

## 短期間のハイパワー・トレーニングが女子 運動選手の間欠的パワー発揮に及ぼす影響

加納 樹里      石部 安浩  
高橋 雅足      小山亜希子  
里見 潤

### Abstract

Training method and physiological responses of intermittent high power output were investigated using Bicycle-Ergometer.

8 students of Girls-Lacrosse club members participated for the subjects in 8 weeks high-intensity power training. Training protocol was 5 sets of 7s.-maximal pedaling with the rest-period for 40seconds. They were instructed to complete this training 4~5 times per week. The training loads are made to be 8% in the first 4 weeks, and in the latter half are 9% of the body weight.

Before and after the Training session, Intermittent high power output (IMT-test), blood Lactate (La) and Ammonia (Am) concentrations were measured.

The main results were as follows:

- 1) After training, performances in IMT-test and 30m-Sprint time were significantly improved
- 2) As a result of an aerobic Glycolysis and AMP deamination, La and Am concentrations in blood increased after IMT-test.
- 3) Clear effect of the training-sessions on the change for La and Am values were not observed in this study. However, the control of these metabolites is suggested under identical exercise intensity, because there was the improvement of the power output in the IMT-test.
- 4) The short period of high-intensity power training per se may cause first the improvement of the nervous system. It is also necessary to consider muscle fiber type of the subjects to examine the results.

### 緒 言

筆者等は、前報<sup>8)</sup>において大学女子運動選手を対象に、自転車エルゴメータを用いた間欠的運動中のパワーの測定を行い (インターミッテント・テスト)<sup>22)</sup>、テスト結果を競技種目特性

等の視点から考察し、その妥当性について報告した。今回は、前報をもとに、高強度の間欠的運動能力に対する短期間のハイパワートレーニングの効果を、同様のインターミitttent・テストを用いて検討した。あわせて、自転車によるトレーニングが、競技場面に対応したスプリントの走能力と、運動後の血中乳酸値・血中アンモニア値に及ぼす影響を検討した。運動後の血中アンモニア値については、疲労の蓄積との関連<sup>18),19)</sup>や乳酸値との関連<sup>17),20)</sup>、運動中のエネルギー・バランスの指標としての可能性を指摘した先行研究等が存在する<sup>13),16)</sup>。特に高強度の間欠的運動後の動態について報告したものは僅少であり、トレーニングの効果とあわせてその測定の意義は高いと考えられる。

## 方 法

### 【測定方法】

電磁式の自転車エルゴメータ（パワーマックスⅦ，コンビ社製）を用いて、週4回以上、8週間のハイパワートレーニング（7秒間の全力ペダリング+40秒休息を5回反復）を実施し、トレーニング効果を検討した。トレーニング期間中の負荷（Kp）は、前半4週間を体重の8%、後半4週間を体重の9%とした。トレーニング期間前後に、間欠的な高強度運動能力の測定法として、前報で使用したインターミitttent・テスト（Fig. 1：被験者の体重の7.5%負荷（Kp）にて、5秒間の全力ペダリングを20秒間の休息をはさんで10セット反復する運動）を行なった。また、屋外競技場にて、ニシ式電子計時機を用いた30mスプリント・タイムの測定を実施した。インターミitttent・テストの結果分析には、パワーの最大値（P. パワー）、体重当たりで換算した相対値（P. パワー／体重）、最高回転数（P. 回転数）、及び体重当たりの8セット目から10セット目までの平均発揮パワー（Pst）、パワーの最大値に対するPstの値の比（前報では低下率2と表記）、総仕事量を用いた。また、テストの前後に耳朶より採血し、京都第一科学社製Lactate Pro並びにAMICHECK Meterを使用して、血中乳酸値と血中アンモニア値を測定した。

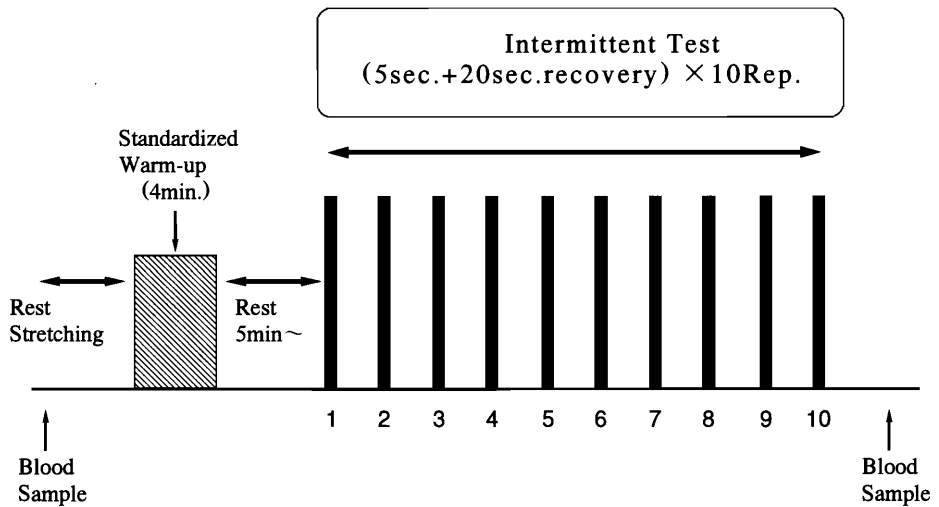


Fig.1 Schematic Illustration of Exercise Protocol

表1 被験者のプロフィール

	12分走	走后 HR	安静 HR	体脂肪率	身長	体重	BMI
氏名	(m)	(拍/分)		(%)	(m)	(kg)	
A.N	2,467	166	61	23	1.55	45.9	19.1
J.D	2,488	193	48	23	1.64	51.2	19.0
Y.M	2,642	182	51	27	1.56	52.8	21.7
M.O	2,480	—	49	31	1.69	64.4	22.5
S.S	2,370	185	55	25	1.63	54.4	20.5
K.S	2,485	160	54	24	1.63	57.6	21.7
S.A	2,700	201	55	27	1.57	52.4	21.3
A.M	2,496	191	54	29	1.63	63.3	23.8
平均	2,516	182.6	53.4	26.1	1.61	55.3	21.2

## 【対 象】

被験者は、定期的に週4回、1回2時間程度のトレーニングを行なっている関東学生リーグ2部所属の女子ラクロス部員8名であった。被験者の平均年齢は18.9歳、身長161cm、体重55kgであった(表1)。

測定に先立ち、被験者には測定の主旨と内容を充分説明した上で承諾を得(添付資料参照)、8週間のトレーニング期間中、毎回のトレーニング・データを出力して記録するように指示し

た。また、テスト当日はトレーニングを中止し、全力での自転車走行ができるだけスムーズに行えるように、十分なウォーミングアップを行った。

### 結果と考察

トレーニングの前後でインターミitttent・テストにより得られた各測定値を (Fig. 2・表 2, 3) に、また、血中乳酸値と血中アンモニア値の変化を (Fig. 3) に示した。

トレーニングにより、間欠的な高強度運動時のパワー発揮の平均値は、P. パワーは $536 \pm 76$  W (トレーニング前値 $505 \pm 63$  W), P. パワー/体重は $9.9 \pm 0.6$  W (前値 $93 \pm 0.4$  W), P. 回転数は $134 \pm 9$  rpm (前値 $127 \pm 6$  rpm), Pst は $7.2 \pm 0.4$  W (前値 $6.2 \pm 0.4$  W), 低下率は $0.73 \pm 0.05$  (前値 $0.66 \pm 0.05$ ), 総仕事量は $75.3 \pm 4.3$  W (前値 $66.4 \pm 2.8$  W) と、すべての指標で5~20%程度の有意な改善が認められた ( $P < 0.01$ )。

30mのスプリント・タイムは、 $5.64 \pm 0.19$ sec. から、 $5.36 \pm 0.19$ sec. に向上した ( $P < 0.001$ )。インターミitttent・テストにより、各血中パラメータは有意に高値を示したが、トレーニング期間前後の比較では、運動終了後の血中乳酸値 $11.2 \pm 1.3$ mM (トレーニング前値 $11.4 \pm 1.4$ mM), 血中アンモニア値 $202 \pm 40$ μg/dl (前値 $232 \pm 50$ μg/dl) 共に、有意な変化は見られなかった。

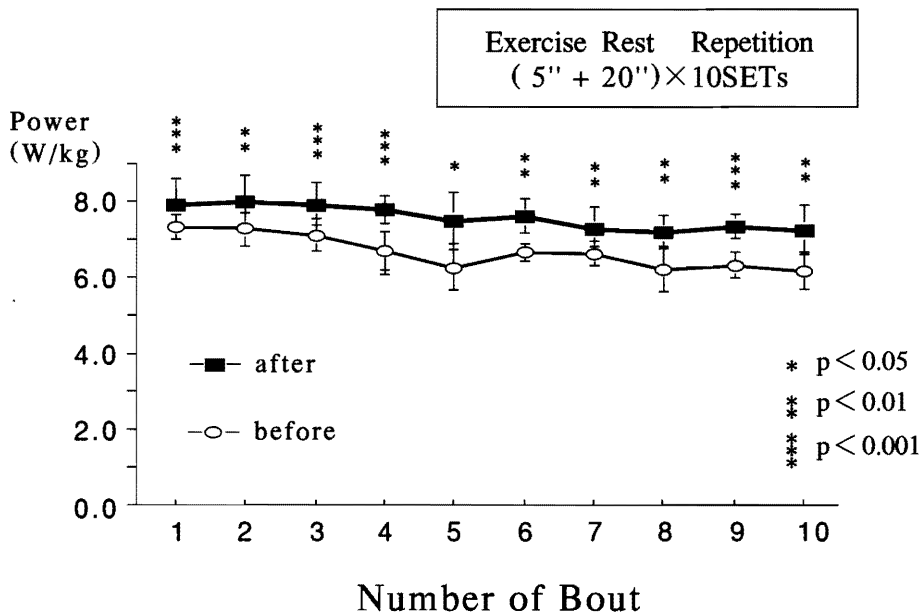


Fig.2 Changes in power output during intermittent-exercise test

表2 インターミitttent・テストの結果 (トレーニング前値)

(2000年2月測定)

前値	体格		負荷値			間欠運動中の平均発揮パワー(W/kg)										Pst (P8-10)	総仕事量 (/体重)	低下率 (P8-10) /P	
	身長	体重	(kp)	/体重	P. パワー	P. 回転数	1	2	3	4	5	6	7	8	9				10
A. N	155	46	3.5	9.1	417	122	7.3	6.8	6.7	6.2	6.0	6.1	6.0	5.6	5.8	5.7	5.7	62.3	0.63
J. D	165	53	4.0	9.2	488	124	7.5	7.5	7.2	6.5	6.6	6.8	6.9	5.4	6.5	6.6	6.2	67.5	0.67
Y. M	156	50	3.8	10.0	502	135	7.9	7.7	7.5	7.2	5.8	6.6	6.5	5.7	5.9	6.1	5.9	66.9	0.59
M. O	168	60	4.5	9.5	572	130	6.9	7.9	7.5	6.4	7.0	6.7	6.5	6.4	6.3	6.2	6.3	67.9	0.66
S. S	163	52	3.9	9.1	473	124	7.3	6.8	7.1	6.4	5.0	6.5	6.4	6.0	6.1	5.4	5.8	62.9	0.64
K. S	163	55	4.1	9.3	511	127	7.5	6.9	6.5	6.1	6.2	6.7	6.5	6.3	6.4	6.1	6.2	65.2	0.67
S. A	158	53	4.0	8.6	457	117	7.1	6.9	6.6	7.1	6.9	6.7	6.9	6.9	6.9	5.9	6.6	68.0	0.77
A. M	163	63	4.7	9.8	616	134	7.0	7.6	7.7	7.6	6.5	7.0	7.0	7.0	6.4	7.0	6.8	70.7	0.69
平均	161	54	4.1	9.3	505	127	7.3	7.3	7.1	6.7	6.3	6.6	6.6	6.2	6.3	6.1	6.2	66.4	0.66
SD	4.6	5.4		0.4	63.5	6	0.3	0.5	0.5	0.5	0.7	0.3	0.3	0.6	0.4	0.5	0.4	2.8	0.05

表3 (トレーニング後値)

(2000年5月測定)

後値	身長	体重	(kp)	/体重	P. パワー	P. 回転数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(P8-10)	(/体重)	(P8-10) /P
A. N	155	46	3.4	9.7	438	132	6.8	7.1	7.0	7.1	7.2	7.0	6.7	6.6	6.7	6.5	6.6	68.8	0.68
J. D	165	53	4.0	9.3	494	126	7.5	7.6	7.4	7.4	7.1	7.0	7.2	6.5	7.2	6.5	6.7	71.3	0.72
Y. M	156	50	3.8	10.7	534	143	7.8	7.9	8.3	8.1	7.6	7.7	7.3	7.5	7.4	6.7	7.2	76.3	0.67
M. O	168	60	4.5	10.2	612	139	8.8	8.8	8.3	8.1	8.3	8.4	6.9	7.1	7.2	8.1	7.5	79.9	0.74
S. S	163	52	3.9	10.1	524	137	8.2	8.2	8.1	7.9	7.7	7.8	7.6	7.6	7.4	7.4	7.5	78.0	0.74
K. S	163	56	4.2	9.4	525	128	7.2	7.5	7.4	7.4	7.3	7.4	6.5	7.4	7.1	7.3	7.3	72.4	0.78
S. A	158	53	4.0	9.1	483	123	7.8	7.7	7.8	7.8	6.0	7.7	7.6	7.2	7.6	7.2	7.4	74.6	0.81
A. M	163	63	4.7	10.8	679	147	8.7	9.0	8.7	7.9	8.3	7.4	8.1	7.3	7.7	7.9	7.7	81.1	0.71
平均	161	54	4.1	9.9	536	134	7.9	8.0	7.9	7.7	7.4	7.6	7.2	7.2	7.3	7.2	7.2	75.3	0.73
SD	4.6	5.4		0.6	76.2	9	0.7	0.7	0.6	0.4	0.7	0.5	0.5	0.4	0.3	0.6	0.4	4.3	0.05

パフォーマンスの変化について：

短期間のハイパワートレーニングにより、間欠的な高強度運動時のピークパワーは106%、運動の持久性 (Pst) も116%向上した。自転車エルゴメータでのトレーニングにより、体重当たりのパワー発揮能力が向上し、それにより競技場面に対応したスプリント走能力も有意に向上したと考えられる。また、事前のトレーニングレベルを考慮すると、神経筋レベルでのトレーニング効果も介在したものと推察される。ハイパワーのトレーニングが、インターミitttent・テスト後半部のパワー発揮にまで効果をもたらしたことの生理学的な根拠は不明であるが、前

報の他競技選手と比較しても、トレーニング後の持久的項目である低下率は良好な数値を示しており、今回の被験者では、実験用以外のトレーニングによる有酸素性の能力の向上が影響した可能性も除外できない。

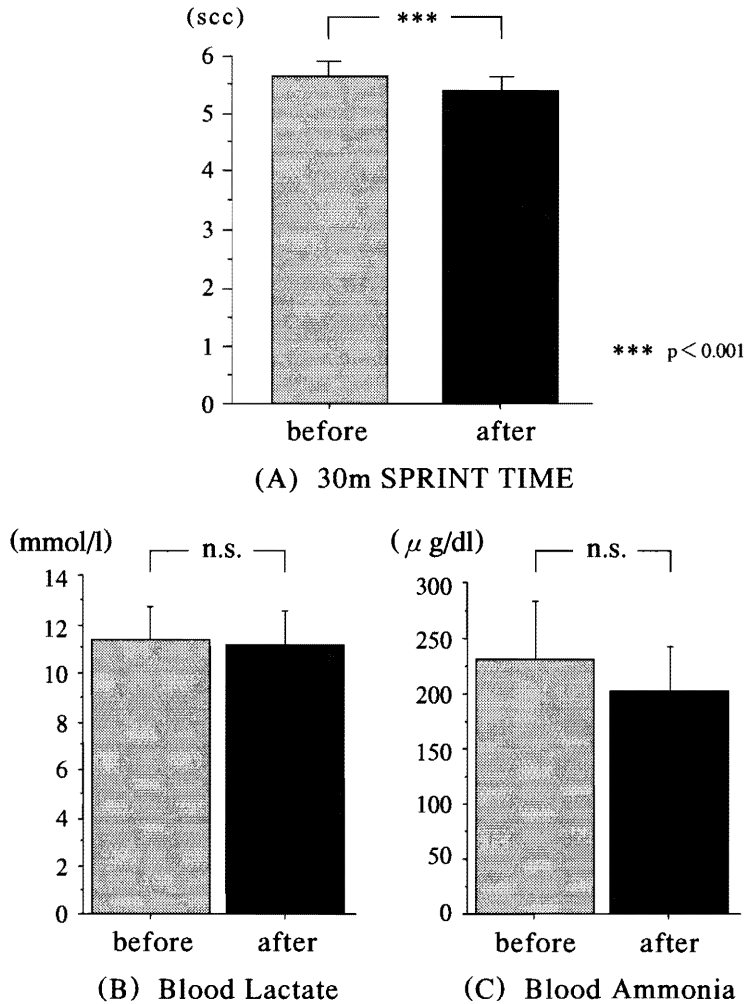


Fig.3 Comparison of (A) Sprint time, (B) Blood Lactate, (C) Blood Ammonia between before and after 8-weeks training

血中パラメータの変化について：

従来より短時間・高強度の運動時のATP供給にフォスファゲン機構が稼働することが知られているが、10秒以内の全力運動の場合、クレアチンリン酸(PCr)と解糖によるATP供給

がほぼ等量を示すとする知見が示されている<sup>21)</sup>。クレアチンリン酸の分解速度は、激運動時には2秒以内に最大となり、逆に解糖の速度は、フル稼働に至るのに5秒以上を要すると報告されている。従って、これらの知見からは、一般的に高強度運動の初期においては、クレアチンリン酸の急速な分解により産出されたエネルギーがATPの再合成に利用され、さらに運動が間欠的に行われ、休息期が30秒以上になれば、この間にATP-CP系のエネルギーを補てんしながら運動を継続するという供給形態が想定される<sup>5), 12)</sup>。

一方、ヒト活動筋における即時的なATP供給として、さらにアデニレートキナーゼにより触媒される合成系が存在することが知られている。この反応で生成されたアデノシン一リン酸 (AMP) は、解糖系のPFK活性を高める働きをもつ一方で、イノシン一リン酸 (IMP) に脱アミノ化される際にアンモニアを生じる。血中アンモニア値は、安静値の30~40 $\mu\text{mol/l}$ から、比較的高強度の様々な運動後に高値を示すことが示されており、本実験のインターミッテント・テスト後に見られたアンモニア値の上昇も、このAMPの脱アミノに由来するものが主と考えられる<sup>1), 12), 14), 21)</sup> (図4参照)。

トレーニングの影響については、Graham<sup>6)</sup>、Warren<sup>19)</sup>等がトレーニングによるポジティブな適応反応として、トレーニング後の血中アンモニア値の低下を報告しており、荻野<sup>13)</sup>、牧田等<sup>10), 11)</sup>も、心疾患患者において病態の改善や運動療法の実施により代謝が改善し、アンモニア生成の抑制が示唆されたと報告している。本研究におけるインターミッテント・テスト後の血中アンモニア値は、トレーニングによる有意な変化を示さなかったが、トレーニング後に出力パワーが向上していることを考慮すると、間欠的な運動形態であっても、同一運動強度下では低下傾向を示すとも考えられる。この解釈は、トレーニングはアンモニア生成能を変化させるのではなく、アンモニアが出現するパワーレベルを向上させるとするTerjung等の見解<sup>17)</sup>とも一致する。一方、アンモニアの蓄積そのものは、人体にとって有害であり、そのクリアランスに対するトレーニング効果は興味ある問題であるが、いまだ不明な点が多い<sup>18), 20)</sup>。

血中アンモニア値と血中乳酸値との関係については、高強度短時間運動時に無氣的解糖とAMPの脱アミノが共に亢進することから、互いに高い相関を示すとの報告<sup>2)</sup>もあるが、血中乳酸値が筋グリコーゲン量の影響を受けるのに対し、アンモニアでは影響が見られないことから<sup>17), 20)</sup>、両者の関係は単に現象的性質のものであり、運動後のアンモニア値の上昇は、乳酸値とは異なる要因を反映したものととらえるべきであろう。この点に関しては、AMP脱アミノ酵素の活性が、タイプI筋線維よりタイプII筋線維で高い事実や、運動負荷後に、短距離走者は中距離走者より顕著に高いアンモニア値を示すことから、筋線維組成の差を反映するとの実験結果などが報告されている<sup>15), 20)</sup>。また、筋組成を反映することから、選手の資質の見極

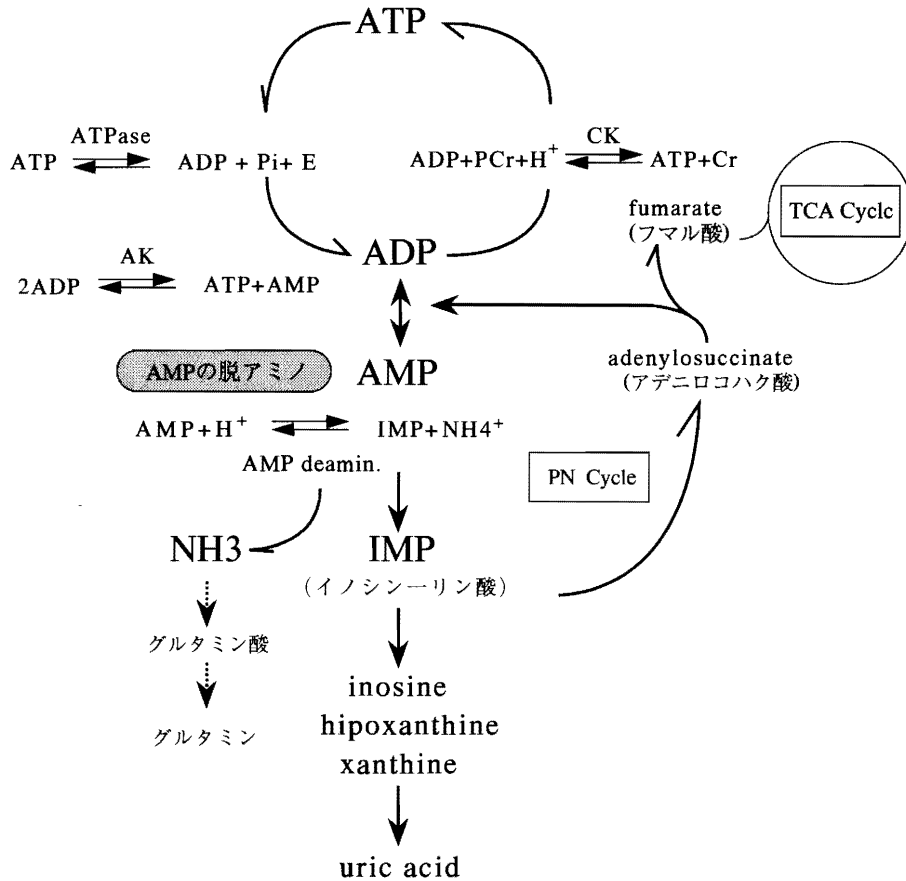


図4 筋肉のプリンヌクレオチドサイクルとアンモニアの生成  
(文献12, 21を参考に, 筆者作成)

めに, 様々な形で活用しうるとの研究結果も示されており, 興味深い<sup>2), 7)</sup>.

本研究の被験者の場合, 事前のトレーニングレベルが必ずしも高くはないこと, トレーニングにより自転車ペダリング時の最高回転数の増加がみられたことなどから, テスト結果と血中パラメータの解釈に際しては, 神経系の改善の可能性とともに, 上述の潜在的な筋線維タイプの間与や性差<sup>9)</sup>について, さらなる検討を加える必要がある。



## ま と め

- 自転車による短期間のハイパワートレーニングは、間欠的な高強度運動時のパワー発揮全般と、スプリント走能力の改善に有効であった。
- 間欠的な高強度運動後に、無氣的解糖と AMP の蓄積により、血中アンモニア値と血中乳酸値が共に有意に上昇した。
- トレーニングにより、運動後の血中アンモニア値と血中乳酸値に有意な変化はみられなかったが、同じプロトコル・テストにおける出力パワーの向上がみられたことから、同一負荷レベルでは代謝産物の抑制が生じたと推察される。
- トレーニング効果と血中代謝産物の評価に際しては、被験者の筋線維タイプ特性と、神経系の改善が関与した可能性も考慮する必要がある。

## (謝 辞)

実験に際しては、昭和大学教養部・堀川浩之先生、並びに埼玉医科大学・牧田茂先生のご好意により、パワーマックス V2 並びに AMICHECK Meter を長期間借用させて頂きました。

トレーニングに参加・協力下さった中央大学女子ラクロス部員の皆さん共々、ここに記して深謝致します。なお、本研究結果は、第55回日本体力医学会大会にて報告した。

## (添付資料：被験者への説明文)

## 測定の説明

## ○ 運動の形態

固定式の自転車（エルゴメーター）を用いた、前回同様の測定です。

（5秒間の全力でのペダリングを、20秒間の休みを挟んで10回反復）

運動初期のパワーから瞬発的な能力（無酸素・非乳酸性）、運動後期のパワーの低下率から、間欠的な運動の持久性を評価します。

## ○ 今までにわかっている点、わからない点

前回の測定結果から、女子選手でも高い競技歴を有する選手は、初期の発揮パワーが高く、短時間で最高のパワー値を出しうることが明らかになりました。

→ 資料のラクロス部のデータを参照して下さい。

## ○ 測定に伴う危険は？

日頃トレーニングを積んでいる運動選手が十分な準備運動をして測定に臨めば、特別な危険が伴うことは、殆ど考えられません。但し、短時間の全力運動に慣れていない運動経験の浅い女子選手では、正確な値が得られなかったり、最悪の場合気分が悪くなることが考えられます。このような場合は、即時、測定を中止します。

## ○ 前回との相違点

今回は、トレーニングの効果を確かめるという意味で、2カ月のトレーニング期間を挟んで、前後で上記の測定を実施します。また、客観的なデータとして、血中の乳酸値とアンモニアの値を測定したいと思います。これにより、メンタルな能力（俗にいうガンバリ）以外に、生体の負担度や、エネルギー源についての情報が幾らか得られます。

このため、採血へのご協力をお願いします（米粒大の採血：各々5 $\mu$ lと20 $\mu$ l=0.02cc）実施にあたっては、衛生・安全に万全を期し、採血には医師が立会います。

トレーニングの内容は別紙の通りです。決して楽ではないかもしれませんが、後を引くような内容ではなく、当然のことながら、皆さんの体力向上に貢献するもので、競技力という視点でも、絶対にマイナスになることはありません。

## ○ 測定協力受諾について

上記の測定内容を理解し、測定にご協力頂ける場合には、下記の受諾書に署名をお願い致します。前回同様、測定結果の返却と説明を随時行います。

なお、測定に先立ち、怪我等がある人は、必ず申し出て下さい。

膝などを痛めている時の測定・トレーニングは、逆効果のこともあり、特別な配慮を要します。

## トレーニングの説明

## ● 下図のような1 Set 約4分の全力運動を、測定に用いたのと同様の自転車でを行います。

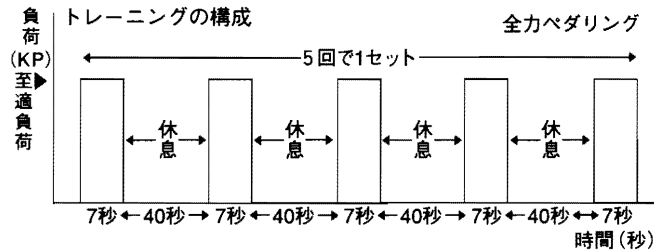
トレーニングの頻度は、週5～6回とし、出来るだけ日をずらし、体がフレッシュな状態で（疲れていない）実施して下さい。

トレーニングの時間帯は、自由です。自転車は、2台用意します。

## ● 負荷は個別に異なります。

始めの1カ月間は、体重の7.5～8%，2カ月目からは10%を目安に設定しますが、途中のトレーニング進行状況等により、個別に多少の修正をします。

## ● トレーニングはこんな感じ……



体重2%負荷KP……自転車で舗装した平坦路を無風時に走行する抵抗と同等です

- ◇ 4% ◇ ……トラックを長距離走行する抵抗と同等です
- ◇ 6% ◇ ……急な坂道を登る時の抵抗と同等です
- ◇ 8% ◇ ……階段を登る時及び短距離走行の抵抗と同等です
- ◇ 10% ◇ ……短距離走行の0～30mの走行抵抗と同等です

50～60 rpm……ジョギング程度のゆっくりとした走行速度です

70～80 rpm……エアロビックな能力の向上を念頭においた走行です

90～120 rpm……エアロビックとアネロビックの間点です

125 rpm～ ……アネロビックな走行です

(図は、コンビ社パワーマックスV用マニュアルより引用)

## 引用・参考文献一覧

- 1) Bangsbo. J. The Physiology of Soccer with Special Reference to Intense Intermittent exercise (1994). ACTA PHYSIOLOGICA SCANDINAVICA Vol.151. Supplementum 619: 48-50
- 2) Berg. A., Rokitzki L., Arratibel I., Baumstark M., Keul J. (1988) Blutammoniakverhalten bei erschöpfender anaerober Kurzzeitbelastung. DEUTSCHE ZEITSCHRIFT FUER SPORTMEDIZIN, 39, 5: 172-178
- 3) Fishbein W. N., Foellmer J. W., Davis J.I. (1990) Medical Implications of Lactate and Ammonia Relationship in Anaerobic Exercise. Int. J. Sports Med. 11: 91-100
- 4) 古屋一亜紀, 平川和文, 鎌田裕子, 大村由紀 (1999) ラグビー選手に対するシーズンを通じた間欠運動トレーニングがハイパワー持続能力に及ぼす影響. (第54回日本体力医学会大会) 予稿集: 226
- 5) Gaitanos G. C., Williams C., Boobis L.H., Brooks S. (1993) Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. J. Appl. Physiol. 75(2): 712-719

- 6) Graham T., Bangsbo J., Saltin B. (1992) Skeletal muscle ammonia production and repeated, intense exercise in humans. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 71 : 484-490
- 7) Hageloch W., Schneider S., Weicker H. (1990) Blood ammonia and Determination in a Specific Field Test as a Method supporting Talent Selection in Runners. *Int. J. Sports Med.* 11 : 56-61
- 8) 加納樹里, 小山亜希子, 高橋雅足 (2000). 自転車エルゴメータによる女子運動選手のパワー測定. 中央大学保健体育研究所紀要. 第18号, 69-81
- 9) Lutoslawska G., Ladyga M., Klusiewicz A., Krawczyk B. (1992) Plasma Ammonia, Glucose, and blood Lactate in Male and Female Athletes Following an Intermittent Rowing Exercise. *Biology of Sport.* Vol. 9, 4 : 175-181
- 10) 牧田茂, 野原隆司, 浜崎博, 里見潤, 吉田敬義, 藤田正俊, 篠山重威 (1998). 集団スポーツ運動療法における血中アンモニア濃度測定の意義. 日本心臓リハビリテーション学会誌. 第3巻第1号. 130-134
- 11) 牧田茂, 野原隆司, 吉田敬義, 里見潤 (1993). 血中アンモニア値による運動療法の効果測定—血中乳酸値との比較検討—. 臨床スポーツ医学. Vol. 10. No. 9. 1080-1085
- 12) Maughan R., Gleeson M., Greenhaff P. L. スポーツとトレーニングの生化学 (Biochemistry of Exercise and Training の訳本) メディカル・サイエンス・インターナショナル. 1999. 47-63
- 13) 荻野和秀 (1999) 運動時のアンモニア. 体育の科学. Vol. 49. 12. 991-995
- 14) 里見潤, 坂本剛健, 吉田敬義, 加納樹里, 守田武志, 原邦夫, 牧田茂 (1998) 間欠的スプリント走における乳酸, アンモニア, カリウム, 血液ガスパラメータの動態. (第53回日本体力医学会大会抄録) 体力科学 47, 6 : 889
- 15) Schlicht W., Naretz W, Witt D., Rieckert H. (1990) Ammonia and Lactate: Differential Information on Monitoring Training Load in Sprint Events. *Int. J. Sports Med.* 11 : 85-90
- 16) Stathis C. G., Febbraio M. F., Carey M. F., Snow R.J. (1994) Influence of sprint training on human skeletal muscle purine nucleotide metabolism. *J. Appl. Physiol.* 76 : 1802-1809
- 17) Terjung RL., Tullson P. C., Energy Metabolism in EXercise and Sport. (1992) Ammonia Metabolism during Exercise. 252-255
- 18) 堤達也, 後藤芳雄, 喜多尚武, 青木和江 (1988) 運動性疲労とアンモニア代謝, 体力研究 (明治生命体力医学研究所報告). No. 68. 36-49
- 19) Warren B. J., Stone M. H., Kearney J.T., Fleck S. J., Johnson R.L., Wilson G. D., W. Kraemer J. (1992) Performance Measures, Blood Lactate and Plasma Ammonia as Indicators of Overwork in elite Junior Weightlifters. *Int. J. Sports Med.* 13 : 372-376
- 20) Weicker H. (1988) Purinnukleotidzyklus und muskulaere Ammoniakproduktion. *DEUTSCHE ZEITSCHRIFT FUERSPORTMEDIZIN*, 39, 5 : 172-178
- 21) 山田茂, 福永哲夫編著 (1999) 生化学, 生理学からみた骨格筋に対するトレーニング効果. NAP. 東京 : 116-119, 158-161
- 22) 山本正嘉, 山本利春, 湯田一弘, 安ヶ平浩, 前河洋一, 岩壁達男, 金久博昭 (1995) 自転車エルゴメータの間欠的な全力運動時の発揮パワーによる無酸素性, 有酸素性作業能力の間接評価テスト. トレーニング科学. 7-1. 37-44