

# 75% HRmax 持久運動が性周期の コンディショニングに及ぼす影響

長崎大学教育学部生活健康講座

管 原 正 志

Influence of 75% HRmax endurance exercise on  
menstrual-cycle conditioning

Masashi SUGAWARA

Faculty of Education, Nagasaki University

(Received October 31, 2013)

In females, the menstrual cycle consists of the follicular and luteal phases until menopause, with post adolescent changes in the levels of female hormones such as estrogen and progesterone, which are secreted in the ovary. In this study, we investigated the influence of 75% HRmax endurance exercise with a treadmill on menstrual-cycle conditioning. The subjects were 9 healthy, female university students. Prior to this study, its purpose and experimental contents were explained, and informed consent was obtained. The mean difference in the basal body temperature between the follicular and luteal phases was 0.85°C. The basal body temperature showed a diphasic pattern, consisting of low and high body temperature phases. With respect to changes in the amylase level evaluated using an oxidative stress marker, there was no marked difference at rest. However, after exercise, the amylase level increased in the luteal phase, whereas it decreased in the follicular phase. In the follicular phase, the rating of perceived exertion was higher than in the luteal phase. This was because the exercise load in the follicular phase was 2 km/hour greater than in the luteal phase, resulting from heart-rate-based loading. There was a significant difference in the physiological function between the follicular and luteal phases, suggesting that 75% HRmax endurance exercise influences menstrual-cycle conditioning.

## ． 緒 言

一般に、ヒトは思春期を境に生殖ホルモンを活発に分泌する。生殖年齢の女性は、卵巢から分泌されるエストロゲン（卵胞ホルモン）とプロゲステロン（黄体ホルモン）などの女性ホルモンの変動により、閉経期まで卵胞期と黄体期をもつ性周期を有する。これらのホルモンは下垂体前葉から分泌される性腺刺激ホルモンであり<sup>1)</sup>、五十嵐<sup>2)</sup>によると月経持続日数は3日から7日間を正常とし、月経周期については25日から39日とされている。

そして、これらのホルモンの周期的変動は、生理機能に影響を及ぼすことが知られている。正常な性周期を有する場合のエストロゲンとプロゲステロン及び深部体温の変動は、排卵期を基準とすると、エストロゲンのみが増加する排卵前（卵胞後期）に0.2 ~0.3 低くなり、排卵後のプロゲステロンとエストロゲンがともに増加する黄体期に0.3 ~0.5 高くなり、高体温期である黄体期は運動に不利であるとされている<sup>3)</sup>。

林田ら<sup>4)</sup>によると、若年女性を対象に性周期（卵胞期，黄体期，排卵期）と持久性運動による唾液酸化ストレス指標の変動について検討し、月経期（黄体期）の安静時の酸化還元電位（ORP；Oxidation-Reduction Potential）が卵胞期と比較して有意に高いこと、中等強度の持久性運動における酸化ストレスレベルは卵胞期に有意に上昇し、黄体期は有意な変動がみられなかったことから、性周期における運動時の生理機能への影響を指摘している。また、目崎ら<sup>5)</sup>は女子運動選手を対象に急性運動負荷試験を行い、卵胞期および黄体期における呼吸器系・循環器系に及ぼす影響を検討し、運動負荷試験時の心拍数は、黄体期で高いが、呼吸数や呼吸商は黄体期で少ないことから、コンディションの好・不調を決定している可能性を示唆している。更に目崎ら<sup>6)</sup>は、大学生の女子運動選手について月経周期各時期における運動コンディショニングについて、良い時期は月経後1週間くらいから月経と月経の間期、つまり卵胞期から排卵期であり、悪い時期は月経期間中と月経前1週間の黄体期であると報告している。このような性周期についての黄体期と卵胞期の比較に関する研究は多くなされているが、多くの研究が自転車エルゴメータを用いたものであり、トレッドミルを用いた研究報告は少ない。本研究では、黄体期と卵胞期についてトレッドミルでの運動負荷試験を実施し、性周期における生理機能への影響について比較検討した。

## ・研究方法

被験者は、運動部に所属する女子大学生9人であり、身体的特性を表1に示した。実験に際して、すべての被験者には事前に研究の目的と実験の内容について説明し同意を得た。

表1 被験者の身体的特性

| 被験者 | 年齢(歳) | 身長(cm) | 体重(kg) | 運動経験年数(年) |
|-----|-------|--------|--------|-----------|
| 1   | 21.6  | 162.8  | 68.4   | 12        |
| 2   | 21.0  | 154.3  | 56.2   | 8         |
| 3   | 21.3  | 168.0  | 62.0   | 9         |
| 4   | 21.5  | 158.0  | 57.2   | 7         |
| 5   | 20.6  | 167.0  | 56.2   | 11        |
| 6   | 20.4  | 162.4  | 60.4   | 12        |
| 7   | 20.4  | 169.0  | 58.2   | 9         |
| 8   | 20.2  | 155.2  | 53.0   | 11        |
| 9   | 19.8  | 167.0  | 59.4   | 11        |
| 平均値 | 20.80 | 162.60 | 59.00  | 10.0      |
| SD  | 0.62  | 5.31   | 4.40   | 1.8       |

#### A．基礎体温及び75% HRmax 試験

基礎体温は、婦人用電子体温計（テルモ電子体温計）を用いて、1カ月間（2012年5月から2012年6月）口腔内において毎朝起床時に検温記録し、月経周期日数を確認した。基礎体温の低い月経直後の時期を卵胞期、基礎体温の高い月経前の時期を黄体期とし、各被験者の排卵周期（低体温相と高体温相の二相性基礎体温）とした。実験日は基礎体温に基づいて、卵胞期（月経初日から6日～10日）、黄体期（月経前5日～9日）の2回行った。

自転車エルゴメータ（エアロバイク75XL）による漸増負荷運動はプログラムに従って実施し75% HRmax を計算式で求めた結果、平均で約142拍/分であった。

#### B．75%HRmax 持久運動での測定項目

75%HRmax の持久運動は、5分間座位で安静後、75%HRmax 負荷を30分間実施し、終了後5分間の座位回復をとった。体重は体重計（A&D）を用い、運動前後の体重を計測した。心拍数はハートモニタ（日本光電）を用いて被験者に75%HRmax の一定の負荷を与えるよう、トレッドミルのスピードを調整した。また、心拍計（POLAR）を用いて5秒間隔で記録をとり、前後5秒ごとの平均から30秒ごとの値を求めた。皮膚温は、左胸部と大腿部の2か所について10秒間隔で測定し、30秒ごとの値を求めた。測定には Thermo recorder（RT-12, ESPEC）を用いた。耳内温測定はテルモ耳式体温計（M20ミミッピ）を使用した。唾液中のアミラーゼによる酸化ストレス反応は、酵素分析装置「唾液アミラーゼモニター」（CM-21, NIPRO）を用いて運動の前後に測定した。血中乳酸は、運動前後の乳酸値の値を簡易血中乳酸測定器ラクテートプロ・センサー（ARKRAY）を用いて測定した。主観的運動強度（RPE）は、5分毎に被験者への質問により測定した。

以上の測定時刻は、体温の日周変動が大きい、体温最低期（朝）と体温最高期（夕）を避け、春季の10時より14時の間に実施した。得られた全ての測定値は、項目ごとに平均と標準偏差を算出した。統計処理は、群内の検討は paired t-test、群間の検討は unpaired t-test を用い、いずれの検定も危険率5%をもって有意とした。

### ．結果および考察

#### A．基礎体温

被験者9名の基礎体温実測値から、卵胞期における最低体温と黄体期における最低体温の平均値を図1に示した。卵胞期における最低体温は $35.87 \pm 0.30$ 、黄体期における最高体温は $36.72 \pm 0.15$  であり、その差は0.85（ $p < 0.01$ ）であった。井上ら<sup>3)</sup>は、深部体温について排卵期を基準とした時、エストロゲンのみが増加する排卵前（卵胞後期）に0.2～0.3 低くなり、排卵後のプロゲステロンとエストロゲンがともに増加する黄体期に0.3～0.5 高くなると報告しているが、本研究でも低体温相と高体温相の体温の二相性を確認した。

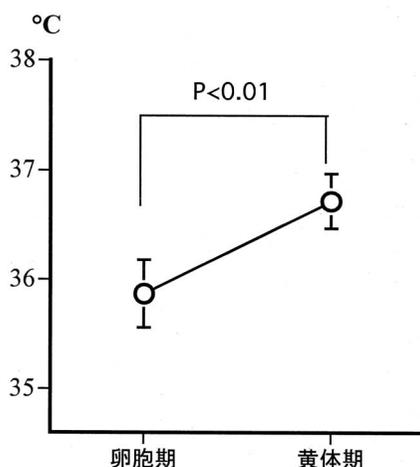


図1 性周期（卵泡期，黄体期）の基礎体温の変化

#### B．トレッドミルでの75%HRmax 負荷による生体反応

表2に体重，耳内温，唾液アミラーゼ，乳酸の変化を示した。体重は，黄体期の運動前 $60.06 \pm 4.66\text{kg}$ ，運動後 $59.55 \pm 4.45\text{kg}$ となり $0.51\text{kg}$ の減少，卵泡期については運動前

表2 性周期と75%HRmax 持久運動前後の体重，内耳温，唾液アミラーゼ，乳酸変動

|     | 体重 kg            |                  | 耳内温              |                  | 唾液アミラーゼ iu/L      |                   | 乳酸 nmol/L       |                 |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|     | 黄体期              | 卵泡期              | 黄体期              | 卵泡期              | 黄体期               | 卵泡期               | 黄体期             | 卵泡期             |
| 運動前 | $60.06 \pm 4.66$ | $59.99 \pm 4.91$ | $36.90 \pm 0.52$ | $36.79 \pm 0.58$ | $42.44 \pm 24.79$ | $42.78 \pm 19.34$ | $1.52 \pm 0.16$ | $1.51 \pm 0.18$ |
| 運動後 | $59.55 \pm 4.45$ | $59.78 \pm 4.87$ | $37.29 \pm 0.45$ | $37.08 \pm 0.42$ | $55.78 \pm 20.63$ | $52.11 \pm 16.92$ | $3.04 \pm 0.57$ | $2.67 \pm 0.50$ |
|     | 平均値 $\pm$ SD     |                  |                  |                  |                   |                   |                 |                 |

$59.99 \pm 4.91\text{kg}$ ，運動後 $59.78 \pm 4.87\text{kg}$ となり $0.21\text{kg}$ の減少であり，黄体期が卵泡期より運動後の減少が大きかった。耳内温は，黄体期の運動前 $36.90 \pm 0.52$ ，運動後 $37.29 \pm 0.45$ ，卵泡期は運動前 $36.79 \pm 0.58$ ，運動後 $37.08 \pm 0.42$ となった。耳内温は黄体期の方が卵泡期よりもわずかであるが上昇が大きく，低体温期である卵泡期よりも高体温期である黄体期の影響を認めた。唾液中に含まれる唾液アミラーゼは，消化酵素の1つでもあり，ストレスを感じた際に交感神経が刺激され興奮状態になると，神経作用により唾液アミラーゼ（唾液中の $\alpha$ -アミラーゼ）が分泌される。これはストレス刺激に対する交感神経興奮状態の目安となる指標である<sup>7)8)</sup>。唾液アミラーゼは，黄体期が運動前 $42.44 \pm 24.79\text{iu/L}$ ，運動後 $55.78 \pm 20.63\text{iu/L}$ ，卵泡期は運動前 $42.78 \pm 19.34\text{iu/L}$ ，運動後 $52.11 \pm 16.92\text{iu/L}$ であり，黄体期の運動後が有意に増加した。林田ら<sup>4)</sup>によると，無酸素性作業閾値基準の運動負荷で自転車エルゴメータによる60分間の持久性運動を行い酸化ストレスが卵泡期の運動後の上昇が大きかったと報告し，本結果の75%HRmax 運動負荷と異なっていた。乳酸値は，黄体期の運動前 $1.52 \pm 0.16\text{nmol/L}$ ，運動後 $3.04 \pm 0.57\text{nmol/L}$ ，卵泡期については運動前 $1.51 \pm 0.18\text{nmol/L}$ ，運動後 $2.67 \pm 0.50\text{nmol/L}$ となった。75%HRmax 負荷の運動下で運動前後の性周期による差 ( $p < 0.01$ ) が認められ，生体への負担は，卵泡期が黄体期より抑えられていた。

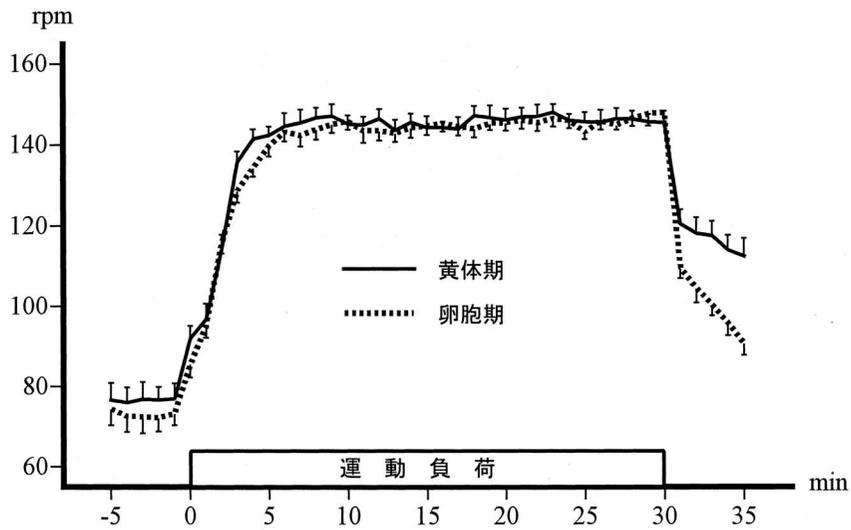


図2 性周期（卵胞期，黄体期）における75%HRmax 運動時の心拍数の変化

心拍数の変化については，図2に示した。運動時間30分間の心拍数は被験者の75%HRmaxである約142拍/分になっており，黄体期・卵胞期それぞれの実験で運動負荷である75%HRの負荷が確認される。しかし，卵胞期と黄体期で同じ心拍にするために，トレッドミルの負荷が黄体期に比べ卵胞期の方が時速2km上回っていた。胸部皮膚温については，図3に示した。胸部では運動開始後に黄体期が高いが，8分以降は同じ水準であった。皮膚温は20分まで上昇しその後ほぼ一定となった。大腿部皮膚温については，図4に示した。開始より10分まで黄体期の皮膚温が大きく低下し，その後，黄体期・卵胞期と

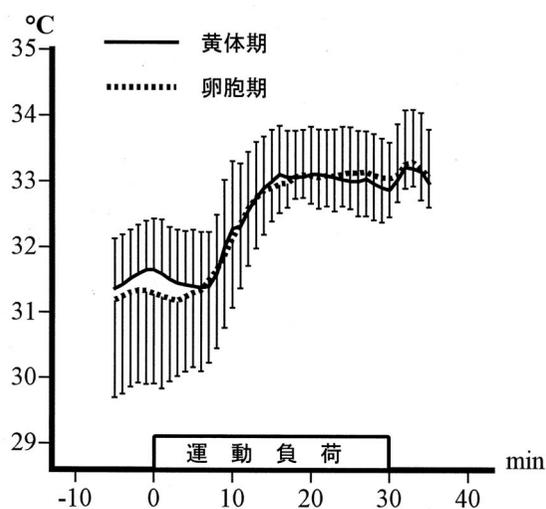


図3 性周期（卵胞期，黄体期）における75%HRmax 運動時の胸部皮膚温の変化

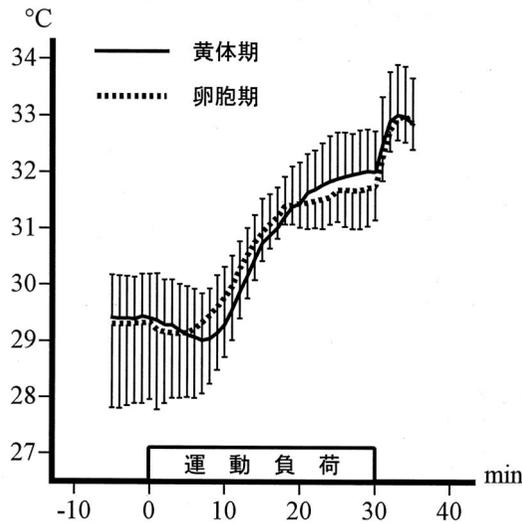


図4 性周期（卵胞期，黄体期）における75%HRmax運動時の大腿部皮膚温の変化

もに皮膚温は上昇するが，黄体期の方が，卵胞期よりも上昇が大きかった。井上ら<sup>3)</sup>によると，女性は皮膚血管拡張に依存した熱放散特性を有すること，そしてその特性は様々な局所の中でも特に大腿部での差が顕著であり，黄体期は卵胞期に比べ発汗開始時間が早いと報告していることと一致していた。トレーニングの運動強度の設定を行う場合には，酸素摂取水準や心拍数を指標として用いることが多いが，実際にトレーニングを行う際それ

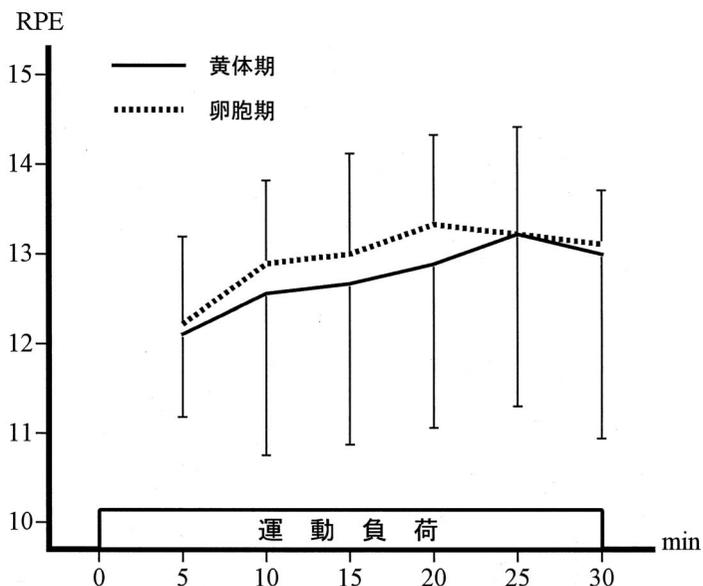


図5 性周期（卵胞期，黄体期）における75%HRmax運動時の主観的運動強度（RPE）の変化

らの生理的運動強度の指標には、努力感や疲労感などの感覚的な運動強度に置き換えられる主観的運動強度（RPE）が用いられ、その平均値を図5に示した。黄体期に比べ卵胞期の方が高くなっているのは、卵胞期と黄体期で同じ心拍にするために、トレッドミルの負荷が黄体期に比べ卵胞期の方が時速2 km上回っていたためである。

性周期に関する研究については、生理機能への影響についての研究も多数なされているが、中尾らによると<sup>9)</sup>、性周期について反応時間を検討した結果、低温期で早い値が得られ、更に松永ら<sup>10)</sup>の研究では、女子大生を対象に体重、単純光反応時間、打叩度数、握力、背筋力、肺活量について低温期と高温期、月経期の間を検討したところ、体重、打叩度数、握力、背筋力、肺活量、単純光反応において、低温期に比べて高温期月経期にその機能が有意に低下していることが報告されている。本研究では、性周期の生理機能への影響は卵胞期よりも黄体期で認められることが確認された。

## ．ま と め

一般に女性は思春期を境に、卵巣から分泌されるエストロゲンとプロゲステロンなどの女性ホルモンの変動により、閉経期まで卵胞期と黄体期をもつ性周期を有するようになる。本研究は、トレッドミルでの75%HRmax 持久運動が性周期のコンディショニングに及ぼす影響について検討した。被験者は健康な女子大学生9名であり、事前に研究の目的と実験の内容について説明し同意を得た。9名の基礎体温は卵胞期と黄体期の差は平均0.85であり、低温相と高温相の二相性基礎体温が確認された。結果は、酸化ストレスマーカーによるアミラーゼの変化は安静時で大きな差はなかったが、運動後の黄体期では増加、卵胞期では減少した。主観的運動強度は黄体期よりも卵胞期が高かったが、心拍数を基準値にするために、黄体期よりも卵胞期の方が運動負荷量として時速2 km上回っていた。75%HRmax 運動は、黄体期と卵胞期の生理機能に有意な差が認められることから、性周期のコンディショニングに影響を及ぼしている。

## 文 献

- 1) 中本哲，井沢鉄也，若山章信：からだを動かすしくみ第2版，杏林書院，2007
- 2) 五十嵐正雄：内分泌婦人科学 - 生殖内分泌学の基礎と臨床 - ，南山堂，東京，135，1978
- 3) 平田耕造，井上芳光，近藤徳彦編：体温 - 運動時の体温調節システムとそれを修飾する要因，NAP，東京，pp.218-227，2002
- 4) 林田はるみ，志村まゆみ，菅間薫，神田和江，鈴木克彦：月経周期と持久性運動による唾液の酸化ストレス指標の変動，日本補完代替医療学会誌第7巻第2号，pp.125-128，2010
- 5) 目崎登，佐々木純一，庄司誠，岩崎寛和，浅野勝己，江田昌佑：月経周期と運動負荷における呼吸・循環器系応答，日本産婦人科学会雑誌，38：pp.1-9，1986
- 6) 目崎登，佐々木純一，庄司誠，岩崎寛和：大学運動選手の月経現象，日産婦誌，36，pp.247-254，1988
- 7) 辻弘美，川上正浩：アミラーゼ活性に基づく簡易ストレス測定器を用いたストレス測

- 定と主観的ストレス反応測定との関連性の検討，大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要，6，pp.63-73，2007
- 8) 中野貴博，鈴木岳：スポーツ選手における体調管理指標としての唾液中アミラーゼ活性値の可能性，名古屋学院大学論集，人文・自然科学篇，第46巻，第1号，2009
- 9) 中尾喜久子，田山美智子，佐々木純一，鍋島雄一，目崎登：基礎体温が二相性を示す女子学生の月経周期における運動能力の変動，体力科学，43(6)，524，1994
- 10) 松永勝，船橋明男，壇上誠：性周期と運動能力(第3報)，体力科学 15(4)，195，1966