

健康人に対する運動負荷テストの生理・
生化学及び心理学的応答について
—特に断眠による一過性の生活リズムの
乱れた際の運動負荷テストについて—

Physiological and Psychological Responses to
the Exercise Stress Test for Healthy Persons
—With special references to the acute disturbace
of life rythm by means of sleep deprivation—

松 井 秀 治*

Hideji MATSUI

Nowadays, cardiovascular disease is thought to be the most dangerous disease for adults. Synthesized research project to investigate the factors to induce cardiovascular disease was systematized under the sponsorship of the Ministry of Science and Technology, Japan. In the research project, it was intended to find out the method for the foreknowledge of the factors which induce cardiovascular disease. As one part of the research project, studies from a special point of exercise physiology were carried out under the cooperation of the staffs of Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University, for three years from 1979 to 1981. In modern life, daily living is not always regularly repeated. It seems that disorder of physical condition is sometimes related to the irregularity of life rythm of daily living and also is to be a factor which induce cardiovascular disease. Disorder of physical condition is relating to the unadaptability to the various stress. In our study, an ability of adaptation to the stress was investigated by means of sleep deprivation, demanding to continue desk intervals. The adaptation to these stress was investigated from cardiovascular function, blood and urine content, body temperature regulation and psychological aspects.

Research results on each aspect are reported on the papers which appear after this general comment.

総 論

1. 本研究の主旨

本研究は今日の成人病の内、最も危険視されている循環器疾患について、その発症の誘発要因と、かかる誘発要因の予知方法の解明を意図して組織された、科学技術庁の「循環器疾患発症の誘発要因に関する総合研究」の主課題の1つである誘発要因の運動生理学的研究の一環として表記の主題

について行ったものである。

本研究は、昭和53年から55年までの3ケ年に渡って計画され、以下の各論の論文に見られるごとく、名古屋大学総合保健体育科学センターのほとんどのスタッフの協力を得て実施した。(本論文目次参照)

2. 研究目的

今日の成人病の内、循環器疾患の誘発に関わる

*名古屋大学総合保健体育科学センター

Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University.

身体不調は、そのほとんどが日常生活リズムの乱れに起因するといわれ、日常生活のリズムの乱れは現代生活における、多様なストレスに対する適応の不適によるとされている。本研究はこの関係の解明から、循環器疾患の誘発要因とその要因予知方法の究明をねらいとしたものである。

すなわち、睡眠不足状態と精神的緊張ストレス状態の持続に加えて、運動ストレスが加えられるような状況を実験的に作りだし、ここで生体機能がどのように対応するかについて、呼吸循環系・血液及び尿成分、体温・心理・行動面から究明することを目的とした。

3. 研究方法

本研究は研究の性格から、対象者の遂年的対応

変化の究明も考えられるので、研究方法として、内容の設定を同一にしたストレス下の測定を1ケ年の間隔をおき実施した。対象、および各年次における研究段階は次のごとくである。

(1) 対象

本研究の対象は断眠ストレス下の運動負荷テスト対象者群（以下ストレス対象群と略称）と第2年次のみの実施ではあったがコントロールとしての対象者群（以下コントロール群と略称）に分けられる。各群とも年齢は30才代から60才代までの男子で、ストレス対象群は各年次8名（うち5名は2年次に渡って対象者）延べ16名、コントロール群は8名とした。各対象群別、対象者の年齢及び形態的諸測値を表1に示した。

Table 1. Characteristics of Subjects

	Name	Age (year)	Body Height (cm)	Body Weight (kg)	$\dot{V}O_2\max$ (l/min.)	$\dot{V}O_2\max/kg$ (ml/kg/min.)
1979 Stress Group	S.A.	30	165.0	57.0	2.15	37.7
	M.H.	38	168.5	60.7	2.10	34.5
	M.O.	53	163.0	58.5	1.45	24.8
	I.O.	36	166.0	60.5	3.02	49.9
	N.I.	39	166.8	57.0	2.29	40.2
	K.M.	36	167.5	56.5	2.34	41.4
	S.Y.	55	161.0	62.5	1.95	31.2
	H.M.	59	161.9	68.5	2.29	33.4
1980 Stress Group	N.I.	40	166.8	58.0	1.93	33.2
	M.I.	33	170.0	63.5	2.57	40.5
	M.O.	54	167.3	58.5	1.88	32.2
	S.Y.	56	161.0	63.5	1.68	26.4
	T.Y.	47	161.0	60.5	1.84	30.5
	H.H.	33	164.0	63.0	2.13	33.9
	S.A.	31	165.0	56.0	2.06	36.7
	H.M.	60	163.0	69.5	2.00	28.8
1980 Control Group	S.I.	49	163.0	60.0		
	K.M.	37	170.0	58.0		
	S.S.	52	156.0	50.0		
	N.T.	35	176.0	63.0		
	I.O.	37	166.0	60.5		
	S.K.	51	170.2	70.0		
	M.H.	39	170.0	61.0		
Y.S.	51	163.0	50.0			

(2) 研究段階

各年次における研究は研究内容の関係から次の3段階として遂行した。

1) プレテスト段階

①最大作業能テスト

ストレス実験群の各被検者について、最大作業能(最大酸素摂取量)を自転車エルゴメーターを用いた漸増負荷法によって測定した。最大作業能テストは、断眠運動ストレステスト開始2週間前から1週間前までの期間に、各被検者について2回ずつ実施した。このことによって、各被検者の体力水準を把握するとともに、断眠運動ストレステスト時の運動負荷設定のための指標を得た。

②心理・行動テスト

断眠運動ストレステスト段階中の心理・行動を日常生活状態の場合と比較するため、ストレステスト1週間前からの心理・行動状態を、各被検者について、質問紙に解答を書き込む方法によって、毎日AM 7:00、PM 5:00に調査した。調査内容は、㊸自覚的疲労症状(日本産業衛生協会製)、㊹スタン

フォード睡眠傾向尺度(Stanford Sleepiness Scale)及び㊺状態不安(Spielberger State Anxiety Test)である。

2) 断眠・運動ストレステスト段階

①断眠・運動ストレステストの内容

睡眠不足状況及び精神的ストレスが持続する状況を同時に作り出すため、ストレス対象群の対象者は、1週間の勤務が終了した金曜日の夕刻から翌日(土)夜10時まで、睡眠をとらずに、簡易手作業(対象者への負荷の均一性と精神的ストレスの加味もあって麻雀ゲームを軽作業として実施した)を持続的に実施した。この間に、自転車エルゴメーターを用いて、夕刻(金・土)、深夜(金)、早朝(土)、昼間(土)に、最大酸素摂取量の50~60%(第1年次)、又は70~80%(第2年次)に相当する運動負荷(運動ストレス)で、20分間のペダリングを行った。また、1昼夜の断眠(約40時間)の後、土曜夜から日曜日にかけて、8時間の睡眠をとり、日曜日には、再び朝から夕刻まで簡易手作業の持続と、数時間おきの自転車運動(朝・昼・夕)を行った。

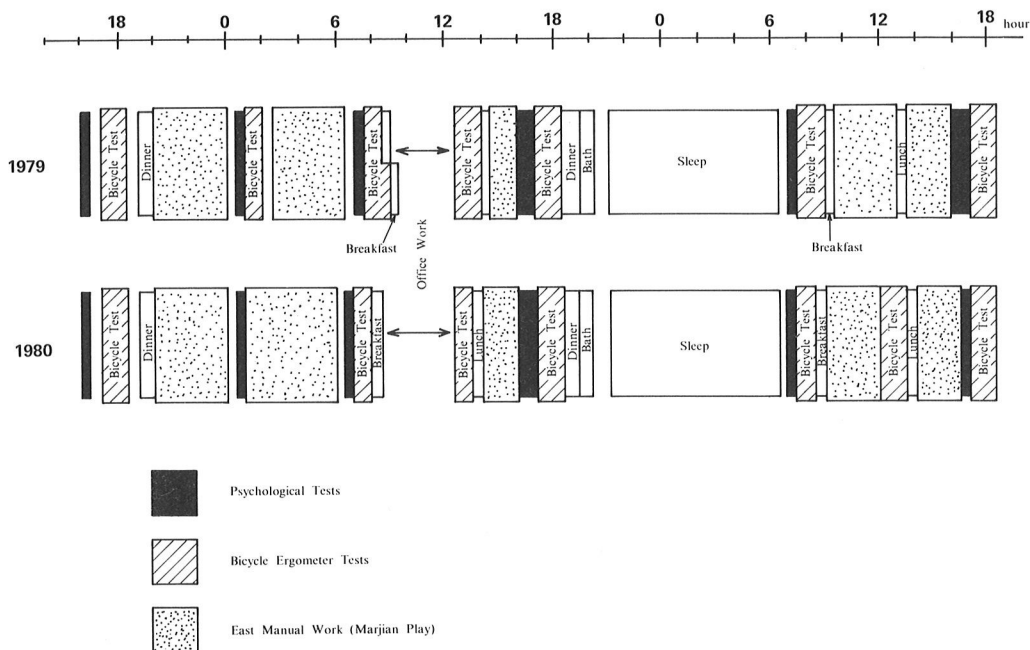


Figure 1. Time Schedule of the experiment.

これらの断眠・運動ストレステストおよびその間の測定等をタイムスケジュールをまとめ〈図1〉に示した。

なお、コントロール群の対象者は、この間(ストレス対象群のストレステスト期間中)、テスト実施の庁舎内にとどまり、昼間は激しい運動をさせた生活内容を保持させ、夜間は8時間の睡眠をとらせた。但し、ストレス対象群の運動負荷テストの実施時に、採尿、採血及び心理テストを実施した。

②測定項目

ストレス対象群の対象者についての測定項目およびコントロール群の採尿、採血、心理テスト測定項目は、次のとおりである。

ア. 呼気ガス代謝測定

運動中の呼気ガスを運動開始4-5, 9-10, 14-15, 19-20分に、1分間ずつダグラスバッグに採集し、換気量を計測するとともに、ゴダルト社製CO₂分析器、モルガン社製O₂分析器によってCO₂、O₂濃度を分析して、運動中の酸素摂取量を求めた。

イ. 血圧測定

聴診法及び運動時自動血圧測定装置(Applied Medical Research社製Model 1165)を用いて、運動開始前及び運動時5分間隔で血圧を測定した。

ウ. 心電図

断眠・運動ストレステスト開始時(金曜夕刻)、断眠後(土曜夕刻)、及び終了時(日曜夕刻)に、12誘導による安静時心電図を記録した。また、ストレステスト期間中は、テレメータ装置(日本光電KK製)を用いて、胸部2極誘導(V₅)による心電図を連続記録した。

エ. 心エコー図(UCG)

12誘導による安静時心電図を記録すると同時期に、エコーカルディオグラフ(福田電子KK製, Model 110S)を用いて超音波カルディオグラム(UCG)を写真記録し、左室拡張終期径、駆出率、一回拍出量をも

とめた。

オ. 血液分析

ストレス実験群の被検者について、各回の自転車エルゴメーターによる運動開始前、及び運動終了直後に、椅座位で、前肘静脈より採血した。但し、第3日昼(日曜)の運動では採血は行わなかった。

採血には4種類の真空採血管を用いた。

a. シリコン化採血管に10 ml採血し、血清分離後-20°Cに凍結保存し、後日オートアナライザー(Hitachi 706 Automatic Analyzer)にて、次の項目について分析した。

総蛋白(TP)、アルブミン(ALB)総コレステロール(CHO)、アルカリフォスファターゼ(AI-P)、無機リン(P)、総ビリルビン(BIL)、クレアチンリン酸酵素(CPK)、中性脂肪(TG)、 γ -グルタミールトランスペプチターゼ(γ -GTP)乳酸脱水素酵素(LDH)、オキシ酪酸脱水素酵素(HBDH)、クレアチニン(Cr)、尿素窒素(BUN)、グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ(GOT)、グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ(GPT)の15項目を測定した。また、クロール(Cl)を、コロライドメータ(Radiometer社製CMT 10)で測定した。

b. NaF 1mgの入った真空採血管に1 ml採血し、4°Cにて遠心分離し、血漿を-20°Cに凍結し、後日ブドウ糖(BS)を酵素法にて測定した。

c. 抗酵素剤(Trasylo1: Bayer社製)300単位及びEDTA・2Na 3.6 mgの入った採血管に3 ml採血し、直ちに4°Cにて遠心分離し、血漿を-20°Cに凍結保存し、後日、免疫学的グルカゴン活性(IRG)、インスリン(IRI)、C-ペプチド(CPR)を、radioimmuno assay法にて測定した。

d. EDTA-2Kの入った採血管に2 ml採血し、直ちに赤血球(RBC)、白血球(WBC)、血球容積(Ht)、血色素量(Hb)、血液水分量(BWC)を測定した。

カ. 尿分析

6時間毎に分割蓄尿し、尿量を測定し、 -20°C に凍結保存した。後日血清に準じてCrとClを測定した。また、クレアチニンクリアランス (CCr) を計算した。17ケステロイド (17KS) と Zimmermann 呈色反応法を用いて測定した。

キ. 体温測定

サーミスタ法 (タカラ工業50チャンネル体温データ集録装置) を用いて、ストレステスト期間中 (但し、睡眠時間を除く) 連続して、直腸温、耳管温、皮膚温 (胸部、上腕部、大腿部の3点) を記録した。

ク. 心理・行動テスト

第1日(金)夕^①、深夜^②、第2日(土)朝^③、夕^④、第3日(日)朝^⑤、夕^⑥、の6時期に実施した。

実施項目は、次のとおりである。

a. 自覚的疲労及び眠けと生理的反応：自覚的疲労症状検査、スタンフォード睡眠傾向尺度、フリッカー検査 (TKK式フリッカー測定装置)

b. 知覚-運動反応：単純反応時間及びCCNo (Cybanetical Control Number) テスト、追跡動作検査 (Tracking Test)

c. 情緒反応：状態不安の測定

d. 精神作業：内田・クレペリン式加算作業検査 (第1, 2, 3日目の夕刻のみ実施)

ケ. 運動の自覚症状

自転車のペダリングに5分間隔で、運動強度に対する自覚症状、すなわち主観的運動強度テスト (RPE: Rating Perceived Exertion: Borg Scale) を実施した。

3) ポスト・ストレステスト段階

断眠・運動ストレステスト期間終了後の2日間の回復経過を、スタンフォード睡眠傾向及び状態不安測定等の心理・行動テストを用いて観察した。

4. 結果とその論点

詳細な結果と考察は、本論文集の各論において述べられるが、ここでは本研究の主題に基づく総

論的立場からの結果とその論点について述べることにする。

(1) 呼吸循環系への影響

循環器系の重要器官である呼吸・循環器への影響は、運動ストレスに伴なう、エネルギー代謝、心拍数、血圧及び断眠の進行に伴なう心電図、心エコー等の面からの究明の結果と論点は次の如くである。

1) エネルギー代謝

①運動中酸素摂取量……各対象者について、一定運動負荷強度 ($\dot{V}O_2\text{max}$, 第1年次50~60%, 第2年次70~80%) であったにもかかわらず、運動中酸素摂取量の水準は、1年次も2年次もともに、夕刻及び昼間には高く、朝には低いという傾向がみられた。ことに、断眠翌朝には、最も低い値を示した。

②運動中心拍数の変動……断眠ストレスが進行する時間的経過にともなって、運動中の心拍水準が上昇した。第1日(金)夕刻と、第2日(土)夕刻の平均心拍数を比較すると、 $\dot{V}O_2\text{max}$ 50 ~ 60% 負荷では、109拍/分から117拍/分へ上昇 (第1年次, 1979), また、 $\dot{V}O_2\text{max}$ 70 ~ 80% 負荷では、142拍/分から148拍/分へ上昇 (第2年次, 1980) がみられた。心拍数の変動は個人差が大きく、特に疲労の影響を受け易いタイプ (対象者 N.I.・S.Y. は断眠により15~18拍/分上昇) があつた。睡眠をとった第3日目(日)では、心拍水準は、 $\dot{V}O_2\text{max}$ 50 ~ 60% 負荷 (第1年次, 1979) で、平均112拍/分と減少したが、 $\dot{V}O_2\text{max}$ 70 ~ 80% 負荷 (第2年次, 1980) の場合は、さらに上昇する場合 (S.A. N.I. H.M.) がみられた。

2) 心電図

安静時心電図では、2名の対象者 (S.A. M.O.) に変化がみられた。すなわち S.A. (30才) では、 V_1 、 V_2 のT波 (ターミナル) の陰性化が断眠後で高度となり、一過性の冠不全の疑いが見られた。M.O. (53才) では、II、III、 V_5 、 V_6 にST低下がみられ、この低下は、断眠後更に強度なものとなった。しかし、40時間の断眠

テスト終了後の8時間睡眠後には消失していた。

3) 心エコー

第2日(土)夕刻の左室拡張終期径は、第1日(金)夕刻時の最初の測定と比較して1名のみ減少がみられた。すなわち、対象者の内S.A.は、43mmから37mmへと大きな減少を示した。

一回拍出量や駆出率については個人差が大きく、一定の傾向がみられなかった。

4) 血圧

各運動ストレス10分目の値についてみると、 $\dot{V}O_2\max$ 50 ~ 60% 負荷(第1年次, 1979)で平均収縮期血圧142, 拡張期血圧83から収縮期血圧156, 拡張期血圧76への変化であった。しかし、第2年次(1980) $\dot{V}O_2\max$ 70 ~ 80% 負荷では、収縮期血圧187, 拡張期収縮86 mmHgから収縮期血圧195, 拡張期血圧81 mmHgと収縮期血圧の高いのが注目された。また、断眠が進行するにつれて、同一運動負荷に対して、収縮期血圧が上昇し、拡張期血圧の下降する傾向がみられた。特に、対象者の内2番目の高令である56才のS.Y.では、運動ストレス中に収縮期血圧が210 ~ 220 mmHgという高い値を示した。

(2) 血液・尿への影響

1) 血液の化学的組成について

血液及び尿への影響については、運動ストレスにかかわる場合と、日内変動の立場の2面からの究明結果について述べる。

①運動ストレスによる影響

ア. 運動後常に上昇するもの: TP, ALB, CHO, AI-P, P

イ. 運動の時刻により上昇するもの: CPK(第2日3回とも), γ -GTP, LDH, HBDH, Cl(第2日夕), Cr(第2日昼), IRG(第2日夕, 第3日朝), TG(第3日朝, 夕), BIL(第3日夕)

ウ. 変動のないもの: BUN, GOT, GPT

エ. 低下するもの: BS(第2日夕) CPR(第2日夕, 第3日夕)

②日内変動パターン

ア. 夜間低値型: TP, ALB, CHO, TG,

HBDH, LDH, γ -GTP, CPK, AI-P

イ. 夜間高値型: BUN, Cr

ウ. 不変動型: GOT, GPT

この傾向はいずれの分析についても一般的疲労時の傾向としてみられるものである。すなわち、断眠・運動ストレスは、日内変動パターンに対しては顕著な影響を与えなかったといつてよい。

2) 血液の物理的組成について

Hct は断眠ストレステスト期間の時間経過とともに徐々に低下を示した。特に、断眠時間の最も長かった第2日夕刻には低い値を示した。

Hb もまた第2日夕刻に低い値を示す場合が多かった。

BWC は、コントロール群と同様に、深夜から明け方にかけて上昇し、昼にかけて下降するという日内リズムがみられた。また、運動後にはいずれの場合にも下降がみられた。逆に、RBC及びWBCは、運動後に上昇を示した。

3) 尿について

尿中のClの排泄量は、第1日18~24時に比較し、第2日12~18時、第3日0~6時が有意に低値であった。コントロール群ではストレス群のような変動はみられなかった。

Cr排泄量は、ストレス群で夜間高値であった。クレアチンクリアランス(Cr)は、コントロール群では69 ~ 89.7 ml/分から100.1 ml/分へと大きな変動がみられた。注目したいのは、第1日18時~第2日6時が最高値で100.1 l/分であったが、第2日の12~24時の間で49.9 ml/分と最低値を示した。これは明らかに、断眠ストレスによる影響とみてよく、それは腎臓への血流低下の状態を示すものであろうと推察される。

(3) 体温への影響

体温への影響は日内リズムと運動ストレスの2面からの結果である。

1) 日内リズム……直腸温では、夕刻に高く朝方に低いという顕著な日内リズムがみられた。その変動巾は日内で0.8 ~ 1.1°Cの変化であった。

2) 運動ストレスによる影響……第1年次(1979)の $\dot{V}O_2\max$ 50 ~ 60%の運動を20分間行った後では、直腸温に0.2 ~ 0.4°Cの上昇がみられ、第2年次(1980)の $\dot{V}O_2\max$ 70 ~ 80%の運動ストレス後では、0.5 ~ 0.7°Cの上昇がみられた。かかる運動ストレスによる体温の上昇効果は、90~120分間持続した後、日内リズムの変動範囲内にもどった。なお、断眠の継続中は、夜間の体温の低下が少なかった。

(4) 心理・行動への影響

心理および行動への影響は、心理学的テストと運動ストレスにともなう、主観的運動強度(RPE)の2面からの結果について述べる。

1) 心理学的テストについて

①自覚的疲労症状検査では、一般的疲労、心的症状、心身症的症状の3つに分けて分析してみると、第2日夕刻には、一般的疲労がピークに達している。また、一般に平常では心的症状や心身症的症状の訴えはゼロか極めて低水準にあるものであるが、これらについても第2日夕刻には増加がみられた。特に心拍数、心電図等に変動や変化のみられたS.A.および収縮期血圧の大きな上昇のみられたY.S.の2名に、心身症的症状の訴えの高いことが注目される。

②スタンフォード睡眠傾向尺度

ストレス群では、第1日深夜、第2日朝、及び第2日夕刻と断眠時間の伸長とともに眠けの程度が高まっているが、各回の運動ストレス後には、一過性に眠けの程度が減少している。

フリッカー検査結果では、対象者S.Y.に断眠にともなう典型的な疲労状態が観察された。その他の対象者には、ほとんど変化がみられず、場合によっては覚醒水準が上昇する傾向もみられた。

③知覚-運動反応

単純反応時間及びCCNoテスト結果では、断眠による低下はみられず、むしろ向上したともいえる結果を得た。また、追跡動作検査でも、ほとんどマイナスの影響がみられなかつ

た。

更に、情緒反応テストでは、第2日目ではやや高い状態不安を示したのみでその他特別な影響はなかった。

精神作業(クレペリン)でも、顕著な断眠の影響といえるものはみられなかった。

2) 主観的運動強度(RPE)について

第1年次(1979) $\dot{V}O_2\max$ 50 ~ 60%負荷の場合には、第1日夕刻で11.0であったものが断眠後の第2日(土)夕刻には13.2に上昇し、睡眠をとった第3日(日)の夕刻には、12.0程度に低下していた。第2年次(1980)の $\dot{V}O_2\max$ 70 ~ 80%負荷の場合では、第1日(金)夕刻から13.7と高い値を示し、この水準がそのまま第2日(土)夕刻まで持続したが、睡眠後は、13.2~13.0の程度と、わずかではあるが第1年次同様減少がみられた。但し、その個人差の範囲は著しく拡大している。

考 察

先に本研究の主旨並びに目的の項で述べた如く、本研究は循環器系疾患の誘発要因とその予知方法の解明であり、分担者の研究の要請は予知方法としての運動負荷テストについてである。

運動負荷テストについては、すでに疾患診断方法として今日臨床的に広く用いられている。マスターステップテストを始め、トレッドミルまたは自転車エルゴメーターによる方法等が用いられているが、マスターステップテスト以外は、まだその適用範囲は特定な研究グループを除いては健康者のみを対象とした、循環器系の機能評価テストの域を出てはいない。

しかし、周知の如く、マスターステップテストにより発見される心電図の異常所見者はほとんどが心疾患の保有者であり、それは循環器系の誘発要因の予知をはるかに越えた、循環器系疾患、特に心疾患の診断と治療へのアプローチとしてのテストであるといつてよい。本総合研究の主旨に基づく運動負荷テストは、そこまでに到らない道程で未だの誘発要因の発見を意図するものである。

論点が少し脇道に入るが、成人病は日常生活に

ともなう不知不識の内に起る環境ストレスを含めたごく軽度な歪の積み重ねによって誘因されるものであり、それは病原となる毒物や細菌等によって導かれる疾患とは明らかに区別されるものである。今、後者を一過性の病原的疾患と呼称するならば、前者の成人病は、経時的の病因的疾患といふことができよう。求められるテストは、循環器系の経時性をもった病因またはその誘発要因の捕捉を可能にする条件をもったものである。具体的実施した本研究はこの認識のもとに行われたものである。すなわち、一過性ではあるが、かなり極端な生活リズムの乱れた状況下で一定間隔の運動負荷テストを行うことにより、循環器系機能の対応能力を知ることから、経時性をもった循環器系にみられる。歪の発見を試みようとしたものである。したがって、運動ストレス下での諸測定は、我々のセンターの研究スタッフの及ぶ限りで多様な内容とした。各測定内容とその結果や考察については、各論において述べてあるので参照されたい。ここでは本研究の主課題である運動負荷テストとしての関係のみをまとめてみたい。

約40時間に渡る断眠下での軽作業の持続と、その間における7回の運動負荷での生活では、一過性にしろ、個々人の生体の生活リズムを著るしく混乱させるまでには至らず、予定されたテストは支障なく実施された。とはいえ、これを個人別にみた場合、断眠および運動ストレスの影響をかなり強く受け、その結果としての循環器系機能面に好ましくない以下のような徴候がみられた。

- ①運動負荷テストでの心拍数および血圧の一定水準以上の上昇
- ②血液性状での CPK, LDH, HBDH の上昇値

の増大、および Hct の低下

- ③ T波の陰性化や ST の強度な低下などの心電図の異常所見
- ④自覚的疲労症状検査での高い水準での心身症的症状の訴え

しかも、これらの生体の応答は別々の個人にみられたものではなく、断眠時間の伸長にもなって繰返される運動負荷テスト毎に、特定な対象者に漸増的に集中してみられたことである。このことは外見上明確な生活リズムの変調としての対応は見られないが、その生活リズムをやがて崩すであろう、循環器系への経時的病因と思われる歪を、上記のような諸応答として一過性ではあるが示しているといつてよい。

すなわち、本研究の成果は特定なストレスに多重化して行われた運動負荷テストではあるが、生体の正常条件保持のための、経時的歪の予知として、明らかに運動負荷テストの有用性を示しているといつてよい。しかし、本研究はかなり危険をおかしての研究設定であり、また、その設定にあたって1年間の追跡期間を設けながらも、この間における対象者の日常的循環器系能力の把握等について不十分な点があったため、個々人について当然誘発されていたであろう、軽度な歪を捕捉することができなかったという欠点等もまた指摘できる。

とはいえ、循環器系疾患の誘発要因の解明のための運動負荷テストについての本格的研究の取り組みは、本邦ではようやくその緒についたといえる。本研究の成果を踏まえて一層の課題解明を意図したい。

(1982年2月10日受付)