

月経周期内の体組成と安静時エネルギー代謝量

末田 香里・鈴木かおり*・山下 侑子**・増田 豊子***・柘植友美子****

Body Composition and Resting Energy Expenditure during the Menstrual Cycle

Kaori SUEDA・Kaori SUZUKI・Yuko YAMASHITA・Toyoko MASUDA・
Yumiko TUGE

緒 論

体組成の分析は医学，東洋医学，栄養学スポーツ科学などの分野で利用されてきた．価格が安く体組成を測定できる方法としては身体計測，超音波等がある．しかし部位特異的測定法はボディーコンポジション測定法(密度法，体内総カリウム量など)に比して，信頼性に乏しい．一方ボディーコンポジションの測定はコストがかかること，不正確なこと，使用方法などが難しい等の理由から，一般的には容易ではなかった．

最近最も進歩したものの一つは生体インピーダンス分析法(BIA)¹⁾で，この測定法の原理は脂肪は水分をほとんど含まないので電気伝導性はほとんどなく，一方除脂肪体重は水分を多く含むので電気伝導が高いことである．BIAの測定機器が改良され，多周波数分析もでき，体組成が簡便，迅速かつ高精度に測定できるようになった．

月経周期内ではホルモンが変動しており，月経周期の排卵後に食物摂取量の増加ならびに体重の増加が報告されている^{2,3)}．本実験では最新の体成分分析装置InBody^{3,2)}を用い，月経周期内における体組成の変動を検討した．ならびに安静時エネルギー代謝量を測定し，月経周期内での変動の有無についても検討した．

方 法

被験者：本大学の学生，2～4年生27名(21.1±1.7歳：Mean±SD)を被験者とした．被験者は経口避妊薬・ホルモン剤を服用していない，喫煙歴がなく，ダイエットをしていない正常月経周期(29±5日)を持つ者とした．基礎体温測定期間は2004年8月～11月の間，被験者は事前に説明を受け，配布された用紙に，基礎体温，就寝時刻，基礎体温測定時刻，起床時刻，その他(体調不良，寝不足，前日飲酒，薬の服用など)を記録し，基礎体温グラフを作成した．体組成と安静時エネルギー代謝量の測定は9月下旬～11月の間に行った．基礎体温グラフをもとに月経周期の各時期の実施日を以下のように設定した．月経期は月経開始翌日より最終日前日まで，卵胞期は月経最終日翌日より排卵2日前まで，排卵期は排卵2日前より排卵後1日ま

*医療法人北辰会 **株式会社知久 ***三重県小中学校栄養職員 ****シダックスフードサービス株式会社

で、黄体期は排卵1週間後より月経開始前日までとした。測定時刻は昼食前の空腹時とし、各被験者でほぼ同一時刻で測定した。体組成測定後に安静時エネルギー代謝量を測定した。この実験は「名古屋女子大学のヒトを対象とする研究に関する委員会」の承認を得ておこなった。

体組成測定：インピーダンス法による体組成成分測定器Body Composition Analyzer InBody^{3,2}(株式会社バイオスペース, 東京)により体組成を測定した。InBody^{3,2}では8点接触型電極(両手, 両足にそれぞれ2点), 部位別分析, 多周波分析により, 除脂肪量, 筋肉量, 総水分量, 細胞外液量が出力される。高周波(>200kHz)の電流は細胞全体の水分量を, 低周波(<50kHz)の電流は細胞外液量を測定し, 細胞内液は(総水分量 - 細胞外液量), 浮腫率は(細胞外液量 ÷ 総水分量)として算出している。

安静時エネルギー代謝量の測定: VO₂₀₀₀(Medical Graphic Corporation, USA)を用い酸素消費量・呼吸商を測定した。被験者は鼻と口周りにゆるくフィットするマスクをつけ, 椅子に座った状態で測定した。最初慣れるのに5分間, その後約15~20分測定した。安静時エネルギー代謝量(REE)はWeirの式[REE = (3.827 × VO₂ + 1.223 × VCO₂) × 1.44 - 1.994 × UN₂]で算出した。

統計処理: 統計処理には, 統計ソフトSPSS(12.0J for Windows)を用いた。月経周期4期の測定項目(変動体重, 体脂肪率, 筋肉量, 総水分量, 細胞外液, 浮腫率および安静時エネルギー代謝量)の変動は, 対応のある一元配置分散分析(ANOVA)を行ない, その後Scheffeの方法により多重比較をした。P < 0.05を統計的有意とした。

結 果

1. 体組成

体重は月経期, 卵胞期, 排卵期, 黄体期の4期において差はなかった。体脂肪率, 筋肉量, 総水分量, 細胞内液いずれも4期で差はなかった。総水分量は4期で差はなかったが, 一方細胞外液は月経周期内変動(ANOVA, P < 0.05)が認められた。同じく浮腫率も, 月経期に比して卵胞期で有意に低い月経周期内変動(ANOVA, P < 0.05)がみられた。

表1 体重および体組成の月経周期内変動

月経周期 (n=27)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	筋肉量 (kg)	総水分量 (L)	細胞外液 (L)	浮腫率	細胞内液 (L)
月経期	51.9 ± 7.7	26.2 ± 4.9	35.7 ± 3.7	26.2 ± 2.7	8.7 ± 0.9	0.331 ± 0.008**	17.5 ± 1.8
卵胞期	51.7 ± 7.4	26.2 ± 4.5	35.6 ± 3.8	26.2 ± 2.8	8.6 ± 1.0	0.328 ± 0.008**	17.5 ± 1.9
排卵期	51.9 ± 7.6	26.3 ± 4.5	35.7 ± 3.7	26.2 ± 2.7	8.6 ± 0.9	0.330 ± 0.007	17.6 ± 1.8
黄体期	51.7 ± 7.5	26.1 ± 4.5	35.6 ± 3.8	26.2 ± 2.8	8.6 ± 0.9	0.330 ± 0.008	17.6 ± 1.9
月経周期内変動*						* P < 0.05	* P < 0.05

値は平均 ± SD.

* 月経4期で有意に差があった(対応のあるANOVA).

** 二群間で有意に差があった(Scheffeの方法による多重比較)

2. 安静時エネルギー代謝量

呼吸商(RQ)の平均値は0.82~0.83前後の値を示し,4期で差はなかった.安静時エネルギー代謝量も月経周期内変動はみられなかった.

表2 月経周期内の呼吸商ならびに安静時エネルギー代謝量

月経周期 (n=27)	呼吸商	安静時エネルギー代謝量 (kcal/day)
月経期	0.83±0.10	1817±362
卵胞期	0.82±0.09	1787±382
排卵期	0.83±0.09	1804±323
黄体期	0.82±0.06	1804±323

値は平均±SDを示す.

考 察

女性は従来月経周期の黄体期においてエネルギー摂取量の増加,体重の増加がみられ,その増加は黄体期におけるプロゲステロン濃度の上昇と関連するといわれている⁵⁾.今回体重は月経期,卵胞期,排卵期,黄体期の4期において差はなかった.同様に,体脂肪率・筋肉量・総水分量も月経周期の4期において差はなかった.一方細胞外液は月経期に比して卵胞期が有意に低下する月経周期内変動(ANOVA, $P < 0.05$)が認められた.加えて浮腫率も,月経周期内変動(ANOVA, $P < 0.05$)がみられ,月経期に比して卵胞期において有意に低下した.体重や総水分量に月経周期内変動がなかったことから,卵胞期における細胞外から細胞内へ体液の移動が推定される.しかし月経中である卵胞前期と卵胞期(卵胞後期)における体液の移動は従来報告にはない,今後の検討課題である.

Khaled⁵⁾らは,BIAにおいて水・イオン濃度が重要な意味を持つことを報告している.従来報告されているように月経周期には,ホルモン,生理的变化が関連しており,1)水貯留による月経前の体重増加,2)黄体期に見られるKやNaの増加による水分分布や電解質バランスのシフト,3)黄体期のプロゲステロンの作用による体深部や皮膚温の上昇,4)その中には摂取エネルギーやNa摂取や炭水化物/蛋白比といった月経前の食生活の変動等が生体インピーダンス測定の実現性に影響すると述べている.Gleichauf等⁶⁾がBIAで行った実験(1989)では25名の被験者について月経周期4期の体構成成分をpaired t-testで比較し,抵抗値,体重,除脂肪体重など各項目ごとに各時期で差があった,微量の体重の差が塩分摂取量と関連しており,体の水分分布を変えて,大きな差となるのであろう,と推論している.我々とGleichauf等の結果の相違については,一つは本実験では体重は月経周期内で変化せず,また総水分量も4期で差はなかったこと,二つ目は今回の測定機器は多周波インピーダンス法で50kHzと200kHzの周波数をもちいて総水分量のみならず細胞外液を測定していることなどが関係していると推察される.今後さらなる検討が必要である.

安静時エネルギー代謝量をキャピノー法により測定した結果,呼吸商(RQ),安静時エネルギー代謝量ともに月経周期4期で差はなかった.従来も基礎代謝量,睡眠時代謝量(SMR))におよぼす月経周期の影響については一致していない⁷⁻⁹⁾.Solomon等⁷⁾は6人の被験者の安静時エネルギー代謝量を測定し,月経周期で変動すること,つまり月経中に減少し,排卵前1週間

に最低になり、その後次の月経まで上昇することを報告している。Webb⁸⁾は20歳代と40歳代の被験者10人について月経周期の24時間エネルギー消費量を測定した結果、10人中8人は横体期14日間に8 - 16%増加することを報告し、プロゲステロンの関与を示唆している。またBisdee等⁹⁾は6人の被験者の睡眠時代謝量は卵胞後期が一番低く、黄体後期には6.1%高くなる周期性があることを報告している。Webb⁸⁾はこれらの結果は測定法に由来すると考え、測定前の活動が代謝量に影響する安静時エネルギー代謝量よりも睡眠時代謝量を測定することを奨励している。しかし、睡眠時代謝量を測定し、排卵前より排卵後の安静時エネルギー代謝量が高くなるとの結果を出したWebb⁸⁾、Gerwinら¹⁰⁾も排卵後に睡眠時代謝量が増加しなかった被験者がいたことを報告している。月経周期内で差がなかった我々の結果と従来の報告の差異については、民族差、生活様式、測定条件の厳密さが関係していると推察された。

実測した安静時エネルギー代謝量は月経周期内で差はなかった。月経周期内で体重がほとんど変化しなかったためHarris-Benedictの式より算出した基礎代謝量 $1334 \pm 73 \text{ kcal/day}$ であり、実測した安静時エネルギー代謝量(1787 ~ 1817 kcal/day)は基礎代謝量の約35%増しという数字になった。従来は安静時エネルギー代謝量は基礎代謝量は約20%増しとされており、 VO_{2000} で測定した安静時エネルギー代謝量はやや高めの数値となった。

要 約

月経周期内で体組成およびエネルギー代謝量に変動があるかを最新の機器Body Composition Analyzer (InBody^{3,2)}ならびに呼吸代謝測定装置(VO_{2000})を用いて検討した。女子大生27名(21.1 ± 1.7歳: Mean ± SD)を被験者として、月経周期を基礎体温で月経期・卵胞期・排卵期・黄体期の各時期の一定時刻(空腹時)に体組成および安静時エネルギー代謝量を測定した。体組成測定はIn Body^{3,2}を用い、体重測定と体脂肪率・筋肉量・総水分量・細胞外液量をインピーダンス法により算出した。エネルギー消費間接測定は呼吸商(RQ)、安静時エネルギー代謝量を算出した。統計処理は統計ソフトSPSS(12.0 J for Windows)を用いた。その結果、体重は月経期(51.9 ± 7.7kg)、卵胞期(51.7 ± 7.4kg)、排卵期(51.9 ± 7.6kg)および黄体期(51.7 ± 7.5kg)の4期で月経周期内変動がなかった。また、体脂肪率、筋肉量、総水分量も月経周期内変動がなかった。細胞外液量と浮腫率(細胞外液 ÷ 総水分量)は月経周期内変動が認められ(ANOVA, $P < 0.05$)、浮腫率は月経期に比して卵胞期が低かった。安静時エネルギー代謝量、呼吸商(RQ)は4期で差はなかった。

以上、体重、体脂肪率、筋肉量、総水分量ならびに安静時エネルギー代謝量は、月経周期4期において変動は認められなかった。

文 献

- 1) Van Loan MD: Bioelectrical impedance analysis to determine fat-free mass, totalbody water and body fat. Sports Med., 10, 205-17 (1990)
- 2) Gong EJ, Garrel D, Calloway DH: Menstrual cycle and voluntary food intake. Am J Clin Nutr. 49, 252-8 (1989)
- 3) Tarasuk V, Beaton BH. Menstrual-cycle patterns in energy and macronutrient intake Am J Clin Nutr. 53, 442-7 (1991)

- 4) Tarasuk V, Beaton GH: Menstrual-cycle patterns in energy and macronutrient intake. *Am J Clin Nutr.* 53, 442-7 (1991)
- 5) Khaled MA, McCutcheon MH, Reddy S, Pearman PL, Hunter GR, Weinsier RL.: Electrical impedance in assessing human body composition; the BIA method. *Am J Clin Nutr.* 47, 789-92 (1987)
- 6) Gleichauf CN, Roe DA : The menstrual cycle's effect on the reliability of bioimpedance measurements for assessing body composition, *Am J Clin Nutr.* 50, 906-7 (1989)
- 7) Solomon SJ, Kurzer MS, Calloway DH: Menstrual cycle and basal metabolic rate in women, *Am J Clin Nutri.* 36, 611-6 (1982)
- 8) Webb P.: 24-hour energy expenditure and the menstrual cycle. *Am J Clin Nutri.* 44, 614-19 (1986)
- 9) Bisdee JT, James WPT, Shaw MA : Changes in energy expenditure during the menstrual cycle. *Br J Nutr.* 6, 187-199 (1989)
- 10) Gerwin AL Meijer, Klaas Rwesterterp, Wim HM Sairis, and Foppe ten Hoor: Sleeping metabolic rate in relation to body composition and the menstrual cycle. *Am J Clin Nutr.* 55, 637-40 (1992)