

駅伝競走における疲労調査とコンディショニングに関する研究 (第1報)

(青森—東京駅伝競走について)

藤江善一郎*・細谷真澄*・斎藤歎能*

A Study of Fatigue and Conditioning in the Long-distance Relay Race (No. 1)

(The Case of Aomori—Tokyo Relay Race)

Zen-ichiro FUJIE, Masumi HOSOYA and Kiyoshi SAITO

SUMMARY

The subject of this study were chosen among the participants in the 21st Aomori—Tokyo long-distance (793.7 km) relay race held in November, 1971.

A fatigue survey was made from the points of view of the conditioning and health administration, because the physical and mental fatigue had been complained by most of the participants in the past relay races.

The findings of this survey are as follows:

1. During the whole racing period physical fatigue was complained by most of the participants.
2. On average, the participants slept for about 8 hours on the previous night of their participation in the race; the more experienced runners slept longer and the less experienced slept shorter than the average sleeping hours.
3. The index of pH of saliva remarkably decreased after three runs.
4. It took two days for the albumen to disappear from the urine of the runners. Therefore, albumen in the urine of those who ran in the race on alternative days would not disappear.
5. After running, the difference between the maximal and minimal blood pressure was wider than the normal condition; the pulse was very quick but it became nearly normal after a quarter of an hour.
6. In most cases the ranking of the same runners who made three runs varied was not steady.

The frequency of runs and the resting period, which affect the fatigue of the participants, should be taken into account for the conditioning and health administration.

I ま え が き

青森—東京駅伝競走は、793.7 km (最短距離 8.6 km, 最長距離 22.4 km) を 56 区間 (10.0 km 以下が 5 区間, 10.1~15.0 km が 33 区間, 15.1~20.0 km が 13 区間,

* 保健体育学教室 (Department of Physical Education and Health)

20.1 km上が5区間)に分け7日間に亘って行なわれ、その合計タイムによって順位を決定する競走で、数多い駅伝競走の中で最もスケールの大きいものである。この駅伝競走に出場する選手は、1都道府県あたり22名で、エントリーされた選手は、必ず1回は走らなければならないが、また1人3回まで出場できている。したがって選手の中には、1日おきに走る場合もあり、身体的ならびに精神的負担により、かなり疲労を訴える過酷な競走である。

本研究は、このような競走における選手の疲労調査とそれに伴うコンディショニング、および健康管理を十分行なうという目的で、昭和46年11月8日から11月14日まで実施された第21回青森—東京15都道府県対抗駅伝競走について、神奈川県選手を対象として調査を行なったので、その概要を報告する。

II 調査の方法

1. 調査期間と対象

昭和46年11月8日から11月14日までの7日間、青森—東京駅伝競走に神奈川県代表選手として参加した22名を対象に主として疲労調査を実施した。この駅伝競走に出場した選手は、神奈川県下の長距離選手として好成績をあげている者で、日本陸上競技選手権大会、国民体育大会等に出場した選手もいた。これら被検者の年齢は19才から30才、平均年齢は23.6才で、被検者は学生4名、社会人18名であった。

2. 調査項目と実施方法

(1) 疲労の自覚的症候、睡眠状況の調査

a. 自覚的疲労症候調査

疲労の自覚的症候は、日本産業衛生協会、産業疲労委員会が選定した自覚的疲労症候調査基準にしたがい、被検者全員に毎日起床後に自覚的疲労症候調査表(第1表)を配布して、各質問項目に対する回答を記入させた。表中のAは身体的症候を、Bは精神的症候を、Cは神経感覚的症候を示し、それぞれにつき項目の小質問項目が掲げられている。これより各小項目の訴えの頻度(%)ならびに大項目(A、BおよびC)の訴えの頻度(%)を求めて、自覚的疲労症候の毎日の比較、調査期間の変動、大項目相互の比較等を行なった。

b. 睡眠状況調査

睡眠状況の調査は、第2表に掲げたような調査表を配布して、ねつきの良否、ねむりの深さ、夢の有無、起床時の気分の良否、睡眠時間などについて回答を求めた。

(2) 疲労の他覚的検査

他覚的検査として今回は、唾液のpH値、蛋白尿を中心に測定を実施したが、同時に脈搏数および血圧の測定も行なった。

a. 唾液pHの測定

1区間ごとに走者を追い測定するために短時間で測定することが要求されるので、本測定では理研式人体疲労計(H-2型)を使用した。この方法は、金属電極測定法により唾液と電極間に生ずる電位差を利用して唾液のpH値を測定するものである。測定は、毎日起

床後と競走直後に行ない，測定にあたっては被検者の口中に唾液を貯めさせ，1回嚥下させたあと新たに十分な唾液を舌尖部に貯えさせ，電極部によく接触するようにして口中に含ませてから30秒後に指度を測定した。

b. 蛋白尿の測定

強度の運動では，尿量が変化し，コロイド物質，酸性物質，蛋白質が増加するので疲労との関係があることが認められている。尿中の蛋白質の測定は Hema-Combistix を用い

第1表 自覚的疲労症状調査表

自覚的疲労症状調査表

前・後 (不用の方を) (次に示すような症状があったら項目の□の中に)
消すこと (○印を，ない場合には×印をつけて下さい。)

A	B	C
1) 頭がおもい……………□	1) 頭がぼんやりする……………□ 頭がのぼせる……………□	1) 眼がつかれる……………□ 眼がちらちらする……………□ 眼がぼんやりする……………□
2) 頭がいたい……………□	2) 考えがまとまらない……………□ 考えるのがいやになる……………□	2) 眼がしぶい……………□ 眼がかわく……………□
3) 全身がだるい……………□	3) 1人でいたい……………□ 話をするのが いやになる……………□	3) 動作がぎこちなくなる □ 動作が まちがったりする……………□
4) 体のどこかがだるい……………□ 体のどこかがいたい……………□ 体のどこかの すじがつる……………□	4) いらいらする……………□	4) 足もとがたよりない……………□ ふらつく……………□
5) 肩がこる……………□	5) ねむくなる……………□	5) 味が変わる……………□ 臭がはなにつく……………□
6) いきぐるしい……………□ むなぐるしい……………□	6) 気がちる……………□	6) めまいがする……………□
7) 足がだるい……………□	7) 物事に熱心になれない……………□	7) まぶたやその他の 筋がびくびくする……………□
8) つばがでない……………□ 口がねばる……………□ 口がかわく……………□	8) ちょっとしたことが 思いだせない……………□ どわすれする……………□	8) 耳が遠くなる……………□ 耳なりがする……………□
9) あくびがでる……………□	9) することに自信がない……………□ することに間違いが 多くなる……………□	9) 手足がふるえる……………□
10) ひや汗がでる……………□	10) 物事が気にかかる……………□ 物事が心配になる……………□	10) きちんとして いられない……………□

第2表 睡眠状況調査表

睡眠状況調査表

(昨夜の睡眠の状況を下に記入して下さい。)

該当する項目を○でかこみなさい														
ねつき			ねむりの深さ			夢		起床時の気分			全 般			
よ	ふ	わ	深	ふ	浅	み	み	よ	ふ	わ	よ	よ	ほ	
い	つ	る	い	つ	い	た	な	い	う	る	れ	れ	ね	
	う	い		う			い				か	か	か	
											く	く	と	
											た	な	む	
											ね	か	ん	
											む	か	れ	
											む	む	た	
											む	つ	ど	
													な	

就寝時間		起床時間		睡眠時間	
時	分	時	分	時間	分

て行なった。測定の方法は食後2時間以上を経て、激しい運動をしなかった第2回目の尿を採尿コップに採取して、よく攪拌した後試験紙を入れ、比色表によって判定した。走後の測定は走後第2回日の尿を採取し、前記と同様な測定を行なった。

c. 脈搏数および血圧の測定

脈搏数は、平常時の脈搏数と走後3分、10分、15分後に触診により1分間測定した。血圧は、平常時と走後の5分後に座位で最大、最小血圧の測定をした。測定には、Stanley電気血圧計 B300型を使用した。

(3) その他

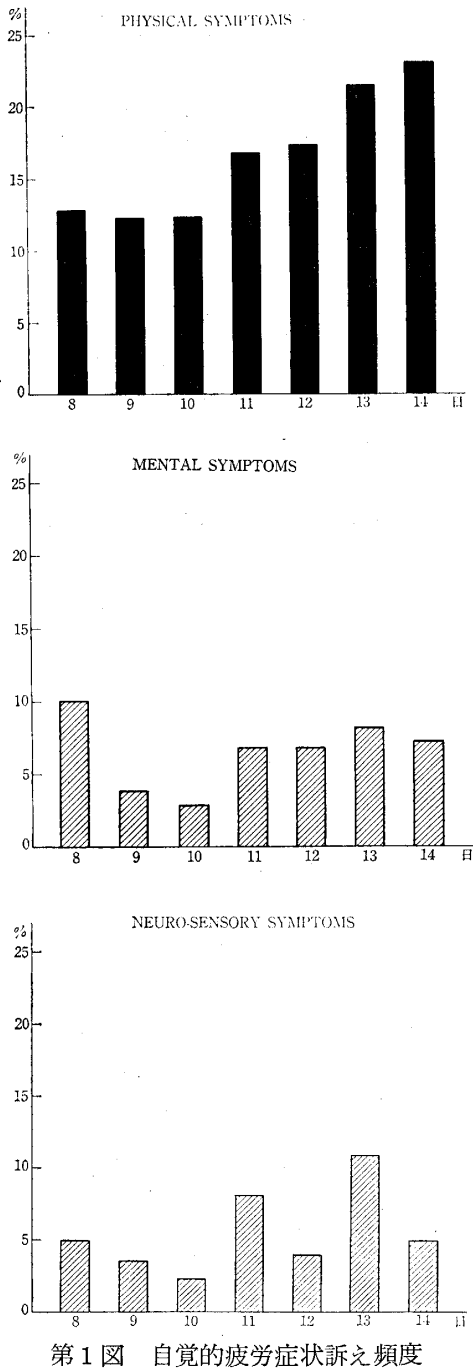
青森-東京駅伝競走は、7日間の合計タイムによって順位を決定するが、また56区間のそれぞれの区間において選手の成績に順位をつけることも行なわれており、したがって区間順位のよい選手を多くもったチームが好成績を収めることができ、優秀な選手は7日間のうち3回走るのが常識になっている。しかし長距離を連日走ることは、選手に実力を十分発揮させる上で不可能なことで、隔日またはそれ以上の日数をおいて出場させるのが各チームに共通した選手起用である。ここではこの駅伝競走に参加した15都道府県のうち本大会上位チーム(東京都・埼玉県・茨城県・神奈川県)のなかで3回(57名)および2回(23名)出場した選手について、その区間順位がどのように変動したかを比較検討した。

III 調査結果および考察

1. 疲労の自覚的症狀および睡眠状況

(1) 疲労の自覚的症狀の訴え

自覚的疲労症狀調査表により、11月8日から11月14日まで毎日、22名中調査表を提出した13名に対して検討を行なった。第1図は各質問大項目についての訴えの頻度(%)の調査期間内における変動図を示したものである。これによると、身体的症狀が、精神的症狀、神経感覺的症狀に比してかなり多いように見えるし、また日を追うに従ってその訴えも増加の傾向にあるが、これは疲労の蓄積によるものと考えられる。精神的症狀



で11月8日の訴えが多いのは競走前の緊張によるものと推察される。小項目の比較的訴えの多いものをみると、身体的症状では「体のどこかがいたい」「体のどこかがだるい」「足がだるい」「肩がこる」「あくびがでる」など走後の一般的な訴えであり、「体のどこかのすじがつる」を訴えた者が後半に多くなっているのが注目される。精神的症状では「ねむくなる」「頭がぼんやりする」、神経感覚的症状では「目が見つかる」「目がちらちらする」などである。

自覚的疲労症状の訴えの頻度を一般産業疲労の基準にもとづいて評点化すると第3表のようになる。表中第1行と第3行の数字は頻度の多少を1点から10点までの評点になおしたもので、点数が増すほど訴えの頻度が高いことを示し、5点が一般産業疲労の場合の平均値あるいはModeに相当している。第2行と第4行の数字は、身体的症状に比しそれぞれ精神的症状、神経感覚的症状の訴えの頻度の多少の割合を基準に従って、-5点から+5点までの評点に直したもので、+の符号は身体的症状に比し、精神的症状、神経感覚的症状が一般の場合より多いことを示し、-の符号は身体的症状に比し、精神的症状または神経感覚的症状が一般の場合よりも少ないことを示している。これらによると、身体的症状は常に高い評点を示しており、この駅伝がいかに身体的に大きな負担になっているかが推測され、また11月8日に精神的症状の発現頻度が高いのは、競走前の緊張による精神的疲労のためと考えられる。

(2) 睡眠の状況

睡眠の状況を調査した結果は第4表に示すとおりである。ねつきの良否、眠りの深さ、夢の有無、起床時の気分の良否等についての大島らの調査から得られた平均基準値は、ねつきの良い者の頻度35%、眠りの深い者の頻度35%、夢をみない者の頻度64%、起床時の気分のよい者の頻度22%となっているが、調査した選手をこれと比較してみるとい

第3表 自覚的疲労症状訴え頻度の評点

項 目	月 日						
	11.8	9	10	11	12	13	14
AとBとの関係から求めた頻度の多少	10	10	8	10	10	10	10
Aに比してBの頻度の多少の度合	+3	-2	-3	+1	-1	-1	-2
AとCとの関係から求めた頻度の多少	9	8	8	10	10	10	10
Aに比してCの頻度の多少の度合	-2	-2	-3	+1	-3	+1	-3

第4表 睡 眠 状 況

項 目	日								計	%	
	8	9	10	11	12	13	14				
ね っ き	よ	い	7	4	2	5	5	4	3	28	30.8
	ふ	つ	5	7	8	4	4	8	7	45	49.5
	わ	る	1	2	3	4	4	1	3	18	19.7
眠 深	深	い	1	1	2	1	3	3	4	15	16.5
	ふ	つ	9	11	9	10	7	9	7	62	68.1
	浅	い	3	1	2	2	3	1	2	14	15.4
夢	み	た	5	6	7	6	7	6	8	45	49.5
	み	な	8	7	6	7	6	7	5	46	50.5
起の 床 気 時 分	よ	い	4	3	4	1	3	1	2	18	19.8
	ふ	つ	9	8	9	9	8	11	8	62	68.1
	わ	る	0	2	0	3	2	1	3	11	12.1
睡 眠 時 間			8:19	7:44	8:12	7:44	8:11	8:15	7:13	7:57	

ずれの項でも劣り、特に眠りの深さでは相当の差がみられ。しかし後半3日間の頻度の平均は25.6%とかなり高くなっている。睡眠の全般的な感じとして、「よくねむれた」という者67%、「よくねむれなかった」という者29.7%で「ほとんどねむれなかった」という者が7日間で3名いたが、この中の1名はこの競走に初めて参加し出場する前夜での訴えで、この時の成績は芳しいものではなかった。他の2名は走った翌日訴えている(1人は2回目、他の1人は3回目の出場後)。睡眠時間は成人では6~8時間といわれているが、選手の平均は7時間57分で普通の状態を示している。しかしこれを走る前日と走った日の睡眠時間を比較すると、前者の平均は後者のそれよりもかなり少ないが、13名中3名は走る前日より走った日の方が常に睡眠時間を多くとっており、3名の平均は前者が8時間43分で、後者は6時間48分であった。この3名は高校、大学で多くの駅伝競走を経験しており、競技会に対するコンディショニングを熟知し、睡眠の重要性を知っているためと思われる。他の10名の平均は走る前日が7時間19分、走った日が8時間13分と前日の睡眠時間が全体の平均時間よりかなり少なくなっている。これは競走に対する緊張感、不安感等が錯綜して十分な睡眠がとれなかったものと思われる。また毎日の第1走者5名の走る前日の睡眠時間の平均は6時間06分で、他の睡眠時間の平均に比して大き

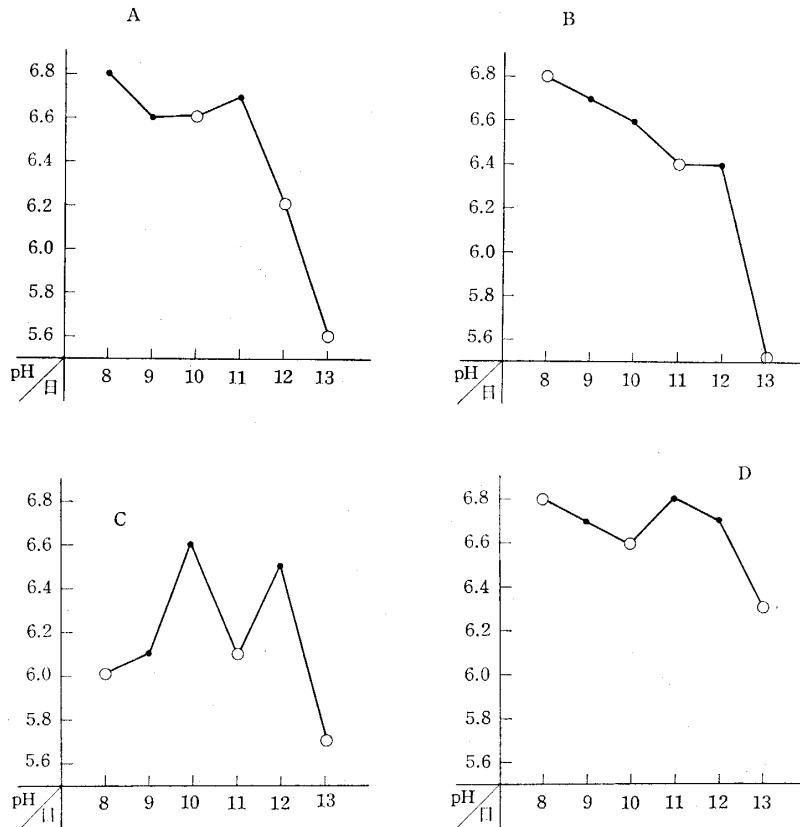
な開きがある。これはスタート時間が7時30分か8時で、選手は食事、ウォーミングアップの関係で、午前3時から4時の間に起床しなければならないことが大きな原因になっているが、神奈川県第1走者があまりよい成績をあげられなかった原因の1つは睡眠時間の不足が考えられ、今後どのようにしてこれを解決していくか研究すべき問題である。

2. 他覚的疲労測定の結果

他覚的疲労測定の結果は個人差によってかなりの変動があるため、平均値による検討でなく数名の事例によって検討をした。なおここに掲げた事例は全体的な傾向と類似したものをとりあげた。

(1) 唾液 pH 値の変動

pH の測定は競走に出場した日は走後 10 分経過した後に測定したが、出場しない日は起床後に測定した。その結果を図示したのが第 2 図である。各選手とも走後は著しい低下がみられるが、出場回数が 2 回、3 回と増加するに従って pH の値は一段と低くなることが目立つ。A のように 4 日間のうち 3 回走ると平常時 6.8 であったが 3 回目の走後には 5.6 と急激な下降を示しており身体的な負担となっていることがわかる。B、C は競走 1 日目、4 日目、6 日目に走った同じ事例であるが、この 2 選手の 2 回目、3 回目の pH は



●は休養時の pH 値 ○は走後の pH 値

第 2 図 唾液 pH 値の変動

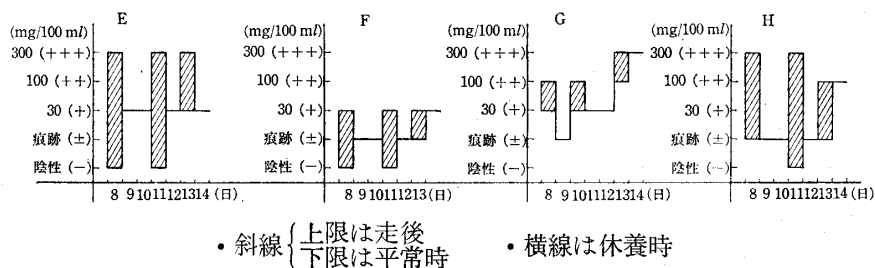
ほぼ類似した傾向がみられる。1回目Bは6.8, Cは6.0でかなりの差がみられるが、この両選手が走った第1日目は天候が吹雪であり5cmの積雪があったため、寒冷に対する個人差と一時天候が回復したためその間に走ったBが、身体的に比較的よい影響を与えたことが原因してこのような結果となったのであろう。Bは1回目の走後6.8, 2回目の走後6.4であり比較的に変動は少ないが、中1日の休養後に走った3回目でのpH値は5.4と急激な低下を示している。pH値の測定から7日間に1人の選手が3回走ることは非常な疲労が伴うことがわかるが、特にAのように2日続けて走ることは身体的負担が大きく、選手に実力を十分に発揮させることはできない。また2日の休養を与えると、一旦大きく減少した値はその休養期間中に6.6~6.7に回復し、次回に走った場合も前回の走後1の値とあまり大きな差はないが、走後1日だけの休養では5.4~5.6と急激な変動を示し疲労傾向が強いことがみられる。

7日間の競走日程の中で3回出場する選手については、連続して2日出場させることは避けなければならないが、1日の休養後に出場する場合は競走日程の前半に2回走らせた方がよく、後半はできるだけ2日以上休養を与えた方が選手のコンディションや健康管理面から望ましい。

(2) 蛋白尿の変動

被検者に対し、起床後第2回尿(毎日測定)と競走に出場後第2回尿を採尿して行なった測定結果が第3図である。図の斜線の入った棒グラフ下限が起床後の測定値であり、上限は走後の測定値である。他の直線は競走に出場しなかった日の起床後の測定値を示したものである。E, F, H, の3選手は1日目, 4日目, 6日目と同じ日に出場し, Gは1日目, 3日目, 6日目に出場した選手である。全体的にみると個人差があるため蛋白尿の増減は一定ではないが大概次のような結果がみられた。

E, Hは類似した事例であるが、競走当日の起床後の測定では陰性または痕跡程度であったが、走後には100~300 mg/100 mlにまで上昇し疲労の極限にまで達しているが、翌日には痕跡または30 mg/100 ml程度まで下降し、2回目に出場する日の起床後には陰性を示し、疲労が回復していることを示している。しかし2回目の走後には300 mg/100 mlまで上昇し、1日の休養後に3回目の競走に出場した両選手はあまり疲労が回復しない状態にあるため、Hは翌日になっても100 mg/100 mlの値を示している。Fは蛋白尿の増加は比較的少なく30 mg/100 ml程度であるが、前二者と同様に2日の休養があった場合は陰



第3図 蛋白尿の変動

性となってほぼ平常まで回復しているが、休養を1日した後の3回目の出場の翌日には30 mg/100 mlの蛋白尿があらわれており次第にその増加がみられる。Gは青森出発の第1区の走者であったが、前日強めの練習をしたため8日の起床時に30 mg/100 mlの蛋白尿があらわれたものと思われる。Gは9日に一時痕跡まで回復するが、その後次第に蛋白尿が増加し14日には300 mg/100 mlにまで上昇している。以上の結果から選手に走後2日の休養を与えることが必要であり、特に後半にあまり休養させずに出場させることは注意を要するものと考えられる。

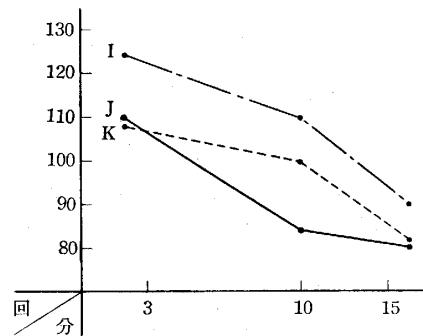
(3) 脈搏数および血圧

運動後の脈搏数の正常への回復に要する時間は、運動の強度と被検者のコンディションによるが、運動が強ければ強いほど脈搏数の正常への回復に要する時間は長くなるし、身体のコンディションがよければよいほど回復の時間は短くなる。本研究における被検者の脈搏数は安静時1分間62~75回の範囲内であったが、走後の回復状態を示したものが第4図である。被検者3名の走後3分の脈搏数は109, 110, 124であり3分間かなりの回復を示しているが、その後次第に回復率は減少し、10分後には84, 100, 110, 15分後には80, 82, 90まで回復している。しかし選手の走る距離が長距離であることと、運動が強度なため、脈搏が正常値にもどるためにはかなりの時間を要するようである。

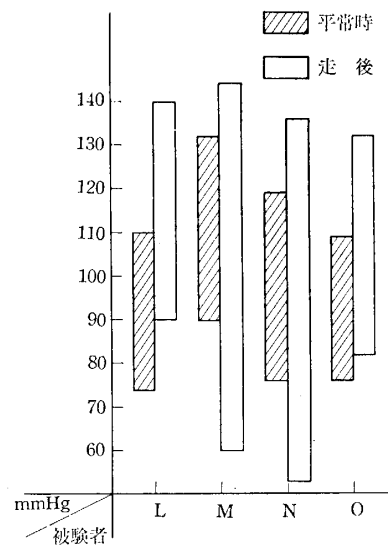
運動中には酸素需要量が増加するため、一定時間内に肺臓および活動筋の中を流れる血液量が増加する。したがって筋肉運動中には動脈血圧が高まってくる。陸上競技では、中距離走が最も収縮期血圧があがるといわれ、その上昇は40~60 mmHgであり、長距離走のレース後では15~30 mmHgであると報告されている。本研究における血圧の測定は平常時と走後5分後の測定結果であり、それを図示したのが第5図である。4選手の収縮期血圧を平常時と走後とを比較すると、走後には12~30 mmHgの増加があり、各選手とも132-144 mmHgの値にある。走後の弛緩期血圧は常に正常以下であって距離には関係がないといわれているが、L, Oは平常時より値が高く、今後さらに検討を加える必要がある。

3. その他

青森—東京駅伝競走に参加した15都道府県のうち上位4チーム（東京都、埼玉県、茨城



第4図 走後の脈搏数の変動



第5図 最大・最小血圧変動

第5表 区間順位の変動率

項目	出場回数	
	3回目	2回目
成績のよかった者	10.5	47.8
平均している者	59.6	30.5
成績の悪かった者	24.6	21.7
その他	5.3	0

県, 神奈川県) の選手について, 7日間で3回出場した57名および2回出場した23名を対象に区間順位の変動について検討したが, その結果は第5表のようになった。

3回出場した選手は, 3回目の成績が前2回よりよかった者10.5%, 悪かった者24.6%で, 2回出場した選手では, 前回よりよかった者47.9%, 悪かった者21.7%と区間

成績に大きな差異がみられ, 後者の方がよい成績を収めていることが認められた。区間順位は選手個人の力, 当日の身体的, 精神的状態および同区間を走った他チーム選手との走力差, その他いろいろの要因によるものであり, あらわれた順位の数字のみによって選手の力を評価することはできないが, 上記の結果から3回目を走った選手の多くは相当な疲労によって十分実力を出しきれなかったことも考えられる。(順位の変動の基準は, 3回走った者は3, 2回走った者は2とした。)

IV 総 括

第21回青森—東京15都道県対抗駅伝競走は, 昭和46年11月8日から11月14日まで行なわれたが, 神奈川県代表選手の疲労の実態を調査した結果を要約すると次のとおりである。

1. 疲労の自覚的症状の全体的な訴えの頻度としては, 身体的症状が精神的症状, 神経感覚的症狀よりかなり高く, 身体的症状としては体の痛み, 全身的なだるさおよび局部的には足や肩の疲労を訴える選手が多く, 日を追うに従って増加の傾向を示している。

2. 選手の睡眠状態は平常時とあまり変化はないが, 多くの選手は競走前夜の睡眠は平均時間よりかなり少なく, これは精神的緊張や不安感によるものと考えられる。また毎日の第1走者についてはスタート時間の関係により特に顕著である。

3. 唾液のpH値は日を追って低下しており疲労の度が増していることがわかる。特に2日間連続して走る選手のpHは急激な減少がみられるが, 1日の休養においても平常時までの回復がされていない。pHが平常値になるには2日の休養が必要であると考えられる。3回出場する選手については1日の休養で出場する場合は, 競技日程の前半がよく, 後半は2日以上休養を与えて出場させた方が身体的負担は少ないようである。

4. 蛋白尿は走後に著しく増加し翌日にはかなり減少するが, 日を追って減少率が低くなり蛋白尿があらわれるようになる。一般に2日の休養を選手に与えると正常値まで回復するが, 1日の休養では十分な回復がなされていない。特に3回走った後の選手の蛋白尿はかなり高い値を示すとともに翌日になっても回復する値が低いことが目立っている。

5. 脈搏数は走後3分の間はかなり低下するが, その後下降が鈍り15分後でも正常の値よりかなり高く, 長距離走が身体的に負担となっていることがわかる。また血圧は走後5分では平常値よりかなり上昇している傾向がみられる。

以上の成績からこの種の駅伝競走においては疲労度が激しいことが認められるので、指導者は選手に対する健康管理やコンディションの調整には十分な配慮が必要である。特に選手の起用には、自覚的疲労症状および他覚的疲労検査からもわかるように相当な疲労を伴うので、中2日以上以上の休養をとらせて出場させるのが好ましいと考えられ、3回出場する選手を隔日に走らせる場合には競走日程の前半に出場させるのがよいようである。また毎日の第1走者の睡眠時間が極端に少ないことから考えると出発時間を遅らせるほうがよいと思われる。

本研究は今後も継続的に実施する予定であるが、今回は第1回目の試みとして基礎的な研究を中心に行ない上記のような成績が得られた。

この調査に御協力下さった選手役員各位に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 日本産業衛生協会, 産業疲労委員会: 疲労調査法疲労の自覚的・他覚的・生理学的調査規準労働科学特集 9, (11), 1954.
- 2) 大島正光ほか: 自覚睡眠状態に関する研究, 労働科学 29, (5), 1953.
- 3) 金井 泉: 臨床検査法提要, 金原出版 1967.
- 4) 猪飼道夫・石河利寛: 運動の生理学, ベースボールマガジン社, 1968.
- 5) 久松栄一郎・猪飼道夫: スポーツ医学, 体育の科学社, 1970.