

# 月経周期のフェーズを利用した ウェイトコントロールプログラムの開発

日本体育大学 須永美歌子  
(共同研究者) 帝京大学 亀本佳世子  
日本体育大学 山田満月

## Development of a Weight Control Program According to Phases of the Menstrual Cycle

by

Mikako Sunaga

*Department of Exercise Physiology,  
Nippon Sport Science University*

Kayoko Kamemoto

*Teikyo University Institute of Sports Science & Medicine,  
Teikyo University*

Miduki Yamada

*Graduate School of Health and Sport Science,  
Nippon Sport Science University*

### ABSTRACT

The body composition and weight control are very important for athlete's conditioning and performance improvement. The ovarian hormones could effect on fluid retention. Therefore, it has been suggested the body weight and the body composition should be changed in the phase of menstrual cycle. The present study aimed to develop a weight control program according to the phases of the menstrual cycle based on a study of eight eumenorrheic women (age,  $21.6 \pm 0.4$  years; height,

161.3 ± 1.8 cm) who volunteered to participate in this study. All participants cycled for 30 min at an intensity of 60% VO<sub>2peak</sub>. Blood samples were collected and respiratory gas was analyzed at rest (0 min) and at 30, 60, and 90 min after exercise during the follicular (FP), ovulation (OV), and luteal (LP) phases of one menstrual cycle. Blood levels of ovarian hormones (estradiol and progesterone), catecholamines (adrenalin and noradrenalin), glucose, free fatty acid (FFA), renin activity, and aldosterone were assessed. Blood concentrations of estradiol were higher greater during the OV and LP than during the FP at all time points. Body weight tended to increase during the LP compared with the OV ( $p = 0.06$ ). Renin activity significantly and positively correlated with progesterone ( $r = 0.632, p < 0.01$ ). The noradrenaline was significantly higher in the luteal phase than in the follicular phase. In conclusion, the increase in body weight during the LP was induced by an increase in body fluid volume. However, aerobic exercise performed during the luteal phase might reduce body fat.

## 要 旨

アスリートのコンディション維持や一般女性の健康の維持増進のために、体組成管理やウェイトコントロールは非常に重要な課題である。本研究では、月経周期に伴う体重・体組成の変化および有酸素運動による脂質代謝への影響を観察し、月経周期のフェーズを利用したウェイトコントロールプログラムを開発することを目的とした。

正常な月経周期を有する女性8名を対象とし、月経周期の各フェーズ（卵胞期、排卵期、黄体期）に体重、体組成を測定した。さらに最高酸素摂取量の60%強度の自転車運動を30分間実施し、脂質代謝への影響について比較した。

体重は、排卵期に比べて黄体期に高い傾向を示した。さらにプロゲステロンとレニン活性に有意な相関関係が認められた。また、ノルアドレナリンは、排卵期に比べて黄体期に有意に高い値を示した。以上のことから、黄体期は体水分量および体脂肪量の増加によって体重の増加が引き起こされるが、一方で脂肪分解が促進し、有酸素運動を

行うことで効率的に体脂肪を減少させる可能性が示唆された。

## 緒 言

アスリートのコンディションの維持およびパフォーマンス向上のために、体組成管理やウェイトコントロールは非常に重要な課題である。また、アスリートだけでなく一般女性においても健康の維持増進のために減量に取り組まなければならない場合もある。有経女性は周期的に性ホルモン濃度が増減する月経周期を有し、その影響を受けて体重や体組成が変化する可能性があることが報告されている<sup>1)</sup>。したがって、成人女性がウェイトコントロールに取り組む場合には、月経周期による影響を考慮しなければならないと考えられる。

月経周期は、卵胞期（低エストロゲン、低プロゲステロン）、排卵期（高エストロゲン、低プロゲステロン）、黄体期（高エストロゲン、高プロゲステロン）の各フェーズに分けることができる。エストロゲン、プロゲステロンには、レニン活性を高め、体水分貯留を高める作用があることが報

告されており<sup>2,3)</sup>、体水分量の増加に伴い卵胞期に比べて黄体期に体重が増加する可能性が考えられる。実際にスポーツ現場においても“卵胞期にやせやすく、黄体期に太りやすい”ことが現象として捉えられている。しかしながら、月経周期に伴い体重や体水分量がどれくらい変化するのは具体的に示されていないのが現状である。

我々は月経周期が生体内代謝産物の変動に及ぼす影響について、メタボロミクスを用いて解析し、糖原性アミノ酸やカルニチン関連代謝物質が卵胞期に比べて黄体期に有意に低下することを確認した<sup>4)</sup>。このことは、卵胞期に比べて黄体期にアミノ酸および脂質異化経路が亢進することを示唆するものである。現在、脂肪燃焼を目的とした運動プログラムは、男女同様に実施されているが、もし本研究で月経周期によって脂肪燃焼効率が高まるフェーズが明らかになれば、女性にとって効率的な脂肪燃焼のための運動プログラムを考案することができる。

そこで、本研究では月経周期に伴う体重、体組成、脂質代謝および食事摂取状況の変化を総合的に観察し、月経周期のフェーズを利用したウェイトコントロールプログラムの開発を目指すことを目的とした。

## 1. 研究方法

### 1.1 対象者

本研究の対象者は、正常な月経周期を有し、事前に実施したアンケートで「月経周期によって体重が大きく変化する」と回答した運動習慣のある女子学生8名であった(21.6±0.4歳, 161.3±1.8cm)。正常な月経周期を有するか否かは、月経周期に関するアンケートおよび実験開始1ヶ月前より基礎体温を記録することによって確認した。また、すべての被験者は経口避妊薬をした経験はなく、内科的・婦人科的疾患を有する者はなかった。対象者には、事前に研究の目的や測定内容を

文章および口頭で十分に説明し、文書での研究参加の同意を得た。本研究は、日本体育大学倫理審査委員会の承認を受けて実施された(承認番号: 第014-H57号)。

### 1.2 実験手順

本研究において被験者は、計5回の実験に参加した。1回目は、本実験の事前測定として、最高酸素摂取量(VO<sub>2</sub>peak)を測定した。本実験は、1週間に1回の頻度(毎週同じ曜日)で計4回の有酸素運動を実施した。実験当日は、来室後、主観的コンディションに関するアンケートを回答し、椅坐位安静を20分以上保った後に運動前の採血を行い、自転車運動を実施した。運動終了後は、椅坐位姿勢で60分間安静を保ち、回復過程を観察した。採血および呼気ガス分析は、運動前(0分)、運動終了直後(30分)、運動終了30分後(60分)、運動終了60分後(90分)に行った。本実験のプロトコルを図1に示した。食事摂取の影響を除くため、すべての実験前日は、実験の12時間前から摂食およびアルコール、カフェインの摂取を禁止した。水分摂取は、実験の1時間前まで可能とした。測定は、人工気候室内で実施し、気温23℃、湿度50%に設定した。

### 1.3 運動条件

VO<sub>2</sub>peakは、自転車エルゴメーター(Corival1000S, LODE B.V. Medical Technology, オランダ)を用いて漸増負荷法による最大運動負荷テストを実施し、オールアウト時の酸素摂取量から求めた。運動開始後、2分間のウォーミングアップ(60W)の後に、ランプ負荷法により1分毎に15Wずつ負荷を漸増し、オールアウトに至らせた。なお、1.呼吸商が1.2以上、2.RPE(rating of perceived exertion)が20に達したとき、3.被験者が運動続行不可能と判断したときのいずれかに該当した場合にオールアウトとした。本実験での有酸素運動

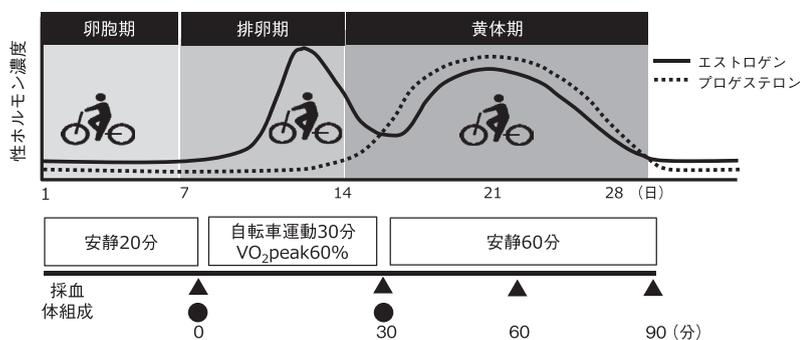


図1 月経周期と測定タイミングおよび実験手順

測定は、毎週1回計4回実施したうち、卵胞期、排卵期、黄体期の測定値および血液を分析に用いた。採血ポイントは、運動前(0分)、運動終了後(30分)、運動終了30分後(60分)、運動終了60分後(90分)とした。

は、自転車エルゴメーターを用いて、事前の測定で求めた $VO_2\text{peak}$ の60%強度で30分間実施した。ペダリングの回転数は、60rpmに維持するように指示した。

#### 1.4 測定項目

##### 1.4.1 体成分分析

体重、体水分量、体脂肪量、除脂肪量の測定は、体成分分析装置(InBody770, 株式会社インボディ・ジャパン, 東京)を用いて生体電気インピーダンス法(8点接触型電極法)にて測定した。解析に使用した周波数は1, 5, 50, 250, 500, 1,000 kHzであった。

##### 1.4.2 月経周期

月経周期および月経状態を確認するために月経の持続日数、月経周期、月経中の状態についてアンケート調査を行った。正常な月経周期(25-38日)を有すると確認できた者を対象に、本実験の1ヶ月前より実験終了まで毎朝起床後に基礎体温を測定した。起床時刻はできるだけ同時刻とし、異なる場合には $\pm 1$ 時間とした。基礎体温は、婦人体温計(MC-642L: オムロン株式会社, 京都)を用いて舌下温を測定した。本研究では、基礎体温の記録を確認し、低温期と高温期の二相性が認められた者を対象とした。月経周期の各フェーズ(卵胞期、排卵期、黄体期)は、各被験者の月経周期、血中エストラジオールおよびプロゲステロン濃度

から総合的に決定した。卵胞期は、エストラジオールが20-85pg/mL、プロゲステロンが0.92ng/mL以下、排卵期は、エストラジオールが50-550pg/mL、プロゲステロンが2.36ng/mL以下、黄体期は、エストラジオールが45-300pg/mL、プロゲステロンが1.28-29.6ng/mLとした。

##### 1.4.3 呼吸代謝および心拍数

酸素摂取量( $VO_2$ )、二酸化炭素排出量( $VCO_2$ )、呼吸交換比(RER)は、呼吸代謝モニタシステム(AE-310S: ミナト医科学株式会社, 大阪)を用いてbreath-by-breath法にて連続測定した。心拍数(HR)は、心電計(ベッドサイドモニタBSM-240: 日本光電工業株式会社, 東京)を使用して胸部双極誘導にて連続的に記録した。

##### 1.4.4 栄養素等摂取状況

食事調査は3日間の食事記録法とし、被験者に飲食物の記録およびカメラ付き携帯電話による写真の撮影を依頼した。食事調査は測定日を含む3日間の食事記録法により各フェーズのエネルギー摂取量および栄養素等摂取量を算出した。また記録後に管理栄養士による聞き取り調査を行った。栄養素等摂取状況の算出には、日本食品標準成分表2015に準拠した栄養価計算ソフト「エクセル栄養君 ver.7.0」(建帛社, 東京)を用いて摂取エネルギー量および栄養素等摂取量を算出した。

##### 1.4.5 月経随伴症状

月経周期に伴う主観的コンディションの変化の

指標として、「The Menstrual Distress Questionnaire Form-T : MDQ」(5) を用いて質問紙調査を実施した。

#### 1.4.6 血液分析

採取した血液サンプルは、遠心分離 (3,000rpm/min, 10min, 4℃) を行い血漿および血清に分注し、-20℃で凍結保存した。エストラジオールとプロゲステロンは ECLIA 法 (Electro chemiluminescence immunoassay), レニン活性は RIA2 抗体法 (Double - antibody Radioimmunoassay), アルドステロンは RIA 固相法, 遊離脂肪酸 (FFA) は酵素法, グルコースはヘキソキナーゼ UV 法, カテコールアミン (アドレナリン, ノルアドレナリン) は, HPLC (高速液体クロマトグラフィー) を用いて測定を行った。なお, 4 回の測定のうちエストラジオールとプロゲステロンの値から月経周期のフェーズ (卵胞期・排卵期・黄体期) を確認し, 該当する血液サンプルを分析に用いた。

#### 1.4.7 統計処理

各測定項目の値はすべて平均値 ± 標準誤差で示した。各条件間の比較は卵胞期, 排卵期, 黄体期の条件間と時間経過に伴う平均値の差は, 繰り返しのある二元配置分散分析法 (Two-factor factorial ANOVA) を行い, 交互作用に有意な差があった場合には, Bonferroni 法を用いて post-hoc テストを行った。解析には, SPSS Ver.24.0 for Windows を用い, 危険率 5% 未満を有意水準とした。

## 2. 研究結果

被験者の月経周期は, 31.4±1.7 日であった。各フェーズの測定日は, それぞれ卵胞期 4.8±0.4 日, 排卵期 15.3±1.6 日, 黄体期 26.9±1.7 日であった。

体重は, 排卵期に比べて黄体期に高い傾向を示した (p = 0.06)。また, 各個人の月経周期に伴う体重の変化量は最小で 0.2kg, 最大で 1.9kg で

あった。体脂肪量は, 排卵期に比べて黄体期に有意に高い値を示した (p < 0.05)。体水分量および除脂肪量は, 各フェーズ間に有意な差は認められなかった (表 1)。

表1 月経周期の各フェーズの身体組成

	卵胞期	排卵期	黄体期
身長 (cm)	161.3±1.8	-	-
体重 (kg)	57.8±2.3	57.7±2.4	58.2±2.2 <sup>‡</sup>
体脂肪量 (kg)	14.6±1.7	14.4±1.6	14.8±1.7*
体水分量 (kg)	31.6±0.6	31.6±0.7	31.8±0.5
除脂肪量 (kg)	43.2±0.9	43.2±1.0	43.4±0.7 <sup>†</sup>

Mean ± SE, \*p<0.05, <sup>‡</sup>p=0.06 vs. 排卵期, <sup>†</sup>p<0.05 vs. 排卵期

主観的なコンディションの指標として実施した月経随伴症状のアンケートにおいて黄体期に 8 名中 6 名が「体重増加を感じる」と回答した。水分貯留と関連する「乳房や腹部の張り」は, 4 名が黄体期に「感じる」または「やや感じる」と回答した。

エネルギー摂取量は卵胞期 1886±214kcal/日, 排卵期 1809±218kcal/日, 黄体期 1885±286kcal/日であり, フェーズ間で有意な差は認められなかった。各栄養素等摂取量についてもフェーズ間で有意な差は認められなかった。

エストラジオールは, すべてのポイントにおいて卵胞期に比べて排卵期および黄体期に有意に高い値を示した。プロゲステロンは, 卵胞期, 排卵期に比べて黄体期に有意に高い値を示した (図 2)。レニン活性は, 運動後 30 分において卵胞期に比べて黄体期に有意に高い値を示したが, アルドステロンではフェーズ間の差は認められなかった (図 3)。女性ホルモンと血中アルドステロン濃度およびレニン活性の相関係数を表 2 に示した。黄体期において, プロゲステロンとレニン活性に有意な相関関係が認められた (r = 0.632, P<0.01)

ノルアドレナリンは, 運動 30 分後において卵胞期に比べて黄体期に有意に高い値を示した (図 4)。アドレナリン, FFA, グルコース, 呼吸交換比は, すべてのポイントにおいてフェーズ間に有

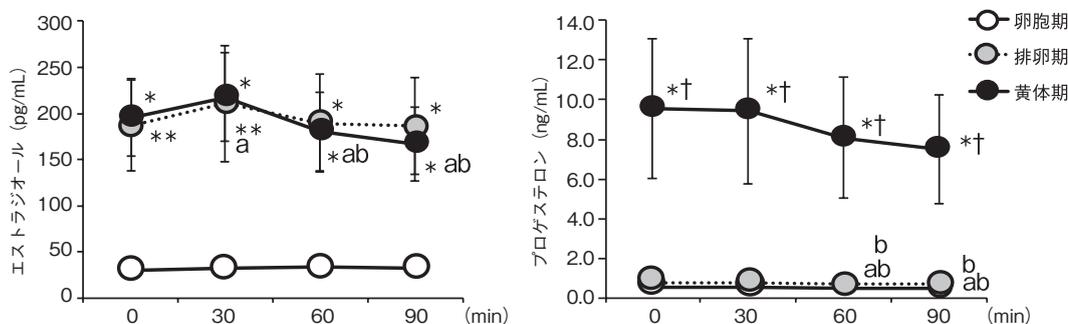


図2 血中女性ホルモン濃度の経時変化

Mean ± SE, a p<0.05 vs. 0min, b p<0.05 vs. 30min, C p<0.05 vs. 60min, \* p<0.05, \*\* p<0.01 vs. 卵胞期, † p<0.05, vs. 排卵期  
 エストラジオールは、卵胞期に比べて排卵期および黄体期に有意に高い値を示した。  
 プロゲステロンは、卵胞期、排卵期に比べて黄体期に有意に高い値を示した

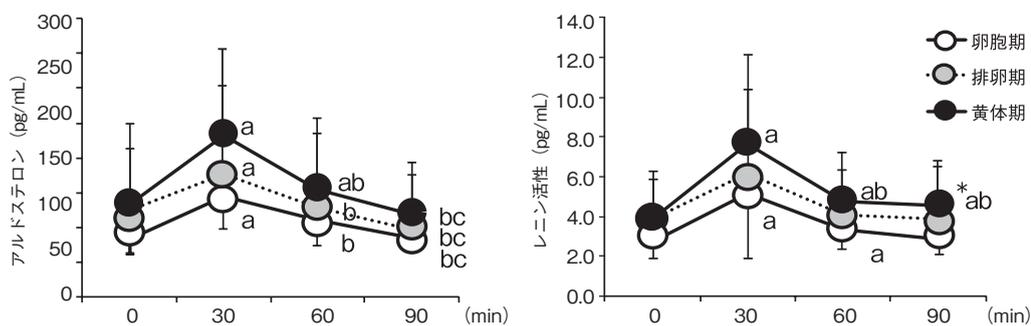


図3 血中アルドステロン濃度およびレニン活性の経時変化

Mean ± SE, a p<0.05 vs. 0min, b p<0.05 vs. 30min, C p<0.05 vs. 60min, p<0.05 vs. 卵胞期  
 アルドステロンではフェーズ間の差は認められなかったが、レニン活性では運動後30分において  
 卵胞期に比べて黄体期に有意に高い値を示した

表2 女性ホルモンとアルドステロン濃度およびレニン活性の相関係数

	卵胞期		排卵期		黄体期	
	アルドステロン	レニン活性	アルドステロン	レニン活性	アルドステロン	レニン活性
エストラジオール	-0.246	-0.024	0.19	0.268	-0.19	0.306
プロゲステロン	0.054	-0.02	0.056	-0.002	0.013	0.632**

\*\*p<0.01

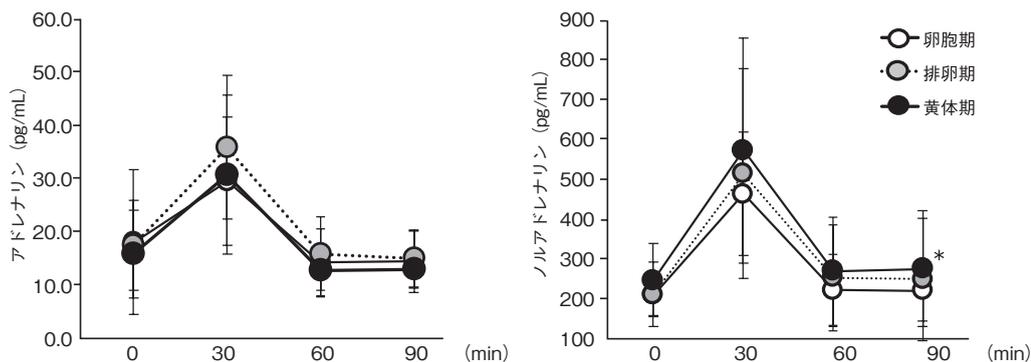


図4 血中カテコールアミン濃度の経時変化

Mean ± SE, \* p<0.05 vs. 卵胞期  
 ノルアドレナリンは運動30分後において卵胞期に比べて黄体期に有意に高い値を示した。  
 アドレナリンは、すべてのポイントにおいてフェーズ間に有意な差は認められなかった

意な差は認められなかった。

### 3. 考 察

本研究では、月経周期に伴う体重、体組成の変化および有酸素運動時の脂肪燃焼への影響について検討した。

本研究における月経周期に伴う体重の変化は、平均 0.5kg とわずかであった。しかしながら、各個人のフェーズ間の体重の変化量は最小で 0.2kg、最大で 1.9kg であり、個人差が非常に大きいことが認められた。Bunt et al. は、体重を一ヶ月間毎日測定し、最小値と最大値の差を観察した結果、男性は平均で 1.3kg だったのに対し、女性では 2.6kg であり、女性の方が体重の増減が大きいと報告している。その理由として、女性の場合には月経周期が関係しているのではないかと推察している<sup>1)</sup>。本研究において体重の変化量が 1.9kg と大きかった被験者 2 名では、排卵期に最小値を示し、黄体期に最大値を示した。月経周期に伴う体重の変化については、これまでも黄体期に増加する報告がなされており<sup>6)</sup>、本研究の結果と同様であった。排卵期から黄体期にかけては約一週間の期間しかなく、このような短期間での体重の増加は体水分量に依存しているのではないかと考えられている<sup>7)</sup>。エストロゲン、プロゲステロンには、細胞外液量を増加させ水分貯留を促進させる作用があることが報告されている<sup>2,3)</sup>。本研究では、エストラジオールは排卵期と黄体期で差は認められなかったが、プロゲステロンは排卵期に比べて黄体期に有意に高い値を示した。さらに、プロゲステロンとレニン活性の間に有意な相関関係が認められたことから、黄体期の急激な体重増加はレニン活性が高まることによって体水分量増加が引き起こされたのではないかと考えられた。

一方、本研究では体脂肪量が排卵期に比べて黄体期に有意に高い値を示した。黄体期には食欲スコアが高まることや卵胞期に比べて黄体期にエネ

ルギー摂取量が増加するという報告が多くなされている<sup>8-11)</sup>。その要因として、プロゲステロンの作用によって産熱量が高まり、基礎代謝量が増加することが影響していると考えられている<sup>12,13)</sup>。本研究では摂取エネルギー量にフェーズ間の差は認められなかったが、体脂肪量が増加した。本研究では、消費エネルギー量を測定していないため、エネルギーバランスについては不明であるが、黄体期にエネルギー摂取量がエネルギー消費量を上回ることによって体脂肪が増加した可能性も考えられる。

脂質をエネルギーとして動員する際には、脂肪細胞の表面の受容体にアドレナリンやノルアドレナリンなどのカテコールアミンが結合する。それによってホルモン感受性リパーゼの活性が高まり、中性脂肪の分解が引き起こされる<sup>14)</sup>。本研究では月経期に比べて黄体期にノルアドレナリンが有意に高い値を示したことから、黄体期に有酸素運動を行うことによってホルモン感受性リパーゼの活性が高まり、脂肪の分解が促進されると考えられた。

エストロゲンはインスリン感受性を高める作用を持ち<sup>15)</sup>、さらに運動時に骨格筋における  $\beta$  酸化経路の活性を促進させる作用を持つ<sup>16,17)</sup>。一方、プロゲステロンはインスリン抵抗性を高めることが報告されている<sup>15)</sup>。そのため、糖代謝および脂質代謝は月経周期に伴うエストロゲンおよびプロゲステロン濃度の変化に依存すると考えられている<sup>18)</sup>。Campbell et al. は、排卵期に運動時のグルコースの appearance と disappearance が黄体期に比べて高くなることを示した<sup>19)</sup>。本研究では糖代謝の指標として、血中グルコース濃度を測定したが、フェーズ間に有意な差は認められなかった。また、運動時の血中 FFA 濃度と筋グリコーゲンの利用率は負の相関を示すことが報告されている<sup>20)</sup>。本研究では、安静時および運動後の血中 FFA 濃度にフェーズ間の有意な差は認

められなかった。本研究では、運動時間が30分であったのに対し、Campbell et al.の運動条件は、 $VO_2\text{peak}70\%$ 強度の自転車運動を2時間実施しており、運動条件の違いが影響している可能性が考えられた。

以上のことから、黄体期は体水分量の増加によって体重の増加が引き起こされるが、ノルアドレナリン濃度増加によって脂肪分解が促進することから、長時間の有酸素運動を行うことで効率的に体脂肪を減少させる可能性が示唆された。女性がウェイトコントロールに取り組む場合には、月経周期に伴う性ホルモン濃度の変化によって体重や体組成に影響を与えること、さらにその影響は個人差があることを理解すべきである。月経周期に伴い周期的に体重が増減することは、健康な成人女性特有の生理現象であり、その変化を考慮しながらウェイトコントロールに取り組むことが重要であるといえる。今後の課題としては、月経周期のフェーズによって異なる強度や頻度の運動条件を設定し、それらを長期間実施することによって体組成の変化を確認することが必要である。

#### 4. 結 論

本研究では、月経周期が体重、体組成に及ぼす影響および有酸素運動時の脂質代謝について検討した。黄体期は体水分量および体脂肪量の増加によって体重の増加が引き起こされるが、一方で脂肪分解が促進し、有酸素運動を行うことで効率的に体脂肪を減少させる可能性が示唆された。

#### 謝 辞

本研究に対して多大な助成を賜りました公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚く御礼申し上げます。また、本研究の遂行にあたり、測定にご協力を頂いた松田知華さん、被験者としてご参加いただいた皆様に深く感謝申し上げます。

#### 文 献

- 1) Bunt J.C., Lohman T.G., Boileau R.A., Impact of total body water fluctuations on estimation of body fat from body density. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21 (1):96-100(1989)
- 2) Stachenfeld N.S., Taylor H.S., Effects of estrogen and progesterone administration on extracellular fluid. *J. Appl. Physiol.*, (1985). 96(3):1011-8(2004)
- 3) Stachenfeld N.S., Taylor H.S., Progesterone increases plasma volume independent of estradiol. *J. Appl. Physiol.*, (1985). 98(6):1991-7(2005)
- 4) Sakamaki-Sunaga M., Kamemoto K., Yamada M., Sato K., Machida M., Wakui S., Effects Of Menstrual Cycle On Energy Utilization During Exercise In Eumenorrheic Women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 48(5 Suppl 1):1026-7(2016)
- 5) Moos R.H., The development of a menstrual distress questionnaire. *Psychosom. Med.*, 30(6):853-67(1968)
- 6) Watson P.E., Robinson M.F., Variations in Body-Weight of Young Women during the Menstrual Cycle. *Br. J. Nutr.*, 19:237-48(1965)
- 7) White C.P., Hitchcock C.L., Vigna Y.M., Prior J.C., Fluid Retention over the Menstrual Cycle: 1-Year Data from the Prospective Ovulation Cohort. *Obstet. Gynecol. Int.*, 2011:138451(2011)
- 8) Dye L., Warner P., Bancroft J., Food craving during the menstrual cycle and its relationship to stress, happiness of relationship and depression; a preliminary enquiry. *J. Affect. Disord.*, 34(3):157-64(1995)
- 9) Abraham S.F., Beumont P.J., Argall W.J., Haywood P., Nutrient intake and the menstrual cycle. *Aust. N. Z. J. Med.*, 11(2):210-1(1981)
- 10) Lissner L., Stevens J., Levitsky D.A., Rasmussen K.M., Strupp B.J., Variation in energy intake during the menstrual cycle: implications for food-intake research. *Am. J. Clin. Nutr.*, 48(4):956-62(1988)
- 11) Martini M.C., Lampe J.W., Slavin J.L., Kurzer M.S., Effect of the menstrual cycle on energy and nutrient intake. *Am. J. Clin. Nutr.*, 60(6):895-9(1994)
- 12) Solomon S.J., Kurzer M.S., Calloway D.H., Menstrual cycle and basal metabolic rate in women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 36(4):611-6(1982)
- 13) Webb P., 24-hour energy expenditure and the menstrual cycle. *Am. J. Clin. Nutr.*, 44(5):614-9

- (1986)
- 14) Corbin J.D., Reimann E.M., Walsh D.A., Krebs E.G., Activation of adipose tissue lipase by skeletal muscle cyclic adenosine 3',5'- monophosphate-stimulated protein kinase. *J. Biol. Chem.*, **245**(18):4849-51 (1970)
  - 15) Campbell S.E., Febbraio M.A., Effect of the ovarian hormones on GLUT4 expression and contraction-stimulated glucose uptake. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, **282**(5):E1139-46 (2002)
  - 16) Hatta H., Atomi Y., Shinohara S., Yamamoto Y., Yamada S., The effects of ovarian hormones on glucose and fatty acid oxidation during exercise in female ovariectomized rats. *Horm. Metab. Res.*, **20**(10):609-11 (1988)
  - 17) Brunaud L., Antunes L., Sebbag H., Bresler L., Villemot J.P., Boissel P., Ovarian stromal carcinoid tumor responsible for carcinoid heart disease. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, **98**(1):124-6 (2001)
  - 18) Varlamov O., Bethea C.L., Roberts C.T., Jr. Sex-specific differences in lipid and glucose metabolism. *Front Endocrinol (Lausanne)*. **5**:241 (2014)
  - 19) Campbell S.E., Angus D.J., Febbraio M.A., Glucose kinetics and exercise performance during phases of the menstrual cycle: effect of glucose ingestion. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, **281**(4):E817-25 (2001)
  - 20) D'Eon T.M., Sharoff C., Chipkin S.R., Grow D., Ruby B.C., Braun B., Regulation of exercise carbohydrate metabolism by estrogen and progesterone in women. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, **283**(5):E1046-55 (2002)