描いた。

統計解析

データは平均 \pm 標準誤差で示した。ベースラインの分析には Student の t 検定を用いた。生理学的指標に関する、食事条件（絶食あるいは摂食）の主効果、時間の主効果、および食事条件と時間の交互作用を解析するために、繰り返しのある二元配置分散分析を用いた。Post-hoc test として Bonferroni 法を用いた。効果量は、被験者内要因と被験者間要因の効果の大きさを評価するために、一般化イータ二乗 (η_c^2) を求め (Olejnik and Algina, 2003)、Cohen に従い、0.02 を small effect、0.13 を medium effect、0.26 を large effect とした (Cohen, 1988)。統計解析には SPSS Statistics 19 (IBM、東京) を用い、統計的有意水準は 5%とした。

4. 3. 結果

4. 3. 1. ベースラインデータ

対象者の平均年齢は 22.3 ± 1.0 歳であった。身長、体重、body mass index は各々、 158.0 ± 3.8 cm、 50.7 ± 4.6 kg、 20.5 ± 2.1 kg/m² であった。すべての対象者は各セッションにおいて、大よそ 15 分間で食事を終えた。表 4.1 にベースラインにおける生理学的指標を示す。ベースラインデータには有意差はみられなかった。

表 4.1 Physiological characteristics at baseline in each trial (n = 7)

	Follicular phase		Luteal phase	
	Fasting trial	Eating trial	Fasting trial	Eating trial
HR (beats/min)	58.1 ± 8.1	56.3 ± 6.5	59.7 ± 9.2	60.9 ± 12.8
SBP (mmHg)	98.7 ± 13.9	100.4 ± 10.6	97.6 ± 9.4	101.4 ± 8.3
DBP (mmHg)	59.9 ± 9.1	62.5 ± 8.2	60.1 ± 7.4	60.1 ± 6.2

Data are mean \pm standard deviation

HR: heart rate, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

There was no difference in baseline characteristics.

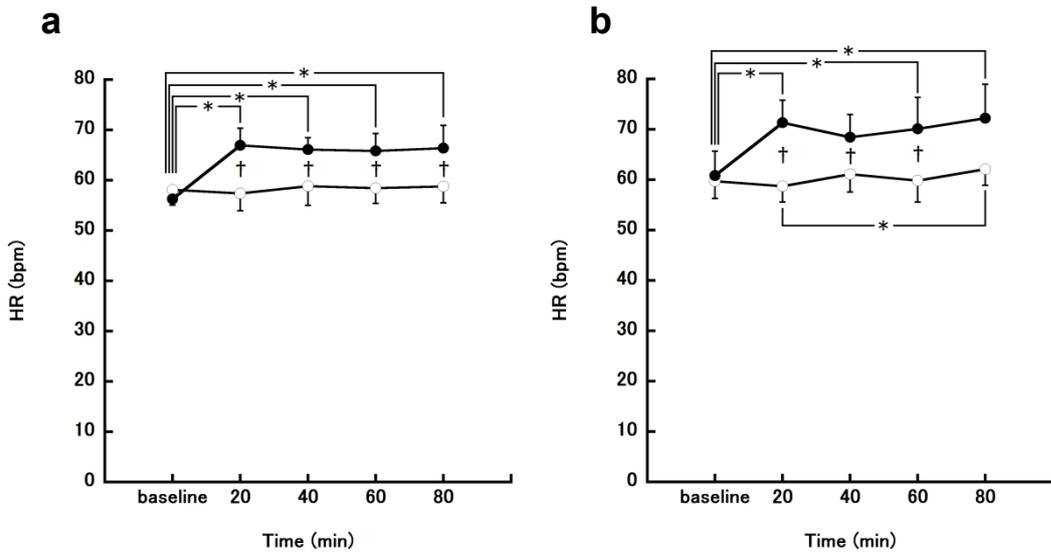
4. 3. 2. 生理応答

図 4. 2a に卵胞期における心拍数の変化を示す。時間と食事条件を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析の結果、時間と食事条件において各々有意な主効果がみられた (time, $p < 0.001$, $\eta_c^2 = 0.060$; meal, $p < 0.001$, $\eta_c^2 = 0.118$)。時間と食事条件の間に有意な交互作用もみられた ($F [4, 24] = 6.34$, $p < 0.001$, $\eta_c^2 = 0.056$)。Post-hoc test の結果、摂食条件において、ベースラインと比べて食後 20 分、40 分、60 分、および 80 分に心拍数が有意に増加した (20 min, $p = 0.026$; 40 min, $p = 0.004$; 60 min, $p = 0.017$; 80 min, $p = 0.045$)。絶食条件では有意な変化はなかった。加えて、心拍数は、食後 20 分、40 分、60 分、80 分に、絶食条件よりも摂食条件において有意に高かった (20 min, $p = 0.005$; 40 min, $p = 0.029$; 60 min, $p < 0.001$; 80 min, $p = 0.005$)。次に、黄体期における心拍数の変化を図 4. 2b に示す。時間と食事条件を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析の結果、時間と食事条件において各々有意な主効果がみられた (time, $p = 0.002$, $\eta_c^2 = 0.039$; meal, $p = 0.012$, $\eta_c^2 = 0.120$)。時間と食事条件の間に有意な交互作用もみられた ($F [4, 24] = 5.79$, $p = 0.002$, $\eta_c^2 = 0.030$)。Post-hoc test の結果、摂食条件において、ベースラインと比べて食後 20 分、60 分、および 80 分に心拍数が有意に増加した (20 min, $p = 0.014$; 60 min, $p = 0.037$; 80 min, $p = 0.034$)。また、摂食条件において、食後 20 分と比べて食後 80 分に心拍数が有意に増加した ($p = 0.029$)。加えて、心拍数は、食後 20 分、40 分、60 分に、絶食条件よりも摂食条件において有意に高かった (20 min, $p = 0.001$; 40 min, $p = 0.009$; 60 min, $p = 0.025$)。

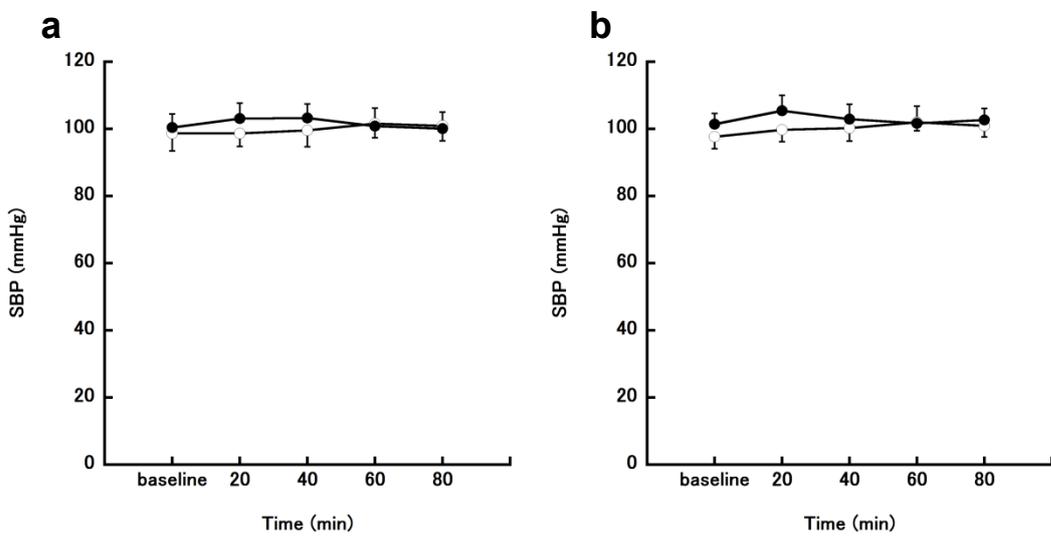
次に、卵胞期および黄体期における収縮期血圧の変化を図 4. 3a および図 4. 3b に示す。収縮期血圧に関しては、有意な主効果あるいは交互作用はみられなかった。

卵胞期における拡張期血圧の変化を図 4. 4a に示す。時間と食事条件を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析の結果、時間において有意な主効果がみられた ($p = 0.03$, $\eta_c^2 = 0.019$)。時間と食事条件の間に有意な交互作用もみられた ($F [4, 24] = 5.48$, $p = 0.003$, $\eta_c^2 = 0.058$)。Post-hoc test の結果、拡張期血圧は、食後 40 分、60 分、80 分に、摂食条件よりも絶食条件において有意に高かった (40 min, $p = 0.014$; 60 min, $p = 0.049$; 80 min, $p = 0.03$)。黄体期における拡張期血圧の変化を図 4. 4b に示す。時間と食事条件を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析の結果、時間において有意な主効果がみられた ($p = 0.037$, $\eta_c^2 = 0.040$)。時間と食事条件の間に

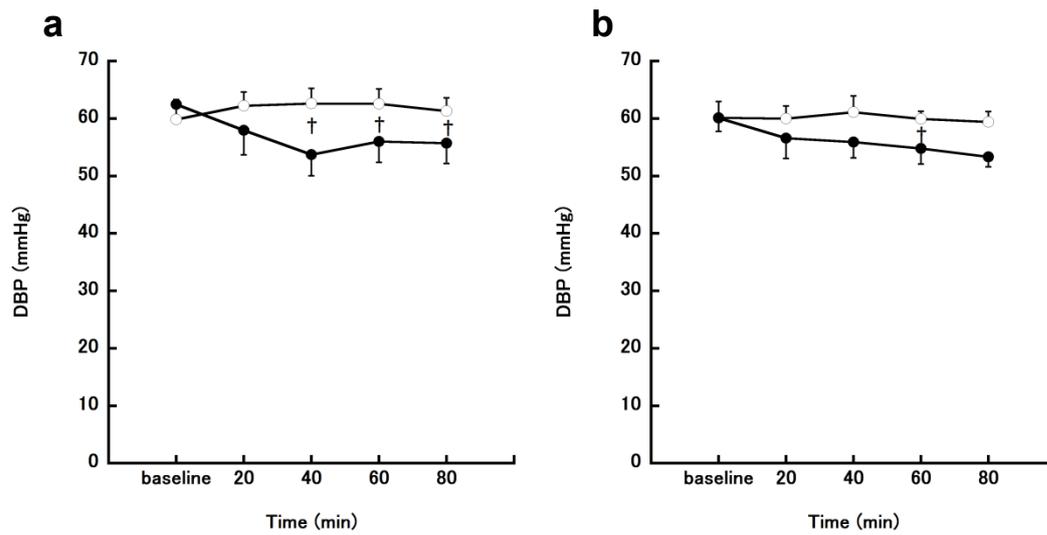
は有意な交互作用はみられなかった。Post-hoc test の結果、食後 40 分に、摂食条件よりも絶食条件において有意に高かった。



☒ 4.2 Changes in heart rate (HR). a) Follicular phase. b) Luteal phase. The eating trial is shown by closed circles (●; n = 7) and the fasting trial is shown by open circles (○; n = 7). * p < 0.05, comparison between time points in the eating or fasting session; † p < 0.05, comparison between the eating and fasting trials.



☒ 4.3 Changes in systolic blood pressure (SBP). a) Follicular phase. b) Luteal phase. The eating trial is shown by closed circles (●; n = 7) and the fasting trial is shown by open circles (○; n = 7).

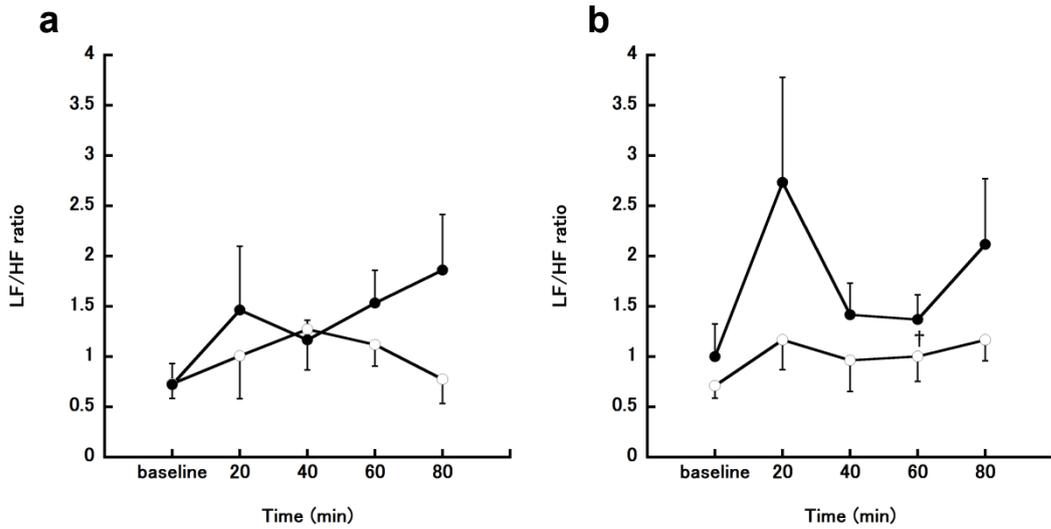


4.4 Changes in diastolic blood pressure (DBP). a) Follicular phase. b) Luteal phase. The eating trial is shown by closed circles (●; n = 7) and the fasting trial is shown by open circles (○; n = 7). †p < 0.05, comparison between the eating and fasting trials.

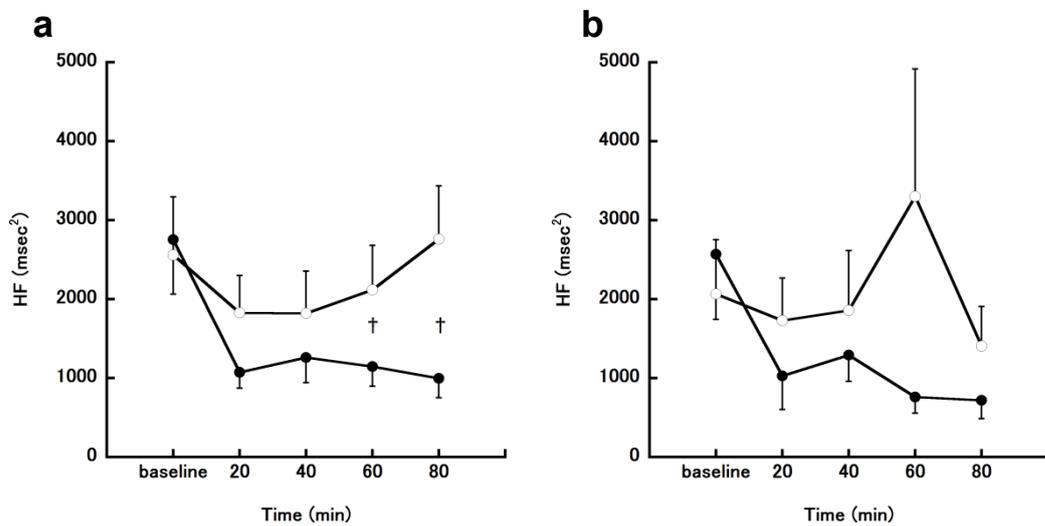
4. 3. 3. 心拍変動

卵胞期および黄体期の LF/HF 比の変化を図 4. 5a および図 4. 5b に示す。時間と食事条件を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析の結果、食事条件において黄体期に有意な主効果がみられた ($p = 0.038$, $\eta_c^2 = 0.095$)。Post-hoc test の結果、食後 60 分に、絶食条件よりも摂食条件において有意に高かった ($p = 0.015$)。この他には、有意な主効果や交互作用はみられなかった。

卵胞期の HF パワー値の変化を図 4. 6a に示す。時間と食事条件を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析の結果、食事条件において有意な主効果がみられた ($p = 0.047$, $\eta_c^2 = 0.088$)。時間と食事条件の間に有意な交互作用もみられた ($F [4, 24] = 2.83$, $p = 0.047$, $\eta_c^2 = 0.061$)。Post-hoc test の結果、食後 60 分、および 80 分に、摂食条件よりも絶食条件において有意に高かった (60 min, $p = 0.038$; 80 min, $p = 0.018$)。黄体期の HF パワー値の変化を図 4. 6b に示す。時間と食事条件を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析の結果、時間において有意な主効果がみられた ($p = 0.042$, $\eta_c^2 = 0.060$)。時間と食事条件の間に有意な交互作用もみられた ($F [4, 24] = 3.09$, $p = 0.035$, $\eta_c^2 = 0.071$)。



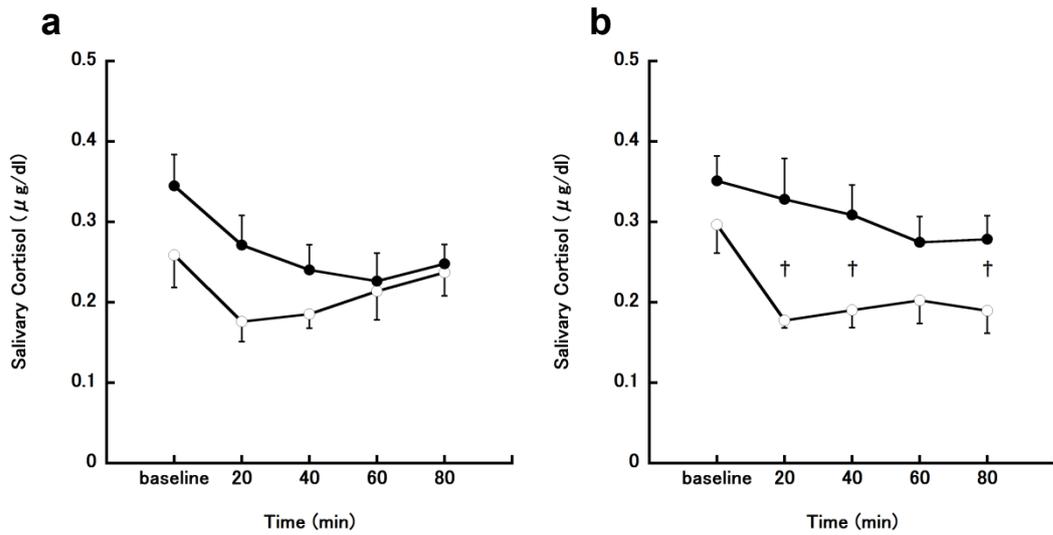
☒ 4.5 Changes in low frequency/high frequency ratio (LF/HF). a) Follicular phase. b) Luteal phase. The eating trial is shown by closed circles (●; n = 7) and the fasting trial is shown by open circles (○; n = 7). †p < 0.05, comparison between the eating and fasting trials.



☒ 4.6 Changes in high frequency (HF). a) Follicular phase. b) Luteal phase. The eating trial is shown by closed circles (●; n = 7) and the fasting trial is shown by open circles (○; n = 7). †p < 0.05, comparison between the eating and fasting trials.

4. 3. 4. 唾液コルチゾール

卵胞期の唾液コルチゾール濃度の変化を図 4. 7a に示す。時間と食事条件を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析の結果、時間に有意な主効果がみられた ($p = 0.003$, $\eta_c^2 = 0.065$)。この他には有意な主効果あるいは交互作用はみられなかった。次に黄体期の唾液コルチゾール濃度の変化を図 4. 7b に示す。時間と食事条件を要因とする繰り返しのある二元配置分散分析の結果、時間および食事条件に有意な主効果がみられた (time, $p = 0.015$, $\eta_c^2 = 0.176$; meal, $p = 0.028$, $\eta_c^2 = 0.319$)。時間と食事条件の間に有意な交互作用もみられた ($F [4, 24] = 3.45$, $p = 0.023$, $\eta_c^2 = 0.066$)。Post-hoc test の結果、食後 20 分、40 分、および 80 分に、絶食条件よりも摂取条件において有意に高かった (20 min, $p = 0.011$; 40 min, $p = 0.011$; 80 min, $p = 0.037$)。



4.7 Changes in salivary cortisol concentrations. A) Follicular phase. B) Luteal phase. The eating trial is shown by closed circles (●; n = 7) and the fasting trial is shown by open circles (○; n = 7). †p < 0.05, comparison between the eating and fasting trials.

4. 4. 考察

本研究では、若年女性を対象に卵胞期、黄体期それぞれにおいて、短期の食事制限が心血管応答および生体ストレス反応に及ぼす影響について検討することを目的とした。主な結果を以下に示す。(1) 心拍数は卵胞期、黄体期ともに絶食条件において減少した、(2) HF power は卵胞期、黄体期ともに絶食条件において増加した、(3) 唾液中コルチゾール濃度は黄体期の絶食条件において減少した。

本研究においては、絶食条件の際に、卵胞期、黄体期ともに心拍数が減少し、HF power は増加した。一般的に、HF power は副交感神経系活動の指標とされている (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。加えて、心拍数は交感神経系活動亢進時に増加し、副交感神経系活動亢進時に減少する (Lauer, 2009)。それゆえ、絶食条件における結果は、副交感神経系活動が亢進していたことを示すものであった。男性被験者においては、食事摂取時と比較して 12 時間の絶食時に副交感神経系活動が亢進していたことが報告されている (Kawahara et al., 2011)。その反面、女性における 12 時間の絶食のような短期絶食の影響については、よくわかっていない。Herbert らは、24 時間の絶食は心拍数を増加させ、HF を下げることを報告しており、これは交感神経系活動が亢進していることを示している (Herbert et al., 2009)。加えて、72 時間の絶食では、ノルアドレナリン、ドーパミン、心拍数が増加し、心臓迷走神経調節が低下したとの報告もある (Chan et al., 2007)。これらの結果は本研究の結果と一致するものではない。この相違の理由については不明確であるが、絶食の継続時間の違いによるものではないかと考えられる。

本研究では、興味深いことに、黄体期の絶食条件において、唾液中コルチゾール濃度が減少した。唾液中コルチゾールはストレス状態を反映するものである。コルチゾール濃度はストレスフルな状況で増加し、ストレスが少ない状況では減少する (Hellhammer et al., 2009)。例えば、実験室において、Trier Social Stress Test (Kirschbaum et al., 1993) のような就職の面接を再現するプロトコルを使用すると、交感神経—副腎髄質系と視床下部—下垂体—副腎皮質系を活性化することが報告されている (Nater et al., 2006)。この交感神経—副腎髄質系と視床下部—下垂体—副腎皮質系の両システムは、ストレスの多い事象に対する適応応答の管理で相互作用し、これらのシステムは、唾液を採取することで非侵襲的に評価することができる。

また、この方法は、短時間で繰り返しサンプルを採取することを可能にする (Filaire et al., 2009; Lac, 2001; Tanaka et al., 2012)。視床下部—下垂体—副腎皮質系の活性化は、ストレスを克服するために必要なエネルギーの動員を刺激し、コルチゾールの分泌を誘導する。したがって、コルチゾールは、ストレスの研究において主要バイオマーカーとして考えられている (Hellhammer et al., 2009)。これらのことから、本研究の結果は、絶食がストレスの少ない条件につながることを示している。これらの結果は、心拍数や自律神経系活動の結果とも一致している。絶食によるストレス軽減は、ラットまたはアカゲザル (Kenny et al., 2014; Willette et al., 2012) やヒトの男性 (Kawahara et al., 2011) においてはこれまで実験で明らかにされているが、女性においては行われていなかった。興味深いことに、本研究では、ストレスの軽減は、黄体期中の女性被験者において示された。これは、食事制限が、黄体期に抗ストレス作用を有することを示唆している。月経関連症状は黄体期中に重症化し (Baker et al., 2012)、ストレスはこれらの症状と関連している。それゆえ、食事制限は、これらの症状を軽減し、女性の生活の質を高めることも期待される。

本研究にはいくつかの限界がある。一つ目に、絶食条件は単純な実験条件だったのに対し、本研究で使用した食事は複雑な栄養素を含んだ。それゆえ、本研究の結果のための基礎となるメカニズムは不明である。自律神経系は、他の調節システムとの連携により、恒常性の維持に関与している。したがって、本研究において基礎となるメカニズムは、今後の研究で全身的協関の観点から説明することができるかもしれない。二つ目に、今回は、統制された設定で実験を実施したが、実生活のような統制されていない設定とは異なるものである。三つ目に、我々は、絶食の長期的な影響については検討しなかった。食物摂取の長期的な影響は、ヒトにおける毎日のライフスタイルの影響を明確にするために必要となる。したがって、この問題を究明するためにさらなる研究が必要とされる。四つ目に、本研究では長期的なストレスについて言及していない。今後の研究では、長期的なストレスにおいて絶食の効果を検証するために、繰り返しのある 12 時間の絶食での試行を行う必要がある。繰り返しのある 12 時間の絶食を実施することは、長期的なストレスに影響を与えるだけでなく、絶食の実現可能性と安全性、および繰り返し絶食における摂食の再開が、ストレスにどの程度影響を及ぼすのかなどを解明できる可能性がある。

4. 5. 結論

本研究では、若年女性を対象に卵胞期、黄体期それぞれにおいて、短期の食事制限が心血管応答および生体ストレス反応に及ぼす影響について検討することを目的とした。心拍数は卵胞期、黄体期ともに絶食条件において減少した。HF パワー値 は卵胞期、黄体期ともに絶食条件において増加した。加えて、唾液中コルチゾール濃度は黄体期の絶食条件において減少した。これらのことから、短期的絶食が黄体期の女性においてストレスの軽減をもたらす可能性が示唆された。このことは、月経随伴症状の緩和に寄与する可能性だけでなく、女性が慢性的に抱えるストレスに対しても緩和している可能性も示している。12 時間の絶食は、医療専門家からの助けなしに日常生活の中で実践するための簡単な方法であるが、絶食の有効性や安全性等に関する知見は、未だ十分とは言えない。したがって、そのために、これらの知見の基礎となるメカニズムを明らかにし、絶食の長期的影響について検証するために、さらなる研究が必要とされる。

4.6 参考文献

- Angst J, Sellaro R, Merikangas KR, Endicott J (2001) The epidemiology of perimenstrual psychological symptoms. *Acta Psychiatr Scand* 104:110-116
- Baker FC, Sasso SA, Kahan T, Palaniappan L, Nicholas CL, Trinder J, Colrain IM (2012) Perceived poor sleep quality in the absence of polysomnographic sleep disturbance in women with severe premenstrual syndrome. *J Sleep Res* 21:535-545
- Bakhshani NM, Mousavi MN, Khodabandeh G (2009) Prevalence and severity of premenstrual symptoms among Iranian female university students. *J Pak Med Assoc* 59:205-208
- Bergendahl M, Evans WS, Pastor C, Patel A, Iranmanesh A, Veldhuis JD (1999) Short-term fasting suppresses leptin and (conversely) activates disorderly growth hormone secretion in midluteal phase women--a clinical research center study. *J Clin Endocrinol Metab* 84:883-894
- Bergendahl M, Iranmanesh A, Evans WS, Veldhuis JD (2000) Short-term fasting selectively suppresses leptin pulse mass and 24-hour rhythmic leptin release in healthy midluteal phase women without disturbing leptin pulse frequency or its entropy control (pattern orderliness). *J Clin Endocrinol Metab* 85:207-213
- Biggs WS, Demuth RH (2011) Premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder. *Am Fam Physician* 84:918-924
- Boardman A, Schlindwein FS, Rocha AP, Leite A (2002) A study on the optimum order of autoregressive models for heart rate variability. *Physiol Meas* 23:325-336
- Chan JL, Mietus JE, Raciti PM, Goldberger AL, Mantzoros CS (2007) Short-term fasting-induced autonomic activation and changes in catecholamine levels are not mediated by changes in leptin levels in healthy humans. *Clin Endocrinol* 66:49-57
- Cohen J (1988) *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2 edn. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Deligeoroglou E (2000) Dysmenorrhea. *Ann N Y Acad Sci* 900:237-244
- Derman O, Kanbur NO, Tokur TE, Kutluk T (2004) Premenstrual syndrome and associated symptoms in adolescent girls. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 116:201-206
- Duenas JL, Lete I, Bermejo R, Arbat A, Perez-Campos E, Martinez-Salmean J, Serrano

- I, Doval JL, Coll C (2011) Prevalence of premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder in a representative cohort of Spanish women of fertile age. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 156:72-77
- Epperson CN, Steiner M, Hartlage SA, Eriksson E, Schmidt PJ, Jones I, Yonkers KA (2012) Premenstrual dysphoric disorder: evidence for a new category for DSM-5. *Am J Psychiatry* 169:465-475
- Filaire E, Dreux B, Massart A, Nourrit B, Rama LM, Teixeira A (2009) Salivary alpha-amylase, cortisol and chromogranin A responses to a lecture: impact of sex. *Eur J Appl Physiol* 106:71-77
- French L (2005) Dysmenorrhea. *Am Fam Physician* 71:285-291
- Fujiwara T, Nakata R (2007) Young Japanese college students with dysmenorrhea have high frequency of irregular menstruation and premenstrual symptoms. *Open Med Inform J* 1:8-11
- Hellhammer DH, Wust S, Kudielka BM (2009) Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology* 34:163-171
- Herbert BM, Herbert C, Pollatos O, Weimer K, Enck P, Sauer H, Zipfel S (2012) Effects of short-term food deprivation on interoceptive awareness, feelings and autonomic cardiac activity. *Biol Psychol* 89:71-79
- Hirshoren N, Tzoran I, Makrienko I, Edoute Y, Plawner MM, Itskovitz-Eldor J, Jacob G (2002) Menstrual cycle effects on the neurohumoral and autonomic nervous systems regulating the cardiovascular system. *J Clin Endocrinol Metab* 87:1569-1575
- Hourani LL, Yuan H, Bray RM (2004) Psychosocial and lifestyle correlates of premenstrual symptoms among military women. *J Womens Health* 13:812-821
- Iacovides S, Avidon I, Bentley A, Baker FC (2014) Reduced quality of life when experiencing menstrual pain in women with primary dysmenorrhea. *Acta Obstet Gynecol Scand* 93:213-217
- Kenny R, Dinan T, Cai G, Spencer SJ (2014) Effects of mild calorie restriction on anxiety and hypothalamic-pituitary-adrenal axis responses to stress in the male rat. *Physiol Rep* 2:e00265

- Kessel B (2000) Premenstrual syndrome. Advances in diagnosis and treatment. *Obstet Gynecol Clin North Am* 27:625-639
- Kirschbaum C, Pirke KM, Hellhammer DH (1993) The 'Trier Social Stress Test' - a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology* 28:76-81
- Kitamura M, Takeda T, Koga S, Nagase S, Yaegashi N (2012) Relationship between premenstrual symptoms and dysmenorrhea in Japanese high school students. *Arch Womens Ment Health* 15:131-133
- Kleinstauber M, Witthoft M, Hiller W (2012) Cognitive-behavioral and pharmacological interventions for premenstrual syndrome or premenstrual dysphoric disorder: a meta-analysis. *J Clin Psychol Med Settings* 19:308-319
- Kuwahara K, Okita Y, Kouda K, Nakamura H (2011) Effects of modern eating patterns on the cardiac autonomic nervous system in young Japanese males. *J Physiol Anthropol* 30:223-231
- Lac G (2001) Saliva assays in clinical and research biology. *Pathol Biol* 49:660-667
- Lauer MS (2009) Autonomic function and prognosis. *Cleve Clin J Med* 76:S18-S22
- Lete I, Duenas JL, Serrano I, Doval JL, Martinez-Salmean J, Coll C, Pérez-Campos E, Arbat A (2011) Attitudes of Spanish women toward premenstrual symptoms, premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder: results of a nationwide survey. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 159:115-118
- Matsumoto T, Ushiroyama T, Morimura M, Moritani T, Hayashi T, Suzuki T, Tatsumi N (2006) Autonomic nervous system activity in the late luteal phase of eumenorrheic women with premenstrual symptomatology. *J Psychosom Obstet Gynaecol* 27:131-139
- Matsumoto T, Ushiroyama T, Tatsumi N (2007) Lower peripheral circulation in eumenorrheic young women with premenstrual symptoms. *Biopsychosoc Med* 1:8
- Ministry of Health, Labour and Welfare. National Health and Nutrition Survey in 2010. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/h22-houkoku.html>
- Moline ML, Zendell SM (2000) Evaluating and managing premenstrual syndrome. *Medscape Womens Health* 5:1
- Nater UM, La Marca R, Florin L, Moses A, Langhans W, Koller MM, Ehlert U (2006)

- Stress-induced changes in human salivary alpha-amylase activity - associations with adrenergic activity. *Psychoneuroendocrinology* 31:49-58
- Niskanen JP, Tarvainen MP, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA (2004) Software for advanced HRV analysis. *Comput Methods Programs Biomed* 76:73-81
- Ohara K, Okita Y, Kouda K, Mase T, Miyawaki C, Nakamura H (2015) Cardiovascular response to short-term fasting in menstrual phases in young women: an observational study. *BMC Women's Health* 15:67
- Olejnik S, Algina J (2003) Generalized eta and omega squared statistics: measures of effect size for some common research designs. *Psychol Methods* 8:434-447
- Olson BR, Cartledge T, Sebring N, Defensor R, Nieman L (1995) Short-term fasting affects luteinizing hormone secretory dynamics but not reproductive function in normal-weight sedentary women. *J Clin Endocrinol Metab* 80:1187-1193
- Pellizzer AM, Straznicky NE, Lim S, Kamen PW, Krum H (1999) Reduced dietary fat intake increases parasympathetic activity in healthy premenopausal women. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 26:656-660
- Pinar G, Colak M, Oksuz E (2011) Premenstrual Syndrome in Turkish college students and its effects on life quality. *Sex Reprod Health* 2:21-27
- Princi T, Parco S, Accardo A, Radillo O, De Seta F, Guaschino S (2005) Parametric evaluation of heart rate variability during the menstrual cycle in young women. *Biomed Sci Instrum* 41:340-345
- Rozanski A, Bairey CN, Krantz DS, Friedman J, Resser KJ, Morell M, Hilton-Chalfen S, Hestrin L, Bietendorf J, Berman DS (1988) Mental stress and the induction of silent myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 318:1005-1012
- Sahin S, Ozdemir K, Unsal A (2014) Evaluation of premenstrual syndrome and quality of life in university students. *J Pak Med Assoc* 64:915-922
- Sato N, Miyake S, Akatsu J, Kumashiro M (1995) Power spectral analysis of heart rate variability in healthy young women during the normal menstrual cycle. *Psychosom Med* 57:331-335
- Sato N, Miyake S (2004) Cardiovascular reactivity to mental stress: relationship with

- menstrual cycle and gender. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 23:215-223
- Sheema UK, Sarwari KN, Malipatil BS (2014) Influence of different phases of menstrual cycle on heart rate variability. *Int J Basic Appl Med Sci* 4:168-172
- Sloan RP, Shapiro PA, Bagiella E, Bigger JT, Jr., Lo ES, Gorman JM (1996) Relationships between circulating catecholamines and low frequency heart period variability as indices of cardiac sympathetic activity during mental stress. *Psychosom Med* 58:25-31
- Steiner M (2000) Premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder: guidelines for management. *J Psychiatry Neurosci* 25:459-468
- Tanaka Y, Ishitobi Y, Maruyama Y, Kawano A, Ando T, Imanaga J, Okamoto S, Kanehisa M, Higuma H, Ninomiya T, Tsuru J, Hanada H, Isogawa K, Akiyoshi J (2012) Salivary alpha-amylase and cortisol responsiveness following electrical stimulation stress in panic disorder patients. *Neurosci Res* 73:80-84
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996) Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J* 17:354-381
- Usha Rani YS, Manjunath P, Desai RD (2013) Comparative Study of Heart Rate Variability, Heart Rate and Blood Pressure in Different Phases of Menstrual Cycle in Healthy Young Women Aged 18-22 Years. *J Phys Pharm Adv* 3:188-192
- Vichnin M, Freeman EW, Lin H, Hillman J, Bui S (2006) Premenstrual syndrome (PMS) in adolescents: severity and impairment. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 19:397-402
- Vos T, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M et al. (2012) Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 380:2163-2196
- Willette AA, Coe CL, Colman RJ, Bendlin BB, Kastman EK, Field AS, Alexander AL, Allison DB, Weindruch RH, Johnson SC (2012) Calorie restriction reduces psychological stress reactivity and its association with brain volume and microstructure in aged rhesus monkeys. *Psychoneuroendocrinology* 37:903-916

- Wittchen HU, Becker E, Lieb R, Krause P (2002) Prevalence, incidence and stability of premenstrual dysphoric disorder in the community. *Psychol Med* 32:119-132
- Wong LP, Khoo EM (2010) Dysmenorrhea in a multiethnic population of adolescent Asian girls. *Int J Gynaecol Obstet* 108:139-142
- Yamamoto K, Okazaki A, Sakamoto Y, Funatsu M (2009) The relationship between premenstrual symptoms, menstrual pain, irregular menstrual cycles, and psychosocial stress among Japanese college students. *J Physiol Anthropol* 28:129-136
- Yildirim A, Kabakci G, Akgul E, Tokgozoglu L, Oto A (2002) Effects of menstrual cycle on cardiac autonomic innervation as assessed by heart rate variability. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 7:60-63

第五章

総括

本研究の目的は、男女それぞれにおいて標準体重とやせとの間で DEBQ を指標とする食行動と自己の体型認識との関連について検討すること、食事摂取による HRV を FFT と AR を用いて解析し、FFT と AR の双方の方法によって得られた LF, HF, LF/HF 比について比較検討すること、および卵胞期、黄体期それぞれにおいて、短期の食事制限が心血管応答および生体ストレス反応に及ぼす影響について検討することであった。本章では、各章の要点をまとめ、本研究の結論を述べる。

第一章は本研究の背景および目的である。現代社会はストレス社会であり、特に女性はストレスを受けやすいこと、女性に特徴的なこととして、ボディイメージに関することや月経周期があり、ボディイメージは、体型誤認ややせ願望が食に対する行動や疾病まで至る可能性があり、月経周期に伴う症状は女性の健康に影響し、その軽減をはかることは女性の健康にとって重要であること、および食事制限は月経周期におけるストレスを軽減効果がある可能性を述べた。また、自律神経系活動を測定するための心拍変動のスペクトル解析法にも検討を加えることが必要であることを述べた。これらを受けて、本研究の目的を示し、本論文の構成について述べた。

第二章では、食行動とボディイメージとの関係について明らかにすることを目的とした。その結果、理想体重と理想 BMI の値は、男性においては現在の体重や BMI の値より大きかったが、女性においては低かった。また、女性においては理想の体型が現在の体型よりもやせたものであったが、男性においては有意な差はみられなかった。加えて、男性より女性の方が DEBQ の抑制的摂食、情動的摂食、外発的摂食のいずれにおいても高得点であった。標準体重の対象者間では、男性より女性の方がこの3つの尺度すべてで高得点であり、低体重の対象者間では、男性より女性の方が抑制的摂食、外発的摂食が高得点であった。これらのことから、理想的な体型に関する性差は摂食行動に関連していることが示唆された。

第三章では、食事摂取による心拍変動を高速フーリエ変換 (FFT) と自己回帰モデル (AR) を用いて解析し、FFT と AR の双方の方法によって得られた低周波数成分 (LF)、高周波数成分 (HF)、LF/HF 比について比較検討した。その結果、結論として、FFT と AR は、解析セグメントが短い場合には、相互の関連性が乏しかった。また、FFT は AR と比べて過小評価し、AR のパワー値が増加するほど、過小評価の程度も増大した。このことから、短時間の解析セグメントを要する条件においては、FFT よりも理論上優位性がある AR の使用が適当であることが示唆された。

第四章では、卵胞期、黄体期それぞれにおいて、短期の食事制限が心血管応答および生体ストレス反応に及ぼす影響について検討することを目的とした。心拍数は卵胞期、黄体期ともに絶食条件において減少した。HF パワー値は卵胞期、黄体期ともに絶食条件において増加した。加えて、唾液中コルチゾール濃度は黄体期の絶食条件において減少した。これらのことから、短期的絶食が黄体期の女性においてストレスの軽減をもたらす可能性が示唆された。

自然環境下にある狩猟採集社会とは異なり、現代社会は人工環境下にある高度文明化社会である。したがって、自然環境に適応的であるヒトにとって、現代の文明社会から受けるテクノストレスは、男女を問わず問題となっている。本研究ではボディイメージを例として取り上げたが、ボディイメージへの関心ややせ願望もまた、現代社会における女性に特有の問題であり、本研究において、女性がよりストレスを感じやすいことを示唆することができた。さらに、女性には月経周期があり、それに伴う随伴症状は、女性にとってストレスをもたらし、女性の健康を損なう要因ともなっている。これら、女性に対してストレスを与えるものに対し、ストレスの軽減をもたらす手段として、食事制限をとりあげた。食事制限は、これまで動物実験により検証され、寿命を延長する唯一の介入手段として、あるいは腫瘍等の加齢関連疾患等への発症および症状の進展を抑制する手段として認められている。また、ヒトに対しても、ストレスに対する軽減効果として男性においては検証された報告があるが、女性に対して月経周期を考慮した報告は不十分である。本研究では、特に黄体期においてストレスの軽減が認められた。本研究における食事制限によるストレスの軽減は、月経周期を考慮したものであるが、その際、対象者である女性が受けているストレスは、月経周期やそれに随伴する症状から受けているストレスだけではなく、日常的に女性が抱えている慢性的なストレスも含めて軽減した可能性もある。このことは、本研究において用いた食事制限が、女性のもつ生理学的なストレスだけではなく、社会・行動学的ストレスからも軽減する可能性を示しているが、これについては今後の詳細な検討が必要である。これらに加えて、食事制限が日常容易に選択可能な手法であること、および、飽食である現代の人工環境とは異なり、自然環境下でのヒトにとっては空腹状態が通常の状態であることを鑑みると、今回、食事制限によるストレスの軽減効果が得られたことは、たいへん意義深い結果であるといえる。

謝辞

中村晴信教授には、指導教員として懇切、丁寧なご指導を賜りましたことを御礼申し上げます。また、本研究において、ご指導およびご助言を賜りました静岡大学沖田善光先生、近畿大学甲田勝康先生、聖母女学院短期大学間瀬知紀先生、平安女学院大学短期大学部宮脇千恵美先生に心より感謝申し上げます。さらに、本研究のさまざまな測定・調査にご協力いただいた学生の皆さまに、敬意と感謝の意を表します。