

低用量ピル服用はコンディション及び運動パフォーマンスに影響するか？

中村真理子

目 次

要約		1
諸言		2
方法		3
結果		6
考察		12
引用文献		15
謝辞		17

低用量ピル服用はコンディション及び運動パフォーマンスに影響するか？

中村真理子, 能瀬さやか, 江口和美, 土肥美智子, 難波 聡, 目崎 登

要約

【背景】

欧米の女性アスリートにおける経口避妊薬（oral contraceptive: OC, いわゆるピル）の使用率は高く、日本のトップアスリートの低用量ピルの使用率は 2.0%と低い。今後、日本国内でも月経困難症、月経前症候群の改善や試合当日に月経期が当たらないようコントロールする（月経周期移動）ために低用量ピルを服用するアスリートが増えることが予想され、ピル用量や種類を統一するなど条件をコントロールして、自然月経周期と比較し、詳細に検討していく必要があると考える。そこで、本研究では、女性アスリートを対象として、第一世代の超低用量ピルの服用が主観的コンディションおよび有酸素系および無酸素系運動パフォーマンスにどのように影響を及ぼすかについて、自然周期と比較しながら縦断的に検討することを目的とした。

【方法】

対象は、月経困難症や月経前症候群の改善や、月経周期移動に対し、低用量ピルを用いて治療を開始するアスリートのうち、基礎体温で二相性を確認できた正常月経周期の女性アスリート 5 名とした。測定時期は、超低用量ピル服用前の自然正常月経周期の月経期、卵胞期、排卵期、黄体期、ならびに、超低用量ピル服用後 3 周期目の超低用量ピル服用中、消退出血時の合計 6 回とした。各期において、身体組成、主観的コンディション、安静時心拍数、自律神経系機能、運動終了後の心臓副交感神経系活動回復応答（T30）を測定した。安静時自律神経系機能指標は、周波数解析で求められた心拍変動の低周波帯域（low frequency, LF: 0.04～0.15Hz）及び高周波帯域（high frequency, HF: 0.15～0.4Hz）成分から、HF を副交感神経活動の指標とし、HFnu（ $=HF/(LF+HF) \times 100$ ）を交感神経・副交感神経活動のバランスとして評価した。また、連続血圧と R-R 間隔を用いてシーケンス法により自発性血圧反射感受性（spontaneous baroreflex sensitivity; SBRS）を求めた。運動パフォーマンスについては、最大漸増負荷法による自転車エルゴメーター運動を行い、最大酸素摂取量、最大換気量、最大乳酸値、運動継続時間の測定、ならびに、ウィングテスト（30 秒間の全力ペダリング）を行い、30 秒間の平均パワーならびに安静時、運動終了 5 分後の血中乳酸を測定した。また、垂直跳、全身反応時間（単純）を測定した。

【結果】

本報告書では、5 名の自然月経周期における各項目の変化および 1 名（22 歳、164.0cm）の選手（A 選手）の超低用量ピル服用による各測定項目への影響を検討した結果を報告する。対象者 5 名の自然月経周期において、主観的疲労感、黄体期に増加し、HFnu および SBRS は排卵前に高値を示す可能性が示されたが、身体組成や運動パフォーマンスは変化しない可能性が示された。一方、超低用量ピルを服用した A 選手において、自然月経周期と比べると超低用量ピル服用時に体脂肪率が増加する可能性が示され、主観的疲労感、安静時心拍数や心臓自律神経系機能が超低用量ピル服用により変化する可能性が示された。さらに、A 選手においては、超低用量ピル服用により有酸素系パフォーマンスが低下する可能性が示され、無酸素系パフォーマンスは、平均パワーや仕事量などには差がないものの、産生される運動後乳酸値が増加する可能性が示された。

【まとめ】

超低用量ピル服用とコンディションおよび運動パフォーマンスの関連性が明らかになれば、月経困難症、月経随伴症状の改善や月経周期移動を目的とした超低用量ピルの使用が増え、結果的に女性アスリートのコンディショニング調整の一助として活用されるなど、期待がもてるが、現段階ではまだそこまでの議論ができない。引き続き、実験を進めるとともに、被験者数を増やして検討する。

諸言

欧米の女性アスリートにおける経口避妊薬 (oral contraceptive: OC, いわゆるピル) の使用は, 1980年代はじめにおいては 5-12%であった (Pior et al. 1985). その後 1990 年代後半には 47%にまで増加し (Brynhildsen et al. 1997), 近年では 83%の女性アスリートがピルを使用している (Rechichi et al. 2008). 一方, 日本のトップアスリートの低用量ピルの使用率は 2.0%と低い (能瀬ら 2014). 国内のトップアスリートにおける低用量ピル使用の目的は, 主に月経困難症, 月経前症候群の改善や試合当日に月経期が当たらないようコントロールする (月経周期移動) ために使用されている (能瀬ら 2014). しかしながら, 低用量ピル服用を希望する選手もいる中で, 低用量ピル服用に対する不安を抱く者もあり, さらに, コンディションの低下やパフォーマンスに影響が出るのではないかと懸念がつきまとう.

実際に, ピル服用により最大酸素摂取量が 5-15%低下するという報告がある (Casazza et al. 2002, Lebrun et al. 2003, Notelovitz et al. 1987, Suh et al. 2003) が, その一方で, ピルを服用しても最大酸素摂取量は変化しないという研究報告もある (Rechichi et al. 2008, Vaiksaar et al. 2011). また, 筋力や無酸素パワーにおいても, ピル服用による影響を受けないという報告 (Ekenros et al. 2013, Nichols et al. 2008, Sarwar et al. 1996) がある一方で, ピル服用により無酸素パワーが低下する (Redman et al. 2004), ドロップジャンプが低下するという報告もある (Rechichi et al. 2009). このように, ピル服用と運動パフォーマンスの関係については, 一致した見解が得られていない報告が多い. その理由として, 研究によりピルに含まれるエストロゲンとプロゲステロンの含有量が異なること (中用量か低用量か, 一相であるか三相であるか), プロゲステロンの種類が異なること, 測定時期が異なる, 横断的研究が多いなど, 方法に差異があるためと考えられる. 今後, 日本国内でも低用量ピルを服用するアスリートが増えることが予想され, ピル用量や種類を統一するなど条件をコントロールして詳細に検討していく必要があると考える. また, ピル服用の影響を確認するためには, ピル服用期間と自然月経周期との比較が重要である.

そこで本研究では, 女性アスリートを対象として, 第一世代の超低用量ピルの服用が主観的コンディションおよび有酸素系および無酸素系運動パフォーマンスにどのように影響を及ぼすかについて, 自然周期と比較しながら縦断的に検討することを目的とした.

方法

1. 対象者

対象は、月経困難症や月経前症候群の改善や、月経周期移動に対し、低用量ピルを用いて治療を開始するアスリートのうち、基礎体温で二相性を確認できた正常月経周期の女性アスリート6名とした。なお、6名のうち1名は都合により実験参加を辞退した。対象者の競技種目はライフル射撃(1名)、アーチェリー(1名)、アメリカンフットボール(1名)、陸上中長距離(2名)であった。対象者は、超低用量ピル服用について問題となる既往歴や現在治療中の疾患はなく、服薬ならびに喫煙習慣を有する者は含まれていない。

すべての被験者は研究内容について説明を受け、超低用量ピルの服用については、産婦人科医師より服用方法や副作用の危険性についても十分な説明を受け、書面にて同意書を提出してから実験に参加した。本研究は、国立スポーツ科学センター研究等倫理委員会の承認を受けたのち実施した。

2. 実験手順

測定は、超低用量ピル服用前の自然正常月経周期の月経期、卵胞期、排卵期、黄体期、ならびに、超低用量ピル服用後3周期目の超低用量ピル服用中、消退出血時の合計6回実施した(図1)。

測定日当日、起床後基礎体温を測定した後、実験室へ移動した。質問紙を用いて主観的コンディションを測定した後、10分間の仰臥位安静をとり、その後安静時心拍数、血圧ならびに心拍変動を5分間測定した。安静時項目の測定終了後身体組成を測定し、その後朝食を摂取して1時間程度休憩した後、運動パフォーマンステストを実施した。

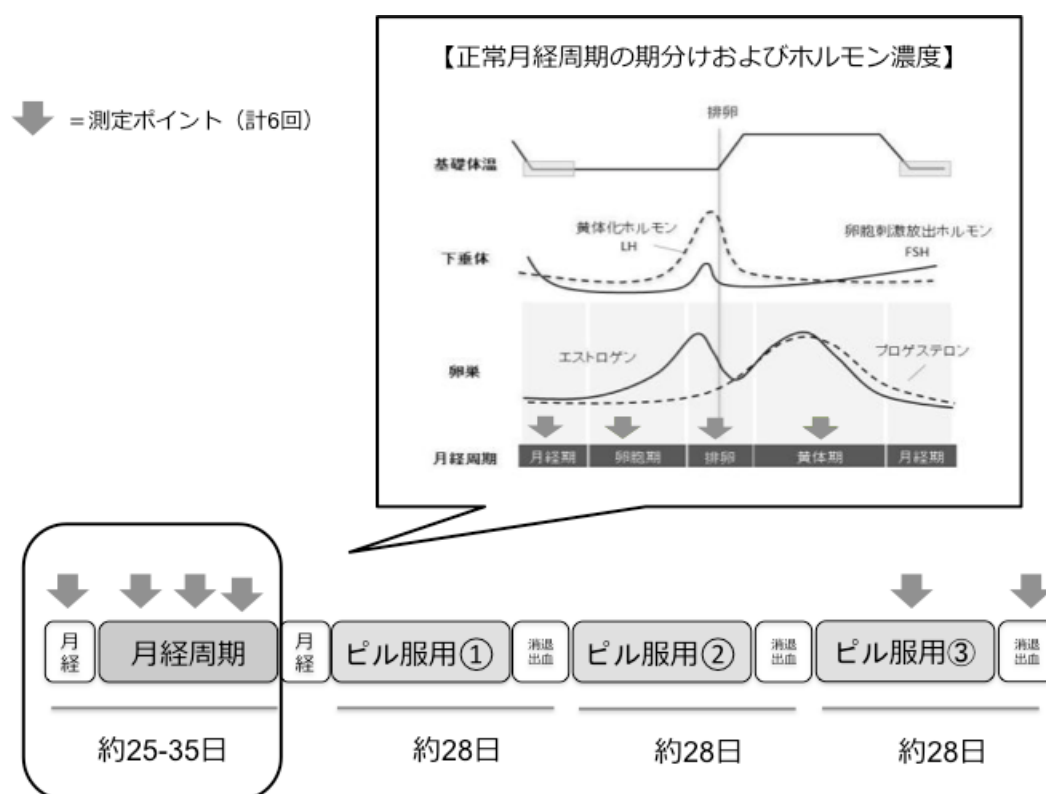


図1. 測定時期の期分け

3. 測定時期および月経周期の期分け

月経周期の期分けは、基礎体温と超音波を用いた産婦人科医師による診断に基づいて、1 サイクルの月経周期を以下の4つの時期に期分けした。なお各期の測定については、連続する2サイクルの自然月経周期内でランダムオーダーで測定した。

- 1) 月経期 (M; menstrual phase) ; 月経開始日から5日以内
- 2) 卵胞期 (EF; early follicular phase) ; 月経終了から排卵期まで
- 3) 排卵期 (OV; ovulation phase) ; 超音波所見で18mm以上の卵胞確認時
- 4) 黄体期 (ML; middle luteal phase) ; 超音波による排卵確認および基礎体温による高温期確認時

また、自然月経周期の測定後、最初の月経開始時に超低用量ピル（エチニルエストラジオール 20 μ g, ノルエチステロン 1mg）を服用し、超低用量ピルの作用が安定する服用後3サイクル目の超低用量ピル服用時および消退出血時の2回に測定した（図1）。

4. 超低用量ピル服用による副作用の確認

超低用量ピル服用後1か月以内に、国立スポーツ科学センターメディカルセンターを受診し、産婦人科医師による問診にて副作用の有無を確認した。

5. 測定項目

A. 身体組成

体脂肪率の測定には、空気置換法による体脂肪測定装置 BOD POD（TM MAB-1000, LMI 製）を使用した。

B. 主観的コンディション

主観的コンディションは、質問紙を用いて、主観的評価に基づくコンディション（緊張、活気、疲労）を、100mm の Visual Analogue Scale（0：低い 100：高い）で評価した。

C. 起床時心拍数および心拍変動

心拍数は、胸部三極誘導によって得た心電図 R-R 間隔から算出した。仰臥位にて10分の安静後、メトロノームを用いて呼吸のリズムを一定の4秒周期（0.25Hz）に保ったうえで5分間測定した。得られた心電図 RR 間隔時系列データを 1,000 msec のサンプリングレイトで A/D 変換した後、MemCalc（GMS 製）を用いて最大エントリピー法により心拍変動の定量化し、周波数解析を行った。周波数解析で求められた心拍変動の低周波帯域（low frequency, LF: 0.04~0.15Hz）及び高周波帯域（high frequency, HF: 0.15~0.4Hz）成分から、HF を副交感神経活動の指標とし、HFnu（ $=\text{HF}/(\text{LF}+\text{HF}) \times 100$ ）を交感神経・副交感神経活動のバランスを評価する指標として用いた。さらに、トノメトリ式連続血圧計（JENTOW7700, オムロンコーリン製）から測定される連続血圧と R-R 間隔から自発性血圧反射感受性（spontaneous baroreflex sensitivity; SBRS）をシーケンス法（Blaber et al., 1995）により求め、心臓副交感神経系活動の評価を行った。

D. 運動負荷に対する心臓副交感神経系活動回復応答(T30)

自転車エルゴメーター (PowerMax V II, COMBI WELLNESS 製) を用い、4 分間の定常負荷後、運動終了後 30 秒間の瞬時心拍数を対数変換した後に直線回帰し、その回帰直線の傾きの逆数を求め時定数 (T30) として求め (Imai et al. 1994)、各測定時期の運動負荷に対する心臓副交感神経系活動回復応答を定量した。

E. 運動パフォーマンステスト

最大酸素摂取量

有酸素性運動能力を評価するために、最大漸増負荷法による自転車エルゴメーター運動を行い、最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) を測定した。60W で 3 分間のウォームアップ後、1 分間に 30W ずつ負荷を漸増し、疲労困憊まで自転車運動を行った。簡易血中乳酸測定器ラクテートプロ (LT-1710, KDD 製) を用いて、運動終了直後の血中乳酸値を測定した。運動中の酸素摂取量は呼気ガス分析器 (AE-300S, ミナト医科学) を用いて breath by breath で連続測定した。

ウィンゲートテスト

自転車エルゴメーターを使用し、30 秒間の全力ペダリングを行い、30 秒間の平均パワーならびに安静時、運動終了 5 分後の血中乳酸を、簡易血中乳酸測定器ラクテートプロを用いて採取した。

ジャンプテスト

垂直跳を行い、跳躍高を測定することにより、下肢の伸展パワーとして評価した。十分なウォーミングアップの後、反動動作および上肢の振り込み動作を自由に行ってよい、と選手に伝え、全力の垂直跳を 2 回実施した。マットスイッチ (PH-1262, DKH 製) を使用し、滞空時間から跳躍高を算出するため、マットの上で離地および着地を行わせ、全力の垂直跳を 2 回測定し、良い方の記録を採用した。

全身反応時間(単純反応)

全身反応時間 (単純反応) の測定には、全身反応時間測定器 (YB-1000, YAGAMI) を使用した。マットスイッチの上に立ち、軽くひざを曲げて目の前の発光ランプを見つめるよう教示し、赤の光刺激で素早くマットスイッチから降りるよう指示した。得られた 5 試行のうち、最も高い値と最も低い値を除いた 3 試行分の平均値を反応時間とした。

5. 統計解析

各データは平均値 $\pm$ 標準偏差で示した。安静時自律神経系活動水準の指標となる HF および LF は対数変換した値 (それぞれ $\ln HF$, $\ln LF$) を用いた。自然月経周期間の各項目の変化については、効果量 (effect size) を用いて評価した (Hopkins. 2000)。各項目に及ぼす超低用量ピル服用の影響については、典型的な誤差 (typical error; TE) を用いて、超低用量ピル服用時を基準 (0) としたときの各時期における項目の変化率 (%) を求め、TE に対する個人内変動のモニタリングを行った。

結果

現在、すべての時期で実験を終えた被験者は1名であり、他の4名についてはピル服用期間中であるため、本報告書では、5名の自然月経周期における各項目の変化および1名（22歳，164.0cm）の選手の超低用量ピル服用による各測定項目への影響を検討した結果を報告する（事例報告）。

自然月経周期に伴う各指標の変化（対象5名）

体重，体脂肪率，除脂肪体重においては自然月経周期の各時期で差は認められなかった（表1）。主観的コンディション（緊張，活気）においては自然月経周期の時期による差は認められなかったが，主観的疲労感については，黄体期が高値を示し，月経期（effect size = 1.02），卵胞期（effect size = 0.64），排卵期（effect size = 1.07）との差がやや大きかった（表2）。

安静時心拍数，収縮期血圧，拡張期血圧ならびに平均血圧は自然月経周期の時期による差は認められず（表3）。心拍変動の指標である lnHF，lnLF，LF/HF，ならびに T30 は自然月経周期の時期による差は認められなかった（表3）。交感神経・副交感神経活動のバランスを示す HFnu は排卵期が高値を示し（ 80.1 ± 4.3 ），月経期との差が大きく（effect size = 1.38），卵胞期と比べその差はやや大きかった（effect size = 0.81）（表3）。また同じく SBRS も排卵期が高値を示し（ 84.7 ± 15.9 bpm/mmHg），月経期（effect size = 1.66），卵胞期（effect size = 1.38），黄体期（effect size = 1.37）との差がそれぞれ大きかった（表3）。

有酸素性作業能力の指標である最大酸素摂取量をはじめとする各指標は，自然月経周期の時期による影響は認められなかった（表4）。ウィングートテストによる無酸素性パフォーマンスの評価においても，運動負荷や平均パワー，運動終了5分後の血中乳酸値は自然月経周期の時期による差は認められなかった。また，垂直跳および全身反応時間も，自然月経周期の時期による影響は認められなかった（表4）。

超低用量ピル服用に伴う各指標の変化（事例報告）

1名の選手（A選手）における自然月経周期の各時期，超低用量ピル服用時，ならびに消退出血時における身体組成，主観的コンディション，安静時の循環系指標，ならびに運動パフォーマンスの各データを表5,6,7,8に示す。体脂肪率（図2）は，TEが0.7であり，超低用量服用時に比べ他のすべての phase の変化率がTE以上の数値を示した（月経期 -4.0%，卵胞期 -6.0%，排卵期 -8.8%，黄体期 -4.4，消退出血時 -6.8%）。主観的疲労感は，TEが22.5であり，超低用量服用時に比べ月経期（-78.9%），排卵期（-78.9%），消退出血時（-31.6%）の変化率がそれぞれTEより高値であった（図3）。安静時心拍数は，TEが1.8であり，超低用量服用時に比べ月経期（-3.4%），卵胞期（-3.6%），排卵期（-8.6%）の変化率がそれぞれTEより高値であった（図4）。SBRSにおいては，排卵期には変化率が140.1%とTEの24.7を大きく上回った（図5）。

有酸素性パフォーマンスについて，最大酸素摂取量のTEは0.1であり，超低用量服用時に比べ他のすべての phase の変化率がTE以上を示し（月経期 1.4%，卵胞期 2.9%，排卵期 6.9%，黄体期 12.8，消退出血時 17.1%），運動継続時間においても超低用量服用時に比べ他のすべての phase の変化率がTEより大きかった（図6）。無酸素性パフォーマンスにおいては，ウィングートテスト終了5分後の乳酸値が超低用量服用時に比べ他のすべての phase の変化率がTE1.5よりも高値であった（図7）。他の項目や垂直跳ならびに全身反応時間においては，変化率は小さかった。

表1 自然月経周期に伴う身体組成の変化 (n=5)

		月経期		卵胞期		排卵期		黄体期	
体重	kg	53.3	± 3.3	54.0	± 3.9	53.9	± 3.8	54.1	± 4.1
体脂肪率	%	22.3	± 3.0	21.1	± 3.3	20.6	± 3.9	21.3	± 3.3
徐脂肪体重	kg	41.4	± 3.5	42.6	± 4.3	42.9	± 4.6	42.7	± 4.6

表2 自然月経周期に伴う主観的コンディションの変化 (n=5)

		月経期		卵胞期		排卵期		黄体期	
緊張	mm	4.8	± 3.1	41.2	± 19.8	13.6	± 18.4	43.2	± 17.4
活気	mm	49.8	± 20.4	64.8	± 28.5	64.4	± 21.8	56.2	± 25.8
疲労感	mm	14.8	± 14.1	23.8	± 25.9	14.8	± 7.3	42.2	± 25.9
前日のトレーニングのきつさ	mm	13.3	± 21.3	13.2	± 11.9	8.2	± 7.9	11.8	± 19.4

表3 自然月経周期に伴う循環指標の変化 (n=5)

		月経期		卵胞期		排卵期		黄体期	
安静時心拍数	bpm	48.7	± 6.1	50.6	± 4.9	51.0	± 5.4	53.0	± 4.9
収縮期血圧	mmHg	104.4	± 9.8	111.6	± 5.0	108.0	± 6.5	108.4	± 7.9
拡張期血圧	mmHg	58.3	± 6.7	64.6	± 5.4	62.3	± 5.3	58.7	± 6.6
平均血圧	mmHg	73.7	± 7.5	80.3	± 4.4	76.3	± 6.0	75.2	± 6.8
lnHF	ln msec ²	7.7	± 0.4	6.9	± 0.5	7.1	± 0.5	7.1	± 0.4
lnLF	ln msec ²	6.8	± 0.6	6.3	± 0.7	6.2	± 0.8	6.0	± 0.7
Hfnu		71.9	± 3.1	70.0	± 14.3	80.1	± 4.3	79.2	± 7.7
LF/HF		0.39	± 0.06	0.49	± 0.32	0.25	± 0.07	0.28	± 0.13
SBRS	bpm/mmHg	38.7	± 7.3	49.6	± 17.4	84.7	± 15.9	49.5	± 17.9
T30	sec	148.2	± 36.3	119.1	± 32.9	155.3	± 80.6	193.3	± 86.2

表4 自然月経周期に伴う運動パフォーマンスの変化 (n=5)

		月経期		卵胞期		排卵期		黄体期	
最大酸素摂取量	L	31.7	± 3.3	33.0	± 4.1	31.6	± 2.7	31.3	± 2.9
体重当たり最大酸素摂取量	ml/kg/min	2.00	± 0.5	2.17	± 0.5	2.12	± 0.4	1.99	± 0.4
最大換気量	ml	87.1	± 20.8	92.6	± 28.2	91.5	± 17.4	88.7	± 16.5
運動継続時間	sec	17.3	± 4.1	18.3	± 4.6	18.3	± 4.1	17.2	± 3.6
乳酸値(終了後)	mmol/L	10.7	± 1.9	9.6	± 2.2	9.1	± 2.4	9.5	± 3.0
ウイングート負荷量	w	4.0	± 0.2	4.0	± 0.3	4.1	± 0.3	4.0	± 0.3
ウイングート平均パワー	w	386.8	± 82.1	396.0	± 79.8	396.4	± 75.1	370.0	± 65.4
ウイングート乳酸値(安静時)	mmol/L	1.3	± 0.2	1.5	± 0.4	1.3	± 0.4	1.4	± 0.4
ウイングート乳酸値(5分後)	mmol/L	10.4	± 2.5	9.0	± 1.6	8.9	± 2.2	10.1	± 2.9
垂直跳	cm	31.7	± 3.3	33.0	± 4.1	31.6	± 2.7	31.3	± 2.9
全身反応時間(単純)	msec	383.8	± 19.5	383.5	± 5.8	399.8	± 29.8	393.3	± 20.7

表5 超低用量ピル服用に伴う身体組成の変化(n=1)

		月経期	卵胞期	排卵期	黄体期	ピル服用時	消退出血時
体重	kg	49.7	49.2	48.9	48.8	49.1	49.0
体脂肪率	%	24.1	23.6	22.9	23.9	25.1	23.4
徐脂肪体重	kg	37.7	37.6	37.7	37.2	36.8	37.6

表6 超低用量ピル服用に伴う主観的コンディションの変化(n=1)

		月経期	卵胞期	排卵期	黄体期	ピル服用時	消退出血時
緊張	mm	0	22	6	25	56	37
活気	mm	36	44	29	55	33	25
疲労感	mm	12	64	12	50	57	39
前日のトレーニングのきつさ	mm	0	13	21	50	6	5

表7 超低用量ピル服用に伴う循環指標の変化(n=1)

		月経期	卵胞期	排卵期	黄体期	ピル服用時	消退出血時
安静時心拍数	bpm	49	49	46	51	50	50
収縮期血圧	mmHg	105	116	105	100	99	95
拡張期血圧	mmHg	53	60	57	58	51	44
平均血圧	mmHg	71	78	73	72	67	61
SBRS	bpm/mmHg	46.1	25.9	96.2	47.3	40.1	67.7
HF	ln msec ²	8.3	7.0	7.1	7.4	7.5	7.4
LF	ln msec ²	7.4	7.0	6.1	6.2	6.8	6.2
Hfnu		70.7	49.9	72.8	75.8	64.7	75.8
LF/HF		0.41	1.00	0.37	0.32	0.55	0.32
T30	sec	192	161	200	286	137	278

表8 超低用量ピル服用に伴う運動パフォーマンスの変化(n=1)

		月経期	卵胞期	排卵期	黄体期	ピル服用時	消退出血時
最大酸素摂取量	L	1.42	1.44	1.50	1.58	1.40	1.64
体重当たり最大酸素摂取量	ml/kg/min	29	29.3	30.6	32.4	29.5	33.5
最大換気量	ml	52.6	44.7	61.1	68.5	58.9	68.8
運動継続時間	sec	12.0	11.0	12.0	12.0	11.5	12.0
乳酸値(終了後)	mmol/L	7.9	6.5	9.2	8.0	9.7	7.7
ウイングート負荷量	w	3.8	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7
ウイングート平均パワー	w	287	269	287	302	303	309
ウイングート乳酸値(安静時)	mmol/L	2.0	1.9	2.0	1.4	2.0	1.7
ウイングート乳酸値(5分後)	mmol/L	6.94	7.17	9.00	9.48	10.51	9.94
垂直跳	cm	28.3	27.6	29.4	28.1	28.6	25.9
全身反応時間(単純)	msec	410	381	363	390	423	472

変化率(%)

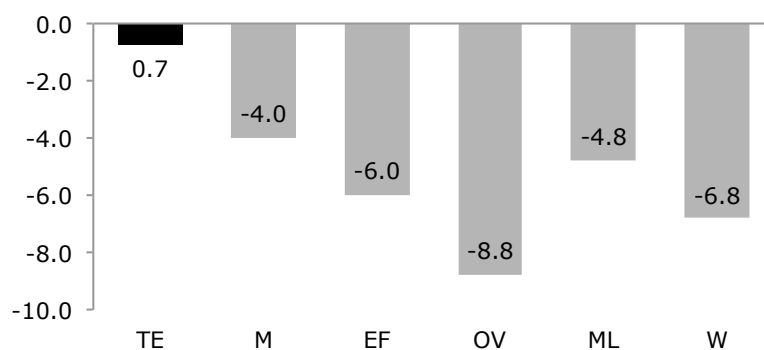


図2 超低用量ピル服用と体脂肪率の変化

図中の数値は、超低用量ピル服用時を基準とした変化率を示す。

TE;典型的誤差, M;月経期, EF;卵胞期, OV;排卵期, ML;黄体期, W;消退出血時

変化率(%)

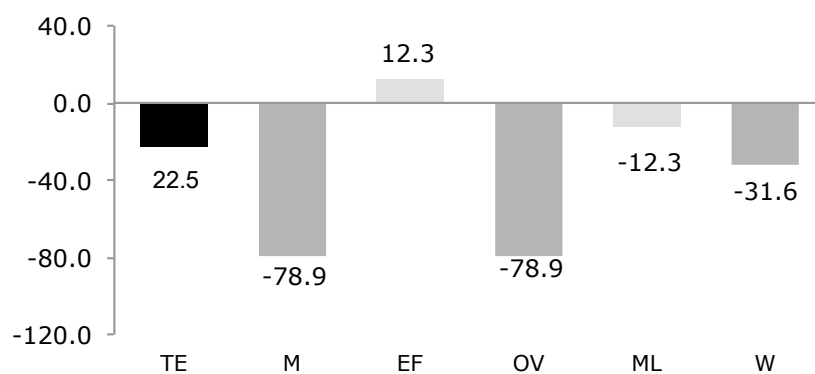


図3 超低用量ピル服用と主観的疲労感の変化

図中の数値は、超低用量ピル服用時を基準とした変化率を示す。

TE;典型的誤差, M;月経期, EF;卵胞期, OV;排卵期, ML;黄体期, W;消退出血時



図4 超低用量ピル服用と安静時心拍数の変化

図中の数値は、超低用量ピル服用時を基準とした変化率を示す。

TE;典型的誤差, M;月経期, EF;卵胞期, OV ; 排卵期, ML;黄体期, W;消退出血時

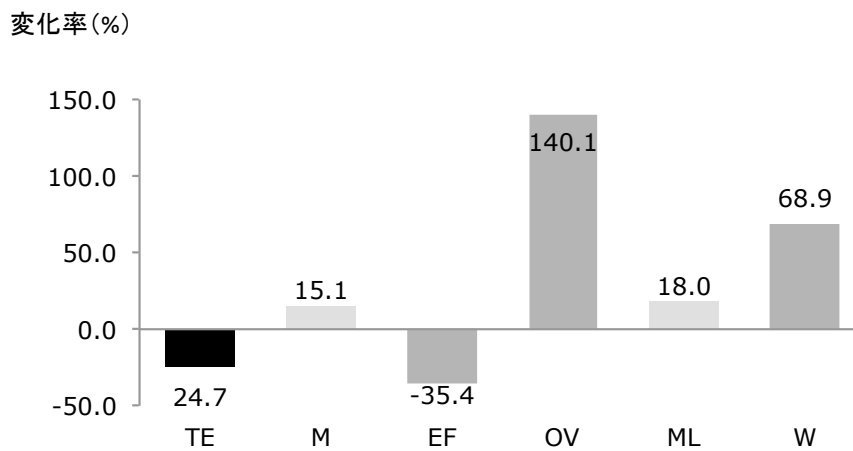
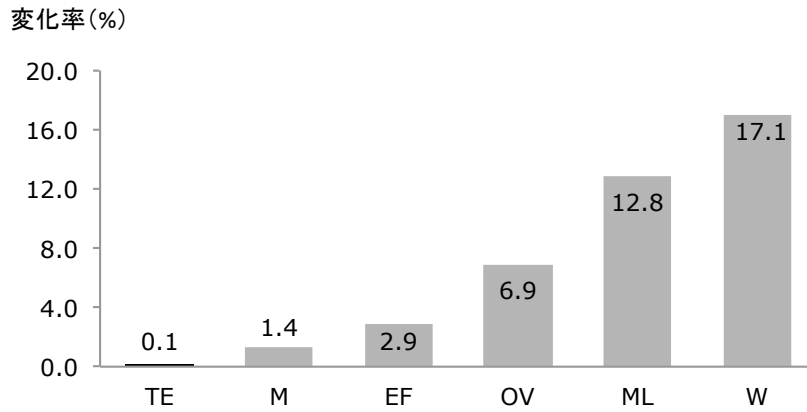


図5 超低用量ピル服用とSBRSの変化

図中の数値は、超低用量ピル服用時を基準とした変化率を示す。

TE;典型的誤差, M;月経期, EF;卵胞期, OV ; 排卵期, ML;黄体期, W;消退出血時

(A)



(B) 変化率(%)

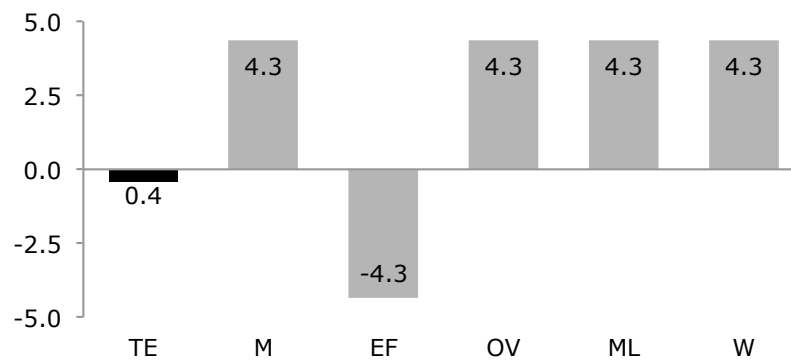


図6 超低用量ピル服用と最大酸素摂取量(A)と運動継続時間(B)の変化

図中の数値は、超低用量ピル服用時を基準とした変化率を示す。

TE;典型的誤差, M;月経期, EF;卵胞期, OV;排卵期, ML;黄体期, W;消退出血時

変化率(%)

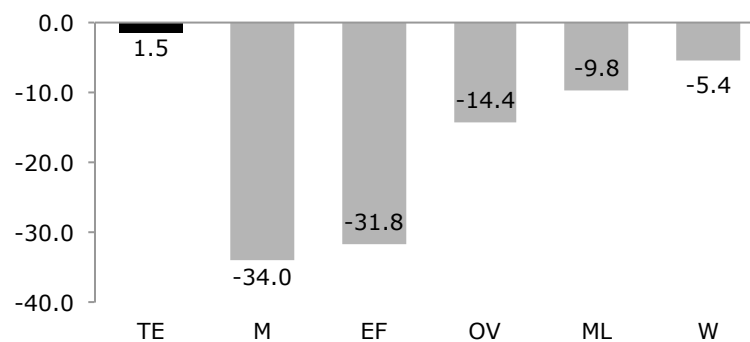


図7 超低用量ピル服用とウイングート乳酸値(5分後)の変化

図中の数値は、超低用量ピル服用時を基準とした変化率を示す。

TE;典型的誤差, M;月経期, EF;卵胞期, OV;排卵期, ML;黄体期, W;消退出血時

考察

本研究は、第一世代の超低用量ピルの服用が、主観的コンディションおよび有酸素系および無酸素系運動パフォーマンスにどのように影響するかを目的とし、自然月経周期とピル服用期間との比較を行った。その結果、対象者5名の自然月経周期において、主観的疲労感、黄体期に増加し、心臓自律神経系の指標は排卵期に高値を示す可能性が示されたが、身体組成や運動パフォーマンスは変化しない可能性が示された。一方、超低用量ピルを服用したA選手において、自然月経周期と比べると超低用量ピル服用時に体脂肪率が増加する可能性が示され（図2）、主観的疲労感（図3）、安静時心拍数や心臓自律神経系機能が超低用量ピル服用により変化する可能性が示された（図5）。さらに、A選手においては、超低用量ピル服用により有酸素系パフォーマンスが低下する可能性が示され（図6）、無酸素系パフォーマンスは、平均パワーや仕事量などには差がないものの、産生される運動後乳酸値が増加する可能性が示された（図7）。

身体組成

A選手の体脂肪率に着目すると、TEが0.7であるのに対し、超低用量ピル服用期間に対する変化率はすべてのphaseにおいてTEよりも高値であり（図2）、超低用量ピル服用によって体脂肪率が増加した可能性がある。ピル服用により、むくみ、体重増加や頭痛などの症状が認められることが知られているが（Lawrie et al. 2011）、A選手は、超低用量ピル服用により数日の不正出血は認められたものの、頭痛、むくみや体重増加などの自覚症状は認められなかった。自然月経周期（n=5）においては大きな体脂肪率変化は認められなかったが、A選手は自然月経周期内でも大きな体脂肪率の変動が起きており、さらに、低用量ピル服用期間に比べて消退出血時において体脂肪率が低下していることから、月経周期に伴うホルモン変動の影響を受け変動しやすい可能性がある。ただし、自然月経周期測定後、超低用量ピル服用測定時まで約3か月経過していることから、その期間中のトレーニング状態や食行動変容についても考慮する必要がある。

主観的コンディション

主観的コンディション、特に主観的疲労感、超低用量ピル服用期間中は黄体期との差が小さく（-12.3%）、月経期（-78.9%）、排卵期（-78.9%）消退出血時（-31.6%）との差はTE（22.5）よりも大きく（図3）、月経期と排卵期に比べると超低用量ピル服用中の主観的疲労感は増加する可能性が考えられる。先行研究においてもPOMSを用いたコンディション評価において、卵胞期に比べて黄体期における疲労を含めた総合感情障害指標すなわちネガティブな要素が増加することが示されている（Cockterill et al. 1992）。これらの変化は、月経周期に伴う卵巣ホルモンの影響によるものと考えられる。しかし、自然月経周期の黄体期にはエストロゲンとプロゲステロンがともに高値を示すが、超低用量ピル服用時は外因性のエストロゲンとプロゲステロン（エチニルエストラジオール 20 μ g、ノルエチステロン 1mg）があり、内因性のエストロゲンとプロゲステロンは低値を示していたと考えられる。また、前日のトレーニングの影響を受けたとも考えにくく（表6）、先に述べたように、A選手は超低用量ピル服用にともなう明らかな副作用が認められなかったことから、本研究におけるA選手の主観的疲労感の変化の要因は不明のままである。超低用量ピル服用のメリットに月経前症候群の症状改善があげられるため、今後主観的コンディションについては、月経前症候群の症状改善指標の変化と主観的コンディションの関連を併せて検討していく必要がある。

安静時心拍数および心臓自律神経系機能指標

安静時心臓自律神経系機能は、過度のトレーニングにより心臓副交感神経系活動が抑制され、数日の休養によりその活動程度が回復することが示されており (Baumert et al. 2006), 起床時心拍数とともにアスリートのコンディション評価に有用な方法として活用されている(飯塚 2011). したがって、女性アスリートのコンディション評価を考えた場合、心拍数や心臓自律神経系機能に係る指標におよぼす超低用量ピルの影響を検討することは重要である. 心拍数を調整する心臓自律神経系機能(主に心臓副交感神経系機能)に関する報告では、エストロゲンが心臓副交感神経系機能を亢進させ、自然月経周期では排卵期に亢進することが明らかになっており (Tanaka et al. 2003), 本研究の自然月経周期においてエンストロゲンが最も高くなる排卵期において、HFnu および SBRS が増加する可能性が示された. 一方、A 選手の SBRS は超低用量ピル服用時と排卵期の変化率は 140.1%となり TE (24.7) を大きく上まわり、超低用量ピル服用時の SBRS が排卵期よりも低下する可能性が示された. エストロゲンが心臓副交感神経系機能を亢進させることから (Tanaka et al. 2003, Mohamed et al. 1999), 超低用量ピル服用による内因性エストロゲンの低下により、超低用量ピル服用時の SBRS が低下する可能性が考えられるが、引き続き被験者数を増やして検討が必要である. 運動終了後早期における心拍数減衰の回帰勾配 (T30) は心臓副交感神経活動の再興奮過程を反映し (Imai et al. 1994), 自然月経周期では卵胞期に比べ黄体期に増加し、心臓副交感神経活動の再興奮が遅延するという報告もあるが (Nakamura et al. 2013), 超低用量ピル服用の影響については不明なため、引き続き検討が必要である.

運動パフォーマンス

ピル服用と有酸素性作業能力の評価指標である最大酸素摂取量に関しては、ピル服用によって 5-15%程度低下するという報告があるが (Casazza et al. 2002, Lebrun et al. 2003, Notelovitz et al. 1987, Suh et al. 2003), これらの報告は主に三相性ピルを服用していることから、外因性ホルモン変動が大きいことが何かしら影響を及ぼしている可能性が考えられる. 一方、低用量の一相性ピルを服用している先行研究では、最大酸素摂取量は低下するという報告もあるが (Notelovitz et al. 1987), 変化しない (Rickenlund et al. 2004, Rechichi et al. 2008, Vaiksaar et al. 2011) という報告が多い. 本研究において、A 選手の超低用量ピル服用期間中の最大酸素摂取量は、他の phase と比べて変化率が TE よりも大きかったが (図 6A), 体重で補正すると他の phase との変化率は小さく、また換気量の変化率も TE に対して小さかった (データは載せていない). しかしながら、運動継続時間においても月経期、排卵期、黄体期、消退出血時に比べ短くなっていた (表 8) ことから、引き続き調査が必要である.

無酸素性作業能力は、30 秒間のウィングートテストを用い評価した. その結果、平均パワーに変化は認められず、無酸素性作業能力は自然月経周期や超低用量ピル服用に伴い、変化しない可能性が示された. これは先行研究結果と同様の結果である (Bushman et al. 2006). ただし、A 選手においては、負荷量や平均パワーに大きな変化は認められなかったにも関わらず、テスト終了 5 分後の乳酸値が、超低用量服用時に比べてすべての phase の変化率が TE (1.5) よりも高値であった (図 7). つまり、超低用量ピル服用に伴い、解糖系能力が変化する可能性も考えられるが、今後被験者を増やし検討が必要である.

垂直跳びや全身反応時間については、超低用量ピル服用による変化は小さかった. 先行研究では

カウンタームーブメントジャンプはピル服用により変化しなかったが、30cm および 45cm のドロップジャンプテストでは、跳躍高が低下することも報告されている (Rechichi et al. 2009). 本研究では腕振りありの垂直跳を測定した. 垂直跳は、重心の移動能力がパフォーマンスを構成する重要な要素の 1 つであり、特に、短時間で全身を大きく加速できる下肢の機能、すなわち下肢のパワーが重要となるため、今後は下肢筋力との関連を含め検討していく必要がある. また、全身反応時間は、スポーツ競技においては、動作のスピードに加え、相手やボールの動き(光刺激)等の刺激信号にどれだけ早く反応できるかということが競技成績に影響を及ぼすことがある. 種目によっては重要なパフォーマンス規定項目にもなる可能性があるため、引き続き検討していく.

研究の限界

本研究は被験者の試合シーズンを避けて研究を進めていることから、被験者数が少なく、現在他の被験者が超低用量ピル服用期間であるため、本報告書における超低用量ピル服用の影響の検討については単一事例である. そのため、本報告書における結果については、各指標における超低用量ピル服用の影響の可能性に言及するにとどめる. 現在超低用量ピル服用者の測定結果を報告することが急務である. さらに、超低用量ピル服用による各項目への影響について結論づけるには、今後、被験者数を増やし、さらなる検討が必要である. また、本研究では、統計的に P 値で評価できないため、effect size や typical error などを用いて評価をおこなった. トップアスリートの運動パフォーマンス評価(パフォーマンス向上率)などにおいては、個人内変動について検討することが多いことから、今後は typical error や最小可検変化量なども用いて個人内変動の検討していくことも必要である.

本研究で用いた BOD POD による体脂肪測定は、空気置換法を用い、主に体容積と肺容量から体脂肪率を求める方法である. この肺容量測定の判断基準には呼気の強さや漏れなどが関与し、少しコツがいるため、肺容量測定における測定誤差が体脂肪率に影響する可能性がある. しかし、本研究においては、初回に測定した肺容積を固定値として採用し、毎回の体容積の変化と併せて体脂肪率を算出しているため、自然月経周期期間と超低用量ピル服用期間の計 6 回にわたる体脂肪率の変化は単純な測定誤差によるものとは考えにくい.

最後に

超低用量ピル服用とコンディションおよび運動パフォーマンスの関連性が明らかになれば、月経困難症、月経随伴症状の改善や月経周期移動を目的とした超低用量ピルの使用が増え、結果的に女性アスリートのコンディショニング調整の一助として活用されるなど、期待がもてるが、本報告書においては、まだそこまでの議論ができない. 引き続き、実験を進めるとともに、被験者数を増やして検討する.

引用文献

- Baumert M, Brechtel L, Lock J, Hermsdorf M, Wolff R, Baier V, Voss A. Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes. *Clin J Sport Med*. 16(5): 412-417. 2006.
- Blaber, AP., Yamamoto, Y., Hughson, RL. Methodology of spontaneous baroreflex relationship assessed by surrogate data analysis. *Am J Physiol.*, 268, H1682-1687, 1995.
- Brynhildsen J, Lennartsson H, Klemetz M, Dahlquist P, Hedin B, Hammar M. Oral contraceptive use among female elite athletes and age-matched controls and its relation to low back pain. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 76(9), 873-878, 1997.
- Bushman B, Masterson G, Nelsen J. Anaerobic power performance and the menstrual cycle: eumenorrheic and oral contraceptive users. *J Sports Med Phys Fitness*. 46(1): 132-137, 2006.
- Casazza GA, Suh SH, Miller BF, Navazio FM, Brooks GA. Effects of oral contraceptives on peak exercise capacity. *J Appl Physiol*, 93, 1698-1702, 2002.
- Cockerill IM, Nevill AM, Byrne NC. Mood, mileage and the menstrual cycle. *Br J Sports Med*. 26(3): 145-150, 1992.
- Ekenros L, Hirschberg AL, Heijne A, Fridén C. Oral contraceptives do not affect muscle strength and hop performance in active women. *Clin J Sport Med*, 23(3), 202-207, 2013.
- Hopkins, WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine* 30: 1-15, 2000.
- 飯塚太郎. 心拍数・心拍変動. スポーツ損傷予防と協議復帰のためのコンディショニング技術ガイド, 166-171, 2011.
- Imai, K., Sato, H., Hori, M., Kusuoka, H., Ozaki, H., Yokoyama, H., Takeda, H., Inoue, M., Kamada, T. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.*, 24, 1529-1535, 1994.
- Lawrie TA, Helmerhorst FM, Maitra NK, Kulier R, Bloemenkamp K, Gülmezoglu AM. Types of progestogens in combined oral contraception: effectiveness and side-effects. *Cochrane Database Syst Rev*. 11(5), 2011.
- Lebrun CM, Petit MA, McKenzie DC, Taunton JE, Prior JC. Decreased maximal aerobic capacity with use of a triphasic oral contraceptive in highly active women: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 37, 315-320, 2003.
- Mohamed MK, El-Mas MM, Abdel-Rahman AA. Estrogen enhancement of baroreflex sensitivity is centrally mediated. *Am J Physiol*. 276: R1030-1037, 1999.
- Nakamura M, Hayashi K, Aizawa K, Mesaki N, Kono I. Effects of regular aerobic exercise on post-exercise vagal reactivation in young female. *Eur J Sport Sci*. 13(6): 674-680, 2013.
- Nichols AW, Hetzler RK, Villanueva RJ, Stickley CD, Kimura IF. Effects of combination oral contraceptives on strength development in women athletes. *J Strength Cond Res*, 22(5), 1625-1632, 2008.
- Notelovitz M, Zauner C, McKenzie L, Suggs Y, Fields C, Kitchens C. The effect of low-dose oral contraceptives on cardiorespiratory function, coagulation, and lipids in exercising young women: a

- preliminary report. *Am J Obstet Gynecol*, 156(3), 591-598, 1987.
- 能瀬さやか, 土肥美智子, 難波聡, 秋守恵子, 目崎登, 小松裕, 赤間高雄, 川原貴. 女性アスリー
トの低用量ピル使用率とこれからの課題. *日本臨床スポーツ医学会誌*, 22(1), 122-127, 2014.
- Peters C, Burrows M. Androgenicity of the progestin in oral contraceptives does not affect maximal leg strength. *Contraception*, 74(6), 487-491, 2006.
- Prior JC, Vigna Y. Gonadal steroids in athletic women contraception, complications and performance. *Sports Med*, 2, 287-295, 1985.
- Rechichi C, Dawson B, Goodman C. Oral contraceptive phase has no effect on endurance test. *Int J Sports Med*, 29(4), 277-281, 2008.
- Rechichi C, Dawson B. Effect of oral contraceptive cycle phase on performance in team sport players. *J Sci Med Sport*, 12(1), 190-195, 2009.
- Redman LM, Weatherby RP. Measuring performance during the menstrual cycle: a model using oral contraceptives. *Med Sci Sports Exerc*, 36(1), 130-136, 2004.
- Rickenlund A, Carlström K, Ekblom B, Brismar TB, Von Schoultz B, Hirschberg AL. Effects of oral contraceptives on body composition and physical performance in female athletes. *J Clin Endocrinol Metab*. 89(9): 4364-70, 2004.
- Sarwar R, Niclos BB, Rutherford OM. Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. *J Physiol*, 493(1), 267-272, 1996.
- Suh SH, Casazza GA, Horning MA, Miller BF, Brooks GA. Effects of oral contraceptives on glucose flux and substrate oxidation rates during rest and exercise. *J Appl Physiol*, 94(1), 285-294, 2003.
- Tanaka M1, Sato M, Umehara S, Nishikawa T. Influence of menstrual cycle on baroreflex control of heart rate: comparison with male volunteers. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 285(5): R1091-1097, 2003.
- Vaiksaar S, Jürimäe J, Mäestu J, Purge P, Kalytka S, Shakhlina L, Jürimäe T. No effect of menstrual cycle phase and oral contraceptive use on endurance performance in rowers. *J Strength Cond Res*, 25(6), 1571-1578, 2011.

謝辞

稿を終えるにあたり，本研究にご支援を賜りました一般財団法人 上月財団に，心から感謝いたします。