

昭和49年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告

No. Ⅶ 時差対策研究報告

財団法人 日本体育協会

スポーツ科学委員会

(I) 体調日誌による6時間時差の 競技選手に及ぼす影響調査

(第7回アジア競技大会選手による調査)

日本体育協会スポーツ科学研究委員会 時差対策研究班

班 長 横 堀 栄 (防衛医科大学校)

班 員 黒 田 善 雄 (東京大学・スポーツ科学委員長)

万 木 良 平 (防衛庁航空医学実験隊)

佐 伯 欽 (慈恵医科大学)

朝比奈 一 男 (中 京 大 学)

佐々木 隆 (熊 本 大 学)

研 究 協 力 者

近 藤 陽 一 (防衛医科大学校)

小 池 淑 子 (防衛医科大学校)

I ま え が き

1976年モントリオール・オリンピックに備えて、1974年日本体育協会スポーツ科学委員会に時差対策班が設置された。

時差に関する科学論文はかなりある。また競技選手の機能に及ぼす時差の影響について多くの経験が積まれてきた。しかし、わが国のスポーツ医学界において論文として、まとまったものはほとんど見当らない。

時差対策班では、1974年第7回アジア競技大会派遣選手に、本班で作製した体調日誌に記入を依頼、帰国後これを回収整理したのでその結果について報告したい。

II 調 査 方 法

1974年8月17日頃東京に集合した第7回アジア競技大会選手291名に表1のような体調日誌を交付し、8月19日からテヘランにおける競技が終了するまで記入してもらい、これを回収した。

調査用紙の記入事項は、月日、氏名、場所、起床時脈拍数、体温(1日最低5回)、起床時の気分、睡眠状況調査、コンディションの自己判断、睡眠時刻、食欲、便通等であった。

日本とテヘランの間には(-6)時間の時差がある。例えば日本の4:00はテヘランで前日の22:00、日本の12:00はテヘランで6:00である。

選手は8月24日8:00、ボーイング727型機で羽田発、同日17:55(現地時間)テヘランに着いた。別行動のウェイトリフティング、ライフル、クレーの3チームは、24日10:30羽田発、同日20:30テヘラン着、入国手続終了後バスで選手村に入村した。翌日25入村式が行なわれた。

9月1日に開会式、9月2日に競技が開始された。下記のように種目によって競技開始日がちがっていた。

陸上競技9月9~15日、水泳2~7日、サッカー2~15日、庭球2~14日、ホッケー6~10日および12~15日、ボクシング5~9日および12~14日、バレーボール2~15日、体操2~6日、バスケットボール2~15日、レスリング8~13日、ウェイトリフティング2~5日、自転車5、7~11および14日、卓球8~11日および13~15日、フェンシング3~13日、バドミントン5~9日、11~14日、射撃2~7日。

体温については1日の測定回数が4回以上あった者について男子選手58名、女子選手70名、合計128名の逐日的記録が得られた。

起床時の気分、睡眠状況、コンディション、食欲などについては男子選手49名(卓球7名、バレーボール12名、体操11名、自転車12名、ボクシング7名)、女子選手47名(卓球4名、フェンシング5名、体操7名、陸上競技17名、水泳14名)合計99名について調査した。

表 I-1 体調日誌調査表

月 日 氏名

場 所

起床時心拍数 回 1 分
(注: 朝めざめた時、床に入ったまま、1 分間計って下さい)

起床時の気分(記号を○で囲んで下さい)

A.	B.	C.	D.	E.
非常に良い,	良い,	普通,	悪い,	非常に悪い

睡眠状況調査(記号を○印で囲んで下さい)

就眠時のねつき	A. 良い, B. 普通, C. 悪い
ねむりの深さ	A. 深い, B. 普通, C. 浅い
夢 を	A. みた, B. みない
夜 中 目 が	A. さめた(時), B. さめない
昼間ねむ気が	A. あった, B. なかった

コンディションの自己診断(○印で囲んで下さい)

A.	B.	C.	D.	E.
非常に良い,	良い,	普通,	悪い,	非常に悪い
一筆メモ(特に身体に変調がある場合)				

記入上の注意

- 1) 体温の計測は、試合・練習後及び食後1時間をさけ、出来るだけ2時間おきに計測し、口中舌下に入れ3～5分の値を記入して下さい。1日最低5回の計測が必要です。
- 2) 3食の食事及び便通時刻は、分時を入れ、その状況を印で示して下さい。
- 3) 睡眠時刻の分時を記し、その間を棒で示して下さい。

選手の種々な状況により、記載のなかった日、項目の欠落した者もいた。したがって、逐日的変化をみるのに厳密な統計的処理をすることはできなかった。

Ⅲ 調 査 結 果

1. 体 温

体温は1日の測定回数が4回以上あるものを集計し、男子選手58名、女子選手70名、合計128名の経日的体温記録による計測値を1日24段階の時

現地標準時	体 温 (℃)		睡眠時刻 昼寝も 記して下さい	食事時刻 食欲が 良い……○ 普通……△ わるい……×	便通時刻 便が かたい……○ 普通……△ 下痢……×
	分	値	分		
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

間帯にくぎって整理し、それぞれの時間帯の平均値を求めて、cosinor 法で電子計算機を使用してリズム解析を行なった。期間は1974年8月19日～9月8日までの21日間である。

男子選手58名の解析結果を図1と表2に、女子選手70名の解析結果を図2と表3に、男女合計128名の解析結果を図3と表4に示した。

体温の日内リズムの平均推移は図1、図2の男女別曲線ではほぼ同じ傾向を示す。但し、女子選手の方がバラツキが大きい。男女選手合計(N=128)の曲線ではさらによく傾向がわかる。

図 I-1 アジア競技大会（テヘラン）参加選手の体温の日内リズムの平均推移（男子選手 N=58）

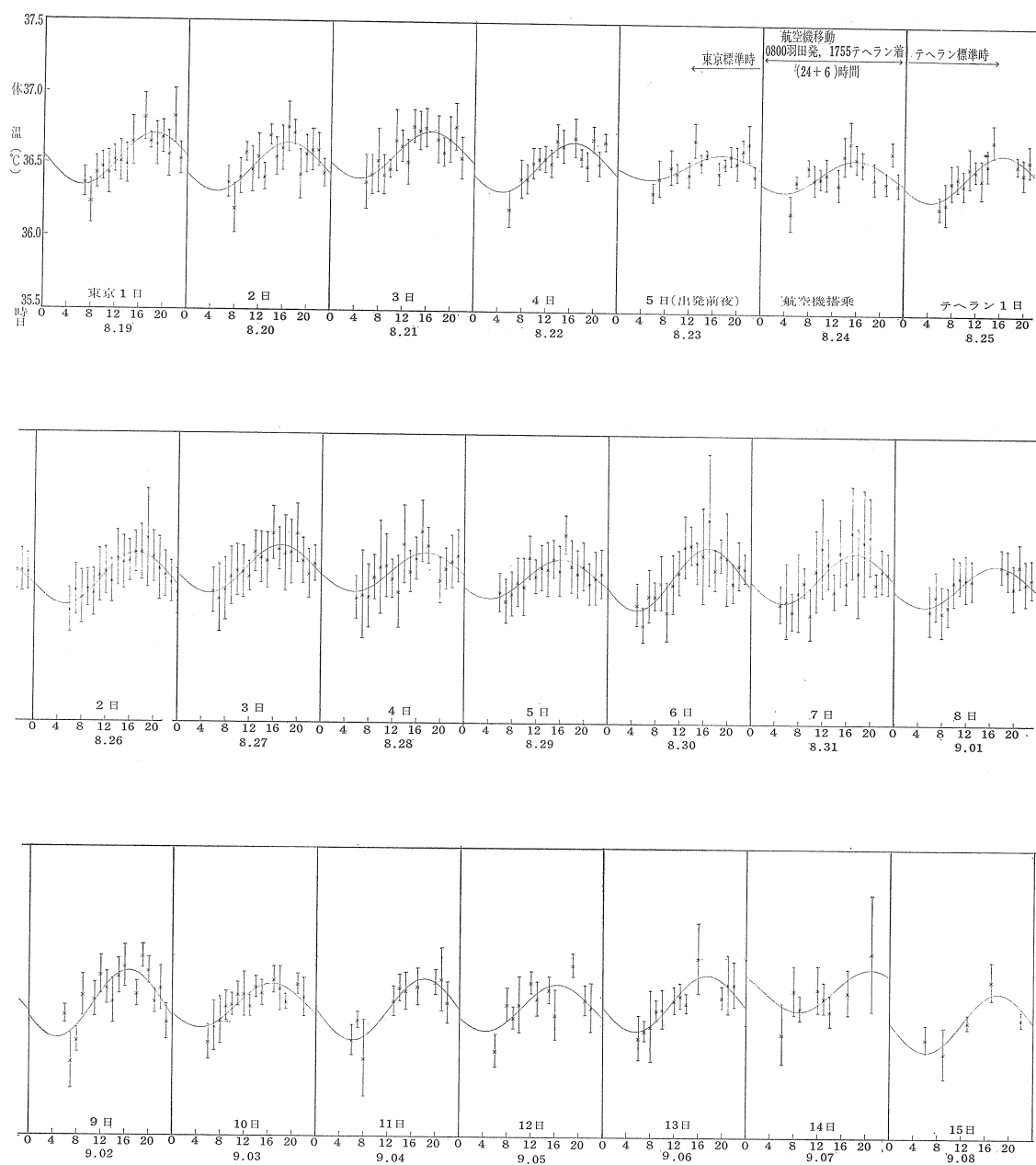


図 I-2 アジア競技大会（テヘラン）参加選手の体温の日内リズムの平均推移（女子選手 N=70）

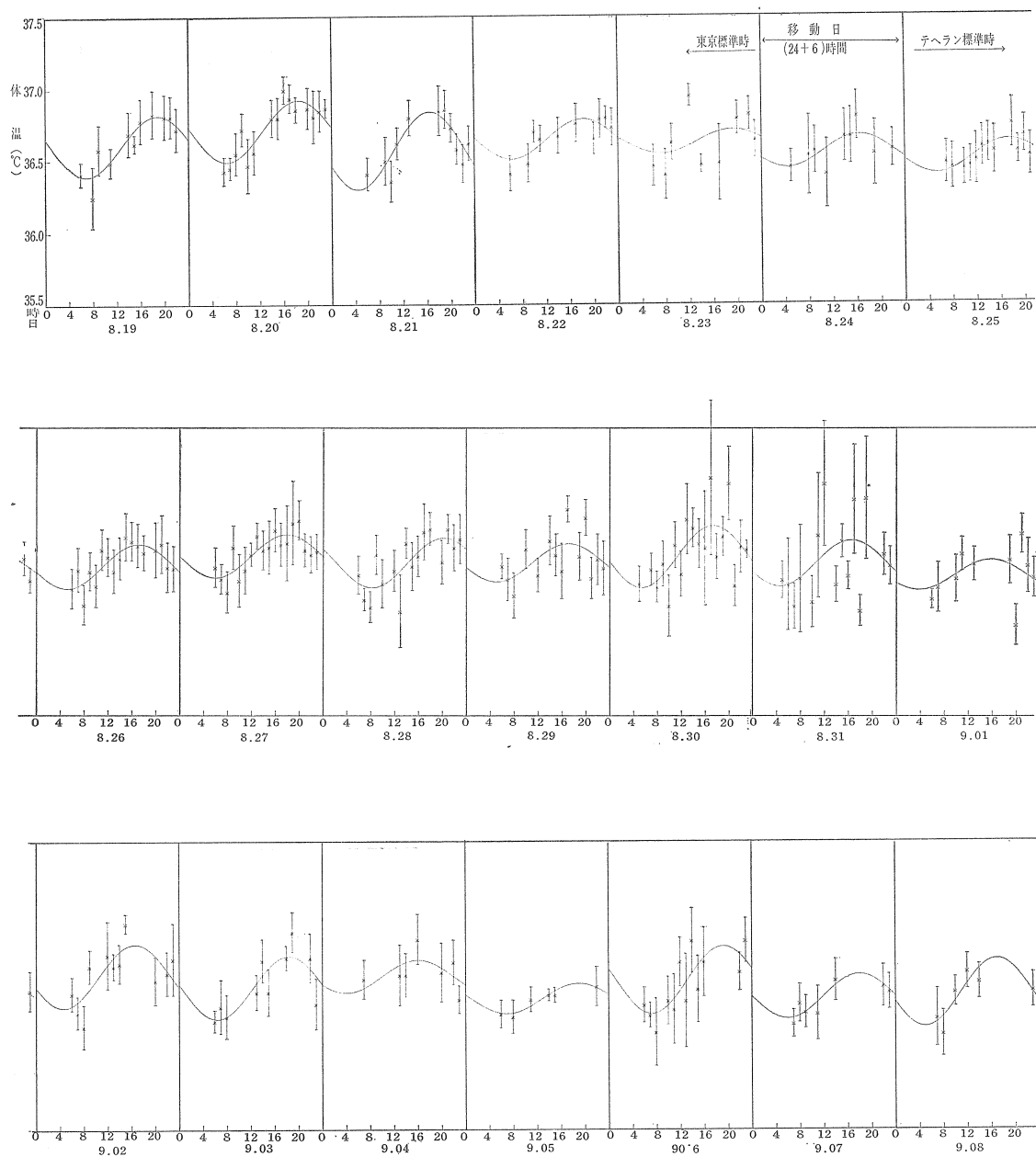
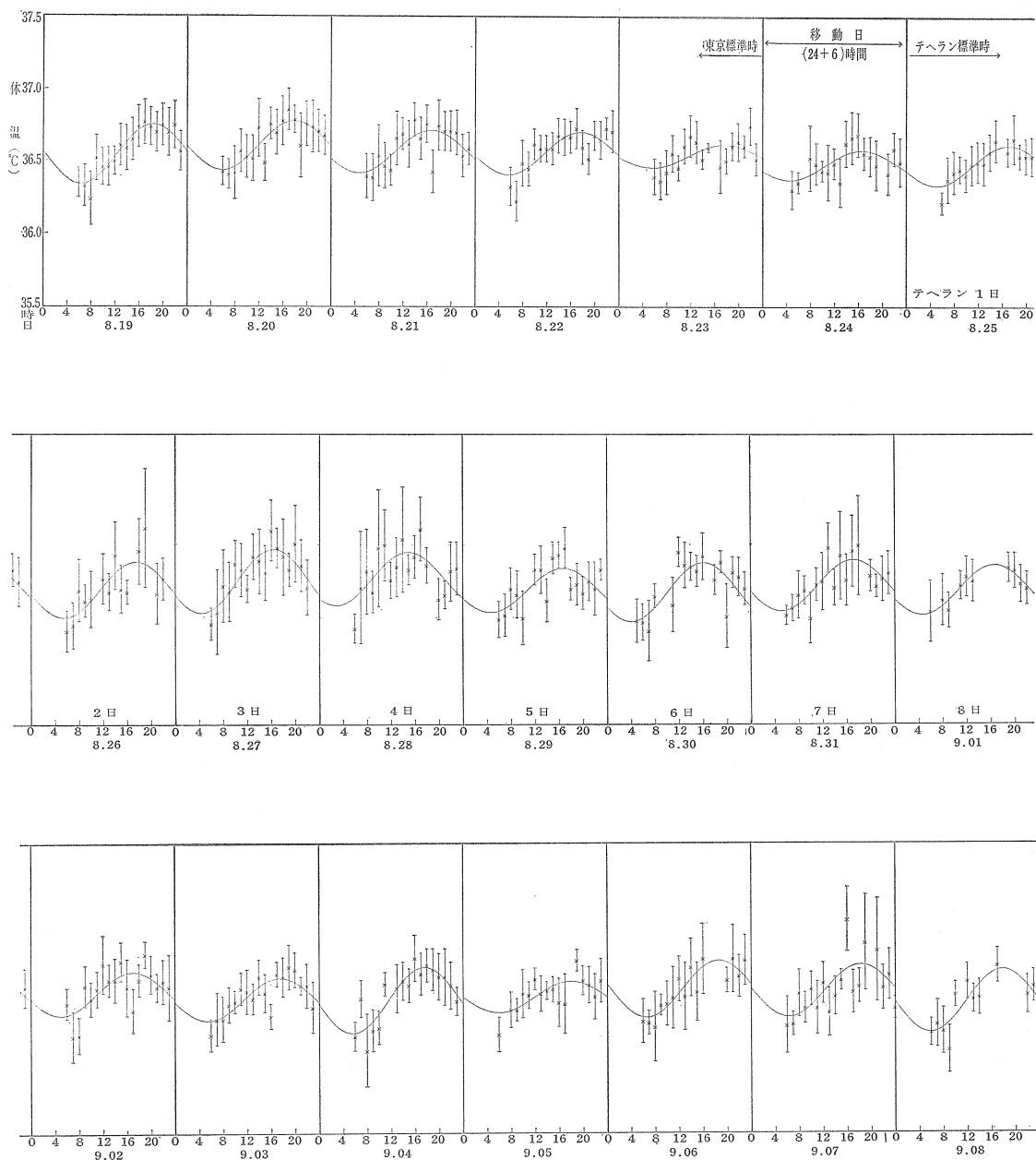


図 I-3 アジア競技大会（テヘラン）参加選手の体温の日内リズムの平均推移（男子・女子選手合計 N=128）



表Ⅰ－２ アジア競技大会（テヘラン）参加選手の
体温の日内リズムの Cosinor Constants
(男子選手58名の平均)

DATE	N	AVER	CO	C	HOUR	PROB
8.19	16	36.56	36.53	0.18	18.38	0.04
8.20	17	36.54	36.48	0.17	16.60	0.58
8.21	16	36.61	36.57	0.16	16.45	0.07
8.22	15	36.55	36.50	0.17	16.63	0.24
8.23	15	36.53	36.51	0.09	17.24	7.79
8.24	15	36.48	36.45	0.11	15.50	4.76
8.25	14	36.47	36.45	0.16	16.27	0.11
8.26	14	36.46	36.43	0.19	17.28	1.22
8.27	17	36.55	36.49	0.22	16.19	0.03
8.28	17	36.56	36.51	0.18	14.54	3.10
8.29	17	36.47	36.43	0.15	16.39	1.40
8.30	16	36.45	36.41	0.27	16.04	0.25
8.31	17	36.50	36.46	0.10	17.08	0.15
9.01	10	36.44	36.43	0.17	16.37	0.04
9.02	16	36.47	36.42	0.23	16.39	0.22
9.03	15	36.44	36.41	0.15	16.38	0.04
9.04	10	36.42	36.39	0.21	18.06	0.23
9.05	11	36.44	36.41	0.16	16.20	9.24
9.06	12	36.44	36.44	0.19	17.27	0.10
9.07	8	36.49	36.53	0.14	20.46	24.89
9.08	5	36.31	36.31	0.20	18.02	20.38

東京における体温の日内変動曲線は6:00に最低点, 14:00に最高点を示す sine 曲線に近い曲線である。東京出発前日および移動日には振幅の低い最低点4:00の前述の曲線と一見して甚だ異なった曲線を示す。テヘラン第1日もこれに近い曲線を示す。第2日からはほぼ正規の日内曲線に近いものを画いている。

但し, テヘランにおいては最低点は4:00にあり, 東京の場合の6:00より2時間先行している。この結果から－6時間の地差の地点へ西回りで旅行する場合には, 体温の日内リズムは比較的すみやかに現地時期に同期する (synchronize) ものと考えられる。

しかし, 最低点は午前4時であるから, 日本における日内リズムより2時間はやく1日の活動が始まるわけで, 最高点の時間は16:00で, 活動のリズムは同じであるから活動時間は長く疲れやすい状態にあるといえよう。最低点が午前6時になったのはテヘラン着9日以降であった。

表Ⅰ－３ アジア競技大会（テヘラン）参加選手の
体温の日内リズムの Cosinor Constants
(女子選手70名の平均)

DATE	N	AVER	CO	C	HOUR	PROB
8.19	11	36.64	36.60	0.21	18.53	0.08
8.20	15	36.73	36.71	0.22	18.26	0.00
8.21	11	36.62	36.57	0.27	16.27	0.55
8.22	10	36.66	36.65	0.14	18.12	3.79
8.23	9	36.63	36.62	0.08	19.15	66.96
8.24	9	36.57	36.55	0.11	16.26	15.65
8.25	14	36.54	36.51	0.11	17.27	0.86
8.26	17	36.56	36.53	0.15	17.09	0.07
8.27	18	36.64	36.61	0.15	17.59	0.05
8.28	16	36.56	36.56	0.17	10.16	0.65
8.29	14	36.59	36.56	0.13	17.05	12.78
8.30	18	36.65	36.61	0.21	17.22	2.35
8.31	15	36.59	36.56	0.16	16.32	31.42
9.01	10	36.49	36.48	0.10	15.48	69.22
9.02	11	36.58	36.57	0.22	16.35	4.06
9.03	10	36.52	36.49	0.22	18.25	1.69
9.04	7	36.60	36.57	0.11	16.02	45.59
9.05	6	36.40	36.41	0.10	18.58	3.66
9.06	12	36.50	36.54	0.23	19.16	2.06
9.07	7	36.39	36.43	0.15	18.01	4.89
9.08	6	36.42	36.45	0.23	16.59	13.76

2. 起床時の気分

選手に起床時の気分をA. 非常に良い, B. 良い, C. 普通, D. 悪い, E. 非常に悪いの5段階に分けて毎日記入させた。Aを5点, Bを4点, Cを3点, Dを2点, Eを1点と数値化し, 平均値をとった。

1) 男子選手 図4のごとくである。

a) 卓球選手 7名

8月23日東京における対照日は平均3点であった。24日搭乗日には平均2.3点に低下した。テヘラン第1日は平均2.9点に回復した。テヘラン第2, 4日に平均2.7点に低下したが, その後は3点に近い。第7日は試合前日にあたり緊張して平均2.3点に低下している。

b) バレーボール 12名

搭乗日には平均2.4点に低下した。テヘラン第1日には3.4点に増加し, その後低下し, 第7, 8日は平均2.6点に低下するが, その後は3点代

表Ⅰ－４ アジア競技大会（テヘラン）参加選手の
体温の日内リズムの Cosinor Constants
(男女選手合計128名平均)

DATE	N	AVER	CO	C	HOUR	PROB
8.19	18	36.58	36.55	0.21	18.23	0.00
8.20	18	36.64	36.61	0.17	17.56	0.01
8.21	18	36.60	36.57	0.15	16.44	0.42
8.22	18	36.58	36.56	0.15	17.40	0.18
8.23	17	36.55	36.54	0.08	17.38	9.51
8.24	17	36.50	36.48	0.10	16.34	2.96
8.25	17	36.50	36.47	0.14	17.07	0.00
8.26	19	36.52	36.48	0.18	17.11	0.00
8.27	18	36.59	36.56	0.16	17.16	0.00
8.28	17	36.56	36.54	0.13	17.37	0.93
8.29	18	36.54	36.50	0.13	16.14	0.10
8.30	19	36.54	36.50	0.21	16.53	0.01
8.31	19	36.54	36.52	0.17	17.27	0.29
9.01	14	36.47	36.47	0.14	16.59	0.12
9.02	18	36.51	36.47	0.15	16.58	1.76
9.03	18	36.47	36.43	0.15	17.30	0.14
9.04	17	36.47	36.43	0.23	17.35	0.00
9.05	16	36.47	36.45	0.11	17.60	3.76
9.06	15	36.50	36.50	0.20	18.37	0.02
9.07	18	36.51	36.49	0.18	18.16	1.08
9.08	11	36.39	36.42	0.21	17.52	0.83

に回復している。

c) 体操 11名

24日には低下するが、第1, 2日には回復する。第3日に2.8点に、第4日には2.7点の最低点を示した。

d) 自転車 12名

第2日, 4日にやや低下する。第7日に最低点2.3点となる。

e) ボクシング 7名

搭乗日と第3, 4, 5日に低下, 第6日に2.6点の最低点を示した。

2) 女子選手 図5のようである。

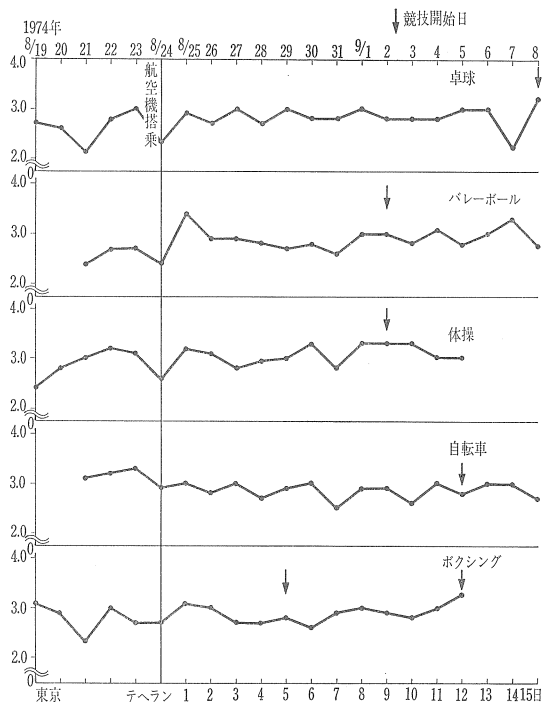
a) ピンポン選手 8名

第2日より低下し続け、第8日には最低点を取り記載を中止している。

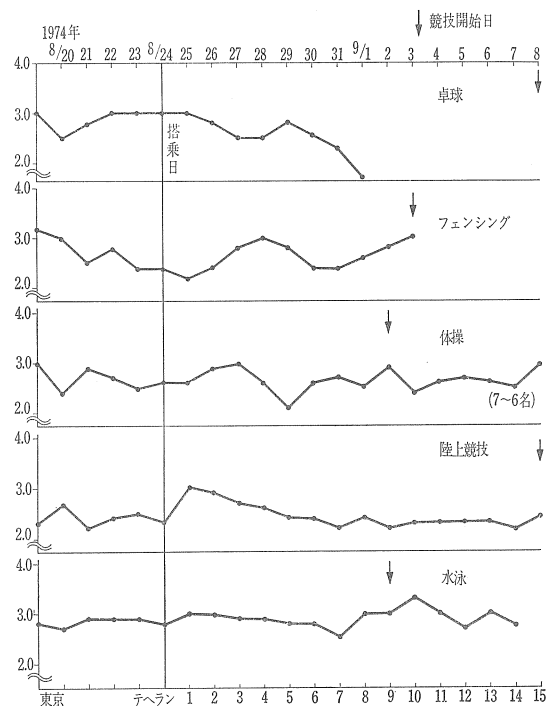
b) フェンシング選手 5名

第1日に最低の2.4点を取り第4日に3点に回復, その後低下し, 第6～7日に最低点2.4点となり第8日から回復に向っている。

図Ⅰ－４ 男子選手起床時の気分の逐日変化



図Ⅰ－５ 女子起床時の気分の逐日変化



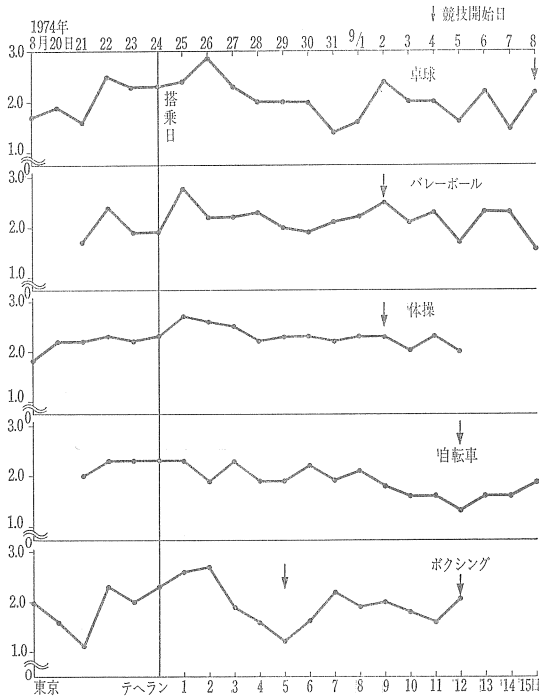


図 I-6 男子選手睡眠時のねつきの逐日変化

c) 体操選手 8名

第1日に平均2.6点, 第3日に3点に回復, 第5日に平均2.2点の最低点となり, その後やや上昇2.4~2.8点の間を上下している。

d) 陸上競技選手 17名

テヘラン第1日に回復している。その後低下の傾向を続け, 第7, 9日に最低の2.5点となり, 低水準を続けて競技日を迎えた。

e) 水泳選手 14名

テヘラン第1~4日は普通であるが, 第7日に2.5点の最低点をつけ, 第9日からの競技日には回復している。

3. 就眠時のねつき

就眠時のねつきについて, A. 良い, B. 普通, C. 悪いに分け調査し, Aは3点, Bは2点, Cは1点として数値化した。

1) 男子選手 図6

卓球選手はテヘラン着第7, 8日に最低点1.4点を取り, その後回復し, 試合前夜は1.5点でねつきは悪かった。

バレーボール選手のねつきは全般によい。普通

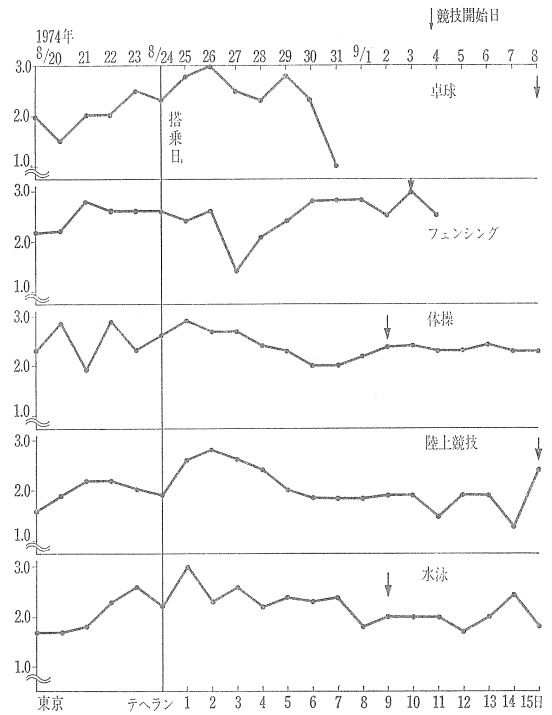


図 I-7 女子選手就眠時のねつきの逐日変化

以下になったのは試合開始4日目だけで, その程度も軽い。

体操選手のねつきも全般的に良かった。

自転車選手もねつきはよい。

ボクシング選手はテヘラン着第5日だけ悪い。

その他の日はほとんど普通である。

2) 女子選手 図7

ピンポン選手のねつきはよい。第7日は急低下している。その後記載を中止している。

フェンシング選手はテヘラン着第3日だけ悪い。その他は非常に良い。

体操選手のねつきは全期普通以上である。

陸上競技選手は到着第1~4日はよかった。その後は普通であったが試合前日に1.3点に低下している。

水泳選手は第7日までよい。試合前日と試合開始第4日にやや低下している。

4. ねむりの深さ

ねむりの深さはA. 深い, B. 普通, C. 浅いに分けて調査し, Aは3点, Bは2点, Cは1点とした。

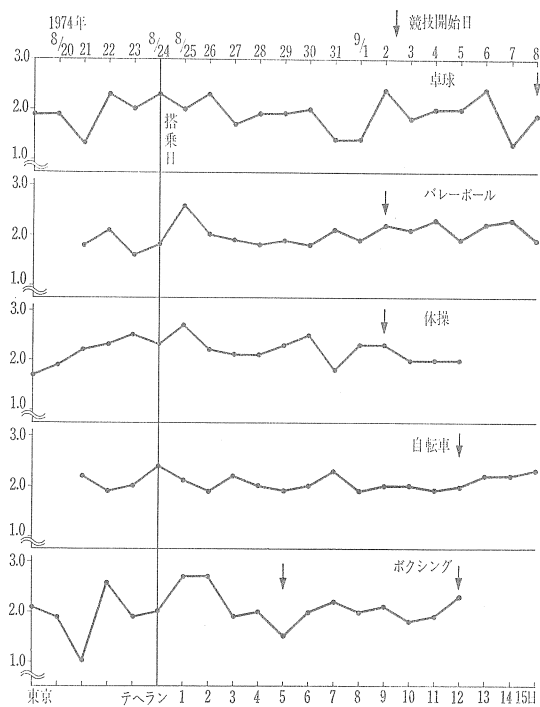


図 I-8 男子選手眠りの深さの逐日変化

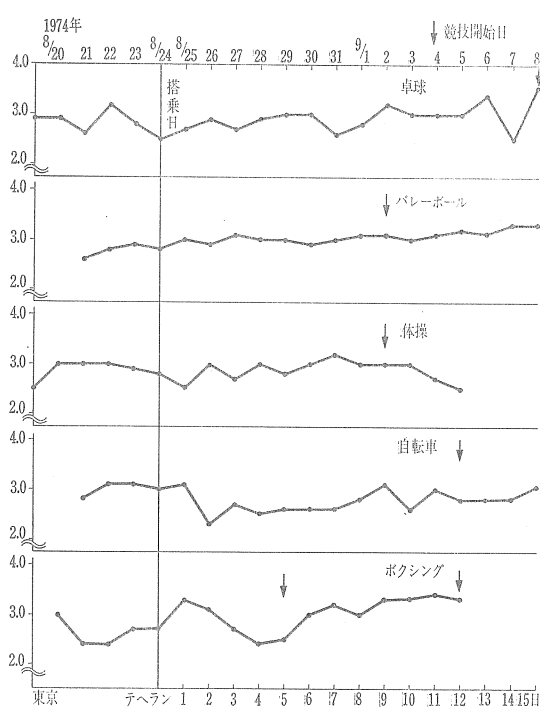


図 I-10 男子選手コンディションの自己判断の逐日変化

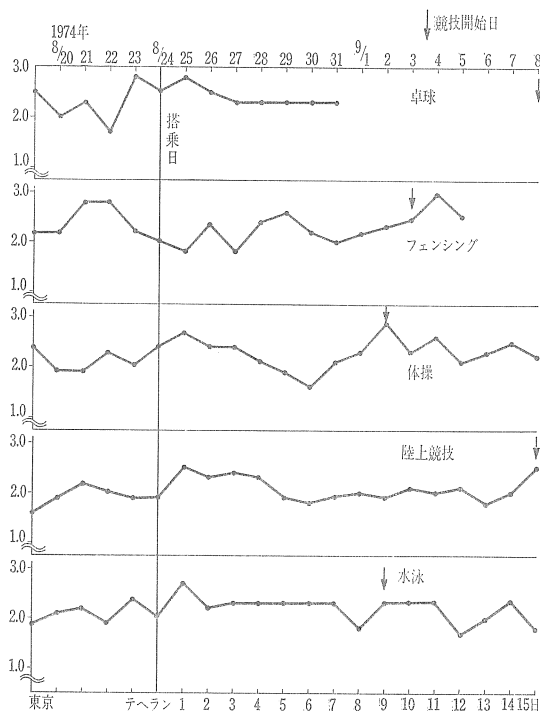


図 I-9 女子選手眠りの深さの逐日変化

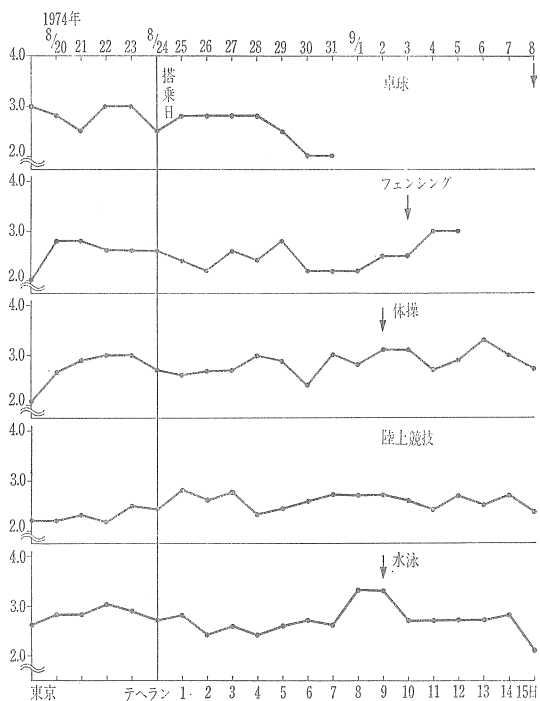


図 I-11 女子選手コンディションの自己判断の逐日変化

1) 男子選手 図8

卓球選手はテヘラン到着第7, 8日に最低点がある。試合開始の前日には1.2点に低下した。

バレーボール選手はテヘラン着第3～6日はややねむりの深さがおちるがその他は普通以上である。

体操選手は第7日に1.8点を示したが、その他の日は普通以上である。

自転車選手は普通以上である。

ボクシング選手はテヘラン着第5日に1.5点に低下したが、その他は普通以上である。

2) 女子選手 図9

卓球選手の眠りの深さは逐日普通以上であった。

フェンシング選手はテヘラン到着第2, 4日に1.7点を示したが、その他の日は普通以上で試合第2日にはねむりが深かった。

体操選手は第6日に1.6点に低下したがその他は普通以上であった。

陸上選手もテヘラン着6日頃1.7点を示したがその他は普通以上であった。

水泳選手はテヘラン着第8日, 第12日にそれぞれ1.7点, 1.6点を示したが、その他の日は普通以上であった。

5. コンディションの自己診断

A. 非常に良い, B. 良い, C. 普通, D. 悪い, E. 非常に悪いの5段階とし, Aを5点, Bを4点, C・3点, D・2点, E・1点と数値化した。

1) 男子選手 図10

卓球選手は搭乗日からテヘラン到着3日目までと第7日に普通以下の値を示した。試合前日には1.5点で最低を示した。

バレーボール選手はほぼ一定して3点を維持した。

体操選手はテヘラン到着第1日に2.5点, その後は回復傾向にあり第6～8日以降3点を維持した。試合第3日から低下した。

自転車選手はテヘラン着第2日目に2.4点と最低点を示した。その後も横ばいの低水準で第9日に3.2点に回復, 競技開始の第12日からやや低下

している。

ボクシング選手は機上日, テヘラン着3～5日に最低域を示し, その後は上昇し, 普通以上のコンディションであった。

2) 女子選手 図11

卓球選手は機上日からやや低下, 第5日から急低下しテヘラン着第6～7日は2点となり, その後記載を中止している。

フェンシング選手は機上日より低値をとり, 5日目にやや回復する。第6～8日に平均2.4点の最低値をとった。競技翌日から3点に回復している。

体操選手は機上日からテヘラン到着第3日まで2.6～2.7点の値をとり, 第4日に回復しているが, 第6日に最低点2.4点となり, その後はほぼ回復している。

陸上選手は東京滞在中から2.3点ぐらいの低値をとった。テヘランについて3日間は2.6～2.8点に回復した。4日目にテヘラン着後の最低の2.3点を示し, ほぼ2.4～2.6点の水準を示した。

水泳選手は機上日より低下し第7日まで2.4～2.6点である。競技前日に3.2点になった。その後はやや低下している。

6. 全男子および女子選手の体調の逐日変化

全男子および女子選手の起床時の気分, 就眠時のねつき, ねむりの深さ, コンディションの自己判断の上述各競技選手の数値を男子, 女子別に総計したものは図12および図13である。

ほぼ普通の線に近づいている。

7. 食 欲

1) 男子選手

卓球選手はテヘラン着3日, 4日に7人中1人の食思不振者がいた。

バレーボール選手は第3日, 14日に12人中2人(16.7%)の食思不振者がいた。その他の日は食思は普通以上であった。

体操選手にテヘラン着第日に13人中1人, 第3日に3人(23.1%)の食思不振者がいたが, その他の日の食思は普通以上であった。

自転車選手は機上およびテヘラン着第3日に11

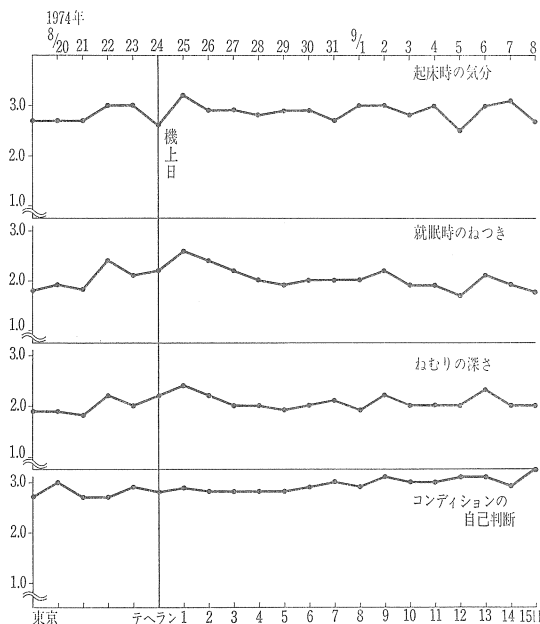


図 I-12 全男子選手の体調の逐日変化

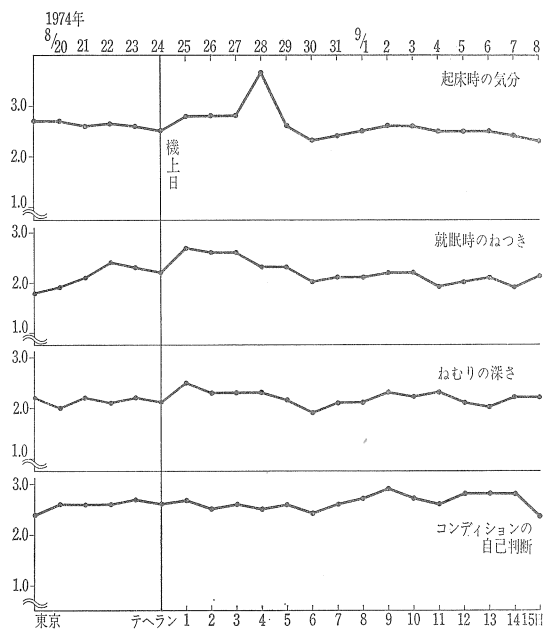


図 I-13 全女子選手の体調の逐日変化

人中 2 人 (18.2%), 第 4 日に 10 人中 3 人 (30%) の食思不振者がいた。その他の日は普通以上であった。

ボクシング選手はテヘラン着第 4 日に 7 人中 4 人 (57.1%), 第 5 日に 3 人 (42.9%) 食思不振者がいた。その他の日の食思はよかった。

2) 女子選手

卓球選手 4 人は食思普通が多かった。テヘラン到着第 6 日に 1 人, 第 7 日に 2 人が食思不振であった。

フェンシング選手 5 人中テヘラン着第 1 日に 2 人, 第 2 日に 1 人が食思不振であった。

体操選手は 7 人中 3 人 (42.9%) が機上日に, テヘラン着第 1 日に 2 人 (28.6%), 第 5 日に 1 人, 第 6 日に 3 人 (28.6%), 第 8, 11, 12, 15 日にそれぞれ 1 人が食思不振であった。

陸上競技選手は機上で 15 人中 6 人 (40.0%), テヘラン着第 1 日に 17 人中 3 人 (17.6%), 第 3 日に 16 人中 4 人 (25.0%), 第 4 日に 15 人中 5 人 (33.3%), 第 6, 7 日には 13 人中 4 人 (30.8%) が食思不振であった。第 11 日目からは食思不振者はなくなった。

水泳選手は機上日では 9 人中 4 人 (44.4%), テヘラン到着第 1 日には 10 人中 2 人, 第 4, 5 日には 14 人中 4 人 (28.6%), 第 6 日には 11 人中 2 人 (18.2%), 第 7 日には 1 人となり, 食思不振者 0 となったのは第 9 日からであった。

8. 下 痢

1) 男子選手

テヘラン到着第 1 ~ 3 日, 6 日に卓球選手 7 人中 1 人, 第 4 日に 2 人の下痢患者がでた。

バレーボール選手 12 人中, 機上日, テヘラン到着第 1, 2 日に 1 ~ 2 人の下痢を訴えた。第 3, 4 日に 6 人 (50%), 第 5 日に 4 人 (33.3%), 第 6 日, 第 12 日に 2 人, 第 8, 9, 13, 14 日に 1 人の下痢者がでた。

体操選手 13 人中 1 人の下痢者がテヘラン到着第 1, 2 日にでた。第 3 日目には 4 人 (30.8%), 第 4, 6 日に 2 人の下痢者がでた。

自転車選手はテヘラン到着 2 日目に 12 人中 2 人 (16.7%), 第 3 日目に 4 人 (33.3%), 第 4 日目に 2 人, 第 8, 9, 11, 13 日各 1 人の下痢者がでた。

ボクシング選手はテヘラン到着第 2 日に 7 人中 1 人, 第 2, 4 日に 2 人, 第 4 日, 6 日に 5 人 (71.4%) 第 8, 9 日に 1 人の下痢者がでた。

2) 女子選手

ピンポン選手はテヘラン到着第2～7日に4人中1人の下痢者がでた。

フェンシング選手はテヘラン到着第7日に5人中1人の下痢者がでた。

体操選手は機上日、テヘラン到着第1日、9日、10日、11日、14日に7人中1人、第2日、5日に2人、第4日に4人（57.1%）の下痢者をだした。

陸上競技選手は機上日とテヘラン第1日に15人中1人、第1、2日に2人、第3日、4日に5人（33.3%）、第5日、6日に14人中4人（28.6%）第8、9日に13人中2人（15.4%）の下痢者がでた。第12、14日には1人の下痢者がでた。

水泳選手はテヘラン着第1日に10人中1人、第2日に13人中6人（46.2%）、第3、4日に14人中2人、第5日に14人中6人（42.9%）、6日に11人中3人、7日に11人中1人の下痢者がでた。

高沢晴夫ドクターの医務報告によるとテヘランは1,200～1,300mの高原で昼間の日ごしは強く暑い、涼風が吹き、湿度の低い快適気候であった。8月24日到着日から選手の咽喉の乾きがつよく、水は飲用適ということで水を入れて多飲した選手が多かった、腹痛下痢患者が多発した。疾患別の統計表では胃炎26名、腸炎101名が多かったが、テヘラン到着第3～5日目の多発後、テヘラン着1週間から徐々に減少したということであるので、下痢は時差の影響より水の多飲に原因がとめられよう。

9. ね む さ

1) 男子選手

体操選手名中調査期間中最低66.6%から100%の者が昼間のねむけを訴えている。

自転車選手12名も調査期間中最低57.1%から最高85.7%のねむけを訴えている。

ボクシング選手7名も調査期間中最低57.1%から最高85.7%のものが昼間のねむけを訴えている。

2) 女子選手

ピンポン選手4名、フェンシング選手5名、体操選手8名、陸上競技選手15名、水泳選手14名の昼間のねむけの欄の記入がない。

男子選手は内地にいるときからねむけを訴える者が多く、女子選手は男子選手よりねむけの訴えが少い。

IV 考 察

1974年第7回アジア競技大会出場選手に体調日誌をわたし、体温、起床時気分、睡眠状況、コンディションの自己診断、食欲などを記入させた。

体温は1日4回以上記入した男女選手合計128名の記録を電子計算機を用いて整理した。体調については男子選手49名、女子選手47名について調査した。その結果は次のようであった。

体温は東京出発前日と航空機搭乗日とテヘラン着第1日に乱れたリズムを示した。第2日から、ほぼテヘランの日内リズムに同期した曲線を示した。しかし、日内リズムの最低点は午前4時であり、日本における日内リズムより2時間早く1日の活動がはじまった。

最高点の時間は16:00で変らない。したがって活動時間は長く疲れやすい状態にあった。最低点が午前6時になったのはテヘラン着9日以降であった。

就床時の気分は男子選手は普通以上であったが、女子選手は水泳選手を除いてはテヘラン着後普通以下の者が多かった。

就眠時のねつきは、男女選手ともほぼ普通以上であった。これは、体温のリズム変化が示したように活動時間が長かったためであろう。ねむりの深さも男女選手とも散発的に眠りの浅い日があったほかは普通以上であった。

コンディションの自己判断では、男子選手は散発的にあるいは3～6日の悪い水準がみられたがほぼ1週間後には普通以上の水準に戻った。女子選手は普通的水準以下の期間が持続的であった。

食欲は男子選手ではテヘラン到着5日までに競技種目によっては短期間20～40%ぐらいの食思不振者がでたが、一般に献立の評判もよく良好であった。女子も到着後1週間ぐらいまでに、40%ぐらいの食思不振者がでた。

下痢はテヘラン到着後非常に多かったが、時差によるものでなく水の多飲によるらしかった。

さて、われわれは本報告と平行して実施した第

7回アジア競技大会における一部選手の機能検査により、6時間時差の体力に及ぼす影響について調査した。

全身反応時間、ステップテスト、垂直跳および握力の逐日的推移には多少の差はあるが、テヘラン到着第3日ぐらいまでに最低値をとり第4～5日で同期開始、第6～7日に同期化進行、第8～9日で同期化が完成すると報告した。

また、モントリオールオリンピックに備えて10時間の時差実験を6人の被検者について実施した結果、昼夜転倒生活第3日まではリズムの攪乱期、4～5日は同期開始、6～7日は同期進行、8日以降同期完了期と考えられると報告した。

本報告も以上二論文の結論を裏付けとなった。

V む す び

1974年第7回アジア大会選手に体調日誌をわたし、体温、起床時気分、睡眠状況、コンディション、食欲などについて記入させ調査した。

体温を1日4回以上記入した男女選手128名に

ついて電子計算機で整理した結果、体温曲線は東京出発前日、搭乗日、テヘラン到着第1日に乱れたリズムを示した。第2日からテヘランの日内リズムに同期した曲線を得た。しかし、曲線の最低点はテヘラン着9日まで午前4時にあり、東京より2時間はやかた。したがって、日内活動時間は長くなった。就床時の気分、睡眠状況、食欲、コンディションはテヘラン着後1週間以内に普通以下の悪い状態となったが多くの後回復した。

女子では内省がこまやかで、対照時の状態に戻らないと記入した者もいた。

文 献

- 1) 黒田善雄, 横堀栄, 近藤陽一, 万木良平, 佐々木隆: 6時間時差の体力に及ぼす影響に関する研究, 日本体育協会スポーツ科学委員会研究報告書, 1974
- 2) 横堀栄, 万木良平, 秋山明子, 坂口栄一, 桜間幸次: 10時間時差によるヒトの日内リズムの乱れとその同期化に関する研究, 同上報告書, 1974

時差に関する文献は上記論文の文献として記載した。

(Ⅱ) 6 時間時差の体力に及ぼす影響に関する研究

(第 7 回アジア競技大会における選手の体力の推移)

日本体育協会スポーツ科学研究委員会 時差対策研究班

班 長 横 堀 栄 (防衛医科大学校)

班 員 黒 田 善 雄 (東京大学・スポーツ科学委員長)

万 木 良 平 (防衛庁航空医学実験隊)

佐 伯 欽 (慈恵医科大学)

朝比奈 一 男 (中 京 大 学)

佐々木 隆 (熊 本 大 学)

研 究 協 力 者

近 藤 陽 一 (防衛医科大学校)

1. 緒 言

海外に選手を派遣するときに、選手のコンディションに及ぼす時差の影響とその対策について研究するために、昭和49年体育協会スポーツ科学研究委員会に時差対策委員班が発足した。

昭和51年オリンピック競技大会開催地のモントリオールは東京から10時間の時差がある。たとえば、モントリオールの午前7時の朝食時間は東京の午後6時、午前10時試合開始とすれば東京時間では午前0時、午後2時の試合開始は東京時間午前4時に相当する。

したがって選手の昼夜颠倒生活による生体リズムの変調(食思不振、睡眠障害など)や時差ぼけといわれる競技における不振が予想される。

日本オリンピック委員会(JOC)においても、この対策を重視して、この委員会を発足させたのである。

これまで、多くのスポーツ選手が海外に派遣され、時差ボケが体験されてきたが科学的に究明されなかった。

時差研究の一環として、本班は昭和49年アジア競技大会派遣男女選手50名について、開催地テヘランにおいて、全身反応時間、ステップテスト、垂直跳、握力の4種目について逐日的に選手の体力の変化をみるため、鈴木、雨宮の調査委員を派

遣した。その測定結果から6時間時差(例えばテヘラン午前10時は東京で午後4時、午後2時は東京で午後6時に相当する)の選手の体力に及ぼす影響をみたので報告したい。

2. 調 査 方 法

1) 測 定 期 間

東京においては昭和49年8月17日より同月23日まで、日本時間13:00~15:00の間に測定し、22日の値を対照値とした。

テヘランにおいては昭和49年8月25日から9月8日まで、現地時間8:00~12:00の間に測定した。現地到着は8月24日夜であり測定できなかったので25日を第1日として測定した。

2) 被 検 者

i) 男 子

レスリング選手8名、陸上競技28名(短距離8名、中・長距離8名、跳躍7名、投てき5名)、体操7名

ii) 女 子

陸上18名(短距離名7、中距離2名、跳躍4名、投てき5名)、体操7名

3) 測 定 方 法

i) 握 力

体育協会スポーツ科学研究所検定済のスメドレー式握力計を使用した。握力計を握るとき、手指

の第2関節が直角になるよう注意し、握りの工合は各選手にあうように調節し、立位で測定した。

測定は最高値が1回目にでることが多いので、左右1回ずつ測定した。被検者の希望で2回行ったときは高値をとった。

ii) 垂直跳

垂直跳板上の所定の位置に被検者を直立姿勢で立たせ、腰部に尺度計のついたバンドを固定した。測定回数は被検者の希望の回数を実施させ、その最高値をとった。

iii) 全身反応時間

ストレンゲージが接着され、体重負荷により曲線の描けるジャンプ台上に、被検者を膝関節を軽くまげて立たせた。2m離れた高さ1.5mの光源を光刺激として、被検者をできるだけ早く垂直に跳び上らせる。測定回数は10回とし、最大値と最小値を切りすて、8回の測定値を平均し、msecで表わした。ペン書きオツシログラフに描かれた体重変動曲線から、反応開始時間と筋収縮時間を判別し計測した。全身反応時間はこの両者の合計である。

反応開始時間は光合図から体重移動が始まるまでの時間であり、筋収縮時間は体重移動が始まってからジャンプ台より足が離れるまでの時間とした。

iv) ステップテスト

高さ20cmのステップテスト台を使用し、1分間40回のリズムで3分間台の昇降をくり返し、運動後10sec～20sec, 30sec～40sec, 50sec～60secの3回心拍数を竹井器機製指尖脈拍計で記録した。ステップテストと点数はこの3回の心拍数の合計値とした。

3. 調査成績

選手村における行事、トレーニングの関係で、毎日測定できなかった選手もできた。逐日測定できた選手についての成績は次のようである。

1) 男子選手

i) 全身反応時間

20歳代11名(9月7日は7名,9月8日は6名)の全身反応時間の平均値および標準偏差の逐日変化は表1のようである。

ii) ステップテスト

20歳代選手8名の平均値および標準偏差の逐日変化は表2のようである。

iii) 垂直跳

20歳代選手15名の平均値および標準偏差の逐日変化は表3のようである。

iv) 握力

20歳代14名および30歳代2名の左右握力の平均値および標準偏差の逐日変化は表4および表5のようである。

2) 女子選手

i) 全身反応時間

10歳代2名および20歳代16名の平均値および標準偏差の逐日変化は表6および表7のようである。

ii) ステップテスト

20歳代7名の平均値および標準偏差の逐日変化は表8のようである。

iii) 垂直跳

20歳代15名の平均値および標準偏差の逐日的変化は表9のようである。

iv) 握力

20歳14名の平均値および標準偏差の逐日的変化は表10のようである。

性別および年齢別の変化はほぼ同一傾向を示した。男子別および女子別に分けて、各測定値の平均値および偏差の逐日的変化を図示すると図1および図2のようである。

次に成績について述べる。

1) 男子選手

i) 全身反応時間

8月22日東京の対照値は11名の平均で、刺激があったから動作開始までの時間は、200.2msec. 筋肉収縮時間160.5msec., 全身反応時間はこの合計360.7msec. (対照値100とする)であった。8月25日テヘランについた日は、全身反応時間は418.2 (対照値にたいし144) で最も遅延した。26日はやや回復する。その後、小波動を続けながら回復に向い、東京値に近い値に回復するのはテヘラン到着第9日以降である。しかし全期間対照値までは回復しなかった。動作開始までの時間も、

表Ⅱ-1 20歳代男子選手全身反応時間の逐日変化

選手名	年齢	8・22 (東京)			8・25 (デヘラン第1日)			8・26 (第2日)			8・27 (第3日)		
		動作開始	筋収縮	全身	動作開始	筋収縮	全身	動作開始	筋収縮	全身	動作開始	筋収縮	全身
太田 徹	27	188.00	155.00	343.00	225.00	203.30	428.30	183.60	180.70	364.30	229.00	196.00	425.00
石井 隆	20	200.00	178.00	378.00	215.60	215.50	431.10	214.20	162.50	376.70	207.80	218.90	426.70
服部 誠	26	237.00	211.00	448.00	217.00	233.00	450.00	215.00	154.00	369.00	191.30	167.50	358.80
小林 武	22	191.00	158.00	349.00	188.80	195.60	384.40	177.10	152.90	330.00	183.30	186.70	370.00
長友 寧	22	191.00	141.00	332.00	242.50	172.50	415.50	196.00	163.00	364.00	190.00	176.70	366.70
佐藤 貞	25	235.00	183.00	418.00	315.00	235.00	450.00	200.00	246.00	446.00	207.70	220.00	427.10
藤田 芳	22	225.00	167.00	392.00	213.10	191.00	405.50	206.00	204.00	410.00	183.30	176.40	360.00
中山 竜	25	200.00	161.00	361.00	250.00	198.00	448.80	210.70	172.90	383.60	210.00	174.30	384.30
野沢 英	23	192.00	146.00	338.00	235.70	168.60	404.40	188.00	165.50	353.50	181.10	166.90	348.80
岩本 一	24	155.00	149.00	304.00	219.20	159.10	378.80	172.90	134.20	307.10	183.30	166.70	350.00
友永 義	24	188.00	117.00	305.00	217.00	189.00	406.60	192.90	170.00	362.90	185.50	185.00	370.00
平 均		200.18	160.54	360.72	221.71	196.50	418.21	196.03	173.70	369.73	195.66	185.00	380.67
標準 偏差		22.87	23.46	42.94	15.75	23.46	24.19	13.95	28.30	35.10	14.77	18.40	29.44

選手名	年齢	8・28 (第4日)			8・29 (第5日)			8・30 (第6日)			8・31 (第7日)		
		動作開始	筋収縮	全身	動作開始	筋収縮	全身	動作開始	筋収縮	全身	動作開始	筋収縮	全身
太田 徹	27	233.60	167.80	401.40	225.70	202.20	427.90	202.00	188.00	390.00	215.00	196.70	411.70
石井 隆	20	201.40	202.20	403.60	205.60	219.40	425.00	190.60	180.00	370.60	181.70	179.10	360.80
服部 誠	26	190.70	176.40	367.10	232.00	201.00	433.00	207.90	167.10	375.00	201.70	191.60	393.30
小林 武	22	171.70	215.80	387.50	176.70	238.90	415.60	203.80	172.50	376.30	227.50	195.60	423.10
長友 寧	22	186.30	178.10	364.40	210.70	180.00	390.70	213.30	187.80	401.10	226.10	168.30	394.40
佐藤 貞	25	185.00	252.50	437.50	212.50	240.80	453.30	218.00	238.00	456.00	215.00	205.00	420.00
藤田 芳	22	182.90	167.10	350.00	206.00	173.00	379.00	230.00	204.30	434.30	194.00	183.00	377.00
中山 竜	22	209.20	170.00	379.20	210.60	197.50	408.10	190.70	186.40	377.10	220.60	211.10	431.70
野沢 英	23	194.30	137.60	327.90	192.10	199.30	391.40	191.40	157.90	349.30	197.90	170.90	368.80
岩本 一	24	200.00	173.00	373.00	198.10	180.70	378.80	225.60	168.80	394.40	190.80	160.90	351.70
友永 義	24	220.70	167.90	388.60	197.90	194.20	392.10	195.00	173.30	368.30	185.00	181.50	366.50
平 均		197.80	182.21	380.01	206.17	202.45	408.62	206.20	184.00	390.21	205.02	185.79	390.81
標準 偏差		17.09	29.78	27.83	14.55	21.39	23.23	13.43	20.94	29.45	15.72	15.00	26.48

選 手 名	年令	9・1 (第8日)			9・2 (第9日)			9・3 (第10日)			9・4 (第11日)		
		動作開始	筋収縮	全 身	動作開始	筋収縮	全 身	動作開始	筋収縮	全 身	動作開始	筋収縮	全 身
太田 徹	27	235.00	204.30	439.30	230.00	159.10	389.10	222.50	166.90	389.40	232.80	176.10	408.90
石井 隆	20	194.40	190.60	385.00	193.20	173.60	366.80	187.20	165.60	352.80	181.30	173.70	355.00
服部 誠	26	202.70	165.50	368.20	203.90	193.90	397.80	196.30	171.80	368.10	218.80	167.40	386.20
小林 武	22	205.00	218.30	423.30	202.10	191.20	393.30	183.20	177.30	360.50	224.40	199.50	423.90
長友 寧	22	226.70	181.60	408.30	213.00	172.00	385.00	220.00	163.90	383.90	233.10	155.70	388.80
佐藤 貞	25	205.00	228.30	433.30	231.40	217.90	449.30	197.10	222.90	420.00	219.20	194.10	413.30
藤田 芳	22	203.80	175.00	378.80	209.00	177.50	386.50	202.10	152.90	355.00	190.60	166.30	356.90
中山 竜	25	212.50	193.10	405.60	196.70	201.10	397.80	220.00	206.00	426.00	221.40	196.80	418.20
野沢 英	23	182.50	165.00	347.50	191.30	191.80	383.10	195.00	174.00	369.00	217.10	167.90	385.00
岩本 一	24	200.00	177.50	377.50	221.00	188.00	409.00	204.40	150.00	354.40	205.80	148.40	354.20
友永 義	24	199.40	194.50	393.90	216.80	182.70	399.50	194.20	155.00	349.20	178.30	179.20	357.50
平 均		206.09	190.33	396.42	209.85	186.25	396.10	202.00	173.30	375.30	211.16	175.00	386.17
標 準 偏 差		13.80	19.48	27.20	13.29	15.16	19.80	12.83	21.38	25.56	18.61	15.73	25.90

選 手 名	年令	9・5 (第12日)			9・6 (第13日)			9・7 (第14日)			9・8 (第15日)		
		動作開始	筋収縮	全 身	動作開始	筋収縮	全 身	動作開始	筋収縮	全 身	動作開始	筋収縮	全 身
太田 徹	27	210.00	175.00	385.00	208.00	175.00	383.00	189.50	148.20	337.70	207.80	168.90	376.70
石井 隆	20	186.70	163.90	350.60	196.50	180.50	377.00	187.90	172.80	360.70	191.00	145.50	336.50
服部 誠	26	203.80	166.80	370.60	207.00	174.00	381.00	178.90	175.00	353.90			
小林 武	22	200.00	166.00	366.00	194.40	181.20	375.60						
長友 寧	22	232.50	162.50	395.00	229.30	177.80	407.10						
佐藤 貞	25	190.80	198.40	389.20	203.90	205.00	408.90						
藤田 芳	22	198.50	170.00	368.50	201.40	171.80	373.20						
中山 竜	25	216.90	183.10	400.00	247.50	200.50	448.00	230.60	191.10	421.70	216.40	190.00	406.40
野沢 英	23	198.20	160.90	359.10	205.70	137.20	342.90	205.00	172.10	377.10	202.70	186.40	389.10
岩本 一	24	197.50	148.50	346.00	208.80	156.80	365.60	175.70	162.20	337.90	198.10	144.40	342.50
友永 義	24	203.50	156.50	360.00	186.50	146.00	332.50	199.00	169.50	368.50	183.90	148.00	332.80
平 均		203.49	168.32	371.81	208.09	173.25	381.34	195.22	170.12	365.35	199.98	164.01	364.00
標 準 偏 差		12.08	12.86	17.24	16.12	19.55	30.29	17.30	12.06	26.71	10.65	18.95	28.22

表Ⅱ－2 20歳代男子選手ステップテストの逐日変化

選手名	年齢	8・22	8・25	8・26	8・27	8・28	8・29	8・30	8・31	9・1	9・2	9・3	9・4	9・5
岩本雄一	24	51.00	54.00	47.00	53.00	50.00	39.00	41.00	50.00	36.00	47.00	38.00	22.00	42.00
中島一武	23	45.00	52.00	47.00	52.00	38.00	39.00	44.00	48.00	32.00	42.00	41.00	43.00	40.00
小林武雄	26	53.00	55.00	46.00	51.00	50.00	51.00	42.00	45.00	42.00	39.00	51.00	36.00	39.00
長友雄弘	22	57.00	59.00	54.00	49.00	46.00	69.00	48.00	49.00	41.00	39.00	43.00	44.00	39.00
藤田芳	22	60.00	63.00	60.00	56.00	50.00	60.00	52.00	62.00	56.00	61.00	47.00	38.00	44.00
太田徹	27	41.00	45.00	46.00	44.00	36.00	37.00	36.00	46.00	40.00	34.00	47.00	40.00	43.00
石井隆士	20	39.00	47.00	45.00	44.00	42.00	47.00	40.00	44.00	43.00	35.00	41.00	42.00	32.00
服部誠	21	44.00	46.00	39.00	51.00	46.00	43.00	45.00	50.00	45.00	37.00	41.00	44.00	41.00
平均		48.75	52.62	48.00	50.00	44.75	48.12	43.50	49.25	41.87	41.75	43.62	38.62	40.00
標準偏差		7.15	6.02	5.91	3.93	5.19	10.62	4.63	5.26	6.58	8.22	4.02	6.83	3.46

表Ⅱ－3 20歳代男子選手垂直跳の逐日変化

選手名	年齢	8・22	8・25	8・26	8・27	8・28	8・29	8・30	8・31	9・1	9・2	9・3	9・4	9・5	9・6	9・7	9・8
田井部隆	27	53.50	50.00	43.50	49.00	45.50	47.00	48.00	51.00	54.00	47.50	49.00	49.00	51.00	47.00	46.50	54.50
服小長	20	57.50	54.50	51.50	55.60	53.00	55.70	58.50	58.00	58.00	56.50	54.20	56.50	52.00	58.00	54.50	62.70
佐藤雄	21	48.80	36.70	35.50	36.50	36.20	41.00	40.50	41.80	42.00	39.00	39.70	46.50	39.00	36.50	38.00	36.80
青藤雄	26	59.50	44.50	48.10	49.00	48.00	47.00	49.30	53.40	51.50	54.30	53.00	59.50	57.00	56.20		
菅原弘	22	65.50	58.20	58.10	56.50	59.30	63.20	59.50	62.10	62.70	63.00	63.00	62.70	64.00	72.00		
菅原寛二	25	51.50	42.10	39.20	37.40	42.00	37.50	49.00	49.50	49.20	52.00	50.00	51.20	48.00	50.20		
菅原幸	22	60.00	53.10	49.00	55.20	55.20	56.40	57.00	53.50	56.00	55.50	60.00	59.50	54.00	57.00		52.50
山本英一	23	57.40	48.00	41.70	56.50	51.20	49.60	49.20	54.80	51.00	58.50	53.00	49.00	48.50	53.00		53.50
沢本義	25	68.70	62.50	62.70	64.00	63.20	66.30	67.60	67.50	61.50	68.70	62.80	63.00	63.60	56.30		63.80
永島雄	23	60.60	54.60	57.70	62.50	71.00	61.20	57.30	60.50	68.70	66.00	64.10	64.50	65.20	62.50		
中水大	24	72.50	66.00	65.00	67.10	67.80	62.50	63.50	66.50	69.50	67.00	65.00	67.00	66.00	66.00		
野友一	24	74.40	67.00	63.00	71.00	66.00	70.00	69.00	71.00	69.00	70.80	76.00	69.00	75.00	72.50		75.70
島野利	23	57.50	58.00	52.00	51.00	52.30	51.40	51.50	54.00	56.50	54.00	56.00	52.50	48.00	54.50		54.50
木村繁	22	62.30	57.00	55.00	56.00	54.10	59.00	61.50	61.00	64.50	62.50	66.20	63.00	61.50	67.00		64.30
大平	27	75.30	69.00	76.00	71.50	68.80	78.30	70.30	74.60	78.40	73.00	70.80	72.00	68.50	71.00		68.00
平均		61.66	54.80	53.24	55.77	55.24	56.40	56.78	58.61	59.50	59.66	58.85	59.24	57.35	58.48		58.63
標準偏差		7.86	9.13	10.65	10.17	9.27	10.70	8.45	8.50	9.21	9.34	9.05	7.81	9.40	9.61		10.14

表Ⅱ—4 20歳代男子選手握力の逐日変化

選手名	年齢	8・22		8・25		8・26		8・27		8・28		8・29		8・30		8・31	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
友水大貴	24	66.00	56.00	71.00	56.00	60.00	54.00	60.00	52.00	64.00	60.00	68.00	59.00	65.00	58.50	56.00	57.00
菅中野石	22	57.00	52.50	55.00	47.00	53.00	43.00	54.00	42.00	53.50	47.00	55.00	47.00	55.00	44.00	53.00	43.00
小長佐藤太石服	27	63.00	58.50	58.00	62.00	65.00	57.00	61.00	55.50	60.00	52.00	61.00	59.00	60.00	50.00	50.00	58.00
義利繁	23	55.00	56.50	48.00	45.00	42.50	44.00	39.00	53.00	48.00	46.00	43.00	42.00	41.00	39.00	39.00	35.00
竜英和	25	57.00	57.00	47.00	52.00	48.00	54.00	44.00	44.00	45.00	45.00	45.00	45.00	50.00	52.00	40.00	45.00
幸春武雄	23	44.50	43.50	43.00	36.00	38.50	38.50	32.00	30.00	37.50	30.00	40.00	35.00	37.00	33.00	29.50	30.00
秦武雄	26	49.00	45.50	47.50	45.00	46.50	47.50	43.50	41.00	43.00	40.50	44.00	46.00	43.00	40.00	42.00	42.00
雄弘	26	51.50	57.50	55.00	56.00	50.50	57.00	54.00	52.00	53.00	52.00	50.00	51.00	51.00	52.00	52.00	52.00
雄弘	22	61.00	59.50	61.00	61.00	61.50	58.00	59.50	51.50	58.50	55.00	60.50	57.00	59.50	56.00	60.50	54.00
徹士誠	25	65.50	61.00	67.50	63.50	67.50	57.50	65.00	60.00	61.00	59.00	60.00	58.00	61.00	62.00	64.00	60.00
隆	22	74.00	68.50	67.00	56.50	61.00	57.00	69.50	60.00	63.50	61.50	71.00	66.00	63.50	60.50	68.00	65.00
田井部	27	53.00	53.00	46.00	51.00	48.00	47.00	44.00	43.00	46.00	46.00	47.00	52.00	42.00	42.50	43.00	45.00
服	20	55.00	41.00	40.00	39.00	49.00	40.00	50.00	40.00	55.00	43.00	54.00	47.00	51.00	42.00	49.00	39.00
	21	52.50	48.50	47.00	46.50	46.50	44.00	43.50	41.00	44.00	41.00	46.00	48.00	46.00	43.00	43.00	41.50
平均		57.28	54.17	54.50	51.17	52.67	49.89	51.35	46.21	52.28	48.42	53.17	50.85	51.78	48.17	49.85	47.60
標準偏差		7.55	7.21	8.78	8.17	8.51	6.90	10.43	8.76	8.15	8.44	9.37	7.91	8.78	8.61	10.57	9.85

選手名	年齢	9・1		9・2		9・3		9・4		9・5		9・6		9・7		9・8	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
友水大貴	24	58.50	62.50	67.00	66.00	66.00	56.00	64.00	55.00	58.00	57.00	66.00	59.00	60.50	50.00	66.50	60.00
菅中野石	22	53.50	45.00	51.00	42.00	52.50	44.50	53.00	45.00	53.50	74.50	56.50	46.50	52.00	47.00	54.00	99.00
小長佐藤太石服	27	58.00	50.50	53.00	49.00	59.00	60.00	60.00	56.00	60.00	56.00	60.00	57.50	58.00	58.00	61.00	59.00
義利繁	23	40.00	40.00	47.00	50.00	43.00	45.50	47.00	41.00	44.00	45.00	41.00	41.00	40.00	40.00	40.00	44.00
竜英和	25	42.00	43.00	48.00	52.00	48.00	44.00	47.00	43.00	48.00	50.00	43.00	48.00	45.00	45.00	45.00	50.00
幸春武雄	23	38.00	36.00	41.00	40.00	41.50	41.00	39.50	38.00	39.00	39.00	37.00	36.00	34.00	34.00	39.00	32.00
雄弘	26	40.00	39.00	44.00	43.00	44.50	42.00	44.50	43.50	44.50	43.00	44.00	43.00				
雄弘	26	47.00	49.00	54.00	56.00	53.00	57.00	52.00	56.00	54.00	55.00	55.00	55.00				
徹士誠	22	58.50	56.50	61.50	59.00	63.00	55.00	64.00	60.00	63.00	60.50	59.50	58.00				
隆	25	64.50	61.00	66.00	65.50	74.50	69.50	75.00	67.00	68.00	57.00	75.50	64.50				
田井部	27	44.00	43.00	46.00	42.50	48.00	47.00	50.00	48.00	45.00	45.00	50.00	47.00	46.00	47.00	49.00	59.00
服	20	55.00	42.00	50.00	36.00	58.00	46.50	54.00	46.50	54.50	47.50	55.50	43.00	52.00	43.50	53.00	44.50
	21	42.00	41.00	44.00	42.50	49.00	47.00	47.50	45.50	46.00	46.00	46.00	45.00	46.00	43.50	46.00	42.00
平均		50.07	47.42	53.17	50.25	54.78	51.07	54.39	50.46	53.03	50.50	53.92	50.10	48.16	45.33	50.38	47.83
標準偏差		8.75	8.20	9.36	9.40	9.68	8.17	9.39	8.47	8.59	6.40	10.63	8.13	7.92	6.24	8.69	8.12

表Ⅱ—5 30 歳代男子選手握力の逐日変化

選手名	年齢	8・22		8・25		8・26		8・27		8・28		8・29		8・30	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
桜間洋二 磯端克明	30	48.00	44.50	44.00	41.00	45.00	44.00	43.00	39.50	42.50	41.00	46.50	43.00	46.00	42.00
	30	44.00	41.00	40.00	32.00	40.00	38.00	32.00	26.00	34.00	31.00	41.00	37.00	42.00	36.00
平均		46.00	42.80	42.00	36.50	42.50	41.00	37.80	32.80	38.30	36.00	43.80	40.00	44.00	39.00

選手名	年齢	8・31		9・1		9・2		9・3		9・4		9・5		8・6	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
桜間洋二 磯端克明	30	46.00	42.00	42.00	40.00	42.00	44.00	48.50	47.00	48.00	43.00	42.00	44.00	43.50	41.00
	30	35.00	31.00	39.00	35.00	41.00	35.00	43.00	38.00	40.00	35.00	39.00	38.00	38.00	32.50
平均		40.50	36.50	40.50	37.50	41.50	39.50	45.80	42.50	43.50	41.50	40.50	41.00	40.80	36.80

表Ⅱ—6 10 歳代女子選手全身反応時間

選手名	年齢	8・22		8・25		8・26		8・27		8・28		8・29		8・29	
		動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身
大和サヨ 北林裕子	19	199.00	154.00	227.00	205.00	190.60	189.40	200.70	199.30	204.40	400.00	185.60	390.00	198.30	210.90
	19	201.00	149.00	244.00	200.70	218.00	191.00	227.50	198.80	210.70	426.30	182.90	393.60	215.60	193.90
平均		200.00	151.50	235.50	202.90	204.30	190.20	214.10	199.10	207.60	413.20	184.30	391.80	207.00	202.40

選手名	年齢	8・30		8・31		9・1		9・2		9・3		9・4	
		動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身
大和サヨ 北林裕子	19	212.90	185.00	201.70	178.30	193.80	191.80	200.60	175.00	237.00	376.30	177.50	414.50
	19	190.60	192.20	220.70	203.60	224.40	173.90	216.10	187.80	215.50	403.90	179.50	395.00
平均		201.80	188.60	211.20	191.00	209.10	182.90	208.40	181.40	226.30	389.80	178.50	404.80

選手名	年齢	9・5		9・6		9・7		9・8	
		動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身	動作開始	筋収縮 全身
大和サヨ 北林裕子	19	224.40	174.50	214.00	171.00	186.30	185.00	192.50	170.00
	19	213.80	177.50	222.20	180.60	200.00	186.70	210.60	186.10
平均		219.10	176.00	218.10	175.80	193.20	185.90	201.60	178.10

表Ⅱ—7 20歳代女子選手全身反応時間の逐日変化

選 手 名	年令	8・22			8・25			8・26			8・27		
		動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身
高坂美恵子	24	175.00	149.00	324.00	170.70	183.60	354.30	198.90	184.40	383.30	167.80	193.30	361.10
林香代子	22	201.00	137.00	338.00	236.40	176.50	412.90	214.40	166.90	381.80	210.00	158.30	368.30
高橋真博	23	158.00	157.00	315.00	191.40	172.90	364.30	176.90	160.60	371.50	172.20	180.00	352.20
山下真博	21	171.00	121.00	292.00	206.70	118.30	325.00	196.30	175.00	371.30	216.40	150.00	366.40
曾根幹	21	195.00	133.00	328.00	180.00	190.00	370.00	178.30	195.00	373.30	172.20	173.90	346.10
清水鏡	21	167.00	177.00	344.00	188.60	136.40	325.00	179.30	183.60	362.90	210.00	190.00	400.00
井上美加代	23	209.00	120.00	329.00	207.10	174.30	381.40	175.50	177.50	353.00	188.00	180.00	368.00
河野信恵	24	183.00	108.00	291.00	193.30	155.60	348.90	201.10	188.30	389.40	190.60	185.70	376.30
小山恵美子	21	221.00	183.00	404.00	237.50	201.70	439.20	221.70	194.60	416.30	210.00	193.30	403.30
西岡久美子	22	176.00	178.00	354.00	243.30	183.40	426.70	202.10	173.60	375.70	206.30	156.20	362.50
長岡美子	24	175.00	158.00	333.00	221.30	222.50	443.80	221.30	187.50	408.80	197.50	205.00	402.50
中元裕	20	189.00	155.00	344.00	212.00	182.00	394.00	200.00	169.40	340.00	192.00	192.00	384.00
羽生和永	23	176.00	132.00	308.00	220.00	168.10	388.10	194.00	146.00	340.00	196.70	148.30	345.00
渡千恵子	20	171.00	165.00	336.00	203.10	200.70	403.80	202.50	193.10	395.60	230.00	181.40	411.40
鬼み	21	200.00	143.00	343.00	212.80	145.50	358.30	178.10	170.00	348.10	193.80	162.50	356.30
渡美智子	21	210.00	173.00	383.00	197.50	231.30	428.80	186.40	185.70	372.10	213.10	174.40	387.50
平 均		186.06	149.31	335.37	207.60	177.67	385.28	195.42	178.20	373.62	197.91	176.51	374.43
標準 偏差		17.47	22.11	28.26	20.09	28.62	37.16	14.91	13.07	21.79	16.85	16.54	20.71

選 手 名	年令	8・28			8・29			8・30			8・31		
		動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身
高坂美恵子	24	100.70	205.70	376.40	195.60	173.80	369.40	193.30	198.90	392.20	197.20	182.80	380.00
林香代子	22	278.50	180.50	389.00	203.60	180.00	383.60	222.10	166.50	388.60	197.00	171.50	368.50
高橋真博	21	180.70	172.20	352.90	190.00	182.50	372.50	182.00	176.00	358.00	176.70	172.70	349.40
山下真博	23	179.40	163.10	341.50	191.40	180.70	372.10	222.80	162.80	385.60	205.00	165.00	370.00
曾根幹	21	177.00	191.00	368.00	199.40	223.70	423.10	186.30	210.60	396.90	198.30	246.70	445.00
清水鏡	21	180.30	171.40	360.70	207.90	190.00	397.90	207.90	165.00	372.90	201.10	183.30	334.40
井上美加代	23	199.40	173.90	373.30	188.60	193.50	382.10	203.90	185.00	388.90	201.10	172.80	373.90
河野信恵	24	201.30	169.30	370.60	191.70	197.20	388.90	187.80	190.50	378.30	182.90	172.10	355.00
小山恵美子	21	253.30	175.90	429.20	267.50	219.40	486.90	240.70	190.70	431.40	256.30	183.10	439.40
西岡久美子	22	200.00	151.30	351.30	210.00	181.40	391.40	195.60	166.10	361.70	200.00	170.60	370.60
長岡美子	24	183.30	177.50	360.80	201.00	228.50	429.50	213.80	207.50	421.30	202.00	203.00	405.00
中元裕	20	206.70	160.00	366.70	206.10	206.10	412.20	225.00	190.00	415.00	207.10	177.20	384.30
羽生和永	23	199.30	135.00	334.50	221.70	164.10	385.80	211.70	155.00	366.70	193.00	151.50	344.50
渡千恵子	20	217.20	186.70	443.90	211.70	221.60	433.30	199.40	197.90	407.90	199.40	201.20	400.60
鬼み	21	205.00	136.40	341.40	195.70	197.20	392.90	186.90	193.10	380.00	215.60	170.50	386.10
渡美智子	21	207.80	168.30	376.10	223.30	189.50	412.80	190.90	170.40	374.30	214.00	184.50	398.50
平 均		198.68	169.88	368.56	206.57	195.57	402.15	205.48	183.25	388.73	202.91	181.78	384.70
標準 偏差		19.19	17.80	23.38	18.77	18.72	29.38	16.23	16.34	20.66	16.69	20.74	27.43

選 手 名	年 令	9・1			9・2			9・3			9・4		
		動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身
高 林 美 恵 子	24	224.40	178.10	332.50	198.30	181.10	379.40	200.00	171.40	371.40	187.30	173.20	360.50
香 代 子	22	223.10	180.70	383.80	203.30	168.40	371.70	200.50	157.70	358.20	193.10	146.90	340.00
眞 津 子	21	111.70	175.00	356.70	177.50	171.30	343.80	200.50	175.50	353.00	175.00	166.70	341.70
橋 下 眞 博	23	223.30	169.50	372.80	203.60	160.00	363.60	207.50	143.50	351.00	191.00	168.50	359.50
根 幹 子	21	112.90	191.40	384.30	203.90	189.40	393.30	196.70	187.50	384.20	196.90	176.90	373.80
水 上 眞 子	21	227.30	176.00	393.20	201.10	182.80	383.90	203.50	170.50	374.00	215.60	199.40	415.00
清 井 美 加 代	23	229.40	170.00	379.40	194.00	169.00	363.00	193.90	161.70	355.60	198.30	179.50	377.80
河 山 信 子	24	226.40	191.50	397.90	201.70	186.60	388.30	209.50	184.00	393.50	200.00	201.70	401.70
野 田 恵 美 子	21	227.50	200.60	468.10	275.00	192.20	467.20	268.80	198.70	467.50	259.50	214.60	474.10
西 岡 久 美 子	22	226.30	163.70	375.00	214.60	159.60	374.20	200.60	166.10	366.70	204.40	181.70	386.10
長 中 裕 子	24	111.70	197.50	389.20	202.20	198.90	401.10	215.60	202.50	418.10	193.10	185.00	378.10
元 生 美 子	20	222.90	177.10	380.00	200.60	165.00	365.60	192.20	170.60	362.80	197.00	173.90	371.10
羽 藤 和 永 子	23	221.40	155.90	367.30	214.00	149.50	363.50	202.50	136.70	339.20	205.20	142.90	347.90
渡 辺 恵 子	20	221.10	195.00	406.10	224.20	204.10	428.30	222.10	209.20	431.30	226.10	196.10	422.20
小 美 智 子	21	222.50	169.40	381.90	222.50	168.80	391.30	206.80	178.20	385.00	216.70	180.30	397.50
平 標 偏 差	21	219.40	166.70	386.10	207.80	180.50	388.30	220.00	194.40	414.40	194.30	196.40	390.20
均 差		206.95	180.81	387.76	209.01	176.70	385.71	207.35	175.51	382.86	203.34	180.26	383.60
		18.15	12.67	23.60	20.12	14.75	24.87	19.08	19.64	33.45	18.74	18.49	33.17

選 手 名	年 令	9・5			9・6			9・7			9・8		
		動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身	動作開始	筋 収 縮	全 身
高 林 美 恵 子	24	190.70	193.60	384.30	190.50	189.00	379.50	187.20	178.90	361.10	133.60	167.80	351.40
香 代 子	22	215.50	170.50	386.00	196.70	147.50	344.20	182.50	154.20	336.70	190.10	150.50	340.60
眞 津 子	21	186.40	163.10	349.50	189.20	163.30	342.50	161.30	157.50	318.80	178.90	161.70	340.60
橋 下 眞 博	23	206.30	156.20	362.50	190.70	165.40	357.10	194.30	150.00	344.30	195.60	153.80	349.40
根 幹 子	21	189.40	201.90	391.30	204.50	195.00	399.50	189.40	182.50	371.90	203.80	165.00	368.80
水 上 眞 子	21	194.20	171.60	365.80	196.70	181.60	378.30	177.00	172.80	355.50	189.50	158.50	348.00
清 井 美 加 代	23	200.00	177.90	377.90	207.00	173.50	380.50	204.40	178.00	377.20	216.90	163.10	380.00
河 山 信 子	24	184.30	188.60	372.90	196.50	201.00	397.50	183.50	178.00	361.50	215.60	161.30	376.90
野 田 恵 美 子	21	243.00	201.50	444.50	264.40	198.40	482.80	244.50	175.00	419.50	230.00	179.40	409.40
西 岡 久 美 子	22	195.00	165.00	360.00	224.00	176.50	400.50	219.00	161.00	380.00	213.30	153.40	371.70
長 中 裕 子	24	198.10	203.80	401.90	197.20	201.70	398.90	199.30	182.10	381.40	179.30	181.40	360.70
元 生 美 子	20	187.50	160.80	348.30	203.30	175.90	379.20	184.00	156.50	340.50	230.00	173.00	403.00
羽 藤 和 永 子	23	206.30	146.80	353.10	208.80	171.20	380.00	196.70	138.90	335.60	206.30	132.50	338.80
渡 辺 恵 子	20	205.00	194.90	399.90	200.00	195.60	395.60	205.50	188.10	393.60	201.90	174.40	376.30
小 美 智 子	21	220.60	182.20	402.80	225.00	163.00	388.00	193.00	169.20	362.50	205.00	173.60	378.60
均 差		210.00	200.00	410.00	200.00	189.40	389.40	187.10	177.90	365.00	205.00	173.60	378.60
平 標 偏 差		202.01	179.90	381.91	205.90	179.93	385.84	194.31	168.81	363.13	202.65	163.62	366.28
		14.79	17.86	25.24	18.17	16.36	26.67	18.14	13.59	24.18	16.02	12.07	21.20

表Ⅱ—8 20歳代女子選手ステスアップレースの逐日的変化

選 手 名	年 令	8・25	8・25	8・26	8・27	8・28	8・29	8・30	8・31	9・1	9・2	9・3	9・4	9・5
山 田 恵 子	21	55.00	59.00	49.00	54.00	50.00	47.00	45.00	45.00	43.00	44.00	45.00	47.00	28.00
井 上 美加代	23	47.00	48.00	52.00	48.00	50.00	45.00	49.00	48.00	34.00	43.00	42.00	42.00	38.00
河 野 信 子	24	49.00	56.00	51.00	46.00	44.00	47.00	46.00	41.00	32.00	39.00	42.00	42.00	45.00
山 下 博 子	23	53.00	58.00	55.00	55.00	43.00	55.00	41.00	51.00	43.00	45.00	46.00	54.00	46.00
曾 根 幹 子	21	46.00	52.00	39.00	42.00	38.00	42.00	38.00	40.00	42.00	34.00	41.00	38.00	38.00
清 水 鏡 子	21	57.00	61.00	49.00	43.00	43.00	54.00	43.00	55.00	44.00	42.00	48.00	43.00	48.00
高 橋 真津子	21	69.00	55.00	60.00	60.00	58.00	61.00	62.00	49.00	52.00	62.00	57.00	50.00	59.00
平 均		53.71	55.57	50.57	49.71	46.57	50.14	46.28	47.00	41.42	44.14	45.85	45.14	43.14
標 準 偏 差		7.30	4.10	4.10	6.25	6.09	6.19	7.20	4.98	6.18	8.06	8.06	5.08	9.01

表Ⅱ—9 20歳代女子選手垂直跳の逐日的変化

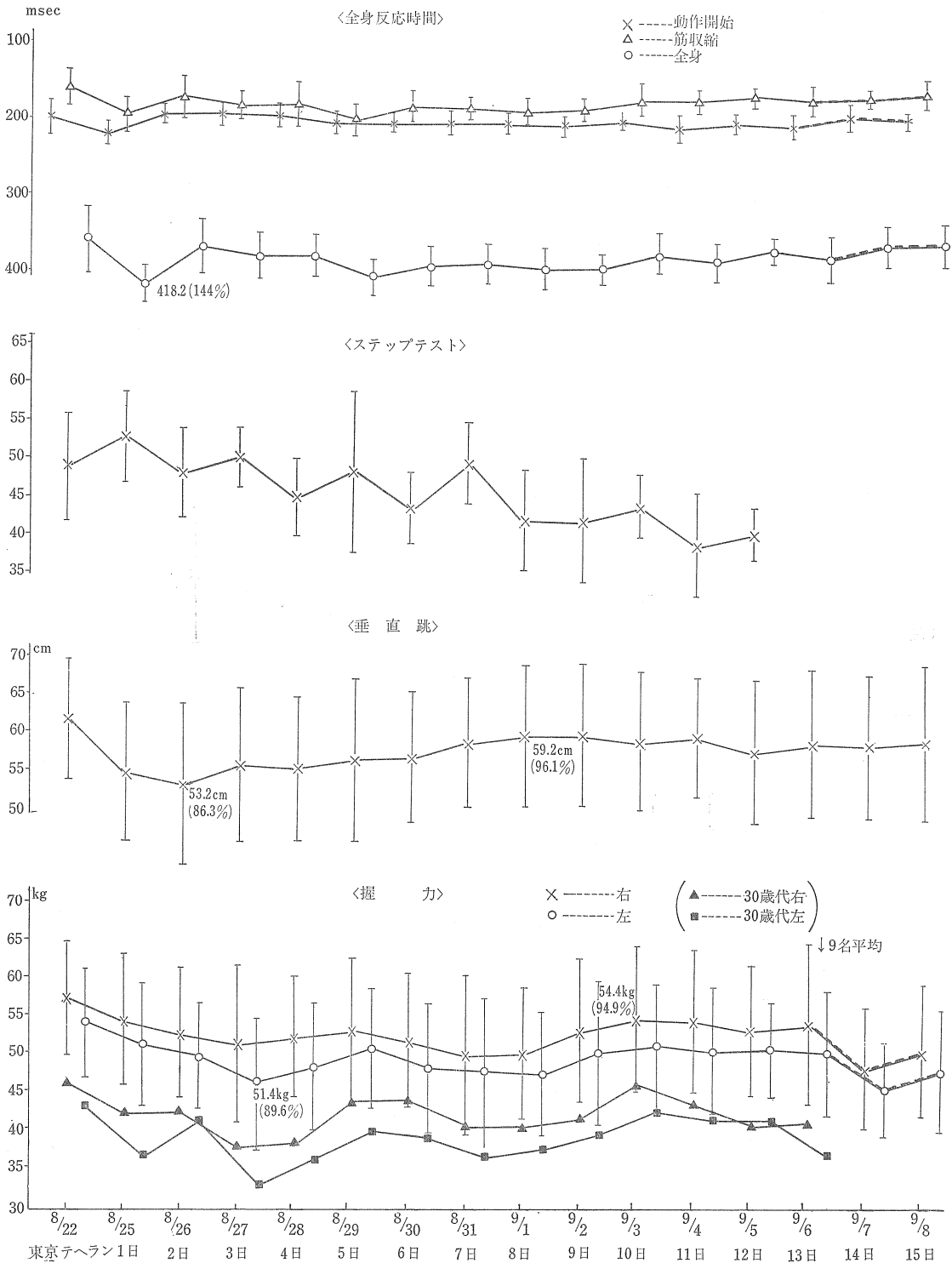
選 手 名	年 令	8・22	8・25	8・26	8・27	8・28	8・29	8・30	8・31	9・1	9・2	9・3	9・4	9・5	9・6	9・7	9・8
明見 恵子	23	41.60	45.20	41.10	41.10	40.30	39.00	33.30	37.00	32.50	43.00	44.00	47.00	45.50	39.50	43.00	38.00
高坂美恵子	24	46.00	47.00	45.00	43.60	44.30	48.70	46.50	53.80	50.00	47.00	50.00	49.00	50.00	52.00	52.50	53.50
高橋真津子	21	51.00	44.50	45.30	44.00	47.50	47.50	44.00	46.50	43.00	46.50	45.00	46.00	46.00	44.00	47.00	45.70
山下 博子	23	59.00	55.50	53.50	52.50	53.50	51.50	55.20	54.00	54.50	56.50	53.00	57.00	53.00	52.00	52.00	57.70
曾根 幹子	21	62.00	52.50	47.50	49.00	54.00	51.50	51.50	50.10	54.00	51.20	45.00	49.50	41.00	51.50	54.20	57.70
清水 鏡子	21	52.60	51.50	46.50	46.20	51.00	49.00	49.50	49.50	48.00	52.00	52.00	49.50	53.00	48.30	47.50	50.00
井上美加代	23	43.90	40.00	45.00	43.70	45.00	42.00	48.40	50.00	42.00	46.00	45.00	48.00	41.50	41.50	40.00	43.70
河野 信子	24	45.20	43.50	44.00	40.00	46.00	45.50	47.00	49.30	44.00	43.00	45.00	46.50	43.00	44.00	45.00	43.50
山田 恵子	21	55.00	44.00	47.00	50.00	49.30	46.00	49.00	51.50	46.00	51.00	44.00	49.00	42.50	45.00	42.00	46.00
小西恵美子	22	62.00	53.00	57.60	50.00	50.00	53.00	54.00	58.70	53.00	55.00	55.00	56.00	55.00	54.80	54.50	57.70
中元 裕子	20	47.60	42.00	45.70	44.00	40.50	49.70	43.50	48.70	43.20	49.80	49.00	49.00	45.00	52.00	46.00	51.00
羽生 和永	23	56.40	52.50	46.50	54.30	50.50	50.40	55.50	53.20	51.30	53.50	56.50	55.80	55.20	53.60	52.00	51.00
奥藤千恵子	20	50.70	49.40	41.20	41.20	41.70	46.60	47.20	43.50	48.60	49.20	50.30	46.30	51.50	47.50	46.00	46.00
渡辺 みさ子	21	48.80	42.60	41.60	45.70	45.00	43.20	45.60	46.50	45.80	43.60	46.00	46.00	47.00	43.50	41.60	50.50
小田美智子	21	48.80	42.50	44.40	44.40	46.00	43.60	45.30	44.60	45.20	43.50	44.30	45.50	45.20	43.70	45.20	44.80
平 均		51.36	47.04	46.48	46.48	47.04	47.14	47.70	49.12	46.74	48.72	48.27	49.34	47.62	47.52	47.24	48.50
標 準 偏 差		6.16	4.75	3.61	4.97	4.27	3.83	5.33	4.99	5.48	4.32	4.14	3.71	3.71	4.86	4.60	5.38

表Ⅱ-10 20歳代女子選手握力の逐日的変化

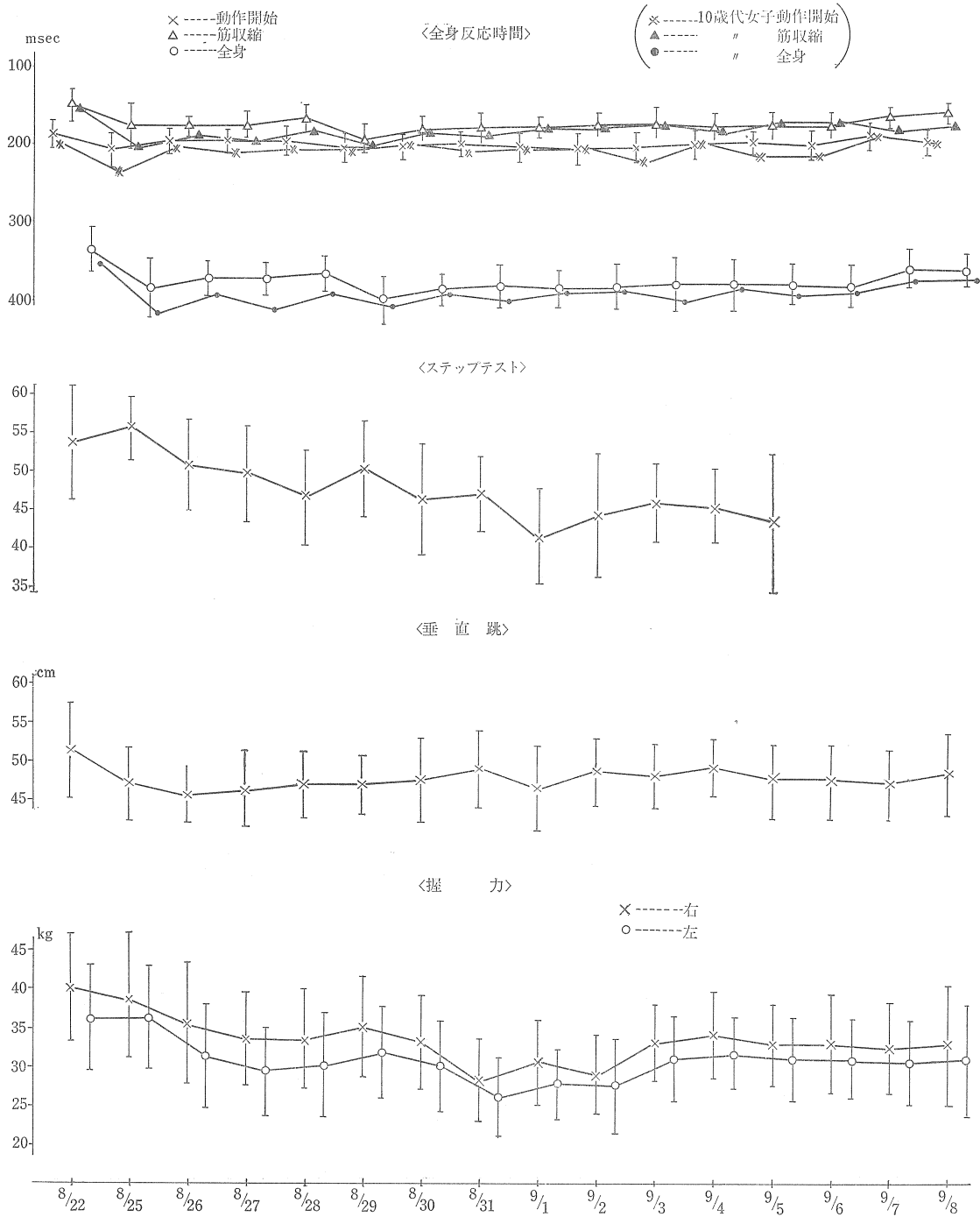
選手名	年令	8・22		8・75		8・26		8・27		8・28		8・29		8・30		8・31	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
長岡久美子	24	36.00	30.00	32.00	23.00	26.00	23.00	30.00	27.00	31.00	36.50	28.00	25.00	25.00	21.00	22.00	22.00
中元 裕子	20	33.50	28.00	32.50	25.00	36.00	25.00	30.00	25.00	35.00	30.00	31.00	25.00	24.00	20.00	28.00	25.00
羽生 和江	23	42.00	40.00	46.50	37.00	38.00	37.00	41.00	37.50	26.00	35.00	32.00	30.00	37.00	38.00	37.50	34.00
鬼藤千恵子	20	36.00	32.50	39.00	33.50	37.50	29.00	43.00	28.00	25.00	19.00	30.00	27.50	30.00	26.50	28.00	26.00
渡辺 みさ	21	49.00	49.00	46.50	44.00	45.00	44.00	43.50	40.50	40.50	41.50	42.00	40.00	39.00	40.00	34.00	35.00
小田美智子	21	30.00	25.00	29.50	29.00	25.00	25.50	28.00	26.50	31.50	27.50	27.00	23.00	30.00	25.00	23.00	21.00
山田 恵子	22	38.00	37.50	33.00	34.00	29.00	30.00	31.00	32.00	31.00	35.00	38.00	35.00	34.50	33.50	24.00	24.00
小西 恵子	22	44.50	36.50	44.50	37.00	38.00	31.50	36.50	24.50	38.00	32.00	41.00	34.00	37.00	33.50	30.00	20.00
井上美加代	23	36.50	33.00	29.50	28.50	31.00	25.00	25.00	24.00	30.00	28.00	35.00	32.00	28.00	26.00	28.00	24.00
河野 博子	24	31.00	30.00	25.50	25.00	25.00	22.00	24.50	20.00	26.00	25.00	27.00	26.00	27.00	28.00	20.00	18.00
山下 幹子	23	39.00	38.50	39.50	40.00	34.50	38.50	31.00	36.50	31.00	39.00	34.00	38.00	32.50	35.00	23.00	30.50
曾根 幹子	21	47.00	42.00	45.50	41.00	41.50	37.00	37.50	27.50	38.00	33.00	46.00	38.50	38.00	30.50	30.00	28.00
清水 鏡子	21	53.00	44.50	52.50	46.00	54.00	38.50	40.00	30.00	44.50	35.00	38.00	34.00	43.00	34.00	36.00	28.50
明貝 恵子	23	48.00	43.00	41.00	39.00	39.00	35.00	40.50	34.50	55.50	38.00	46.00	41.50	43.00	32.50	35.00	32.00
平 均		40.25	36.39	38.67	36.39	35.67	31.50	33.67	29.53	33.82	30.32	35.42	32.10	33.42	30.25	78.46	26.28
標準偏差		6.86	6.69	7.66	6.68	7.88	6.64	5.93	5.68	6.43	6.72	6.46	5.90	6.07	5.81	5.41	5.07

選手名	年令	9・1		9・2		9・3		9・4		9・5		9・6		9・7		9・8	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
長岡久美子	24	27.00	25.00	26.00	27.00	29.00	27.00	30.00	29.00	26.00	27.00	28.00	30.00	26.00	24.00	26.00	25.00
中元 裕子	20	31.00	26.00	25.00	28.00	32.00	28.00	32.00	25.00	30.00	26.00	32.00	26.00	30.00	22.00	35.00	30.00
羽生 和江	23	35.00	32.00	38.00	38.00	40.00	38.00	40.50	39.00	38.00	35.00	38.00	37.00	38.00	34.00	41.00	42.50
鬼藤千恵子	20	23.00	21.30	27.50	31.00	34.00	30.00	34.00	30.00	35.00	30.00	28.50	29.00	30.00	29.00	30.50	30.00
渡辺 みさ	21	35.00	36.00	40.80	43.00	41.50	39.50	40.50	39.50	39.00	41.50	41.50	41.00	38.50	38.50	45.50	46.00
小田美智子	21	24.00	22.00	28.00	25.00	29.00	25.50	31.50	30.50	27.00	22.00	26.00	24.00	26.00	23.50	30.00	27.00
山田 恵子	21	29.00	25.00	26.00	27.00	27.00	24.00	25.00	28.00	28.00	32.50	28.00	27.00	26.00	29.00	28.00	28.00
小西 恵子	22	34.00	28.00	28.00	31.00	33.50	31.00	33.00	31.00	36.00	32.00	30.00	30.00	33.00	32.00	29.00	25.00
井上美加代	23	30.00	27.00	27.00	34.00	34.00	31.00	33.00	31.00	31.00	30.00	31.00	31.50	31.00	31.00	26.00	26.00
河野 博子	24	20.00	21.00	20.00	25.00	25.00	24.00	25.00	24.05	21.00	21.00	25.00	24.00	25.00	24.00	20.00	18.00
山下 幹子	23	30.50	34.00	24.00	33.00	30.00	33.00	30.00	34.00	34.00	34.00	29.50	35.00	29.00	37.00	30.50	34.00
曾根 幹子	21	40.00	32.00	31.00	36.00	40.50	34.00	40.50	32.50	41.50	34.00	43.00	32.50	41.50	35.50	47.00	33.00
清水 鏡子	21	38.00	32.00	22.00	34.00	29.00	29.00	43.00	38.00	38.00	34.00	43.00	36.00	41.00	38.00	32.00	31.00
明貝 恵子	23	35.00	31.00	29.50	42.00	40.50	41.50	40.50	35.00	37.00	37.00	41.00	36.00	41.00	34.00	42.00	39.00
平 均		30.32	28.02	29.16	27.75	33.39	31.17	34.21	31.89	33.00	31.14	33.17	31.21	32.57	30.82	33.10	31.03
標準偏差		5.61	4.70	5.12	6.16	5.02	5.35	5.69	4.63	5.34	5.45	6.38	5.98	5.98	5.45	7.66	7.20

図Ⅱ-1 男子選手体力の逐日変化



図Ⅱ-2 女子選手体力の逐日変化



筋収縮の時間もほぼ同様の変化を示し、テヘラン到着の日に最低値を示し、その後次第に回復するが動作開始までの時間の方がやや早く回復するようである。

ii) ステップテスト

8名の男子選手の対照値は平均48.8(100%とする)、偏差7.15であった。テヘランに着いた日は平均52.6(対照値にたいし107.9%)で最高値を示した。ステップテストは高値を示すときは、心臓機能が低下したことを示す。第3日も50.0(102.5%)を示し対照値より大きい。その後は波動を示しながら、低値をとり、8日目から43.6(88.5%)以下となった。この理由は時差の影響をこえて、テヘランの生活に慣れるとともにステップテストにも慣れ、要領よく実施できるようになったことも関係しているものと思われる。

iii) 垂直跳

対照値は平均61.7cm(100%とする)偏差7.86cmであった。テヘラン到着日には54.8cm(88.9%)に低下し、到着第2日には53.2cm(86.3%)という最低値におちた。

その後は回復に向い、第8日には59.2cm(96.1%)に達し、ほぼ対照値に回復した。しかし全期間対照値をこすことはなかった。

iv) 握力

20歳代選手の対照値は14名平均で、右57.3kg(100%)偏差7.55kg、左54.2kg(100%)偏差7.21kgで、最高値は藤田芳弘(レスリンググレコ82kg級)選手の右74.0kg、左68.50kg、最低値は野沢英平(体操)選手の右49.00kg、左45.50kgであった。テヘラン到着後には、平均値は低下の傾向を示し、最低は到着3日目の右51.35kg(89.6%)、左46.21kg(85.2%)であった。

その後小波動を示し、10日目には右54.39kg(94.9%)、左50.46kg(93.1%)となりほぼ対照値まで回復した。

9月7日以後の低下は被検選手が9名に減少し、平均値がかわってきたためである。

30歳代2名の経過をみると対照値は右46.0kg(100%とする)、左42.80kg(100%とする)であった。到着3日目に右37.80kg(82.2%)、左32.80kg(76.7%)と最低値をとりその低下度も20歳代

よりおおきい。10日目にはほぼ対照値に近づいた。その後は漸次低下していった。

2) 女子選手

i) 全身反応時間

2名の10歳代選手の平均は対照値351.5msec(100%とする)で、テヘラン到着第1日には417.9msec(118.7%)となり最遅値を示した。その後約10日間は389.8~404.8msecの間を小浮動した。12~13日頃にやや回復し379.1msec(107.9%)に達した。20歳代の値よりやや低下度が低い。

20歳代18名の全身反応時間は335.4msec(100%とする)は男子選手の360.7msecよりややよい。到着第1日より低下し、第5日には、412.4msec(123.1%)となり最も遅延した。その後365~385msecの間を小浮動するが全期間対照値まで回復しない。

ii) ステップテスト

20歳代7名の平均値は53.7(100%とする)である。男子の場合と同じく第1日は55.6(103.8%)でやや上昇する。すなわち、ステップテストの成績は悪くなる。その後は男子の場合と同じく逐日的に小波動をくりかえしながら、低下し、8日目には41.42(77.1%)となりステップテストの値としては良い値をとっていく。

iii) 垂直跳

垂直跳は15名平均、51.4cm(100%とする)である。到着第1日に低下し第2日には最低値45.7cm(88.9%)を示し、第3日も低い。その後数日はやや上昇し47~49cm代を示した。第7日に49.1cm(95.6%)、11日には49.3cm(96.1%)まで回復したが、対照値までは回復しなかった。

iv) 握力

14名平均は対照値右40.25kg(100%)、左36.39kg(100%)である。テヘラン到着後次第に低下し、到着第3日目に第1の低値に達する。第7日には右平均30.8kg(76.6%)、左28.0kg(77.0%)という最低値に達した。その後やや回復し、10日目には右33.4kg(82.95%)、左31.2kg(85.6%)まで回復し、その後ほぼ水平の曲線を描く。

4. 考察

生体^{1~4) 6)}の昼夜のリズムの変化についてはす

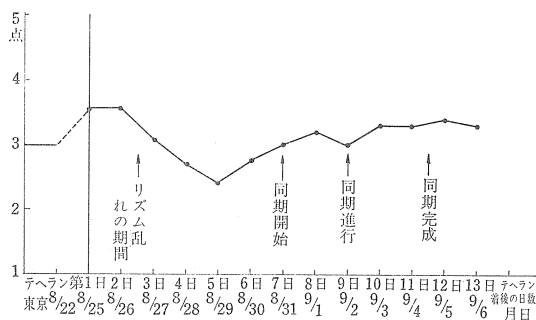
ぐれた論文がある。

モントリオール・オリンピック出場選手がうけると予想される10時間の時差の生理的影響をみるため、自衛隊体育学校選手6名を被検者として、実験的にモントリオール標準時にあわせた昼夜転倒生活を行なわせたときの体温の逐日的変化は別の論文で述べるが要約すると次のようであった。

第1日から3日までは対照日のリズムとはちがった不規則な体温を示した。第4日はやや対照日に近い昼夜のリズムをみせ、同期化(synchronization)を開始してくる。第5～第7日は同期化が進行し第8日以降は同期化が完了する。

昼間の睡眠環境(防音遮光)、食事時間、夜間の作業環境の照明などの条件を厳密に規定すれば同期化は意外にはよいことがわかる。

第7回アジア競技大会選手ボクシング選手7名に体調日誌によりコンディションの自己診断をさせた結果、A. 非常に良い、B. 良い、C. 普通、D. 悪い、E. 非常に悪いという自己診断をA 5点、B 4点、C 3点、D 2点、E 1点と数量化して逐日の記録をとった結果は図3のようであった。



図Ⅱ-3 第7回アジア大会ボクシング選手(5名)のテヘランにおけるコンディション

テヘラン着第1～5日まで点数は漸次低下し第5日に最低点をとった。第6～7日に上昇し同期化が開始されたと考えられる。

本文の調査により男子20歳代の握力の逐日的変化をみると第3日に、対照値100にたいし、89.6%の最低点を示した。第4～5日は曲線は上昇をはじめ同期化が開始され、第6～7日はやや低下するも同期化は進行する。第9日には94.9%に回

復し、ほぼこの日以降は同期化が完成したと考えられる。しかし対照値には到達しない。個人的にみるとレスリンググレコ82kg優勝者の佐藤貞雄選手は第10日以降対照値をオーバーしている。

男子20歳代の垂直跳の逐日的変化をみると第2日目に最低点の86.3%におち次第に回復に向う。第3～5日は同期化開始、6～7日は同期化進行、第8日以降は同期化完成の時期と考えられる。

その他全身反応時間に第1日に最高点(反応は最も鈍くなる)第5日に次の低値をとる。

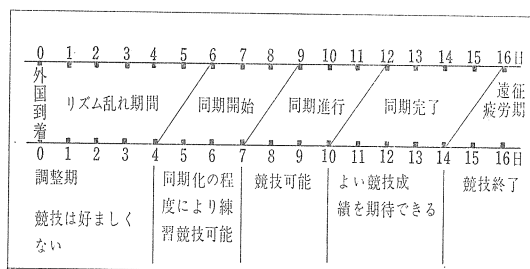
表Ⅱ-11 ソ連バレーボールチームの対戦成績と生体リズム(佐々木)

月 日 (1971年)	日本到着(5/18)後 の日数	日本チームとの対戦成績 日:ソ	Rutenfranz, Hetingcrの分類	生体リズムからの分類 (佐々木)
5/19	1	3:1	ハードトレーニング不可	同期化開始
20	2	3:2		
21	3	3:0		
22	4	2:3	試合不可	同期化進行中
23	5	2:3		
24	6			
25	7	1:3	試合可能	同期完了
26	8	1:3		
27	9	1:3		
28	10	0:3		
29	11	2:3		

ステップテストは第1日に最低値、第3日に次の低値をとる。3日目から同期開始、5～6日同期化進行、8日以降は同期化完成と考えられる。

佐々木⁵⁾は時差による同期化の時期を表11のように期に分けて外地到着1～3日は同期化開始、4～6日は同期化進行不、7日以後同期化完了としている。Rutenfranz⁷⁾や Hetingcr は海外遠征選手団に対して目的地到着後3～4日位まではハードトレーニングを4～7日以内に試合をすべきでないと述べている。そして、1971年日本に遠征してきたソ連男子バレーボールチームの成績がこの3期によく一致している。

体調日誌の内省によるコンディションの変化では体調の乱れの時期が第5日ぐらいまで先行している。



図Ⅱ-4 時差の同期化と競技成績（横堀）

表Ⅱ-12 1974年来日したニューヨーク・メッツ野球チームの対戦成績と生体リズム（横堀）

期 間	対 戦 成 績	備 考
来日1週まで	5戦3敗2分	第1週投手のコントロール悪く四球多く野手の失策多し。打撃あまり変化なし。
1～2週	4戦2敗2分	
2～3週	5戦5勝	
3～4週	4戦2勝2敗	

以上昼夜³⁾ 颠倒実験，テヘランにおける体調日誌および体力テストの逐日的変化やこれまでの文献や競技成績などを考慮にいれて，時差の同期化と競技の可能性の関係は図4のようになるものと考えられる。図4の時差同期化現象と試合成績がよく一致した例として表12に示す1974年日本にきたアメリカニューヨーク・メッツチームの試合成績がある。

実際に第7回アジア大会において選手団は昭和49年8月24日羽田発，同夜テヘラン着，9月⁸⁾1日開会式，9月2日から競技が開始された。

水泳，サッカー，庭球，バレーボール，体操，バスケット，ウエイトリフティング，射撃の8種目は9月2日（テヘラン着後9日目）から競技が開始された。9月3日（10日目）フェンシング，9月5日目（12日）自転車，バドミントン，ボクシング，9月6日（13日目）ホッケー，9月8日（15日目）レスリングの競技が開始された。

陸上競技は最も遅く9月9日（16日目）から競技が開始された。したがって，どの種目の選手もテヘランの東京よりの6時間時差にたいし「同期進行」の時期があり，大部分は「同期完了」の時期に競技をすることになった。

実際の成績も日本選手団は金メダル77，銀メダ

ル50，銅メダル50，4位29種目，5位23種目，6位13種目を取り，第2位のイラン選手団の金メダル36をひきはなした。田島直人日本代表選手団長も「不幸入賞しなかった選手もほぼ持てる力を発揮した」といっており，時差対策は一応成功したといえよう。

5. 結 論

モントリオール・オリンピックにおける時差対策の一環として，昭和49年アジア競技大会男女選手50名について開催地テヘラン（東京にたいし時差6時間）において，全身反応時間，ステップテスト，垂直跳および握力の4種目について逐日的に体力の推移をみた結果は次のようである。

1. 男女選手とも握力の平均値はテヘラン到着第3日目に最低点を示し，第4～5日は同期開始，第6～7日，同期化進行，第9日で同期化が完成した。しかし内地の対照値には回復しなかった。

20 垂直跳は第2日目に最低点をとる。第3～日から同期化開始，第6～7日に同期化進行，第8日以降は同期化完成する。対照値には回復しなかった。

3. 全身反応時間およびステップテストは第1日に最低点をとる。同期化現象も前2者に似る。全身反応時間は同期化完成時にも対照値に到達しなかった。ステップテストは第8日目より確実に対照値より低値を示した。

4. テヘランにおける体調日誌によるコンディショニング調査や10時間時差を与えた航空医学実験隊における6名の選手の昼夜颠倒実験から時差の同期化と競技可能性の表を作製した。

文 献

- 1) Halberg, F., Y.L. Tong, E.A. Johnson: circadian system phase of temporal morphology, cellular aspects of biorhythms, Springer, 1967
- 2) Aschoff, T.: circadian rhythms in man, Science, 148, 1427～1432, 1965
- 3) 万木良平他：昼夜転倒生活による生体機能の24時間リズムの変化について，航空医学実験隊報告1(2)1～11, 1961
- 4) 渡辺厳一，circadian rhythm, 基礎環境衛生学, 96～102, 朝倉書店, 1969

- 5) 佐々木隆：体温の日内リズム，日本臨床，28(1)，177～181，1970
- 6) 曾田長宗，横堀栄，鈴木武夫，黒田勲他監修，人間環境系(下巻)，1315～1321，人間と技術社，1973
- 7) Rutenfronz, J. & T. Hettinger: Die physiologischen Folgen einer raschen Änderung der Ortzeit durch Überseeluftreisen die Leistungsfähigkeit von Sportlern, Sportmedizin, 8, 195～200, 1957
- 9) 日本オリンピック委員会：第7回アジア競技大会報告書，38～39，日本体育協会，1974

(Ⅲ) 10時間時差によるヒトの日内リズムの 乱れとその同期化に関する研究

日本体育協会スポーツ科学研究委員会 時差対策研究班

班 長 横 堀 栄 (防衛医科大学)

班 員 万 木 良 平 (航空医学実験隊)

実 験 協 力 者

秋 山 明 子 (")

坂 口 栄 一 (")

桜 間 幸 次 (自衛隊体育学校)

I ま え が き

人間の生理機能にあらわれるほぼ24時間を1周期とする日内リズムまたは概日リズム(circadian rhythm)は、生活している地域の日周期に同期し順化してしまえば、環境の日周期の位相のずれや逆転、あるいは周期の延長や短縮が生じる場合には、かなりの抵抗を示し、直ちに新しい環境に順応し同期化することは困難である。

1976年オリンピックの開催されるカナダ、モントリオールは、東京との間に+10時間の時差が存在し、高速航空機で東廻りで移動する場合には、移動中に1日が10時間短縮され、東京における正午12時はモントリオール市では夜の22時となる。東京で生活している人の日周期の位相がほぼ昼夜逆転(位相150°短縮)した形となる。したがって移動直後には、いわゆる“時差ぼけ”をおこし、各競技出場選手はこの時期には自己のもつ力量を十分に発揮することはできない。

日周期の位相がずれた場合の生体日内リズムの同期化に関しては、航空機による旅行の場合¹⁾²⁾³⁾⁴⁾、実験的昼夜転倒生活の場合⁵⁾⁶⁾などにつき、かなりくわしく研究されている。万木ら⁵⁾は10時間の位相の遅れを与えた場合(位相150°延長)、つまり西廻りの航空機で時差-10時間の地点に旅行した場合を simulate した生活を実験室内で実施した。その結果昼間の睡眠環境(防音・遮光)、栄養摂取、夜間の作業環境の照明などの

諸条件を厳密に規制すれば、体温その他の諸機能の日内リズムは、ほぼ4~5日で転倒生活に同期することを認めた。また、佐々木⁴⁾は乗物の速度とリズムの位相のずれとの関係式を導き、同期完了に要する日数の計算式を提唱している。そしてこれをメキシコ・オリンピックに派遣された日本選手団の行動にあてはめて計算すると、個人差を考慮に入れても、出発後6~8日目には同期化が完了することになり、事実とよく一致することを認めている。さらに、Hettinger⁷⁾らの研究業績を引用して、彼が海外遠征団に対して、目的地到着後3~4日間は hard training を課すべきでなく、また、8~10日以内に競技に参加すべきでないといっていることもよく一致すると述べている。

今回行なった昼夜転倒生活実験は、以上のような過去の研究成果を参照しつつ、一層具体的に、モントリオール・オリンピック派遣選手団が時差ぼけを解消して現地標準時に同期するためには、日本出発日を競技の何日前とすべきかを推定する裏付資料を得るのが目的である。実験は、羽田を夜22時に出発し、パンクバ経由、約24時間後にモントリオールに到着するという想定のもとに企画し実施した。以下その方法と結果の概要を述べ選手団の参考に供したい。

表Ⅲ-1 被検者の身体的特性と競技経歴

氏 名	年齢	身長 (cm)	体重 (kg)	胸囲 (cm)	座高 (cm)	種 目	経験年数	備 考
K. K.	21	173.8	68.8	91.5	94.1	陸上	6年	全日本選手権出場
M. K.	23	181.5	85.3	94.0	97.5	射撃	2年	国体15位
Y. M.	21	170.9	68.0	89.5	94.8	近代五種	1年	全日本選手権22位
M. M.	20	195.1	71.9	96.5	92.0	レスリング	4年	世界J級選手権5位
T. S.	21	155.1	65.4	94.5	86.0	重量挙げ	6年	全日本社会人18位
O. Y.	21	164.2	64.5	92.0	91.3	ボクシング	6年	全日本選手権8位

Ⅱ 実 験 方 法

1. 被 検 者

年齢21～23歳の自衛隊体育学校特別体育科学生6名であって、いずれも1～6年の選手生活を経験し、全日本選手権また国体出場経験者である。その身体的特性、競技種目、経歴等は表1に示すとおりである。

2. 実 験 日 課

実験期日は1975年3月19日より3月31日までの13日間であって、この間被検者は全員実験室内で起居して、定められた日課にしたがって生活した。3月20日は対照実験日で日本標準時間にあわせた生活を行なわせた。21日は移動日で、1日2回睡眠をとらせ東京標準時からモントリオール標準時に移行させた。以後日本時間の午後10時（モントリオール標準時の午前6時）に起床、日本時間の翌日12時（モントリオール標準時の午後10時）に就寝させるという昼夜転倒生活を3月31日午前0時まで9日間続けた。

日課の内容は表2に示したとおりである。

日課中とくに注意したのは、食事、睡眠環境および夜間におけるトレーニングである。栄養は毎日平均3,100～3,500Cal、蛋白質120g以上の献立とし、転倒生活期間中の食事時刻は朝食午後9時30分、昼食午前2時、夕食午前7時30分、夜食午前11時とし、それぞれ朝・昼・夕食の献立内容のものを特別に調製して与えた。たとえば午後9時30分に与える朝食の献立は、実際の時刻とは関係なく、味噌汁、ゆで卵、焼のり、漬物、米飯とするなど、通常生活時の朝食に相当するものを与

え、午前7時30分に摂取させる夕食はその日の献立のうち質・量ともに最も栄養に富んだものとした。摂食量には個人差があるので、与えられた分量で不足する場合には、牛乳、チーズ、ハム等を常時冷蔵庫にたくわえ、必要に応じて随時自由に摂食させるようにした。また、飲料は緑茶、紅茶またはコーヒーを自由に飲ませ、トレーニング後などには冷やした缶入りジュース等を要求に応じて与えた。

睡眠室の防音遮光にはとくに注意し、遮光窓と壁面・天井に防音テックスを張った睡眠実験室に病院用ベッドを入れて睡眠をとらせた。また、実験期間中は、睡眠室前の廊下の通行を制限して、床から伝わる騒音を防止し、睡眠時間が白昼時であっても、騒音や光によって睡眠が妨害されることはなかった。

夜間から午前中にかけての覚醒時間中には生理機能の諸計測を行なうとともに、一定のスケジュールにより、集団トレーニングおよび各人の種目に応じた各個トレーニングを実施させた。トレーニングの強度は、中等度であって、自衛隊体育学校実技指導教官を直接その指導にあたらせた。とくに、夜間の屋外トレーニングは照明が不十分なために危険をとまなうので、要所に外灯をつけるなどして、安全には特別の注意をはらった。

3. 測 定 項 目

(1) 体温と安静時心拍数

実験全期間を通じて、睡眠以外の時間に、2時間ごとに基礎体温計を用いて舌下温を測定した。測定時には、5～10分間ベッド上に安静臥床させた。安静時心拍数は、体温測定中またはこれが終わった直後に、そのまま臥床させた状態で、橈骨動

表Ⅲ—2 昼夜転倒生活実験実施時間表

(1975年3月, 航空医学実験隊)

東京 日 時	3月19日 (移動集合)	3月20日 (対照実験)	3月21日 (転倒実験第1日)	3月22~30日 (転倒実験第2~10日)	3月31日 (解散移動)	モ市 時
0				(各個training)	(実験終了)	10
1				体温心拍		11
2				昼		12
3	睡眠	睡眠	睡眠 (か)	体力テスト 体温心拍 エルゴメトリ (各個training)	睡眠	13
4				体温心拍		14
5				(各個training)		15
6		体温心拍採血	体温心拍採血	体温心拍 (各個training)		16
7		体重	体重		起床	17
8		朝 体温心拍 体調日誌	朝 体温心拍 体調日誌	バンクーバー 夕 体温心拍 (シャワー)	朝	18
9	(アスカ出発)	体力テスト	体力テスト	(自由時間)		19
10	(立川到着)	体温心拍 (各個training)	体温心拍 (各個training)	体温心拍 (自由時間)	(後始末等)	20
11	実験説明, 準備			夜		21
12	体温心拍	体温心拍	夕 体温心拍	体温心拍	休	22
13					(離隊)	23
14	体力テスト 体温心拍 エルゴメトリ	体力テスト 体温心拍 エルゴメトリ				24
15	(各個training)	(各個training)				1
16	体温心拍 (各個training)	体温心拍 (各個training)	睡眠 (か)	睡眠		2
17						3
18	夕 体温心拍 (入浴) (自由時間)	夕 体温心拍 (入浴) (自由時間)				4
19						5
20	体温心拍 (自由時間)	体温心拍 (自由時間)	東京発 体温心拍採血 体重	モ市着 体温心拍採血 体重		6
21	夜 体温心拍	夜 体温心拍	朝	朝		7
22			体温心拍 体調日誌	体温心拍 体調日誌		8
23	睡眠	睡眠 (か)	体力テスト	体力テスト		9
24			体温心拍	体温心拍		10

注：1. 体力テスト……握力, 垂直跳, 反応時間

エルゴメトリ……自転車エルゴメータ900kpm/min, 6分, 心拍, 酸素消費測定

血液テスト……約2ml採血, 血糖, 乳酸の定量

脈拍数を触診により正確に1分間計測した。睡眠中は、安眠を妨害しないように、一切の測定は実施しなかった。しかし、0時相当時刻の測定値は後述するリズム解析のため必要となるので、前後の数回の測定値から特別の補間法を用いて仮の値を計算することにした。

(2) 体力テスト

今回の実験では、10時間の時差が体力に及ぼす影響をしらべるのが1つの目的であったが、多項目を頻繁に測定することは、生活パターンを乱すおそれがあるため、最小限の項目に限定し、次の項目を選定した。

a. 自転車エルゴメータによる運動負荷テスト：600kpm/minの運動を6分間負荷し、5分目から6分目の間の酸素消費量と心拍数を計測した。エルゴメータはペダルに一定の抵抗を加え、ペダリング回数を一定とし、負荷が毎分600kpmになるように調節した。酸素消費量は運動負荷5分目から6分目までの呼吸をダグラス・バッグに採取し、ガスメータにより呼吸量を、ガス分析器により酸素および2酸化炭素ガス濃度を測定し、体表面積当りの1分間の酸素消費量(STPD)を求めた。心拍数は、胸骨誘導心電図を運動負荷前から負荷中および負荷終了後1分目まで連続的に記録して、記録紙上で算定した。今回は負荷5分目から6分目までの1分間の心拍数を成績として掲げることにした。

b. 握力：スメドレー式握力計で左右の握力をそれぞれ3回測定し、最高値を採用した。

c. 垂直跳び：3回の計測の最高値を採用した。

d. 反応時間：指標ランプによる単純光刺激—ペダルふみ反応の時間を $1/100$ 秒単位で3回測定し中間値を採用した。

以上の体力テストは、自転車エルゴメータは午後2時相当時刻に毎日1回、その他は午前と午後に各1回ずつ実施した。

(3) 血液検査等

実験期間中毎日起床直前に、ベッド上で安静臥床中に肘静脈より約2ml採血し、血糖および乳酸量を定量した。血糖の定量には和光純薬製BGテスト(オルト・トリジン法)を、乳酸の定量

にはBarker-Summerson法変法を用いた。なお実験期間中毎日起床直後に体重を測定した。

4. 日内リズム解析法

上述の体温および安静時心拍数の覚醒2時間ごとの測定値につき、毎日のリズム性をcosinor法⁸⁾によって解析した。計算と作図には電子計算機(FACOM230-28Sシステム)を用いた。すなわち、日間の各測定値と測定時刻から、最小自乗法により周期関数

$$F = Co + C \cdot \cos(\omega t + \phi)$$

の係数Co(level, 日間変動の中間値), C(amplitude, 変動幅), および ϕ (phase lag, 位相のずれ)を求め、さらに、計算された周期関数に対する実測値の振幅適合度をしらべるために

$$P = \left[\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \right]^{\frac{N-3}{2}} \times 100$$

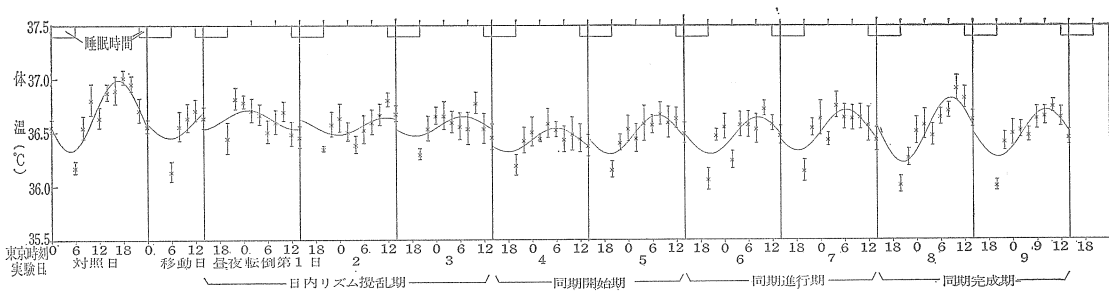
を算出した。ここに〔 〕内の分母は平均値に対する原分散、分子は計算された周期関数に対する誤差分散であって、この値が小さいほど実測値の時間的変動が計算された周期関数によく適合することを意味し、cosine波形に適合しない場合には周期関数の振幅が0に近くなりPの値は大きくなる。

また、関数曲線は実測値とともにX-Yプロットで作図したが、この際、睡眠中の8時間のデータが欠けると、リズムの連続性が表現され難いので、前日と当日の数回の測定値から別に周期関数を計算し、補間的に午前0時相当時刻の仮の値を各人について計算し、この値をも含めた実測値についてリズム性を解析した。

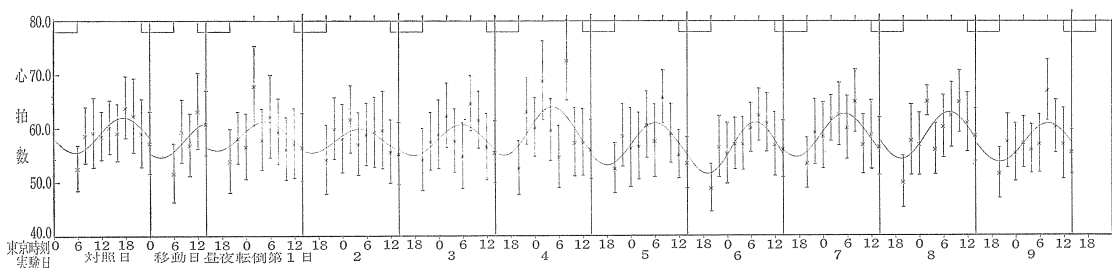
Ⅲ 実験成績

1. 体温の日内リズム

対照実験日および昼夜転倒期の全期にわたる口腔温の日内変動を、6名の被検者の平均値につきcosinor法によって解析した結果を図示したのが図1である。図の曲線は対照日および転倒期のそれぞれ24時間を1周期として計算した周期関数曲線で、*印は平均値、縦線は1S.D.の範囲を示し



図Ⅲ-1 体温の日内リズムの推移



図Ⅲ-2 安静時心拍数の日内リズムの推移

表Ⅲ-3 体温の6名の平均値のCosinor Constantsの推移

	日 内 平 均	Co	C	位相ずれ 時刻	P
対照日	36.71	36.66	0.33	16.44	0.16
移動日	36.59	36.60	0.15	17.36	49.76
転倒第1日	36.62	36.62	0.09	11.07	24.74
2	36.57	36.56	0.08	21.30	35.74
3	36.57	36.56	0.09	16.46	36.39
4	36.45	36.43	0.11	15.59	5.40
5	36.50	36.48	0.18	17.24	0.84
6	36.49	36.47	0.17	18.26	9.64
7	36.54	36.52	0.19	16.22	3.91
8	36.55	36.52	0.30	18.36	0.67
9	36.52	46.49	0.22	18.18	1.74

ている。また、図の上方の矩形は睡眠時間を示している。表3には体温の6名の平均値についての

cosinor constants (周期関数の各係数) を逐日的に表示した。これらをみると、昼夜転倒の日から約3日間は、対照日の波形に比し、振幅が小さく、1日の最高体温を示す時刻 (phase lag) も不定で、Pの値もかなり大きくなっている。このことは、明らかに体温が昼夜逆転の生活リズムと同期していないことを示している。4~5日は同期化開始、6~7日に対照日の波形と相似の波形を示すようになり、振幅も位相も逆転生活リズムと同期が進行する傾向があらわれてくる。そして転倒生活8日目には、ほぼ完全に同期化が完了していると判断される。

2. 安静時心拍数の日内リズム

上記の体温と併行して測定した安静時心拍数の6名の平均値の日内リズムは図2に、cosinor

表Ⅲ-4 安静時心拍数の6名の平均値の Cosinor
Constants の推移

	日 平 内 均	Co	C	位相ずれ 時刻	P
対照日	59.25	58.83	3.25	17.23	2.66
移動日	57.67	57.82	3.19	14.40	25.80
転倒第1日	58.91	58.62	2.69	14.41	34.77
2	57.95	57.74	2.20	14.16	9.88
3	58.24	57.89	2.85	15.40	23.81
4	59.97	59.53	4.48	14.19	31.54
5	57.62	57.13	3.91	16.04	6.43
6	57.02	56.40	4.78	17.06	0.48
7	59.25	58.78	4.01	15.19	1.39
8	59.31	58.75	4.36	17.28	8.75
9	57.84	57.39	3.59	18.05	10.57

constants は表4に示したとおりである。これらによると、かなり大きな個人差はあるが、対照日のパターンは体温のそれとほぼ同じ傾向であって位相のずれは、体温の場合16時44分、安静時心拍数の場合は17時22分である。Pの値も低値でcosinor法で計算した周期関数がかかなりよく適合することを示している。ところが、移動日および昼夜転倒期に入ると、転倒第4日目頃まではP値がかかなり大きく、一定の周期性が乱れていることを示している。このことは、体温の場合と同じであって、転倒生活への順応が十分でないためであろう。しかし、波形のパターンとしては、移動日を除いては、振幅も位相も対照日のそれと大きな差を示していない。これらのことから、身体的活動状況を直接反映させるような心拍数は、現実の日課に左右されて変動すると考えられるのであるが、完全なるリズムの同期化が行なわれたとは判断し難い。転倒生活5日目以降はP値も低くなり、体温のリズムとほぼ同様の推移を示した。

3. 体重の経日的変化

実験期間中毎日起床直後に測定した体重の平均値の経日的変化は図3に示したとおりであって、顕著な変動は認められなかった。

4. 血糖および血中乳酸量の経日的変化

実験期間中毎日起床時に採血した血液について測定した血糖値と血中乳酸量の平均値の経日的変

化は図4、図5に示したとおりである。血糖は転倒生活第2日目までは低下したが、3日目からはおよそ対照日のレベルに復した。採血時刻が対照日のそれより14時間ずれたことが影響しているのであって、これも転倒生活に同期していないといえることができる。これに対し、乳酸量は4日目までは顕著な変化を示さないが、5日目以降若干低下し、7日目以降再び増加している。正常の血糖、乳酸リズムは、血糖は早朝に低く午後に高い値を示し、乳酸は早朝に高く午後に低下することが認められている⁵⁾。乳酸量が転倒生活7日目以降に高値を示してきたことは、同期が完成してきたためとも考えられる。

5. 運動負荷時の酸素消費量と心拍数の経日的変化

自転車エルゴメータにより600kpm/minの運動を負荷し、5分目から6分目までの1分間の酸素消費量の平均値および心拍数の平均値の経日的変化は図6および図7に示したとおりである。酸素消費量は転倒第1日および5日目に低下した。

脈拍数は第5日目よりやや低下の傾向を示していた。

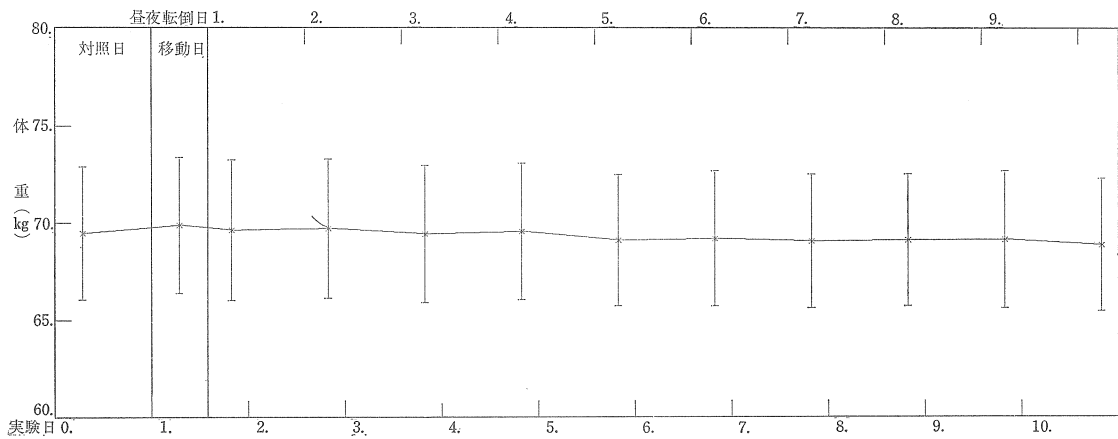
6. 握力・垂直跳びの経日的変化

実験期間中毎日2回（午前と午後）に測定した握力（右と左）および垂直跳びの平均値の経日的変化は図8、図9、10図に示したとおりである。握力は移動日に最低、5日目にも低値を示した。

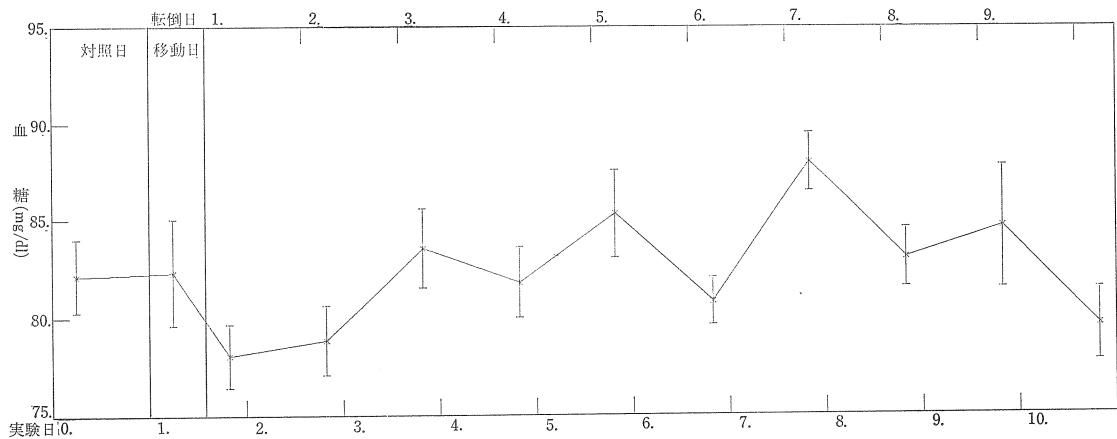
6日目より回復し安定状態に入っている。垂直跳は第5日に最低値をとったが6日以降は回復している。

7. 反応時間の経日的変化

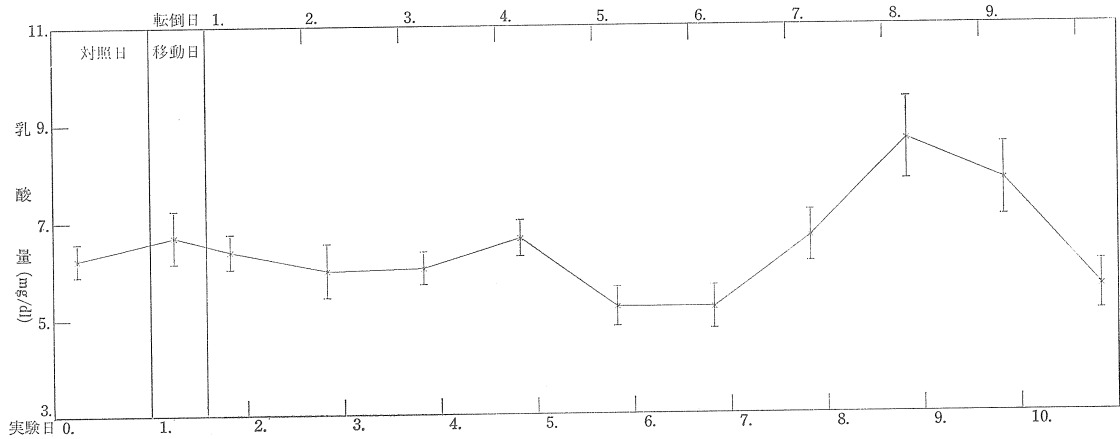
握力等の測定と併行して実施した反応時間の平均値の経日的推移は図11に示したとおりである。転倒生活期の3日目までは次第に短縮する傾向を示したが、4日目から再び延長するきざしが見られる。転倒期の測定時刻（夜間の23時と3時30分）に、かえって神経機能が亢進していると解釈される成績であるが、その理由については明確な判断を下すことはできない。測定法に対する練習



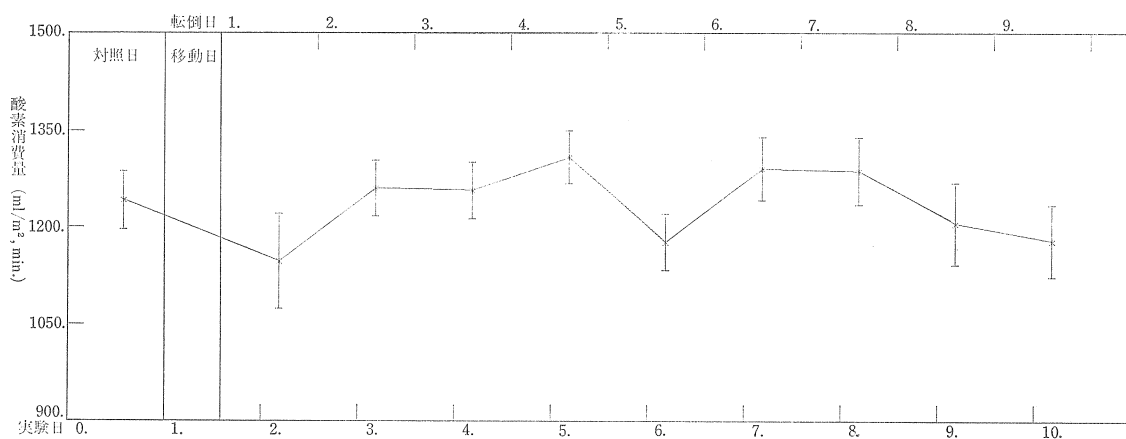
図Ⅲ-3 昼夜転倒生活実験中の体重の推移



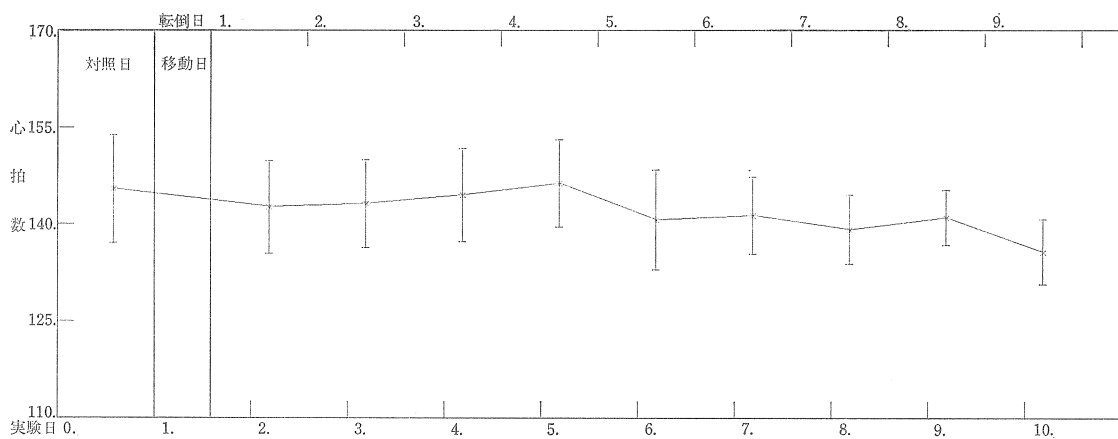
図Ⅲ-4 昼夜転倒生活実験中の血糖量の推移



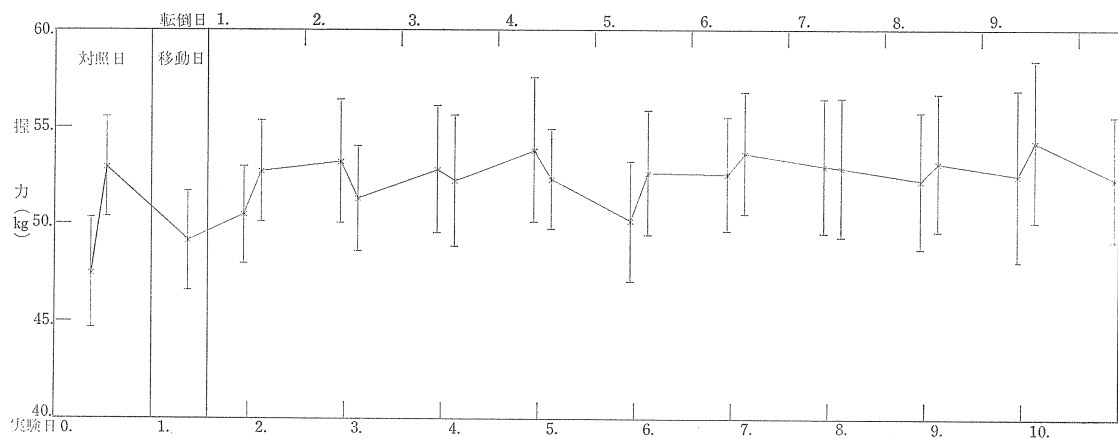
図Ⅲ-5 昼夜転倒生活実験中の血中乳酸量の推移



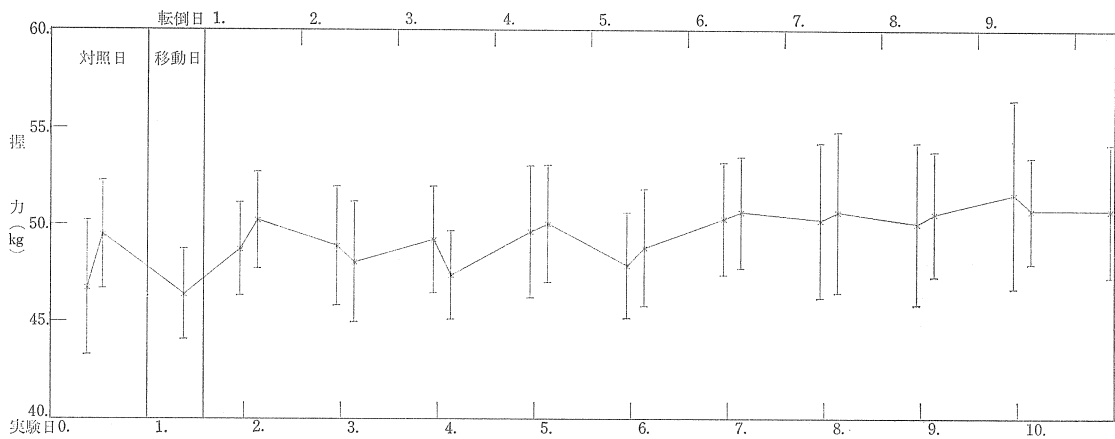
図Ⅲ-6 昼夜転倒生活実験中の運動 (600kpm/min) 中酸素消費量の推移



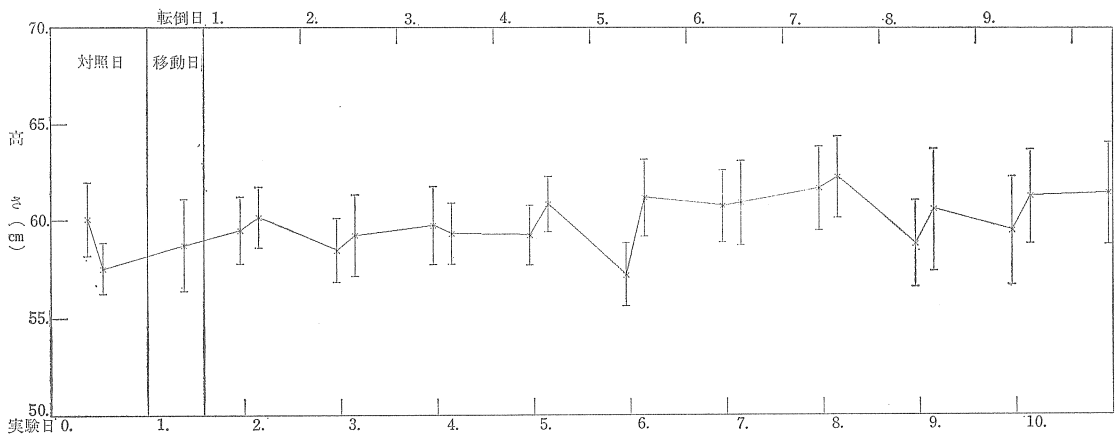
図Ⅲ-7 昼夜転倒生活実験中の運動 (600kpm/min) 中心拍数の推移



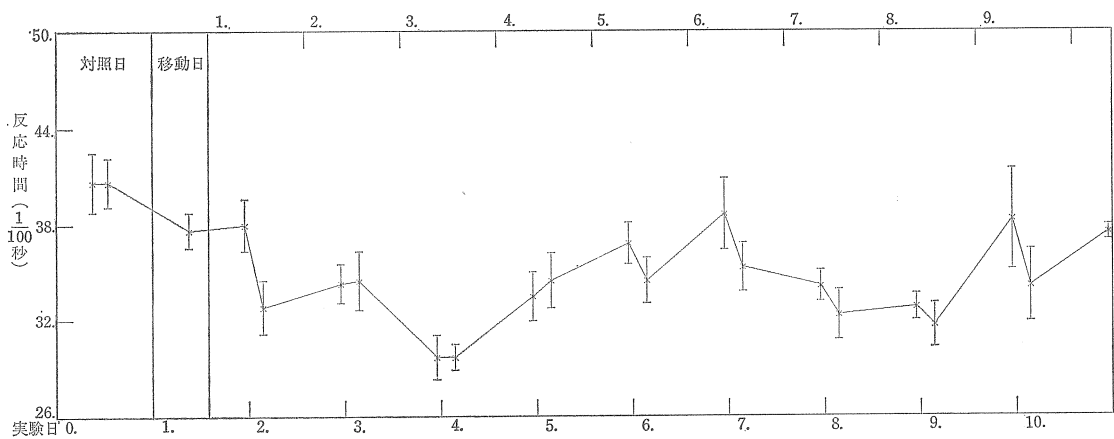
図Ⅲ-8 昼夜転倒生活実験中の握力 (右) の推移



図Ⅲ-9 昼夜転倒生活実験中の握力（圧）の推移



図Ⅲ-10 昼夜転倒生活実験中の垂直跳び記録の推移



図Ⅲ-11 昼夜転倒生活実験中の反応時間の推移

効果ではないかとも考えられる。

IV 要 約

以上の結果を要約すると、cosinor 法で解析した体温の日内リズムの推移が、昼夜転倒生活へのリズムの同期化を判定するのに最も優れた方法と考えられる。したがって、体温の変動を中心として総括的に昼夜転倒生活時の日内リズムの乱れと同期化の経日的推移をたどると、転倒第3日目まではリズム攪乱期、4～5日は同期開始、6～7日日は同期進行、8日以降が同期完了期と考えられる。

+10時間の時差の土地に高速で移動する場合には、現地到着後8日目に生理機能の現地標準時への同期が完成するものと推定されるが、オリンピック競技参加などの場合には、個人差や最高技量発揮の必要性などを考慮して、12～14日の順化と同期化の期間が必要であろうと考えられる。

文 献

- 1) Sasaki, T.: Effect of rapid transposition around the earth on diurnal variation in body temperature. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 115: 1129-1131, 1964.
 - 2) 佐々木隆, 緒方維弘: 急激な位置移動に伴う体温の日内変動, 第1回生体リズム班研究協議会報告, 1968.
 - 3) Sasaki, T.: Theoretical consideration for the phase synchronization of body temperature rhythm. Seminar on fundamental problems of the biological rhythm of the human ecosystem. U.S.-Japan Cooperative Science Program 1967.
 - 4) 佐々木隆: 体温の日内リズム——とくに phase shift の影響——日本臨床 28: 177-181, 1970.
 - 5) 万木良平ほか: 昼夜転倒生活による生体機能の24時間リズムの変化について, 医実報告, 1(2): 113, 1961.
 - 6) 万木良平: 昼夜転倒生活と日内リズムの変動。第2回生体リズム班研究協議会報告, 1969.
 - 7) Rutenfranz, J. und T. Hettinger: Die physiologischen Folgen einer raschen Änderung der Ortszeit durch Überseelufthereisen für die Leistungsfähigkeit von Sportlern. Sportmedizin 8: 195-200, 1957.
 - 8) 万木良平: COSINOR 法による体温の Circadian Rhythm の解析。医実報告 10: 25-31, 1970.
 - 9) 曾田長宗, 横堀栄, 黒田勲ら編集: 人間環境系(下), 1315-1319, 1973.
- 実験費は日本体育協会によった。被検者となった自衛隊体育学校の体育科6学生, 時策対策委員(朝比奈一男, 佐伯政, 黒田善雄, 佐々木隆の四氏)および体協スガ研諸氏の支援にたいし深謝します。

