

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

29巻 11号 1967

IBP 紹介

高木健太郎・永坂鉄夫：南米 Aconcagua (標高 7035 m) 学術遠征に関する報告……619

原 著

伊藤久：覚醒ならびに睡眠時における閃光刺激による誘発眼瞼微小振動反応について……628

吉田義之：自動車の振動による人体の影響について……641

速 報

Shinji Itoh and Akihiro Kuroshima : Distribution of brown adipose tissue in Japanese new-born infants ……660

Shinji Itoh, Katsuhiko Doi and Akihiro Kuroshima : Peripheral tolerance to cold of Hokkaido residents ……662

加藤漸：超微小電極としての毛細管に簡易且直接溶液を注入する一方法……664

尾崎俊行・伊藤久：大脳における緩電位変動測定の改良に関する一知見……666

日 本 生 理 学 史

広島大学医学部生理学教室史……668

短 報

〔意見〕鈴木正夫：ニューロン表記の根拠——久保田競氏に答える……671

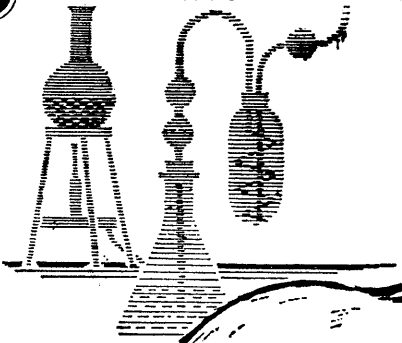
〔書評〕市河三太：Fundation of Clinical Psychology ; R. H. Dann……672

〔会報〕お知らせ……672

〔編集後記〕……672

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会



ラット Donryu

特長

- (1)吉田肉腫に対して高感受性を有す。
- (2)温順、発育良好、飼育容易。
- (3)毒性、栄養、薬理、内分泌その他、
広く用いられます。

Donryu Rats を作り出した日本最大の
Conventional Rats 生産所です。今後
なお皆様のお役にたつため量・質とも
に向上するよう努力いたします。

飼育系統——〈Donryu〉 〈Wistar〉



日本ラット(株)

埼玉県浦和市根岸608-3
TEL (0488) 22-7493

(IBP 紹介 (V)) 南米 Aconcagua (標高 7035 m) 学術遠征
に関する報告 612. 014. 41 : 796. 52 (238.1)

Report on the scientific expedition to the Andes in 1965~1966

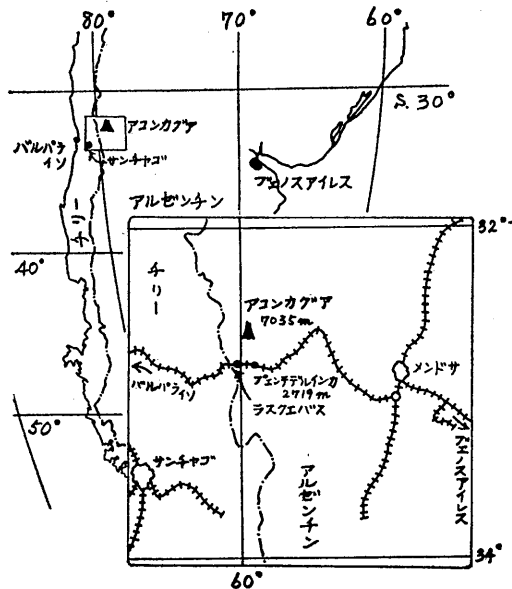
高木 健太郎・永坂 鉄夫
(Kentaro Takagi・Tetuo Nagasaka)*

I. 学術遠征の概略

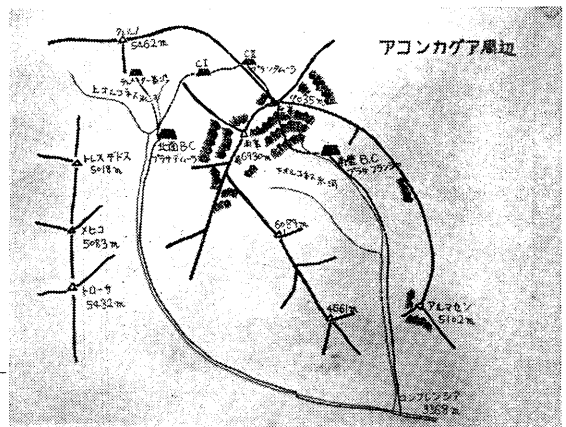
昭和40年春に組織された名古屋大学アンデス学術遠征隊は、同年10月から翌年3月まで南米 Argentina, Aconcagua (標高 7035 m) において高所医学研究及び高所登攀を行なった。隊員は14名 (55~22才男子), そのうち研究者は5名, 他は被験者としての登山家により構成された。この内、隊員12名は昭和40年10月11日、川崎汽船ポリビア丸にて横浜港出航、10月13日深夜室蘭を離れ、大圏を通り10月29日 Los Angeles 港着。その後は中南米西海岸に沿って南下し12月1日、Chile の Valparaiso 港に到着した。船

中では隊員の体温、心拍数等を毎日測定しつづけ、また海拔0mでのコントロール値をうるため、息こらえ、安静時および運動時の肺胞ガス分析、心電図、血圧等からみた循環動態の測定、血液成分、尿成分、運動能力、筋力、メンタルテスト等高所到着後測定されるべき項目について繰り返し実験を行なった。運動には小型自転車エルゴメーターを利用した。

Valparaiso には1週間滞在し、列車にて12月10日 Argentina, Mendoza 州 Puente del Inca (標高 2719 m) に到着。同国山岳部隊の宿舎におちついた (第1図)。到着後は直ちに実験器具装備等の整理をはじめ、12月15日未明第1陣が Aconcagua 中腹のベースキャンプ (標高4200m) に向けて出発した。Puente del Inca から基地までの約 40 km 強をラバでその日のうちに移動、基地設営のかたわら直ちにそこでの実験を開始した。5班に分れた隊員はその後隔日に基地に到着した。テレメーター基地は標高 4400 m, ベースキャンプより約 2 km はなれた Aconcagua 北峰の見通せる氷河上に設営した。テレ



第1図. Aconcagua を中心とする各地域の関係を示す。



第2図. Aconcagua 周辺のルート図。

* 名古屋大学医学部第1生理学教室
First Department of Physiology, Nagoya University
School of Medicine

メーターによる高所登攀時の心電図変化は12月26日より記録を開始した。この間基地ではほぼ毎日各種の測定が行なわれ、41年1月6日実験を終了して研究者のみ Puente del Inca へ下山した。

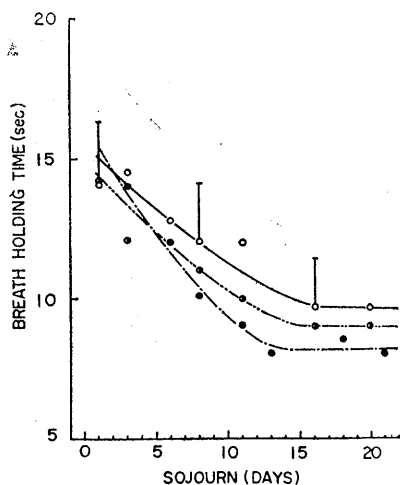
コントロール値と短時間低圧曝露の影響をみるため、昭和40年2月～7月、名古屋大学環境医学研究所、低圧実験室において数度に亘る実験を行なった。実験成績の一部はすでに報告されているが、詳しい成績については他の機会に報告したい。

II. 高所における測定成績

1. 呼吸機能

安静呼吸をしている被験者(坐位)で呼気位での息こらえ時間(BHT)および Breaking point での P_{ACO_2} , P_{AO_2} を測定した。息こらえ前に毎回、正常安静呼吸時の P_{ACO_2} , P_{AO_2} , 分時呼吸量(\dot{V}_E)および呼吸数を測定した。 P_{ACO_2} , P_{AO_2} の測定には理研干渉計(精度 $\pm 0.5\%$)を用い、 \dot{V}_E は Dräger 流量計によって計測した。呼吸数、呼吸量とも毎回ほぼ同時刻に被験者の他の生理機能の活動レベルの同じころをみはからって測定した。

a. BHT, Breaking point での P_{ACO_2} , P_{AO_2}



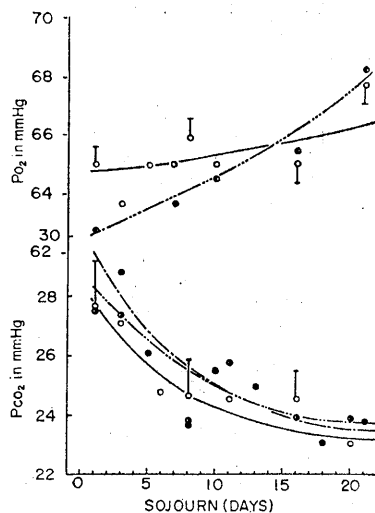
第3図. 滞在によるBHTの変化。—○—は平均値 ($n=14$)。縦線はSD。—●—および—●—は2人の別々の被験者のもの。

BHT はすべての被験者で高所滞在の日数が増すにつれて次第に短縮した(第3図)。14.0 \pm 2.4秒(第1日目)であったBHTは滞在第2週目のおわりで10.2 \pm 1.7秒と短縮、その後はほぼその値を保った。Breaking point での P_{ACO_2} は滞在第1日目が最も高く(27.0 \pm 0.9 mmHg)、滞在日数の増加につれて次第に低下し第3週目には23.0 \pm 0.6 mmHgとなった。反対に P_{AO_2} は滞在第1日目が62.5 \pm 0.6 mmHgであったものが次第に上昇し、第3週目のおわりには64.5 \pm 0.6 mmHgとなった(第4図)。

b. P_{ACO_2} , P_{AO_2} , \dot{V}_E および呼吸数

P_{ACO_2} , P_{AO_2} の変化は共に Breaking point での P_{ACO_2} , P_{AO_2} の変化と平行する(第5図)。 \dot{V}_E は滞在とともに増加するが(第1日目7.5l/分STPD \rightarrow 第3週目のおわり、9.4l/分STPD)、同時に呼吸数も増加する(第1日目18.8回/分 \rightarrow 第3週目のおわり23.7回/分)。 \dot{V}_E を呼吸数で割って求めた1回呼吸量は滞在中常に約400ml STPDと一定で、高所馴化者にみられる \dot{V}_E 増加は1回呼吸量の増加によるのではなく、主として呼吸数の増加によっていることが判明した(第6図)。

以上の実験から高所滞在日数が増すにつれ



第4図. Breaking point での P_{ACO_2} , P_{AO_2} の変化。

て、i) 息こらえ時間の短縮、ii) P_{ACO_2} の低下、iii) 呼吸量の増加は1回呼吸量の増加でなく呼吸数の増加によって説明される等のことが明らかになった。高所滞在による呼吸中枢（化学受容器も含めて）の CO_2 に対する閾値の低下、あるいは感受性の増加¹⁾²⁾³⁾がその原因であろう。Breaking point での P_{ACO_2} と安静呼吸時の P_{ACO_2} の差は第2週のおわりまでは次第に小さくなり、その後は再びその差が大きくなる（第5図）。この原因の説明には更に精密な実験が必要であろう。

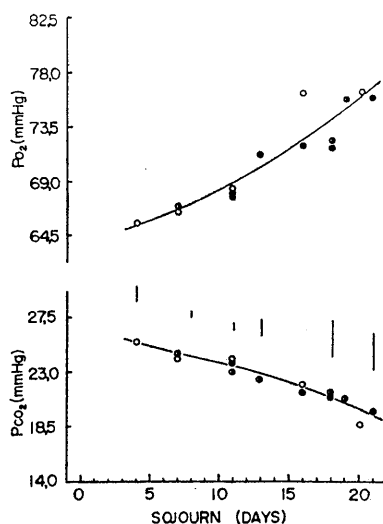
この実験では、すべての被験者が同じように高所馴化していたのかどうか疑わしい。ある者は7000 m の高所にまで到達したが、ある者は4200~4400 m の比較的低い高度に終始生活した。したがって、たとえ実験は4200 m の基地で行なわれても各々が生理的にも心理的にも全く同一のグループとは考え難い。結果にばらつきが多かったのはこのように各人によって高所順応の程度が異ったためではないかと推察する。

2. 循環機能

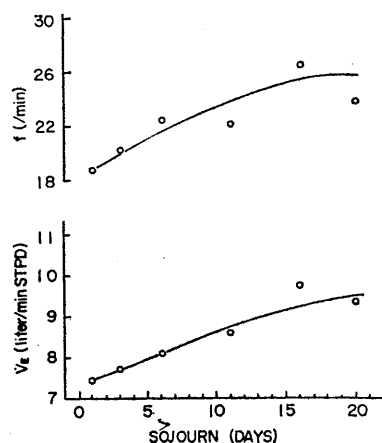
安静時ベースキャンプで測定された循環機能は、i) 心拍数、ii) 最高、最低血圧、iii) それらの変化から計算した心拍出量および1回拍出量⁴⁾である（第7図）。これらの変化から推測される心臓血管動態は高所滞在第2週目までは著明に変化し、第3週目では旧に復するか、可成り低いレベルで一定の値におちつく。一般に高所到着後から第2週目のおわりまでは最高血圧の上昇より最低血圧上昇の方が著明で、したがって脈圧はこの時期にいちじるしく減少する。最低血圧は平地での平均に比してこのあいだ約10~20 mmHg 高い。

1回拍出量の変化はほぼこの脈圧の変化と平行する。すなわち高所到着後次第に減少しはじめ第2週のおわりには平地での平均にたいして75~80%になる。心拍数は平地におけるよりはるかに多い。したがって分時拍出量は約125~140%に増大する。ただ一人の被験者では(SA, 36才)、この間最高血圧の上昇が著明で、最低血

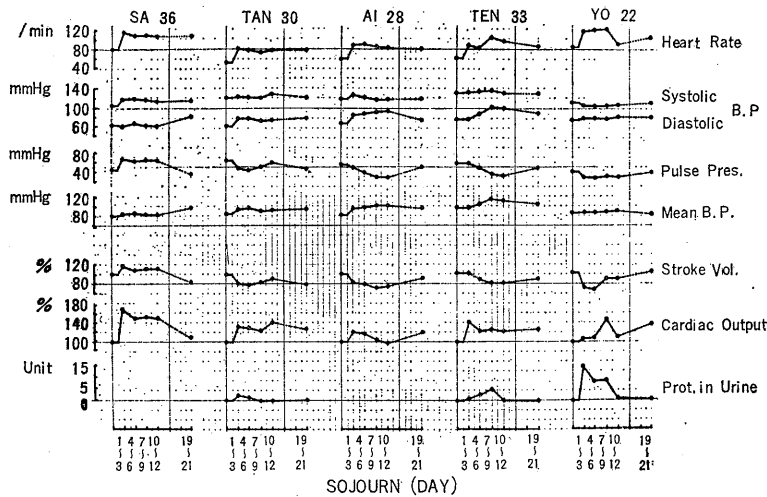
圧は却って僅かに低下した。14名の被験者の中ではこの人だけが例外であったが、他の研究者の報告⁵⁾にはこのような例も多い。しかしこの被験者が体力的に他の登山者以上に優れていたとはいえ、原因について早急な結論はむづかしい。いずれにしても心臓血管系の高所における変化は、高所滞在第2週間でほぼ完成し、その後は一定のレベルにおちつくことが推測出来る。このようなことは Ghollman⁶⁾, Asmussen ら⁷⁾によっても報告されており、また高所での



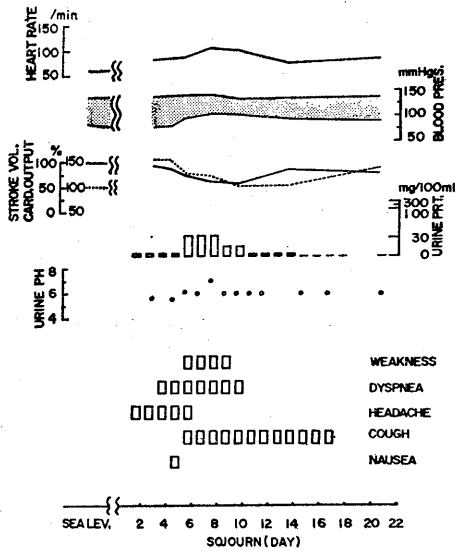
第5図. 安静呼吸時の P_{ACO_2} , P_{AO_2} の変化、縦線は Breaking point での P_{ACO_2} から安静呼吸時の P_{ACO_2} をひいたもの。



第6図. \dot{V}_E および呼吸数の変化。



第7図. 5例の被験者の滞在中各種生理機能の変化。



第8図. 被験者 (TN 33才) の心臓血管動態の変化と自覚症状。

最低血圧の上昇は、ごく最近では Siri⁸⁾ によっても報告されている。今迄通説の如き最低血圧の下降⁹⁾¹⁰⁾との相違の原因を説明するのは困難ではあるが、被験者のほとんどが1~2週間目で激しい咳をとまらぬ泡の多い痰に苦しめられたという事実は肺循環系の鬱血の存在を暗示する。高所馴化の完了するまでは末梢循環系の抵抗増加、すなわち最低血圧上昇がより一般的な変化であろうと思う。

3. 赤血球数 (RBC), ヘモグロビン値 (Hb)

高所到着直後から1~2日間は RBC, Hb 共著明な増加はみられない。3~4日後から増加しはじめ、RBC は $5.6 \times 10^6/\text{mm}^3$, Hb は 104% となった。Sumiyoshi ら¹¹⁾によれば、高所到着後2日で血清ビリルビン量が約2倍になる。それが崩壊された赤血球数と比例するとすれば、高所到達後に赤血球数の増加が観察されなかった理由を単に赤血球造成機転からおこらなかったためと断定することは出来ない。低圧下では血液量の増加がおこることも報告されている⁴⁾¹²⁾。したがって新に造成された赤血球が多量の血漿によって稀釈されている場合もありうるわけで、 1 mm^3 中の血球数のみから高所到着直後から造血機転の促進がおこらないと結論することは出来ない。RBC は高所滞在中増加しつづけるのではなく一定の値に達したのち平衡になる。このレベルオフの時期は他の研究者⁴⁾¹³⁾よりやや早いようである。一部被験者は約2週間海拔 2730 m の軍宿舎に滞在したのち基地に到着した。そこでの滞在ですでに可成り赤血球増加機転の促進がおきた結果であろう。

4. 尿成分 (特に蛋白, 糖) の変動及び自覚症状 (第8図)

1 回心拍出量が低下すると可成りの数の被験

者の尿中に蛋白の排出がみられた。滞在 2 週間後、1 回拍出量、分時拍出量共かなり旧に復したあとではこの蛋白排出はみられない。しかし一部被験者で更に高所に登攀した場合には再び心臓血管動態の低下と共に尿蛋白が検出された(被験者 YO)。分時拍出量の低下に伴う腎血流量の低下も一つの原因であろう。蛋白排出の著しい場合の被験者は顔面、手甲等に浮腫があらわれ、顔貌は特異な満月型となる。早朝、あるいは午前中の非活動時に蛋白の検出される場合でも、軽度の運動で心拍数が増し必然的に分時拍出量の増加する午後には認められない場合が多い。高所では末梢循環系との関連において腎機能等を研究する必要がある。pH、糖には著明な変化がみられなかった。電解質、ホルモン等については多くの報告があるがここでは測定していない。

高山病の症状は不快なものであるが、中でも激しい頭痛と Chyne-Stokes 型呼吸は到着後第一夜があけた早朝から突然はじまり最も印象的である。最も早く気づく症状がこの頭痛であれば、最も早く消滅するのも頭痛である。頭痛が消え、安静にしておれば充分高所に馴化した如く思える第 2 週のはじめごろ呼吸困難がひどくなる。咳はひどく、特に早朝泡の多い痰の出ることが多い。自覚的な筋力の低下も第 2 週目に気づくことが多い。このように症状によって出現の時期がまちまちであるのは、結局これら症状をひきおこす原因自体が異なること、いかえれば低圧曝露によってひきおこされる各種の変化は決して同じ時間経過で馴応しないことを示しているのであろう。

5. 握力等筋筋縮力の変化

握力計をにぎる、あるいはストレンゲージを 2 本の指ではさんで圧迫する、数取り器のノブを 30 秒間連続的に押し続けてその数を読む等できわめて簡単に筋力の測定を行なった。しかしこれでは例え自覚的に筋力の低下があっても滞在期間による差がみられない。

6. 高所登攀中の被験者の心電図、心拍数のラジオテレメーターによる記録

標高 4000~7000 m の高所を實際登攀中の被験者の心拍数、心電図などを客観的に観察するのはラジオテレメーターによる以外方法がない。この実験で用いたテレメーター装置は、

i) 受信機. 150×150×35 mm, 450 g で高感度トランジスター増巾器とサブキャリアーおよび FM 送信器からなる。FM 送信には周波数 84.8 MC, 出力 0.5 ワット, 最大到達距離 5 km のものを使用した。ii) タイマー. 81×57×37 mm, 400 g で、9~11 分間に 1 度 60~100 秒間心電図の増巾送信を行なう、増巾機、送信機へ電池からの入力をコントロールするように設計されている。実際には一人の被験者の心電図は 60 秒間送信され 9 分 30 秒休止、他の一人のは 80 秒間送信後 10 分間の休止、更に他の一人のは 100 秒間送信で 10 分 30 秒休止の如く組合され、記録は 1 チャンネルの熱ペンオシログラフでおこなったが、休止、受信間隔を測定することにより容易に 3 人それぞれの心電図を区別することが出来た。タイマーは 1 度ゼンマイを捲けば 1 週間はそのままで作働した。iii) 電池箱. 135×120×35 mm, 800 g. 電源には全部で 12.5 V の充電可能な column 電池を用いた。上記 3 装置は特別に設計したチョッキのポケットにおさめ、更に上から防寒具を着用して極度の低温に曝露されるのをさけた。テレメーター基地での電源には 60 サイクル 100 ボルトの交流(発動機発電による)を用いた。

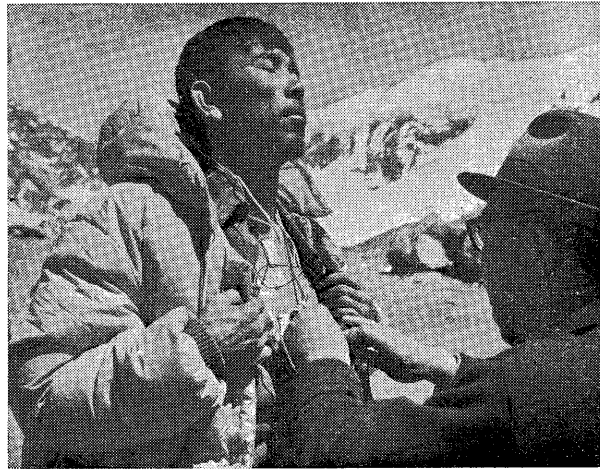
心電図の記録電極には電導性ゴム板を用い、これに電極糊をつけて一極は鎖骨下胸骨右縁の、一極は心尖拍動部の皮膚にはり、水腫創膏でその上をおおって乾燥を防いだ。不関電極は両電極の中間皮膚上においた(第 9 図)。被験者には N 30 才, I 28 才, O 22 才の 3 名を選んだ。彼等は同じ日に Puente del Inca より基地に到着し、その後 1 週間以上そこに滞在した。12 月 28 日、4200 m の基地より登攀を開始し、約 5000 m の C₁(テント)にその日のうちに到着。そこで夜営ののち次の日 5200 m の C₂ に到着した。ここで再び夜営ののち、12 月 30 日一旦全員基地まで下降、1 月 3 日早朝ラバで 6200 m の

地点まで登り一泊、翌日7035 mの頂上をめざしたが被験者 I 以外は7000 m 迄到達出来なかった。高所滞在中は睡眠中も心電図を記録しつづけた。

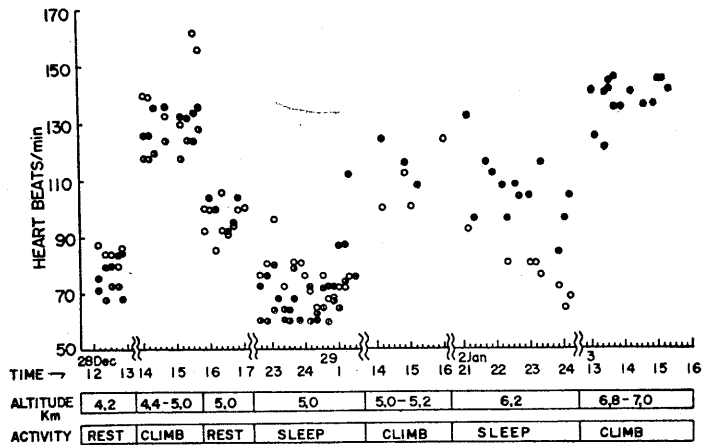
1) 高所登攀中の心拍数

高所到着後の被験者の安静時心拍数(平地で56~61/分)は99~108/分と上昇。しかし滞在日数が増すにつれて次第に低下し、約2週間後には70~84/分となった。心拍数にも日差変動がみられたが(平地で1日の差12~14/分)、高所では変動が特に大きく24~34/分であった。登攀を開始すると心拍数が増加する(第10図)。被験者 N では130/分、I では136/分、O では163/分であったが、150/分を越えると著明な期外収縮等の異常が認められるようになった。5000m の高所では安静時心拍数は4200m の基地のそれより遙かに高い(90~100/分)、睡眠時には基地での安静心拍数より少なくなる。翌日更に高所へ登攀しても心拍数は前日のそれより多くならない。

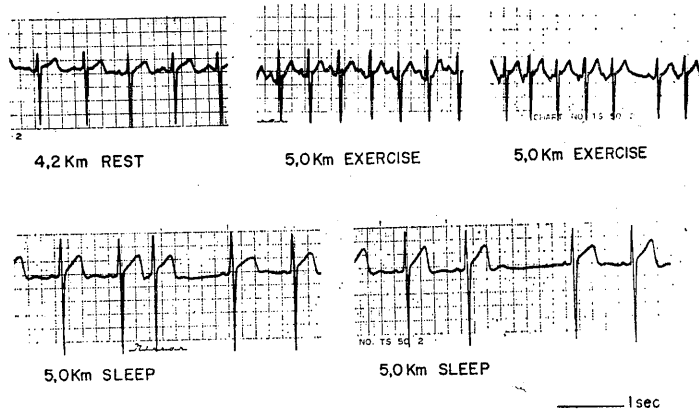
運動中の心拍数も一般に高所馴化がすすむにつれて変化する。特に固定負荷をかけて最大運動をした場合にはその心拍数は可成り低いところに落ちつく(14)。エルゴメーターでの運動負荷と比較しても、登攀は可成りの負担を生体におよぼさずであり、被験者3人の心拍数は全測定中150/分を越えなかった(例外的に被験者Oで163/分になったが、これは期外収縮のため)ことから、この150/分がお



第9図. 被験者(O)に心電図電極をつけている験者(著者)。



第10図. 高所登攀中の被験者の心拍数。



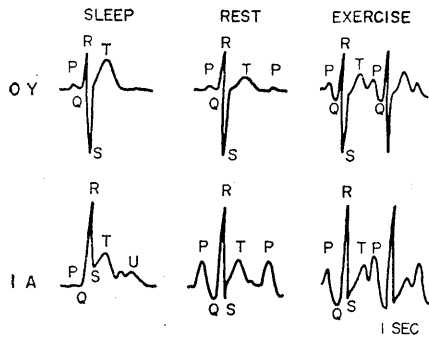
第11図. 高所での心電図(被験者(O))。

そらく 4200m に馴化後の最大心拍数であろうと思われる。

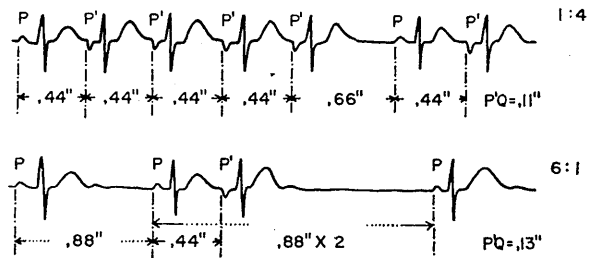
ii) 登攀中の心電図

登攀時の心電図はきわめて特徴的で、1) P

波の増高、2) PQ の抑制等が全被験者にみられる (第11, 12図)。反対に睡眠中はこのP波はきわめて平坦化し、代ってU波等があらわれる。特に被験者Iの登攀時心電図ではP波はT



第12図. 高所における被験者の状態と心電図の変化 (OY-被験者 O, IA-被験者 I).



第13図. 期外収縮と正常心電図との関係を示す。

表 1. 登攀および睡眠中の被験者 (上段 (O), 下段 (I)) の心電図の分析

TIME	COND.	ALT.	RATE	RR	RHYTHM.	PQ	QT	QT	TIME	NOTES
		(in Km)	(/min)	($\frac{x1}{100s}$)		($\frac{x1}{100s}$)	($\frac{x1}{100s}$)		JUDGE	
pm 0:15	ST	4.2	88	68	N	16	40	P		
3:02	ST	↓	94	64	N	16	36	UL		After 2 hr. ascending.
3:15	EX		132	45	N	15	32	P		
3:29	EX		120	50	A	15	33	P		Extrasystoles, inverted P.
3:45	R		96	62	N	16	35	N		At C ₁ .
4:00	R	5.0	97	61	N	16	35	N		
4:15	R	↓	98	61	N	16	35	N		{Low voltage P, appearing of U.
11:10	SL		72	83	N	16	40	N		
12:00	SL		71	84	N	16	40	N		Flat P.
am 0:25	SL		75	80	N	16	40	UL		"
0:40	SL	↓	75	80	N	16	40	UL		"
0:53	SL		70	85	N	16	42	UL		"
1:06	SL		75	80	N	16	42	P		
1:18	SL		78	77	N	16	40	UL		
1:46	SL	↓	82	74	N	16	39	UL		Flat P.
1:59	SL		65	92	A	16	42	N		Compensatory extrasystoles.
2:21	SL		66	90	A	16	42	UL		" , U wave.
2:35	SL		5.0	68	87	N	16	40	N	
pm 2:40	ST	↓	102	59	N	16	37	P		Flat T.
2:55	ST	5.2	116	52	N	12	30	N		Inversion of P.
2:43	ST	4.5	112	54	N	19	34	UL		
3:00	ST	↓	100	60	N	18	36	UL		Pulmonal P, high voltage P.
3:12	EX		130	46	N	18	30	UL		Decrease of PQ segment.
3:25	EX		128	47	N	18	30	UL		"
4:00	R		5.0	94	64	N	20	34	N	
4:18	ST	↓	94	64	N	20	36	N		High voltage P.
10:40	SL		77	78	N	20	40	UL		
10:52	SL		74	81	N	20	38	N		
11:20	SL		64	94	N	18	46	P		Flat P, Appearance of U.
11:32	SL	↓	64	94	N	20	44	UL		
am 0:50	SL		5.0	86	70	N	18	40	P	

波より高い。被験者 O の期外収縮は登攀中のみでなく睡眠中でも観察された (第13図)。高所登攀中の心電図のうち 3 人に共通な点は、a) QT 時間の延長、b) 高電位 P、c) PQ の抑制および、4) Sinus tachycardia である。その他 T 波の抑制される場合もある (表 1)。高電位 P と PQ の抑制からは肺循環系の高血圧が推測される。高所での過度の運動はひいては慢性の肺鬱血、浮腫の原因となろう。多くの被験者が高所到着後数日して、しかも前日比較的体調がよくてある程度運動したあとで激しい呼吸困難、痰の多い咳等に苦しめられた原因もこの肺浮腫であろう。

睡眠時の心電図は、a) 低電位 P (時には P 波消失)、b) U 波出現、c) Sinus bradycardia が特徴的にみられる。時には睡眠中でも QT 時間の延長がみられるが、これは心拍数、ひいては心拍出量の極度の低下によって運動時と同様、心筋への酸素供給が阻害されるためであろう。被験者 O にみられる期外収縮 (第13図) は可成り特徴的である。彼は平地あるいは低圧室中では例え運動中でも決してこのような異常を示さなかった。期外収縮では P 波が逆転 (P'), P'Q は 0.11 秒とやや短縮する。睡眠時の期外収縮は P'P が普通の PP 間隔の 2 倍の代償性上室性期外収縮であった。

Ⅲ. あ と が き

Barcroft のエベレストへの学術遠征はあまりにも有名であり、呼吸、血液の生理学に貴重な資料をもたらした。以後諸外国には医学、生理学の学術遠征を加えた遠征は非常に多い。わが国においてもマナスル遠征をはじめとして登山遠征は近時益々増加の一途にあるがその殆んどは単なる登攀であり、登頂と技術面のみが重視される傾向にあって、それと共に医学生理学的な本格的な研究が行なわれたことはないといつてよい。われわれは日本山岳会東海支部の隊員と共に最初ヒマラヤ山系ローテシャル登山を企図したが時期を失し、ついでマカルーへの登山を計画した。しかしこれもネパール政府の許可がえられなかったため中止となった。こうして一時は挫折したが、隊員諸氏の努力によって最後に残された西

半球の最高峰である Aconcagua に向うことになったのである。

何といつても学術隊自身、海外遠征、高所での測定など全く不慣れであった。被験者も隊員とともに寒冷と低酸素に苦しめられ、しかも日本と全く裏側の地球上でのテント内の生活で測定を行なわねばならなかった。その上当時の経済的不況の中にあつての遠征渡航費、研究器具の購入などは困難をきわめた。以上のような不利な条件の下で第 1 回目としてはある程度の成果を取めたのは公私にわたる各方面からの多大の御援助と隊員各自の並々ならぬ努力によるものである。なかんずく、文部省、厚生省、名古屋大学高所医学研究部会の各教授、IBP HA 部日本側代表、吉村寿人京都府立医科大学々長、中部日本新聞社には遠征の前後を通じて多大の御援助をえた。遠征隊の実際の活動に御支援と有効な助言を下された、Peru, Chile, Argentina 各日本大使館の方々および在留邦人各位、海拔 0 m での基礎実験の機会を提供された川崎汽船ポリピア丸、松井船長および乗組員各位、Aconcagua 登攀について心からの御協力をねがった Argentina 山岳部隊 Compañia de Esquidoro de Alta montaña 8, Puente del Inca, Meudoza 隊長 O. G. Driollet 大尉および各将兵にも心から御礼申しあげたい。予備実験の場所を提供されそれに御協力下さった本林富士郎元教授、御手洗玄洋教授をはじめとする名古屋大学環境医学研究所の方々、成績の処理について御助言をえた名古屋大学医学部日比野進教授、同水野康博士、佐竹辰夫博士にもここで厚く御礼申しあげる。

文 献

- 1) Rahn, H., Bahnson, H. T., Maxeorthy, J. F. and J. M. Hagen, (1953) J. Appl. Physiol. **6**, 154
- 2) Rahn, H., Stroud, R. C., Tenny, S. M. and Mithoefer, J. C. (1953) J. Appl. Physiol. **6**, 158
- 3) Kellogg, P. H. In (1963) The regulation of human respiration: Proceedings of the J. H. Haldane Centenary Symposium, 1961. p. 379
- 4) Balke, B. (1964) Am. J. Cardiol. **14**, 796
- 5) Kreuzer, F. and Honda, Y. (1966) Fed. Proc. **25**, 1388
- 6) Grollman, A. (1930) Am. J. Physiol. **93**, 19
- 7) Asmussen, E. and Consolazio, F. C. (1941) Am. J. Physiol. **132**, 555
- 8) Siri, W. E. (1965) Final report of American Mt. Everest expedition, 1963. Univ. of Calif. Berkeley, Calif.

- 9) Marberger, J. P., Wechselberg, P. H., Pestel, C. V.
Vawter, G. F. and Fransblau, S. A. (1951) USAF
Sch. of Aviation Med. Proj. No. 21-23-019, No. 4.
- 10) Proper, R., Nevison, T. and Mohler, S. (1964)
Am. J. Cardiol. **14**, 796
- 11) Sumiyoshi, M., Sumiyoshi, N., Ôtani, N., Yamada,
K., Yano, T. and Emura, M. (1962) Jap. Circula-
tion J. **26**, 533
- 12) Hurtado, A., Merino, E. Delgado (1945) Arch.
Intern. Med. **75**, 284
- 13) Luft, V. C. (1941) Ergebn. Physiol. **44**, 256
- 14) Åstrand, P. O. and Åstrand, I. (1958) J. Appl.
Physiol. **13**, 75



〔原著〕 覚醒ならびに睡眠時における閃光刺激による誘発眼瞼微小
振動反応について 612.847 : 612.741 : 612.821.7

伊 藤 久*

**Photically evoked lid MV response from wakefulness to sleep
in man**

Hisashi Itoh (*First Department of Physiology, Faculty of Medicine, Hiroaki University*)

The lid microvibration (MV) response to flash stimulation was detected by the summation method and its mechanism was investigated in 68 subjects including 3 patients (facial paralysis, ocular myasthenia gravis and anophthalmos). All night experiments were performed on 5 of 65 normal subjects in order to study lid MV response during natural sleep. The results obtained may be summarized as follows.

1. The general feature of the lid MV response in waking normal subjects was characterized by an initial small downward deflection and following large upward one whose mean peak latencies were 60 msec and 73 msec respectively and succeeding several deflections. The first upward component with peak latency of 73 msec was constantly observed in any subject, whereas the latter components were less steady, a great deal of individual variety being noted.

2. The lid MV response was recognized as so-called retino-palpebral reflex which originated in the orbicularis oculi and appeared bilaterally.

3. The lid MV response was hardly obtained in moderate and deep states of natural sleep.

4. Clear correlation between appearance of the lid MV response and electrical activity of the brain indicated by EEG led to the conclusion that functional existence of the brain stem reticular formation was necessary for the production of the lid MV response to flash stimulation.

[*J. Physiol. Soc. Japan* (1967) 29, 628-640]

I. 序 言

生理的に存在する、肉眼では認められない身体表面の微小振動 Microvibration (MV) については、すでに Rohracher¹⁾ 以来、わが国でも各分野で多数の研究が行なわれている。現在までのところ MV の発生機構および生理学的意義について諸研究者の見解がかならずしも一致していないが、MV が主として筋肉に由来するものであるという点では一致している。

近年電子工学の発達により生体情報を種々の観点から迅速に分析処理することが可能になり、神経生理学の分野で特に著しい進歩を遂げたのであるが、MV の研究にも周波数分析 (Inanaga and Sugano²⁾, Yoshii et al.³⁾) や自己相関、相互相関 (Awazu⁵⁾, Tomonaga⁶⁾, Sato⁷⁾) など

の解析法が応用され新しい知見が得られている。

感覚刺激、とりわけ光刺激と MV との相関についての研究もいくつかある。尾崎等⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾ は周期閃光刺激に対しヒトの拇指球 MV が軽度ながら駆動されることを相互相関分析によって明らかにした。また、中沢¹²⁾ はヒトの拇指球 MV に周波数分析を行ない、正常人では閃光刺激により MV の周波数帯域にあまり変動がおこらないと述べている。吉井等³⁾ 閃光刺激によって驚きや恐怖などの情動変化を生じなければ、ヒトの骨格筋 MV にほとんど影響をあたえないことを観察している。他方、稲永等¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾ は眼瞼の MV に注目し、6.5~12.5 c/s にわたる 7 帯域の周波数の閃光刺激をあたえて眼瞼 MV の同期化を観察した。この同期現象は眼瞼 MV が骨格筋 MV に比較して脊髄より上位の中樞神経とより深い関連性があることを示唆している。著者等¹¹⁾¹⁶⁾ は眼瞼 MV の解析にデ

* 弘前大学医学部第 1 生理学教室

〔昭和42年 8 月22日受付〕

ータ処理用電子計算機を応用し、平均加算法によって脳波に現われる誘発反応と同じように眼瞼 MV においても閃光刺激に誘発される反応を観察した。そしてこの眼瞼 MV 反応は脳波で示される脳の電気活動と密接な関連性があることを明らかにし、すでにその1部を報告した(尾崎¹¹⁾、伊藤¹⁶⁾。

本実験では覚醒から睡眠にいたる過程で眼瞼 MV 反応がどのように変化するか脳波と対比しつつ終夜実験を行なって検討するとともに、眼瞼 MV 反応の発生機序の一端ならびにその一般的波形の究明をも試みた。

II. 方 法

実験の対象になった被験者は正常成人65名、患者3名、合計68名、である。正常成人のうちわけは医学部学生64名、医師1名であり、そのうち女子3名を含む。年齢分布は20才から27才までであるが、大部分は20才から23才までである。いずれも身心ともに健康な青年で重篤な疾患の既往症はない。患者のうちわけはそれぞれ末梢性顔面神経麻痺(58才、♀)、重症筋無力症(27才、♀)、左無眼球(34才、♂)の各1名である。正常な被験者65名の中から不眠を訴えない者5名を選び、各々につき数回にわたる終夜実験を行なった。実験は昭和40年7月から昭和41年10月までであったが、終夜実験は8月から9月までの間に行なった。被験者は実験室の中に設置された遮蔽室の中に臥床させた。遮蔽室は地上に固定したコンクリート台の上に置き、できるだけ外部の振動に影響されないように配慮した。また実験者の動作が被験者に見えないように遮蔽室を暗幕で蔽った。遮蔽室にはマット、毛布、枕などを用意し、できるだけ快く自然睡眠できるようにし、室温は20°Cから28°Cに保った。終夜実験を行なった5名の被験者は記録装置の起動音や実験者たちの談話のために

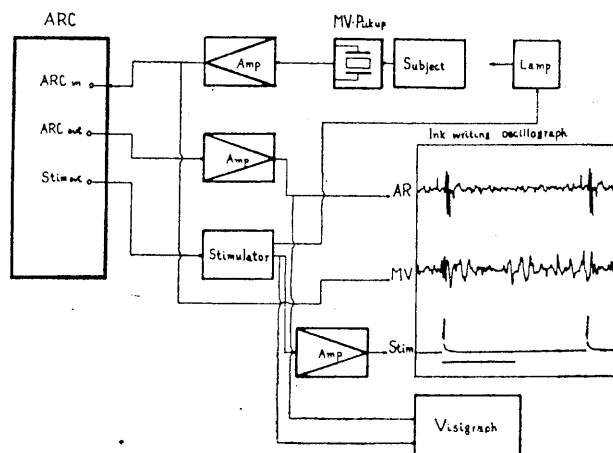


Fig. 1. Diagrammatic representation for recording lid MV response to flash.

睡眠の妨害になることはほとんどなかった。

記録は眼瞼 MV、脳波、眼球運動、呼吸、心電図の5現象の連続記録を原則とし、記録紙の送り速度は多くの場合 3 cm/sec、実験が終夜にわたる場合は時に 1 cm/sec とした。次に記録方法の概略を述べる。

眼瞼 MV および閃光刺激に対する誘発眼瞼 MV 反応の導出にはロッシェル塩ピックアップ(日本光電、直径23 mm、厚さ5 mm、重量2 gの小型または直径27 mm、厚さ8 mm、重量10 gの大型)を使用した。ピックアップは、被験者を軽く閉眼させ、左上眼瞼皮膚上に絆創膏で軽く固定した。一方閃光刺激に対する眼瞼 MV 反応は MV 増幅器からの出力をアナログ型電子計算機 Average Response Computer (ARC) (三栄測器、AR-201) またはデジタル型電子計算機 Medical Data Processing Computer (日本光電、ATAC-402) に接続し、20回または50回の加算反応を求めた。ARC を使用した場合の MV および MV 反応の記録方法を Fig. 1 に示した。ランプは被験者の眼前30 cmの距離に固定し、電氣的エネルギーとして強さ1ジュール、周期0.5 c/sの閃光刺激を行なった。そして閃光刺激により誘発された眼瞼 MV 反応をインク書きオシログラフで連続記録し、20回または50回の加算反応を無現像式電磁オシログラ

フ Visigraph (三栄測器, FR-301, ガルバノメータ G-300 A, 周波数特性 200 c/s) で記録 (感光紙の送り速度 20 cm/sec) した. 電圧校正は被験者ごとに変えることなく, できるだけ一定にした. すなわち使用したピックアップが小型の

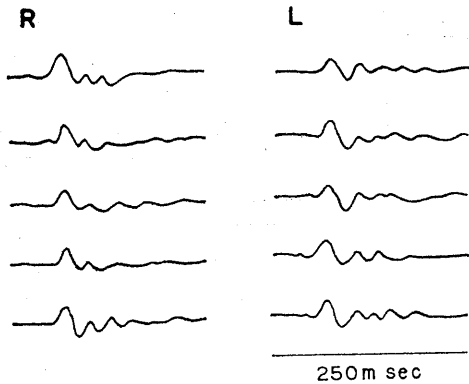


Fig. 2. Photically evoked lid MV responses led with an identical pickup in a waking normal subject. No significant differences in peak latency of the initial upward deflection are noted, whereas variations of response amplitude between the right eyelid and the left one are observed more or less. Summation of 20 responses. In this and all subsequent figures, gain of the amplifier is of same order in each MV response and stimulus interval is 2 seconds. R : right eyelid, L : left eyelid.

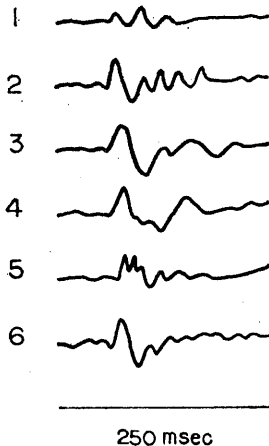


Fig. 3. Variations in pattern of photically evoked lid MV responses led with different pickups each other. Marked variations not only in latency but in amplitude are noted. Summation of 20 responses. 1-6 : number of the pickup used.

場合は $200 \mu V = 10 \text{ mm}$ 大型の場合は $1 \text{ mV} = 5 \text{ mm}$ とした. しかし同型のピックアップでも感度が異なる場合は原 MV 曲線の振幅が視察で同程度になるように校正した.

脳波は後頭部と耳朶からの単極導出を原則とし, 必要に応じて後頭部と中心部からの双極導出も試みた. 閃光刺激に対する誘発脳波反応の記録は本実験の直接の目的ではないが, MV 反応の記録と同様 ARC または ATAC-402 を介して求めた.

眼球運動の導出には皿状銀板電極を用い, 両眼外眥部から 1 cm 耳側の皮膚上にキシロカイン軟膏を混合した電極糊で接着し, 水平方向の運動を記録した.

呼吸曲線はサーミスタ型鼻口形呼吸ピックアップ (三栄測器, E-034) を用いて導出した. ピックアップの装着による不快感をできるだけ少なくするために, 変換器の部分が被験者の外鼻口の中心部に位置するように絆創膏で軽く固定した.

心電図は多くの場合, 標準肢導出の第 II 導出で記録したが, 電極を四肢に密接することにより熟睡できない被験者には頂部と耳朶から導出した. この方法で心電図を導出しても増幅器の利得を十分にあげ, 時定数を短くすると R 波が著明に現われるので, 単に心電図の律動性だけを観察するには十分であった. 睡眠の経過は Loomis¹⁷⁾, Davis¹⁸⁾, Gibbs¹⁹⁾, 塩月²⁰⁾²¹⁾, および Dement²²⁾ 等の分類を参考にし, 脳波の波形を基準にして, 1) 抑制期, 2) 瘤波期, 3) 紡錘期, 4) 高振幅徐波期, 5) 賦活睡眠期の 5 段階に分けた. また実験中の被験者の視覚器を介する知覚と各睡眠期の運動応答性を確認するために, 被験者の手もとにブザーのボタンを置き, 閃光刺激の終了直後ボタンを押してブザーを鳴らすようにあらかじめ指示した. このような操作によって覚醒と睡眠の経過または深さを脳波所見からだけでなく被験者の自覚的体験をも含めて明確にすることができた.

III. 実験成績

A. 覚醒安静状態における正常成人の眼瞼 MV 反応

一定の記録条件で閃光刺激に対する眼瞼 MV 反応の時間差および日差を調べると、同一被験者ではほぼ一定した MV 反応が得られた。MV 反応の左右差を比較すると、振幅にわずかながら差異が認められたが、潜時にはほとんど差異がみられなかった (Fig. 2)。しかし同一被験者でも異なるピックアップを用いて導出すると、MV 反応にかなりの相違がみられた。とくに振幅の変動が大きく、短潜時の要素の位相は同じ

であったが、長潜時の要素には全く恒常性がみられなかった (Fig. 3)。同一の記録条件で10人の被験者の MV 反応を求め、個人差を調べると、振幅にかなりの差異がみられたが (Fig. 4-B)、頂点潜時および振幅を計測して模式化すると、頂点潜時がそれぞれ 60 msec の下向きの要素 (I)、73 msec の上向きの要素 (II)、95 msec の下向きの要素 (III)、110 msec の上向きの要素 (IV)、130 msec の下向きの要素 (V) が得られた (Fig. 4-A)。I ~ III はすべての被験者にみられ

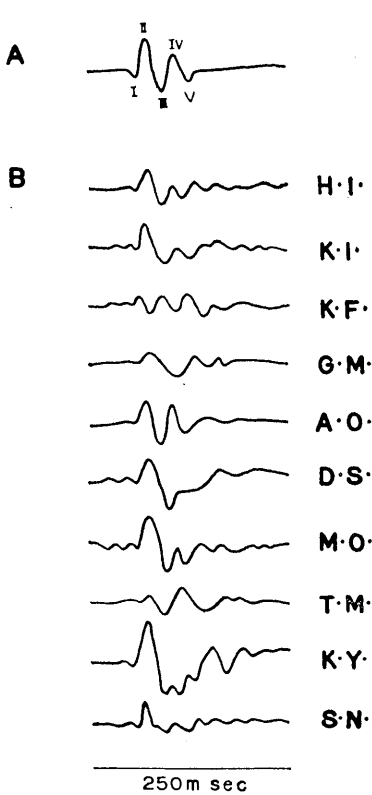


Fig. 4. Modeled curve of lid MV response obtained by the method of averaging (A) and person to person differences in lid MV responses in 10 waking normal subjects (B). In general lid MV response to flash is composed of 5 deflections characterized by an initial small downward component (I) followed by a large upward one of relatively long duration (II) and succeeding several oscillations (III-V). Component I and II are relatively steady, whereas III, IV and V are less. Summation of 20 responses (B).

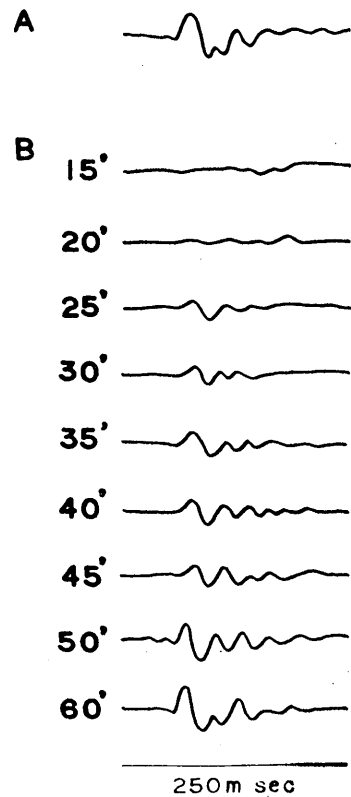


Fig. 5. Effect of block anesthesia of the facial nerve on lid MV response to flash. Response was hardly obtained until 20 minutes following administration of anesthetic, but appeared at about 25 minutes with increasing amplitude and decreasing peak latency up to 60 minutes. Summation of 20 responses. A, control before anesthesia. B, recovery course of lid MV responses following injection of 3 ml of Carbocaine into the stylomastoid fossa. Numbers at the left side of each record indicate the time (minute) after injection of anesthetic.

たが、このうち特にⅡは振幅の変動が少なく、一定であった。また被験者によりⅣ、Ⅴを欠く場合もあり被験者間の差異が著明であった。

B. 顔面神経麻酔時の眼瞼 MV 反応

正常な被験者の乳様突起の後方に2%カルボカイン3mlを注射し、顔面神経線維が茎乳突孔から出る部分で伝達麻酔を行ない、MV反応の時間的経過をみた。麻酔前の原MV曲線は高周波成分と、心電図に対応したいわゆる心弾動図性振動成分とから成り、特に高周波成分が著明であった。麻酔剤注射後約10分で原MV曲線の高周波成分はほとんど消失し、むしろ心弾動図性成分が優勢になり、同時に閃光刺激に対するMV反応は全く消失した。麻酔剤注射後

25分から次第にMV反応が現われ、60分で潜時、振幅ともに注射前の対照に回復した(Fig. 5)。また原MV曲線も同様な回復傾向を示した。

C. 末梢性顔面神経麻痺患者の眼瞼 MV 反応

1週間程前から左顔面神経麻痺があり、兔眼がみられる患者の眼瞼MV反応を求め、左右差をみると、健側では50回加算で著明な反応が得られたが、患側では全く反応が出現しなかった。また原MV曲線でも健側には高周波成分が著明であったが、患側にはこれが少なく、むしろ心弾動図性の低周波成分が優勢であった(Fig. 6)。

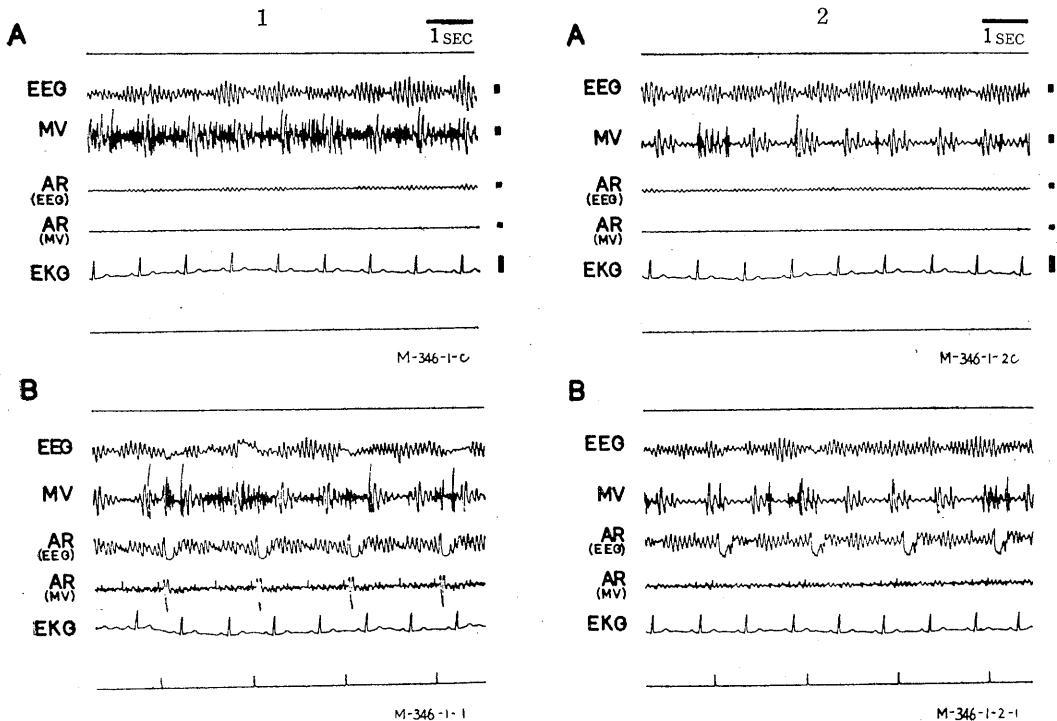
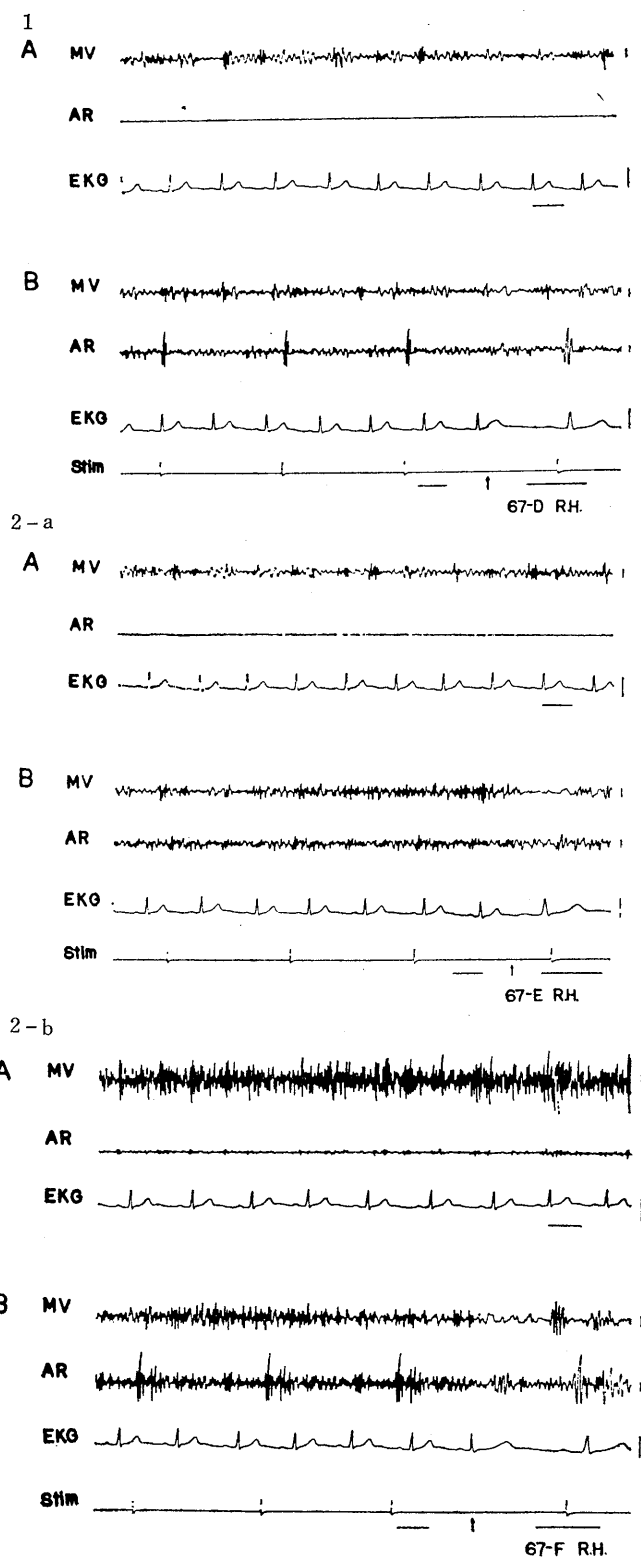


Fig. 6. Photically evoked lid MV responses in patient with unilateral facial paralysis. Summated responses were markedly observed in the healthy eyelid, whereas not in the impaired one at all. It is noted that the original microvibration tracing contains fast components in the healthy eyelid, which are suppressed in the impaired eyelid. 1; healthy eyelid, 2; impaired eyelid, A; control before photic stimulation. B; records during 47-50th stimuli. MV; original microvibration, AR (MV); summated MV responses, AR (EEG); summated EEG responses. Cal.; EEG 50 μ V, MV 1 mV, AR (EEG) 200 μ V, AR (MV) 8 mV, EKG 1 mV.

D. 重症筋無力症患者の眼瞼 MV 反応

3ヶ月前から左眼瞼の下垂と閉瞼力減弱による兔眼性角膜炎のある重症筋無力症眼球型の患者の閃光刺激に対する眼瞼 MV 反応を求め、左右の反応を比較検討した。原 MV 曲線では健側(右眼瞼)と患側(左眼瞼)にわずかに差異が認められるにすぎなかった。健側では30回加算で閃光刺激による著明な MV 反応が得られたが (Fig. 7-1), 患側ではこれが非常に小さく、時には全く認められなかった (Fig. 7-2 a)。しかし患側でも抗コリンエステラーゼ剤であるアンチレックス (edrophonium chloride) を体重 kg あたり 0.1 mg を静脈注射すると、約30秒後には原 MV 曲線に高周波成分が増加し、注射後5分以内では著明な MV 反応が現われた (Fig. 7-2 b)。

Fig. 7. Photically evoked lid MV responses in patient with unilateral ocular myasthenia gravis. Summated MV responses (AR) to 30 flashes were prominent in the intact eyelid (1-B), while no apparent responses in the disturbed one (2-a-B). Even in the disturbed eyelid augmented responses were obtained within a few minutes after Antilex (2-b-B). 1; intact eyelid, 2; disturbed eyelid. a; control before Antilex (edrophonium chloride). b; records 2 minutes after intravenous injection of 0.1 mg per kg body weight of Antilex. A; control before photic stimulation. B; records during 27-30 th stimuli. Cal.; MV 1 mV, AR 8 mV, EKG 1 mV. Time cal; 0.5 sec.



E. 義眼装用者の眼瞼 MV 反応

7年前左眼球を摘出し、義眼を挿入している人の眼瞼 MV 反応を求めたが、義眼側、健眼側ともほぼ同様な反応が得られた (Fig. 8). また原 MV 曲線にも左右差は認められなかった.

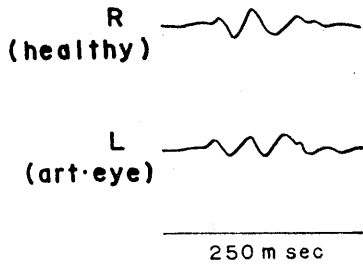
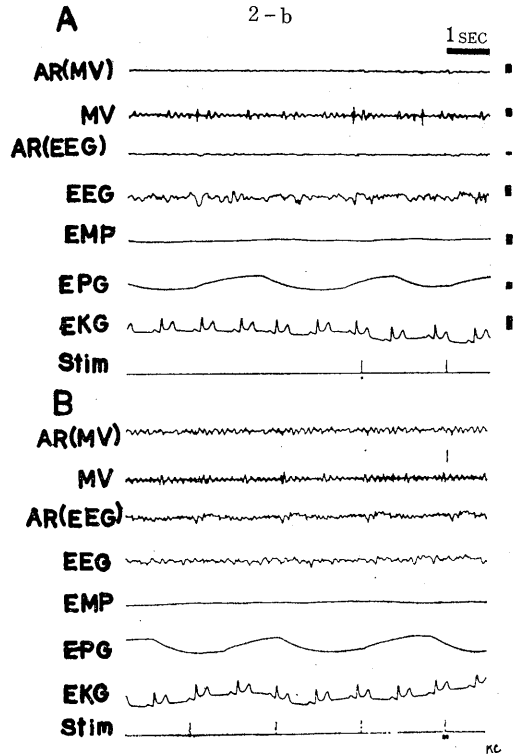
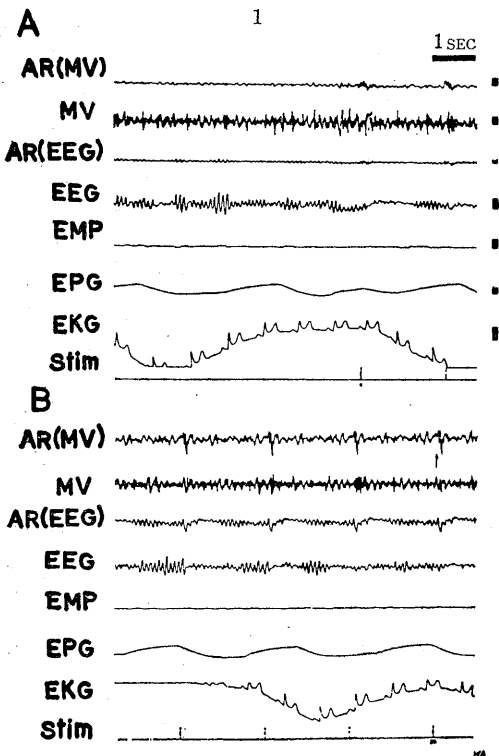
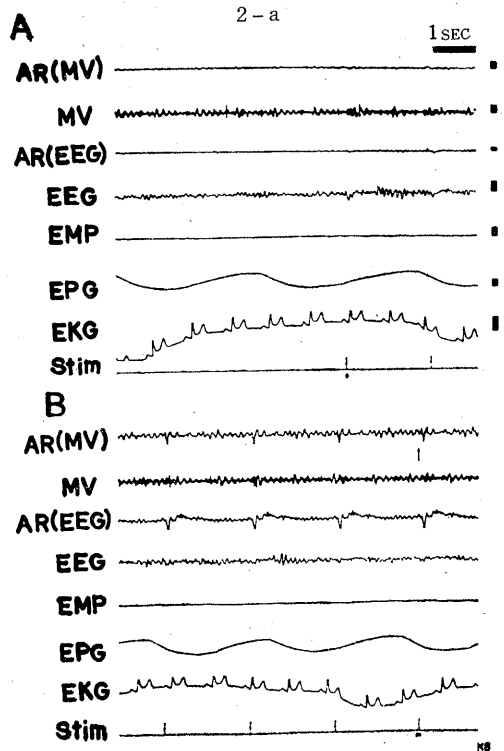


Fig. 8. Photically evoked lid MV responses in a subject with an artificial eyeball. Note the similarity in wave form in the side of healthy eyeball and in that of artificial one. R; right eyelid with healthy eyeball. L; left eyelid with artificial eyeball.



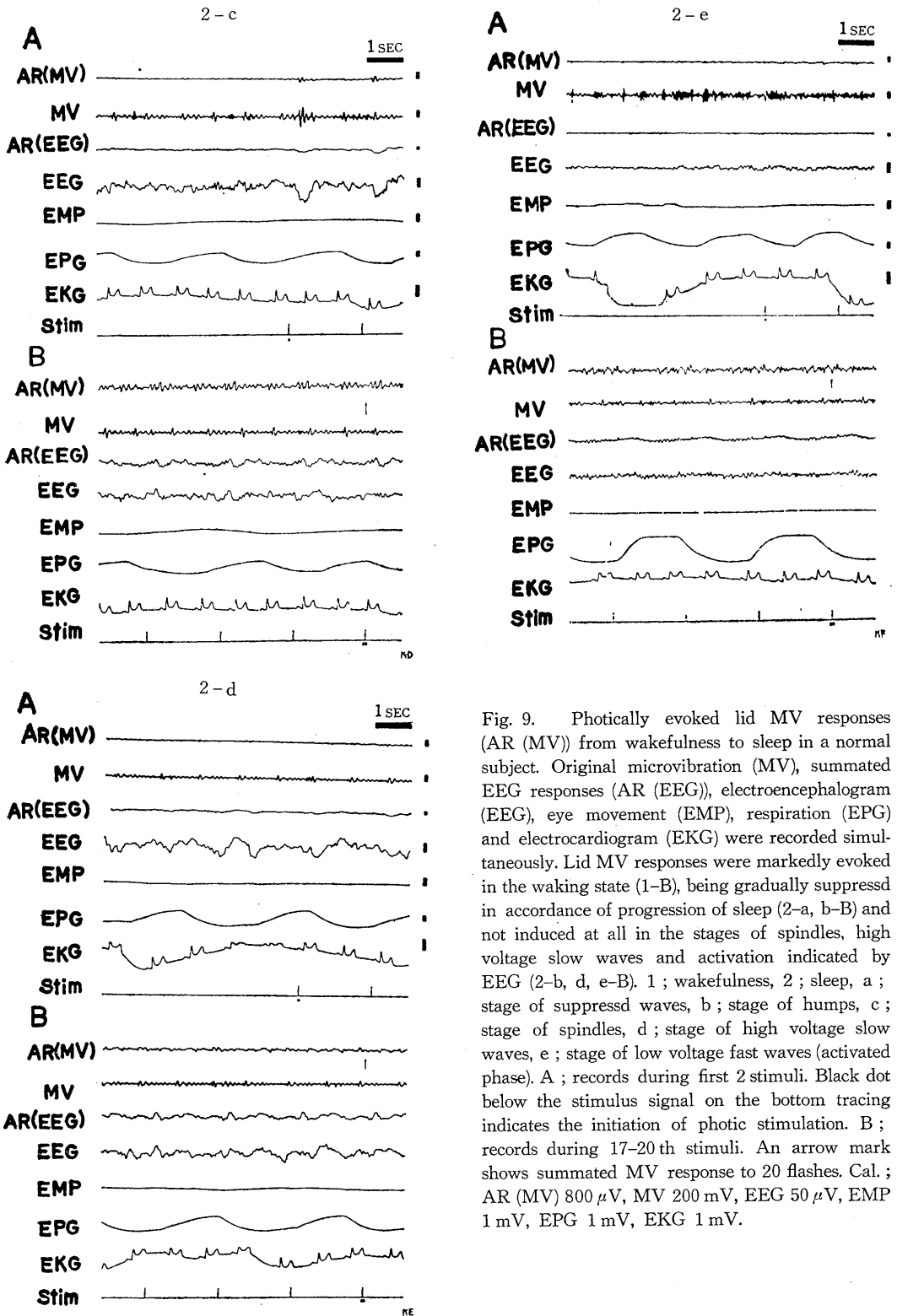


Fig. 9. Photically evoked lid MV responses (AR (MV)) from wakefulness to sleep in a normal subject. Original microvibration (MV), summated EEG responses (AR (EEG)), electroencephalogram (EEG), eye movement (EMP), respiration (EPG) and electrocardiogram (EKG) were recorded simultaneously. Lid MV responses were markedly evoked in the waking state (1-B), being gradually suppressed in accordance of progression of sleep (2-a, b-B) and not induced at all in the stages of spindles, high voltage slow waves and activation indicated by EEG (2-b, d, e-B). 1; wakefulness, 2; sleep, a; stage of suppressed waves, b; stage of humps, c; stage of spindles, d; stage of high voltage slow waves, e; stage of low voltage fast waves (activated phase). A; records during first 2 stimuli. Black dot below the stimulus signal on the bottom tracing indicates the initiation of photic stimulation. B; records during 17-20th stimuli. An arrow mark shows summated MV response to 20 flashes. Cal.; AR (MV) 800 μ V, MV 200 mV, EEG 50 μ V, EMP 1 mV, EPG 1 mV, EKG 1 mV.

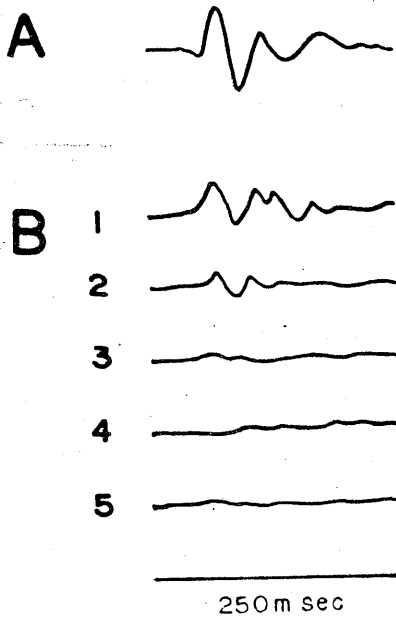


Fig. 10. Lid MV responses to flash in wakefulness (A) and sleep (B) in a normal subject. Attention is directed to disappearance of the response in stage 3, 4 and 5. Numbers at the left side of each record indicate the stage of sleep divided by EEG pattern.

F. 睡眠時における正常成人の眼瞼 MV 反応
覚醒時にはすべての正常な被験者に閃光刺激に対する眼瞼 MV 反応が出現したが、睡眠が進行するにつれ次第に減弱し、消失した。すなわち抑制期から瘤波期にかけて眼瞼 MV 反応の抑制がみられ、紡錘期、高振幅徐波期、賦活睡眠期にはほとんど MV 反応は出現しなかった (Fig. 9, 10)。原 MV 曲線でも睡眠が進行するにつれ高周波成分は抑制され、心弾図性成分が主になった。しかし賦活睡眠期には速い眼球運動に平行して原 MV 曲線に間歇的な高振幅要素がみられた (Fig. 9)。多くの場合、覚醒時から瘤波期まではブザーによる被験者からの応答が得られた。しかし極めて稀にこれが得られないことがあったが、この場合は眼瞼 MV 反応も得られなかった。

IV. 考 察

MV は筋肉に由来するものであり、一般に筋

緊張の表出であると考えられている。眼瞼 MV においてはその発生源となり得る筋肉として眼輪筋、上眼瞼挙筋、瞼板筋および外眼筋がまず考えられる。その他に導出ピックアップより部位的には遠くなるが、眼輪筋をのぞく他の表情筋に由来する生理的振動をも考慮すべきであろう。閉眼状態では眼輪筋を支配する顔面神経と上眼瞼挙筋を支配する動眼神経との相反神経支配によって、上眼瞼挙筋の緊張が低下していることになるから (Gordon²³)、上眼瞼挙筋の眼瞼 MV におよぼす影響はきわめて少ないと考えられる。瞼板筋は交感神経に支配される平滑筋で筋自体の体積が小さいうえに瞼結膜に接近した位置にあるので閉眼状態では瞼板筋の影響も問題にならないであろう。閉眼安静状態で眼球運動と眼瞼 MV とを同時に観察した場合、速い眼球運動が出現すると眼瞼 MV に高振幅要素が極度に増強することにより、眼球運動に由来する振動要素は本来の眼瞼 MV と区別できる。ゆるやかな不随意的眼球運動が眼瞼 MV に影響することは考えられるが、義眼装用者の健眼側と義眼側の眼瞼 MV に差異が認められないことから、眼球運動がゆるやかであれば眼瞼 MV には影響しないと考えてよい。上述のことから覚醒安静状態における眼瞼 MV は眼輪筋に由来するといえる。

一方閃光刺激に対する眼瞼 MV 反応は顔面神経の麻痺および伝達麻痺で消失することと、重症筋無力症で上眼瞼挙筋、眼輪筋の機能がともに低下している患者で抗コリンエステラーゼの投与により眼瞼 MV 反応が出現することから (Fig. 7-2b)、この眼瞼 MV 反応の発生源も眼輪筋であるといえる。Ginsborg and Maurice²⁵) は固視状態で 30~80 c/s の眼球運動があると述べているが、義眼装用者の健眼側と義眼側の眼瞼 MV 反応にほとんど差異が認められなかったことは、この種の不随意的眼球運動が閃光刺激に対する同期性が無いために、平均加算法で出現しないのであると思われる。

以上のことから眼瞼 MV および眼瞼 MV 反応の発生源は軽度または中等度の持続的収縮状

態における眼輪筋であるといえる。次にこれらの可能な発生機序について著者の推論を述べる。眼輪筋は形態学的に2つの部分、すなわち眼瞼部と眼窩部とから成っている。そして機能的には前者は相動性収縮に、後者は緊張性収縮に関与するものであると考えられている。Chronaxieの測定結果(Chauchard et al.²⁴)からも眼瞼部は眼窩部の1/2であるから前者は速筋であり、後者は遅筋であると考えてよいであろう。また筋電図学的には眼輪筋は3つの部分から成るといわれている(Gordon²³)。すなわち瞬目時に主として働く前瞼板部、瞬目と同時に持続的な収縮を行ない得る前中隔部、もっぱら持続的な収縮に関与する前中隔部から眼窩部にかけての部分であるとされている。したがって軽い閉眼状態では主として眼窩部、一部前中隔部の眼輪筋が持続的に働いていることになる。眼瞼MVはこのような持続的収縮状態における前中隔部から眼窩部にわたる眼輪筋から発生するものであると思われる。しかし軽く閉眼した安静状態で眼瞼MVは主として速波成分からなり、骨格筋MVのように心弾動図性成分(Ozaki et al.⁹)¹⁰、Buskirk & Fink³⁰)は著明でないが、睡眠の進行とともに速波成分はしだいに抑制され、紡錘期から高振幅徐波期にかけてほとんど消失し、心弾動図性成分が優勢になる(Fig. 9)。このことは眼輪筋の緊張性要素も脳の活動性の低下と平行して、その機能が低下することを暗示している。Hishikawa et al.²⁶)は表情筋の一つである頤筋の緊張性放電が睡眠の深さと平行して減少し、賦活睡眠期にはほとんど消失することを観察しているが、眼瞼MVにおいても同じような傾向がみられたことは興味深い。

Lippold²⁷、菅野²⁸、稲永²、は骨格筋のMVは脊髄の γ 運動系を介する伸展反射に関係があると推定している。またHalliday and Redfern²⁹は筋紡錘、脊髄、筋肉を含むservo-loopからの動揺がMVの原因であるとし、菅野、稲永等と同様、骨格筋MVにおよぼす γ 系の関与を重視している。 γ 運動系(Leksell³¹、Boyd³²)については、従来主として脊髄およびその支配を

受ける骨格筋に研究が向けられ、表情筋と γ 系との関連性に関する研究も少なく、またみるべき成果が得られていない現状である。Bowden et al.³³)は家兎、ネコ、ネズミの上唇方形筋の神経支配を検索し、ネコおよびネズミでは求心性神経終末も筋紡錘も見出し得なかったが、家兎では筋紡錘を含む求心性線維を発見したと述べている。またKadanoff³⁴)はヒトの口唇筋に不定形または定形的な筋紡錘が存在していることを確認しているが、眼輪筋については発見されていない。このように眼輪筋に感覚受容器をふくむ γ 運動系が組織学的に存在するという確証がないので、たとえ眼輪筋が機能的にproprioceptive component(Rushworth³⁵)をそなえているとしても、眼瞼MVを γ 運動系と関連づけて説明することは現段階では困難である。眼輪筋は形態的にも機能的にも相動性要素と緊張性要素とから構成されているのであるから、これらに分布する顔面神経線維にも形態学的な相違があっても不思議ではないが、これは今後の正確な組織学的検索を待つ以外にないであろう。

Yoshii et al.³⁴)は骨格筋MVは本質的には筋原性であり、神経支配がなくても筋線維自体の自発性収縮によって生ずるものであり、MV振幅は体液性因子や神経性因子によって変化するが、被検筋はそれ自体固有の周波数スペクトルをもっていると考えている。MVの発生機序に関する彼等の見解は神経支配を必要条件としないという点で他の研究者たちの見解と根本的に違っている。眼瞼MVは眼輪筋の持続的収縮状態における振動であるが、顔面神経麻痺患者の患側の眼瞼MVが健側のそれに比較して筋自体に由来する高周波成分が減少していることから、眼瞼MVにおいては神経支配が重要な意味をもつものであると思われる。

閃光刺激に対する眼瞼MV反応は閉眼状態で導出するので、眼瞼の閉鎖運動をともなういわゆる“まばたき”とは異なるものである。また全く不随意的な反応であり、反射の性質をそなえているから、求心路、遠心路をそれぞれ視神経、顔面神経とする網膜眼瞼反射または視覚性

眼瞼反射である。MVは“肉眼で見えない生理的に存在する体表面のこまかいふるえ”と定義されている。著者は刺激に対する眼瞼の動きが肉眼では見えないが、平均加算などの処理を施すことによってはじめて認められる反応を眼瞼MV反応と呼んでいる。そして閃光刺激の強さ(電気的エネルギー)としては多くの場合1ジュールを使用している。刺激の強さを20ジュール以上に高くすると、眼瞼の動きが明らかに肉眼で見え、反応の振幅は増大するが、潜時は変わらない。このことは肉眼で見えない眼瞼MV反応と眼瞼の閉鎖運動をとともなる対光瞬目反射とは同一の発現機序によるもので、単に量的な違いによるものであることを示唆している。対光瞬目反射では主として相動性の眼瞼部眼輪筋が働くことは確実であろう。眼瞼MV反応もおそらく相動性要素の働きが主であろうと考えられるが、緊張性要素を有する眼窩部眼輪筋からの眼瞼MVが閃光刺激に同期して促進されるという考えも否定できないであろう。このことは今後筋電図と併せてさらに検討すべき課題の一つであろう。

眼瞼MV反応は覚醒安静状態において正常な被験者65名のすべてに出現した。MVは生体の電気的現象そのものの導出ではなく、筋肉上体表面の機械的振動を変換器によって電気的振動に変換して増幅、記録したものであるから、MV反応の各要素に生体の電気的現象として導出した反応と同じ意味を附与することはできない。体表面の機械的振動をできるだけ忠実にとり出すためには周波数特性の良いピックアップを使用することと、体表面への接着の恒常性が肝要である。一般に使用されているロッシェル塩ピックアップは経年変化や外部の振動、湿度などによりその特性が変る欠点があるので、保存には細心の注意を払い、使用に先だってその特性検査をする必要がある。眼瞼MVの導出にはできるだけ小型のピックアップを使用しなければならない。

MVは導出時の体位によって変化するといわれているが(Ito³⁶⁾)、眼瞼MVは仰臥位で導出

するので、ピックアップは眼瞼上に水平に置かれ、骨格筋上体表面から導出する場合に比較すると、体位の変化によるMVの変動は非常に少ない。著者の結果が示すように、同一人の眼瞼MV反応は覚醒安静状態では、導出時刻を変えても日時を変えてもほぼ同様であるが、異なるピックアップを使用すると、感度が変わるだけでなくMV反応の波形もかなり変化することがある。したがってMV反応の導出にはピックアップの選択が特に重要である。

正常人の眼瞼MV反応は頂点潜時がそれぞれ 60 ± 10 msecの下向き要素(I)、 73 ± 12 msecの上向き要素(II)につづいていくつかの要素(III~V)に分けられる。はじめの2つの要素は被験者間の差異が少なく、定常性がみられるが、それにつづいていくつかの要素は一定の傾向を示さない。したがってI、IIは眼瞼の機械的振動と考えてよいであろうが、III~Vに対しては現在のところ生理学的意味を附与することはできないように思われる。またIでも頂点潜時が50~70msec、と相当の幅があり、個人差がみられる。Rushworth³⁵⁾は眼輪筋の筋電図を記録し、光刺激に対するblink reflexは、潜時に変動があり、20人の被験者について平均すると50、64、68、76msecと4つのpeakが見られたと述べているが、眼瞼MV反応のIの潜時はかなりの変動を示すように思われる。

網膜眼瞼反射の中樞経路は現在のところ不明である。本経路に関する研究として古くはLevinsohn³⁷⁾、Borowsky³⁸⁾、最近では大塚等³⁹⁾の研究があるが、いずれも反射経路を明確に決定していない。これは我々が日常経験する反射であるにもかかわらず、その機構があまりにも複雑であることによるものであろう。Rushworth³⁵⁾は皮質盲あるいは後頭部に大きな硬膜腫瘍のある患者にblink reflexが出現しなかったと述べている。しかし彼は眼科学的にも神経学的にも異常を認めなかった者にもこの反射が現われない場合があることを指摘していることから、本経路の中樞は皮質下にあると考えべきであろう。大塚等³⁹⁾は対光瞬目反射の経路を

視神経→(部分交叉)→視索→視蓋前域(部分交叉)→中脳被蓋→顔面神経核→顔面神経と推定している。中脳被蓋にはいわゆる ascending reticular activating system (Moruzzi & Magoun⁴⁰, Magoun⁴¹) の一部として網様体があり、覚醒時にはおそらくこの網様体から促進性インパルスをとえずこの反射弓の中核におくり、MV 反応を出現させるのであろう。そして睡眠の進行とともに MV 反応が減弱または消失するのは反射中枢に対する促進機構の脱落あるいは新たな抑制機構の関与によるものであると考えられる。またその他に MV 反応の消失の原因として反射弓を形成する神経線維の伝導能の低下や神経筋接合部の化学反応の変化も考慮すべきであろうが、これは今後に残された課題である。

V. 総 括

正常者65名、義眼装用者1名、末梢性顔面神経麻痺、重症筋無力症眼球型の患者各1名の閃光刺激に誘発される眼瞼 MV 反応を記録し、次のような結果を得た。

1) 正常者で同一のピックアップを使用して眼瞼 MV 反応を導出すると、平均頂点潜時がそれぞれ 60 msec の下向きの要素、73 msec の上向きの要素に続いていくつかの要素にわかれる波形が観察された。同一人では時間差、日差がなかったが、個人差はかなりあった。

2) 眼瞼 MV 反応は眼輪筋に由来し、広義の網膜眼瞼反射である。そしてこれは両側に出現し、左右差は認められなかった。

3) 眼瞼 MV 反応は睡眠の進行とともに減弱、消失した。すなわち睡眠を脳波の波形を基準にして5段階にわけた場合、MV 反応は抑制期から瘤波期にかけて抑制され、紡錘期から高振幅徐波期、賦活睡眠期にかけて全く出現しなかった。

4) 健康成人の眼瞼 MV 反応の消長と脳波で示される脳の活動性との間に密接な関連性があることから眼瞼 MV 反応の発現には脳幹網様体の機能が重要であることが暗示された。

稿を終るに臨み終始ご懇切なご指導とご校閲を賜った恩師尾崎俊行教授に衷心より感謝いたします。

文 献

- 1) Rohracher, H. (1946) Schwinkungen im menschlichen Organismus. Anz. d. phil.-hist. Klasse d. Osterr. Akad. d. Wiss., **18**, 230-245
- 2) Inanaga, K. and Sugano, H. (1960) Studies on minor tremor. Jap. J. Physiol., **10**, 246-257
- 3) Yoshii, N., Inaba, E., Suzuki, S. and Arai, S. (1963) Frequency analysis of "Minor Tremor" of the body surface. Folia Psychiat. Neurol. Jap., **17**, 287-298
- 4) Yoshii, N., Inaba, E. and Arai, S. (1965) Experimental study on the minor tremor of body surface in dogs and rabbits. Med. J. Osaka Univ., **15**, 345-358
- 5) Awazu, T. (1965) Studies on human minor tremor. Jap. J. Physiol., **15**, 579-595
- 6) Tomonaga, K. (1965) On the effect of heart beat on minor tremor. Jap. J. Physiol., **15**, 560-569
- 7) Sato, K. (1966) Microvibration, VI. MV の生体情報処理 p. 97-115 医学書院 東京
- 8) Ozaki, T., Sato, K., Awazu, T., Mimura, K., Honda, N., Teramoto, S. and Kitazima, K. (1963) Some observation on the effect of sensory stimulation upon minor tremors in man. Jap. J. Physiol., **13**, 24-32
- 9) Ozaki, T., Sato, K., Awazu, T., Mimura, K., Honda, N., Teramoto, S. and Kitazima, K. (1962) Some observation on minor tremor related to heart beat. Jap. J. Physiol., **12**, 484-493
- 10) 尾崎俊行・藤原克三・伊藤 久・根田芳昌 (1966) 体表面微小振動の心弾弓性成分について 日本生理誌 **28**, 562-563
- 11) 尾崎俊行・藤原克三・伊藤 久 (1966) 閃光刺激による誘発眼瞼微小振動について 日本生理誌 **28**, 241-242
- 12) 中沢洋一 (1961) MT の周波数分析に関する研究 九神精医 **9**, 17-39
- 13) Inanaga, K. and Mukasa, H. (1963) Study on the photopalpebral response to flicker and its neurological application. Kurume Med. J., **10**, 29-36
- 14) 稲永和豊・向笠 寛 (1963) 眼瞼振動の顔光刺激による同期現象 脳と神経 **15**, 575-578
- 15) Inanaga, K. and Mukasa, H. (1964) The psychological significance of theta response in the lid vibration to photic stimulation. Folia Psychiat. Neurol. Jap., **18**, 293-304
- 16) 伊藤 久・藤原克三 (1965) 誘発眼瞼 MT と意識水準について 弘前医学 **17**, 800*
- 17) Loomis, A. L., Harvey, E. H. and Hobart, G. A. (1937) Cerebral states during sleep as studied

- by human brain potentials. *J. exp. Psychol.*, **21**, 127-144
- 18) Davis, H., Davis, P. A., Loomis, A. L., Harvey, E. N. and Hobart, G. A. (1939) Electrical reactions of the human brain to auditory stimulation during sleep. *J. Neurophysiol.*, **2**, 500-514
- 19) Gibbs, F. A. and Gibbs, E. L. (1950) *Atlas of Electroencephalography*, Vol. 1. Cambridge, Addison-Wesley.
- 20) 塩月正雄・市野義夫・清水健太郎 (1954) 睡眠と脳波 (第1報) 日外学会誌 **55**(3), 322-331
- 21) 塩月正雄・市野義夫 (1954) 睡眠と脳波 (第2報) 日外学会誌 **55**(4), 348-353
- 22) Dement, W. and Kleitman, N. (1957) Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movements, body motility, and dreaming. *EEG. clin. Neurophysiol.*, **9**, 673-690
- 23) Gordon, G. (1951) Observations upon the movements of the eyelids. *Brit. J. Ophthalm.*, **35**, 339-351
- 24) Chanchard, A., Chauchard, B. and Dravovitch, W. (1936) La chronaxie de l'écorce cérébrale aux divers temps du réflexe conditionné. Isochronisme des neurones centraux et périphériques. *C-r. Séanc. Soc. Biol.*, **122**, 57-59
- 25) Ginsborg, B. L. and Maurice, D. M. (1959) Involuntary movements of the eye during fixation and blinking. *Brit. J. Ophthalm.*, **43**, 435-437
- 26) Hishikawa, Y., Sumitsuji, N., Matsumoto, K. and Kaneko, Z. (1965) H-reflex and EMG of the mental and hyoid muscles during sleep, with special reference to narcolepsy. *EEG. clin. Neurophysiol.*, **18**, 487-492
- 27) Lippold, O. C. J., Redfearn, J. W. T. and Vuco, J. (1957) The rhythmical activity of groups of motor units in the voluntary contraction of muscle. *J. Physiol.*, **137**, 473-487
- 28) Sugano, H. (1957) Studies on the Microvibration. *Kurume Med. J.*, **4**, 97-113
- 29) Halliday, A. M. and Redfearn, J. W. T. (1958) Finger tremor in tabetic patients and its bearing on the mechanism producing the rhythm of physiological tremor. *J. Neuro. Neurosurg. Psychiat.*, **21**, 101-108
- 30) Buskirk, C. V. and Fink, R. A. (1962) Physiologic tremor. *Neurology, Minneap.* **12**, 361-370
- 31) Leksell, L. (1945) The action potential and excitatory effects of the small ventral root fibres to skeletal muscle. *Acta Physiol. scand.*, **10**, Suppl., 31, 4-84
- 32) Boyd, I. A. (1962) The structure and innervation in mammalian muscle spindles. *Phil. Trans. R. Soc., (B)* **245**, 81-136
- 33) Bowden, R. E. M. and Mahran, Z. Y. (1956) The functional significance of the pattern of innervation of the muscle quadratus labii superioris of the rabbit, cat and rat. *J. Anat.* **90**, 217-230
- 34) Kadanoff, D. (1956) Die sensiblen Nervenendungen in der mimischen Muskulatur des Menschen. *Zeitschrift f. mikroskop. anat. Forsch.*, **62**, 1-15
- 35) Rushworth, G. (1962) Observations on blink reflexes. *J. Neuro. Neurosurg. Psychiat.*, **25**, 93-107
- 36) Ito, K. (1961) Studies on the minor tremor. 1 The influence of postural change on the frequency of human minor tremor. *Yonago Acta Med.* **5**, 32-35
- 37) Levinsohn, G. (1904) Über Lidreflexe. *Graefes Arch. Ophthalm.*, **59**, 381-423
- 38) Borowsky, M. L. (1929) Der Blinzlabwehrreflex, Sein biologisches Wesen und seine Veränderungen als neues Symptom bei Hemiplegie. *Deut. Zeitschrift. Nervenkrht.* **111**, 134-150
- 39) 大塚良作・吉村博任・正橋剛二・鳥居方策・米村大蔵 (1960) 対光瞬目反射の神経生理学的意義 (第1報) *臨眼* **14**, 415-423
- 40) Moruzzi, G. and Magoun, H. W. (1949) Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *EEG. clin. Neurophysiol.*, **1**, 455-473
- 41) Magoun, H. W. (1952) An ascending reticular activating system in the brain stem. *Arch. Neurol. Psychiat.*, **67**, 145-154

〔原著〕 自動車の振動による人体への影響について 612.014.45 : 629.113.51

吉 田 義 之*

Studies on the influence of automobile vibration to the human body

Yoshiyuki Yoshida (Department of Precision Mechanical Engineering, Nihon University College of Science and Engineering)

In generally speaking, the vibration limits of vehicle to fit the passenger is told even in a narrow sense of ride comfort, in JIS (Japanese Industrial Standard) also. That is, the vibration limits of vehicle to fit the passenger is thought the refreshment in a human sense against the mechanical vibration by the inertial force, centrifugal force and gravity that a human feels by the running car. But there are questions in that way.

Considering these points, I measured the variation of the pulse, respiration, quantity of saliva by the acceleration vibroscope, as the means to investigate the physical faculty of a human body riding in a car.

I present the comparison between those measuring result and the acutual safty limitation only based on the experimentee's are driver or not.

〔J. Physiol. Soc. Japan (1967) 29, 641-659〕

序 言

自動車をはじめとする交通機関の振動による人体の許容限界は不快感を乗客、乗務員にあたえない限度で定めようとし、このことがこれまで多く行なわれておる。なお人体の振動感覚はその許容限度を決定するための一番重要な因子となっている。さて振動感覚に関する諸研究のうち主なるものを挙げれば人体が振動に対しどのように反応するかという基礎的な問題からである。従来行なわれた多くの研究で振動知覚限界などが決められ、JIS (日本工業規格) ではその限界を上下振動のみに基礎づけて Janeway の安全限界¹⁾を採用している。一般に安全限界と現在いうのは JIS でもそうであるが、いわゆる狭義の乗り心地のことで走行中の車両に乗車している人間が受ける慣性力、遠心力、重力等の変化に対する人間の感覚における快適さを意味する。さて Janeway の安全限界とは自動車の上下振動数 f と、上下振動加速度 g 、より係数 1. 2. 3... で表わすように考えられており、したがって振動数と加速度の状態を係数で表現しよ

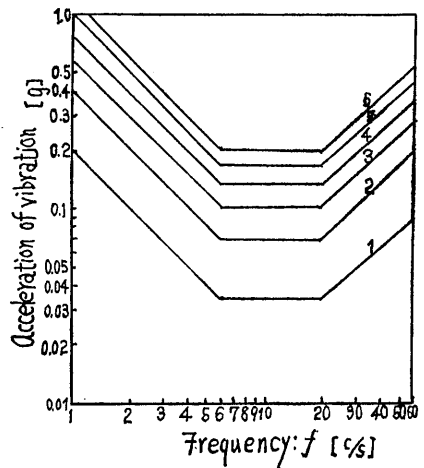


Fig. 1. The standard of Janeway's coefficient of riding comfort.

うとする。上下振動数 $f = 6 \sim 20$ c/s で 1 なる係数を考えるとき上下振動加速度は $0.033 g = 32.34 \text{ cm/s}^2$ であって基準とする。さてこの振動数の範囲内での上下振動乗り心地係数は実際に測定して得られた上下振動加速度を、前記基準値に対する倍率の整数値で表わすことにしている。この g は重力の加速度を示して居る。しかし、Janeway による基準には、下記の問題点がある。

1. 試験方法から考察すると Janeway によ

* 日本大学理工学部精密機械工学科教室
〔昭和42年7月28日受付〕

る安全限界の基準は、単純波形の振動に対しては良いがそのままランダムな波形に対して適用しても良いか。

2. 上下振動のみでなく、身体に感じる左右・前後の水平振動を考えなくても良いか。

3. 振動と同時にいわゆるスピード感による影響を考えなくても良いか。

これらの問題点を聊かでも解明できるかと思ひ自動車に乗車している人体の生理機能を調べた。すなわち走行中の自動車に被験者が乗り心電図、呼吸運動および唾液量を測定した。またこの場合自動車の垂直および水平方向の振動数および加速度振動を測定した。なお振動と生体機能との関係については、すでに多くの研究者による探究が行なわれ伊藤(秀)²⁾は生体に振動刺激を与えると、生体は交感神経緊張状態になると指摘している。したがってこの場合交感神経の働きが優位になって、心臓について考えれば、心拍数増加か血圧上昇が現われ、胃腸でいえば、機能低下が起る。これらの現象を基礎にして生体の計測を行なって研究を進めた。本論文を5項目に分け、Iを加速度振動について、IIを唾液反応について、IIIを同乗者(被験者を運転者にしない場合)におよぼす影響について、IVを運転者(被験者を運転者にした場合)におよぼす影響について、Vを騒音による影響について、とした。

I. 加速度振動について

前 書

A. Janeway の乗り心地基準

自動車の振動による影響には、いろいろな要素が関係するが、この内走行中に感じる機械的な振動についてだけ考えるとその主なものは振動数が1~2 c/s(車のばね上)および10~15 c/s(車のばね下)の上下振動と、30~50 c/sの機関および動力伝達機構の振動による車体の弾性振動などがある。このような上下振動に対する乗り心地の基準として Janeway は同一振動感覚を与える振動数と振幅との関係を次のように表わした。

1. 振動数 1~6 c/s の範囲では、1振動の間の変化が区別でき、感覚は加加速度(Jerk)で表わされそしてその限界値は

$$\text{振幅} \times (\text{振動数})^3 = af^3 = 2 \text{ (in/s}^3\text{)} \text{ である。}$$

2. 振動数 6~20 c/s の範囲では個々の振動が区別でき、感覚は振動加速度で表わされる。その限界値は

$$\text{振幅} \times (\text{振動数})^2 = af^2 = 1/3 \text{ (in/s}^2\text{)} \text{ である。}$$

3. 振動数 20~60 c/s の範囲では個々の振動が区別できず、感覚は振動速度で表わされる。その限界値は

$$\text{振幅} \times \text{振動数} = af = 1/60 \text{ (in/s)} \text{ である。}$$

B. Janeway の安全限界

これより Janeway は自動車に対する上下振動の安全限界をば次のようにとる事を提案している。

1. 低域振動数すなわち 1~6 c/s においては、加加速度で判定し、その限界値(人間が不快を感じない最大値)は、1.24 g/s である。

2. 中域振動数すなわち 6~20 c/s においては、加速度で判定し、その限界値は、0.033 g である。

3. 高域振動数すなわち 20~60 c/s においては、速度で判定し、その限界値は 2.66 mm/s である。

以上のように Janeway の安全限界は上下振動のみに適応されて前後振動、左右振動に対する限界は確立されていない。そこで乗り心地計測用加速度振動計(加速度計)³⁾を走行中の自動車に取り付け垂直方向、水平方向の加速度振動を計測した。

実験方法

A. 加速度計の設置場所

加速度計は Fig. 2 に示す如く同乗者の場合に試験車内被験者の足もとに置き、東京都北多摩郡東村山町所在の工業技術院機械試験所東村山分室および茨城県筑波郡谷田部町所在の財団法人自動車高速試験所のテストコースで実験した。運転者の場合には Fig. 2 に示す如く試験車内後部座席付近の床上に置き、前記工業技術院機械試験所および第三京浜国道で実験した。

Fig. 3 は走行自動車の加速度振動計測実験装置の diagram である。

B. JIS の乗り心地試験法にしたがった走行中の自動車加速度振動測定法⁴⁾

この方法は一定速度で試験区間を走行し、試験区間全部の乗り心地波形を走行時間1秒ごとの小区間に分け、その小区間内での最大振幅を読みとり、この値を全試験区間について平均しそのものを乗り心地係数とする。このような1秒整理方法によって得られた乗り心地係数と人間の感覚との対応は、床面における乗り心地係数5以下である場合を乗り心地が良いと見做す程度である。また試験路面もおもに JIS による自動車の上下振動乗り心地試験法による試験路面にしたがったテストコースを使用し走行速度および試験車内での計測箇所もこの試験法にしたがった。Fig. 4 は走行中の自動車の加速度振動計測例を示し縦線の目盛は1/100秒である。

実験結果および考察

A. 自動車の加速度振動と速度との関係

Fig. 5 は自動車の速度が20 km/h, 40 km/h, 60 km/h, および 80 km/h なる定速度状態における上下、左右および前後の3方向における加速度 g-速度 km/h diagram の1例である。一定速度における3方向（上下、左右、前後方向）の振動加速度は上下方向が他に比べて大きく、また速度の増加と共に加速度が増加する割合も他に比べて大きい。このことは路面状態が一定のところを走行している一般の自動車と同じ状態であることを示している。

B. 自動車の振動周波数と速度との関係

Fig. 6 は自動車の振動周波数 c/s と速度 km/h との関係を

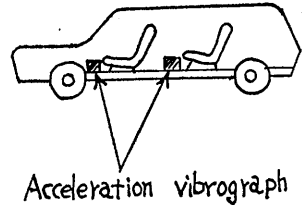


Fig. 2. Show the place of an accelerometer in a car.

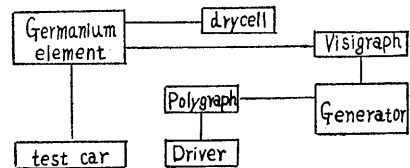


Fig. 3. Connection diagram of the experimental equipment with the test car.

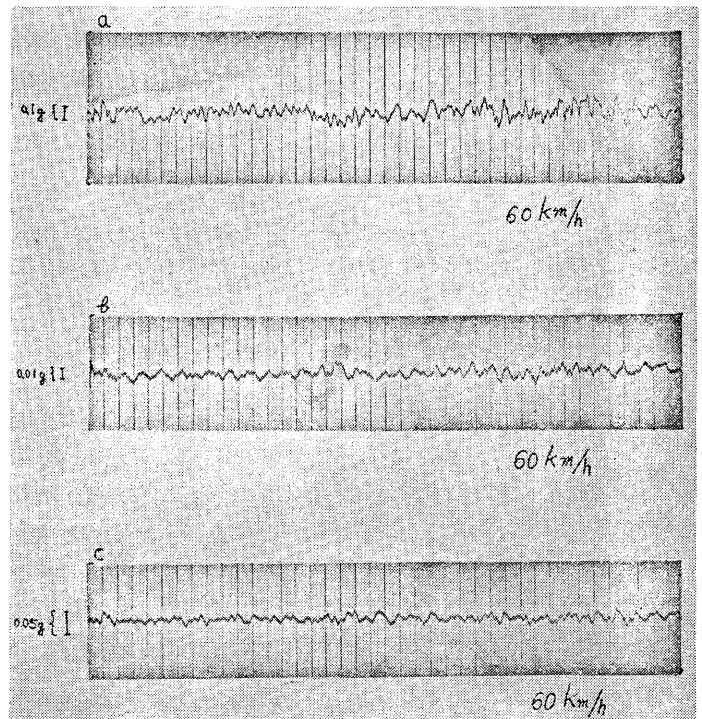


Fig. 4. Show a sample copy which recorded the acceleration of vibration. (Scale of the vertical line is 1/100 second), a : Acceleration of up and down direction. b : Acceleration of right and left direction. c : Acceleration of forward and backward direction.

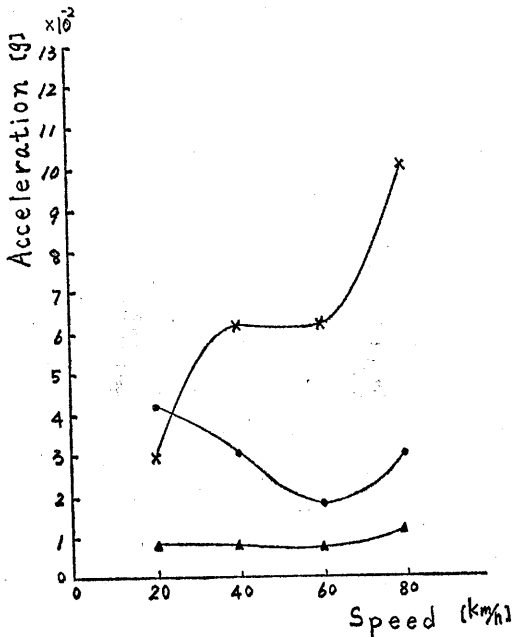


Fig. 5. Relation between the acceleration and speed of a car at a course of The 3rd Keihin road. Cross mark : acceleration of up and down direction. Solid circle : acceleration of forward and backward direction. Triangle mark : acceleration of right and left direction.

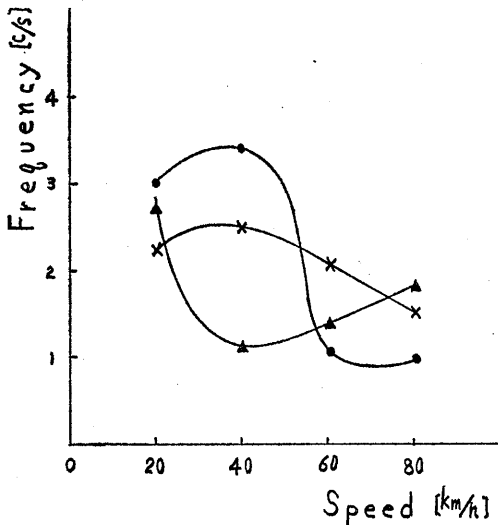


Fig. 6. Relation between the frequency and a car speed at a testing course of Yatabe. Cross mark : frequency of up and down direction. Solid circle : frequency of forward and backward direction. Triangle mark : frequency of right and left direction.

上下、左右および前後の各方向について求めたものの1例である。ただしデータの整理法は1秒整理法を用いた。なお自動車の速度は20 km/h~80km/h の定速度状態におけるものとする。これを考察すると、

1. 上下方向の振動周波数は速度が増加するにしたがって減少している。
2. 左右方向の振動周波数は速度が増加しても変化が少ない。
3. 前後方向の振動周波数は速度が増加するにつれて減少する傾向にある。
4. 振動周波数は速度が 60~80 km/h になると 1~2 c/s に近づく。これは3方向共同一の傾向にある。

II. 唾液反応について

前 書

生体に振動を与えた場合の影響について振動試験機の振動台に被験者をのせ振動台の振動数、振動振幅を変化させ被験者の唾液量を計測することによってその影響を求めようとするものである。

方 法

A. 振動試験機

振動試験機は伊藤精機株式会社製、松平式振動試験機 UBC-5型を使用した。被験者をこの試験機に乗せて下記の振動条件で試験した。

1. 振動方向 上下 左右 前後
2. 振動数c/min 35 90 180
3. 片振幅 mm 1 2 4
4. 振動時間min 3, 6, 12, 24

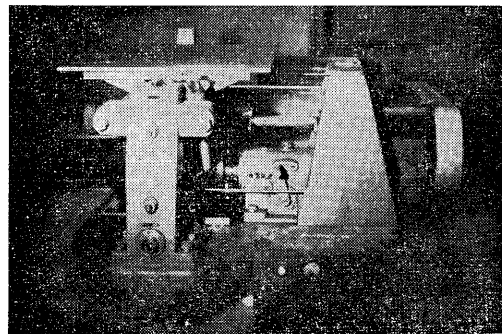


Fig. 7. Show a photo of the Vibrator

5. 振動波形 正弦波

なお振動試験機は Fig. 7 に示す。

B. 被験者

被験者には日本大学理工学部の22~24才の男子学生16名がなった。

C. 計測時間

被験者について振動付与前, 振動付与中, 振動付与後および振動付与後の状態でカルピス1%溶液 1 cc を飲んだ後の唾液分泌量を計測した。これらの計測時間は

1. 振動付与前 3分間
2. 振動付与中 3, 6, 12, 24分間
3. 振動付与後 3分間

4. 振動付与後の状態でカルピス1%溶液 1 cc を飲んだ後 3分間

である。唾液分泌量の計測は一定重量 200 mg の脱脂綿を口に含ませ唾液を吸収させてからテンピンで計測する。

実験結果

結果はグラフの縦軸に唾液量の比率をとり、横軸に計測時間を記録した唾液分泌時間曲線で表わすこととしその1例を Fig. 8~Fig. 19 に示す。唾液分泌が促進された場合は良い影響を与えたとし、抑制された場合を良くない影響を与えたものとした。唾液量の比率は振動付与前の唾液量を1にとり、振動付与中, 付与後および

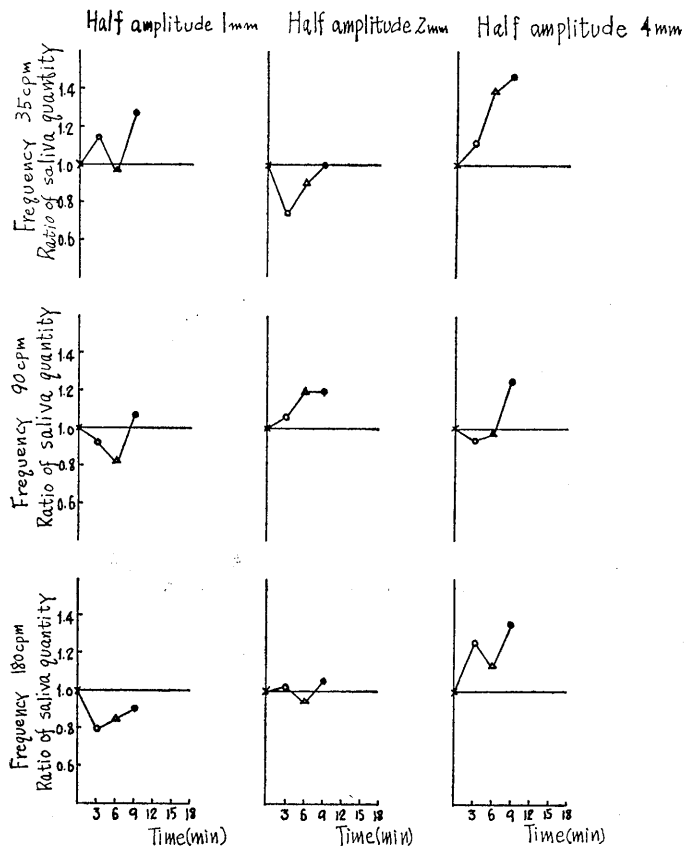


Fig. 8. Ratio of saliva quantity on account of giving up and down vibration for 3 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : under giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.

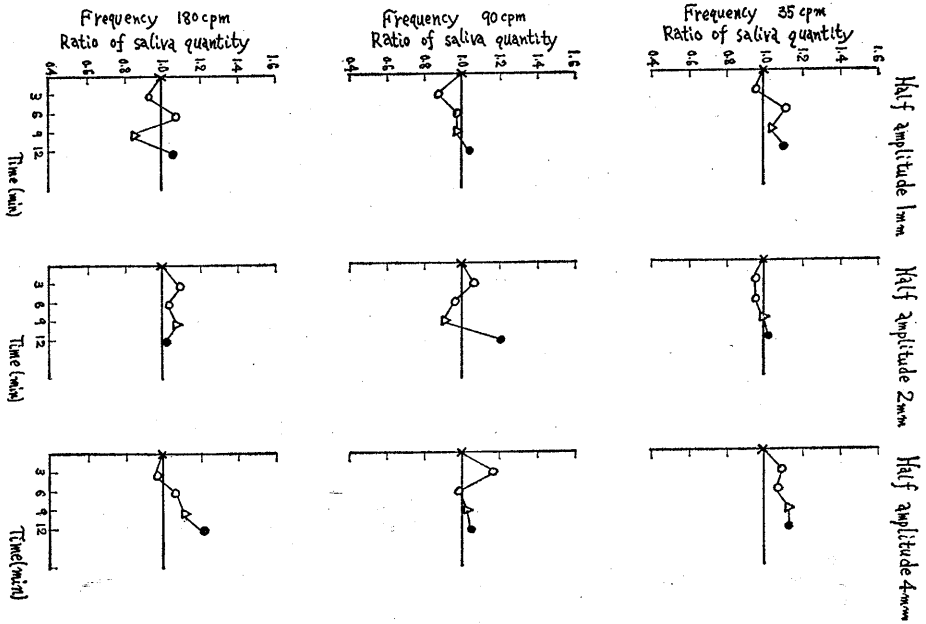


Fig. 9. Ratio of saliva quantity on account of giving up and down vibration for 6 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : under giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.

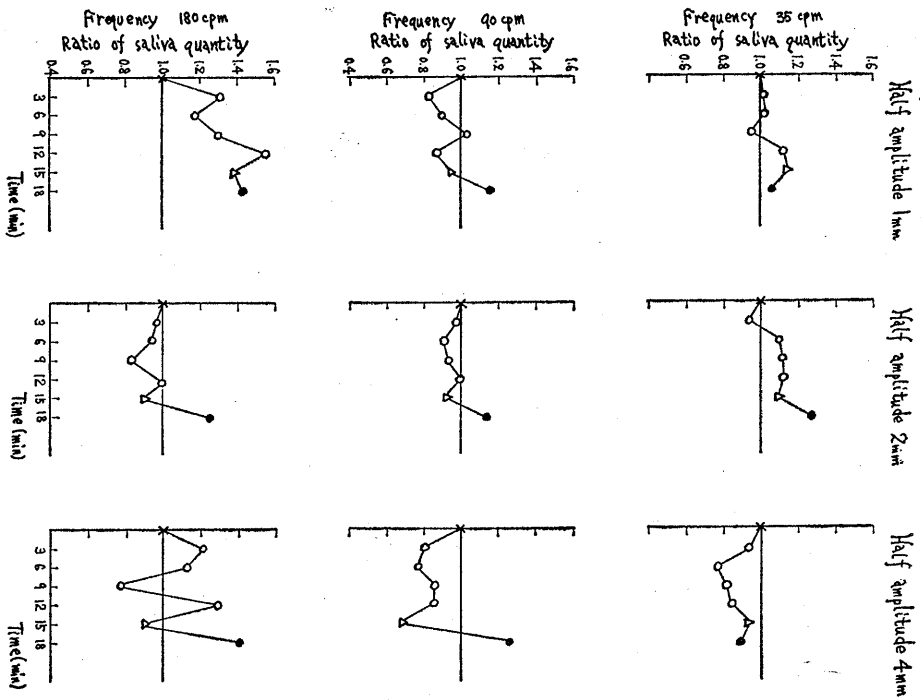


Fig. 10. Ratio of saliva quantity on account of giving up and down vibration for 12 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : under giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.

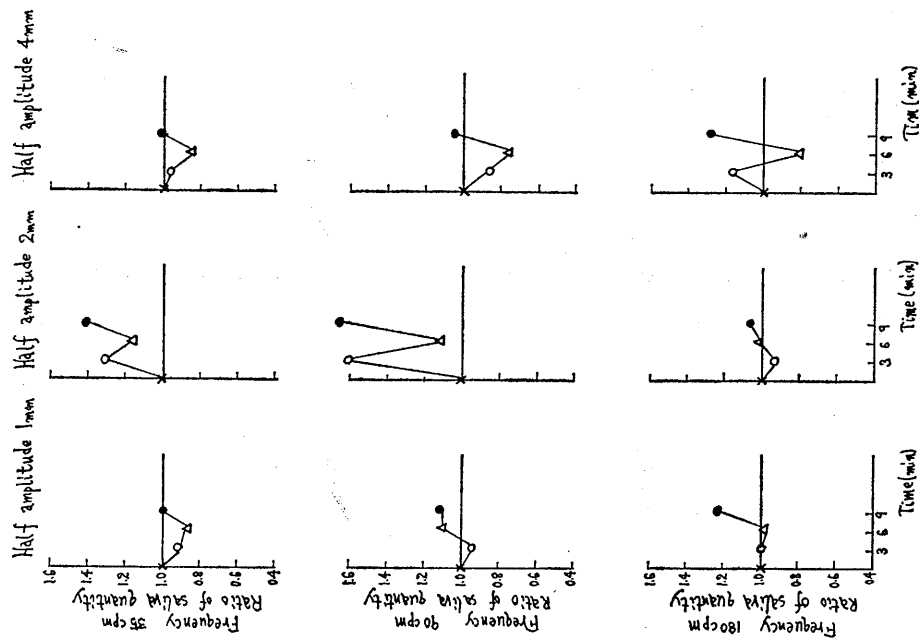


Fig. 12. Ratio of saliva quantity on account of giving right and left vibration for 3 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : undere giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.

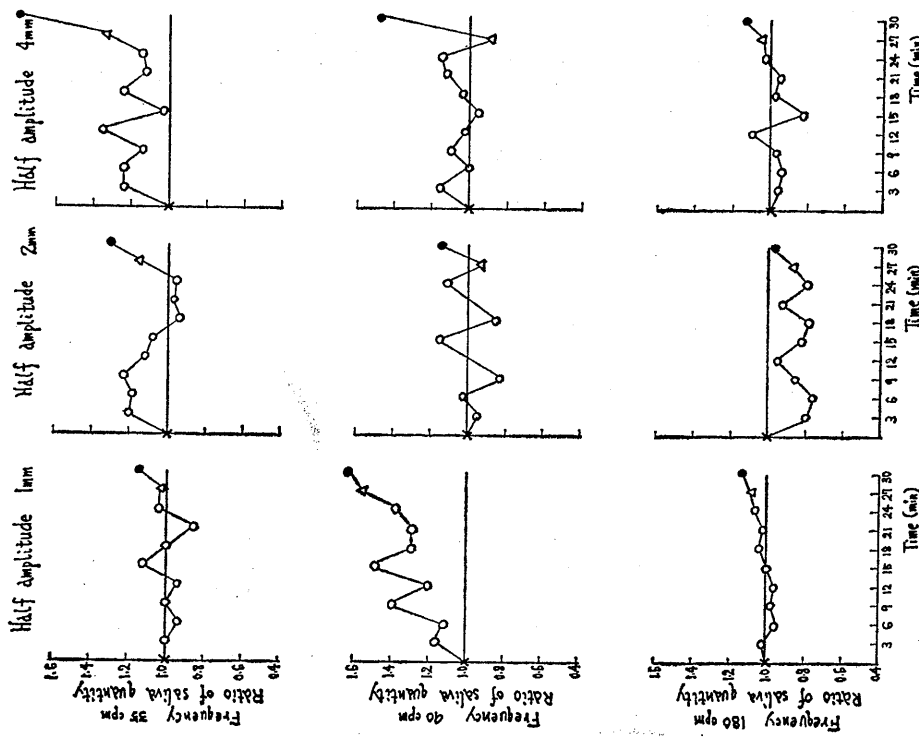
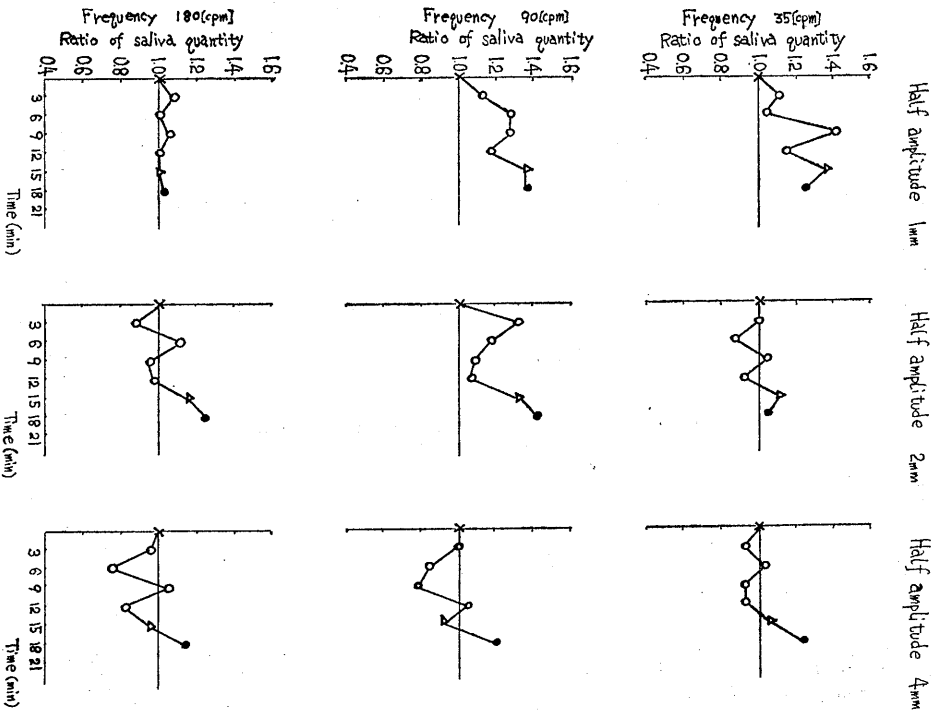
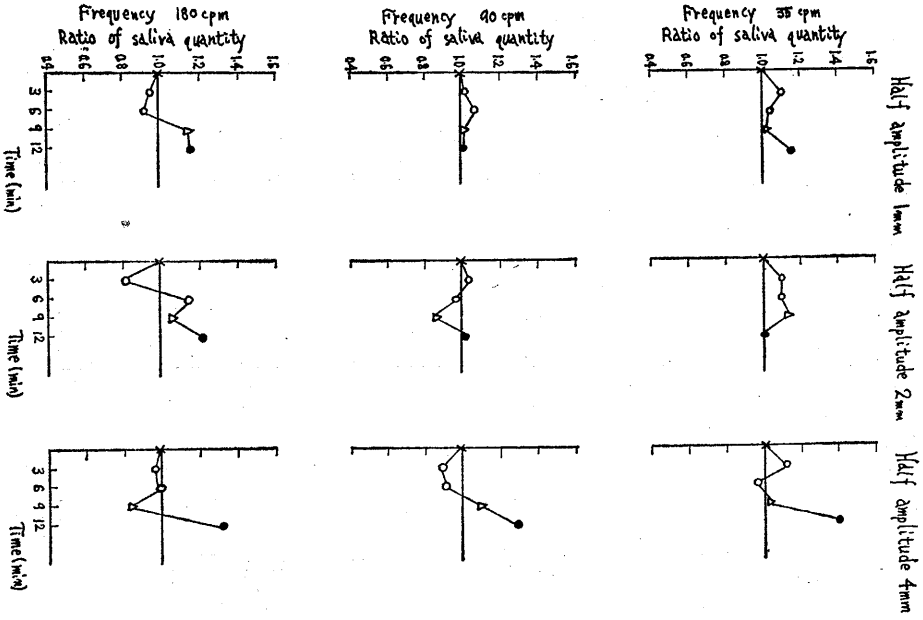


Fig. 11. Ratio of saiva quantity on account of giving up and down vibration for 24 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : undere giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.



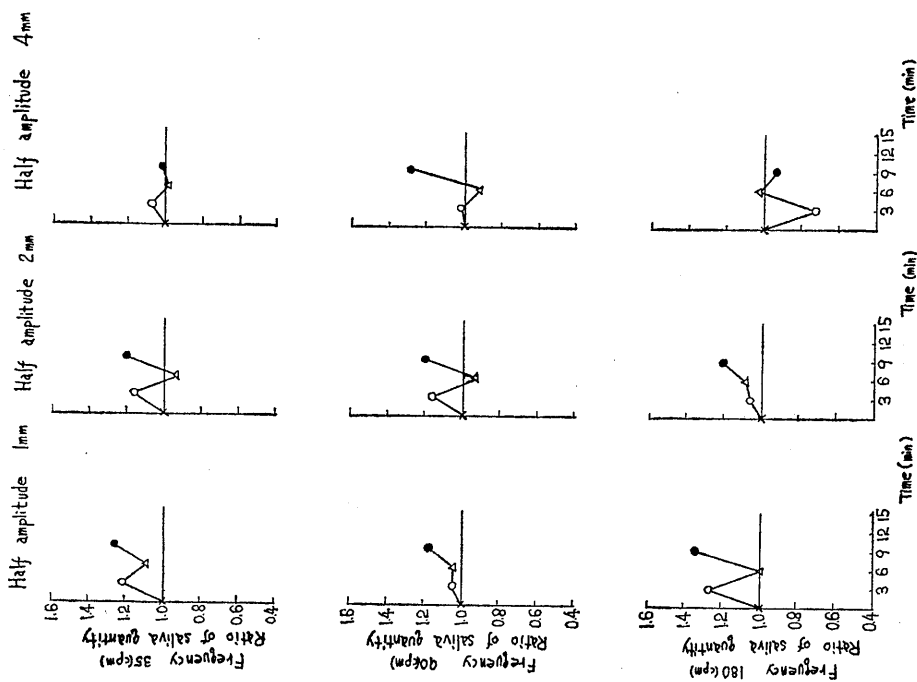


Fig. 16. Ratio of saliva quantity on account of giving forward and backward vibration for 3 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : undere giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.

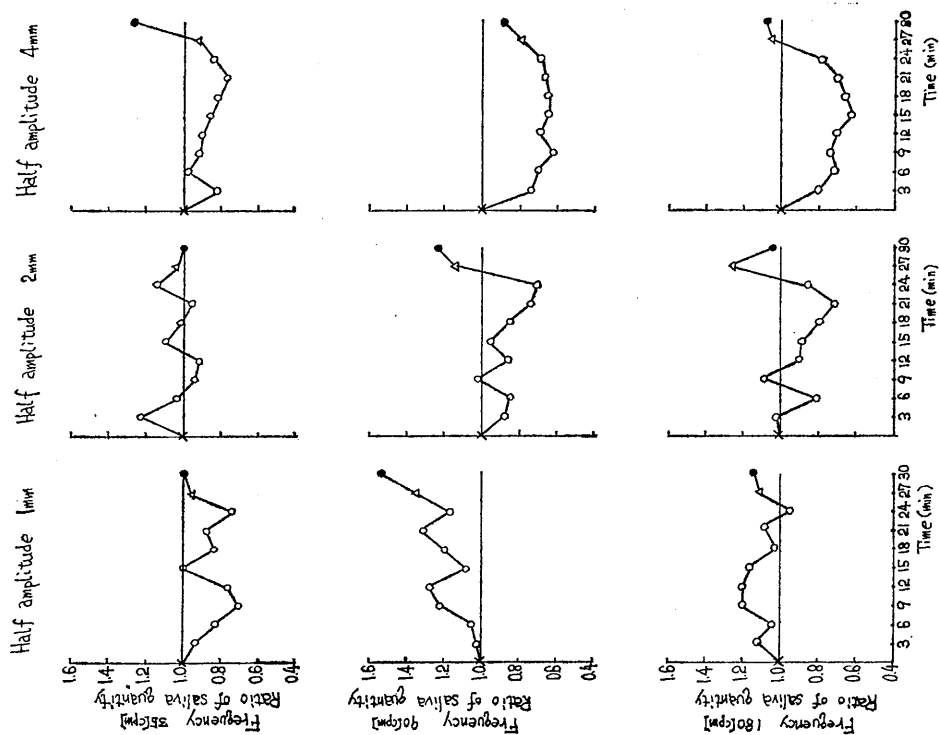


Fig. 15. Ratio of saliva quantity on account of giving right and left vibration for 24 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : undere giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.

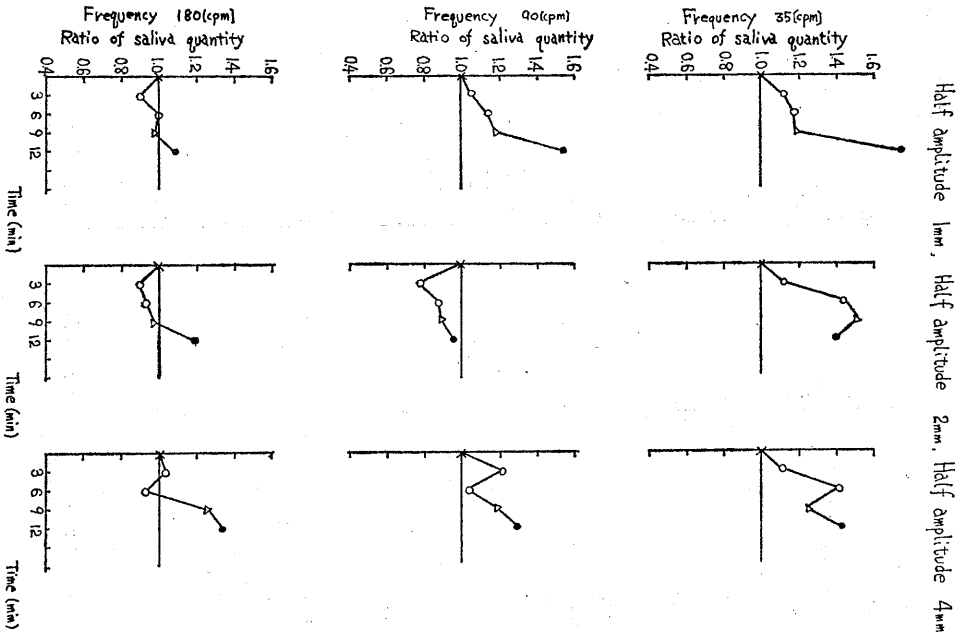


Fig. 17. Ratio of saliva quantity on account of giving forward and backward vibration for 6 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : undere giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.

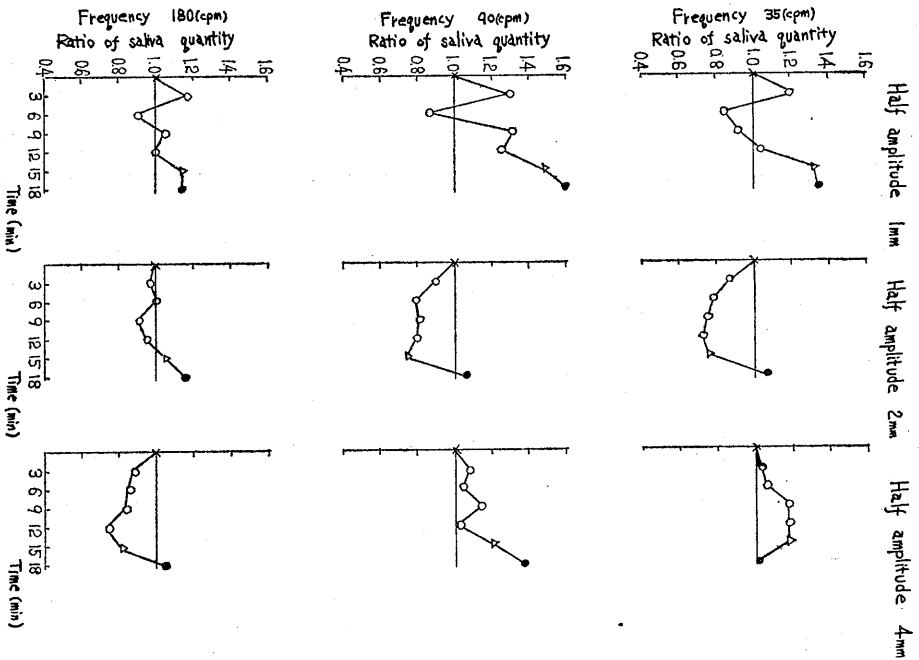


Fig. 18. Ratio of saliva quantity on account of giving forward and backward vibration for 12 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : undere giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.

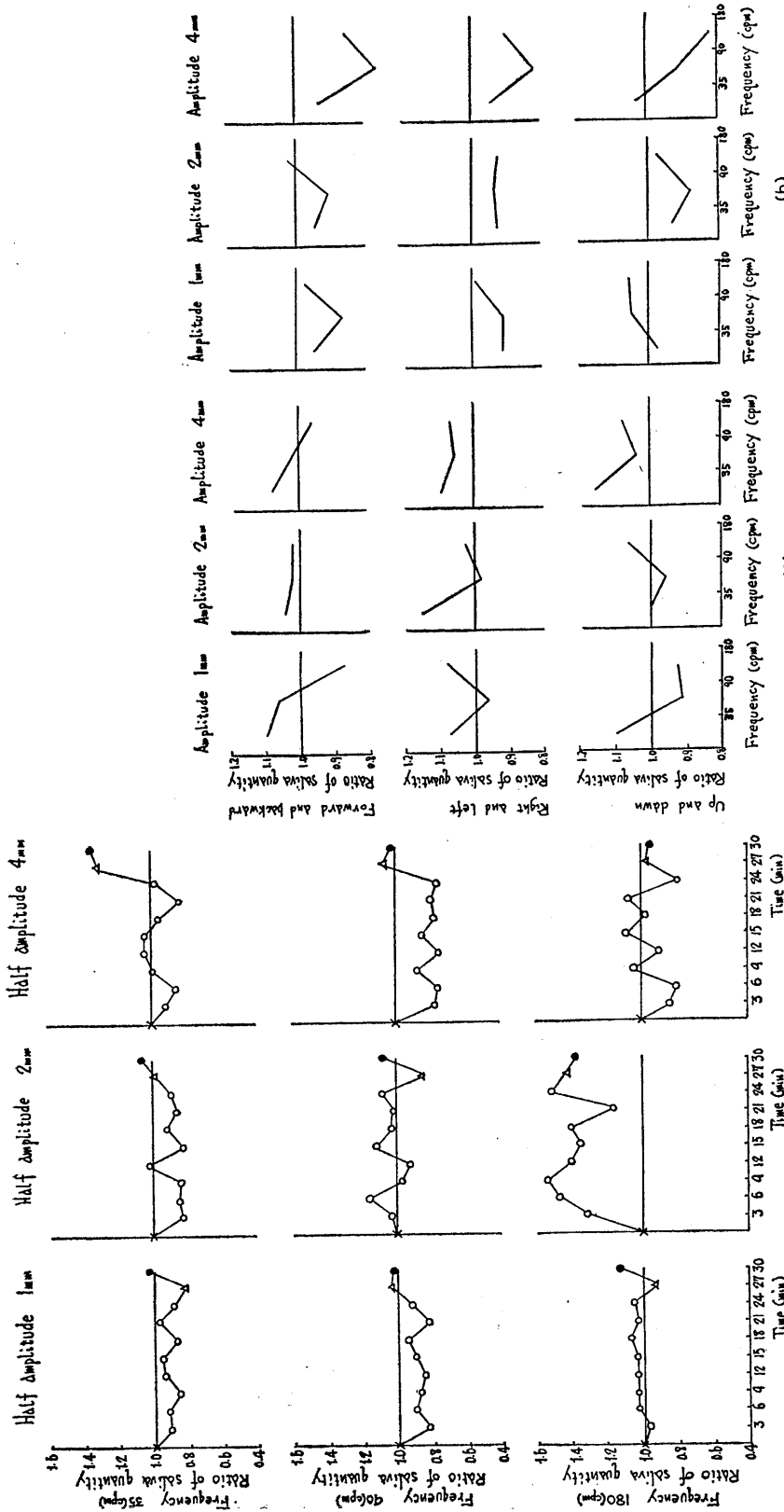


Fig. 19. Ratio of saliva quantity on account of giving forward and backward vibration for 24 minutes and that of a normal state. Cross mark : before giving the vibration. Open circle : undere giving the vibration. Open triangle : after giving the vibration. Solid circle : after giving a stimulus.

Fig. 20. (a) Ratio of saliva quantity by the first 3 minutes in giving the vibration of each direction for 6 minutes. (b) Ratio of saliva quantity by later 3 minutes in giving the vibration of each direction for 6 minutes.

びカルピス1%溶液 1 cc を飲んだ後の唾液量をその比率で表わした。結果の概要を振動方向について記すと下記の如くである。

唾液分泌時間曲線 Fig. 20 によると、一般的にいて、振動試験機を用いて付与した正弦振動による唾液量の変化は少ないことがわかる。ただ、振動数が 90 c/min (これは 1.5 c/s に相当する) のところで概して唾液量の分泌が少なく、やや不快を覚えるものと思われる。Fig. 20 は左側が振動付与 6 分以上の唾液試験の内の最初の 3 分間の唾液量変化の比率であり、右側が次の 3 分間すなわち 3 分目から 6 分目までの比率である。

Ⅲ. 同乗者におよぼす影響について

前 書

走行中の試験車に polygraph を取付けて被験者の心電図、呼吸運動および唾液量の変化を計測した。また同時に加速度計を取付け自動車の垂直および水平方向の加速度振動を計測した。

実験方法

A. 試験場

1. 試験場 自動車のテストコースとして下記を選んだ。

- a. 東京都北多摩郡東村山町
工業技術院機械試験所東村山分室
周長 約 2,000 m
直線路長 800 m
路面状態 コンクリート舗装
- b. 茨城県筑波郡谷田部町
財団法人 自動車高速試験所
周長 約 5,500 m
曲率半径 400 m
設計速度 190 km/h

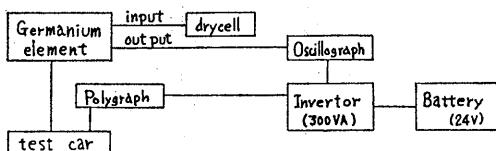


Fig. 21. Connection diagram of the experimental equipment with the test car.

路面状態 コンクリート舗装

B. 試験車

1. 型式 WP 30型 62年式

ニッサン, セドリック, エステート ワゴン
形状トラック 総排気量 1870 cc 定員
3(8)名

2. 型式 43型 64年式

プリンス グロリア 6 ワゴン
形状トラック 総排気量 1980 cc 定員
3(6)名

C. 試験車に搭載した計測装置および器具

1. バッテリー 12 V (GS バッテリー) 2 個
2. Invertor (スタンレー電気製) 1 台
3. Polygraph (三栄測器製) 1 台
4. Oscillograph (三栄測器製)
(polygraph 用) 1 台
5. 加速度計 (日大試作工場製) 3 個
6. Visigraph (三栄測器製)
(加速度計用) 1 台 以上

D. 試験車速度

試験車の速度は時速 20, 40, 60 および 80 km で一定時間走行した。Fig. 21 は計測装置の diagram を示す。

E. 被験者

被験者には日本大学理工学部の 22~24 才の男子学生 4 名がなった。

F. 唾液分泌量計測方法

乗車中の被験者の自動車の走行振動刺激による唾液分泌量の変化を計測した。この場合の計測時間は、

1. 乗車前 (これを正常時とする) に唾液量を 1.5 分間、次に乗車して 1.5 分間計測しながら走行して下車直後 1.5 分間計測した。
2. 乗車前に 3 分間、次に乗車して 3 分間計測しながら走行して下車直後 3 分間計測した。
3. 乗車前に 3 分間、次に乗車して 3 分、3 分の計 6 分間計測しながら走行して下車直後 3 分間計測した。

Fig. 22 は被験者を乗車させた場合の一定走行速度 km/h 20, 40, 60 および 80 における唾液量の比率を示す。唾液量の比率は被験者の乗

車前の唾液量を1にとり、乗車中、下車後の唾液量をその比率で表わしている。

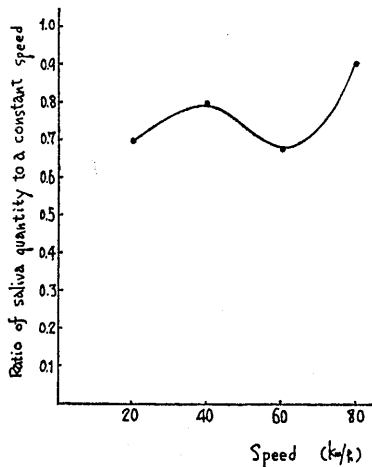


Fig. 22. Ratio of saliva quantity to a constant speed.

G. 心電図および呼吸運動の変化

走行中の試験車に polygraph を取付けて被験者の心電図および呼吸運動の変化を計測した。計測順序は被験者が乗車前（これを正常時とする）に30秒計測し、次に乗車して発進してから一定速度に達するまでと、一定速度に達した直後30秒計測し、一定速度に達してから一定時間（1.5分間、3分間、6分間の各場合をとった）走行して下車直後30秒計測した。ただし一定速度 km/h は 20, 40, 60 および 80 である。Polygraph による被験者の心電図および呼吸運動の変化については、正常時の心拍間隔、呼吸周期を1にとり他をその比率で表わして1に近いほど良い影響であるとした。

実験結果および考察

1. Fig. 23 の心拍間隔と呼吸周期を表わす図は走行中の速度 km/h が 20, 40, 60 および 80 と変わると 60 km/h 付近をピークにして下に凸形の曲線となっている。これは被験者が助手席に同乗している場合には、60 km/h で最も影響が悪く、車速が 60 km/h を超えるにつれて次第に影響が良くなっていることを示している。

2. 走行時間による影響は心拍間隔および呼

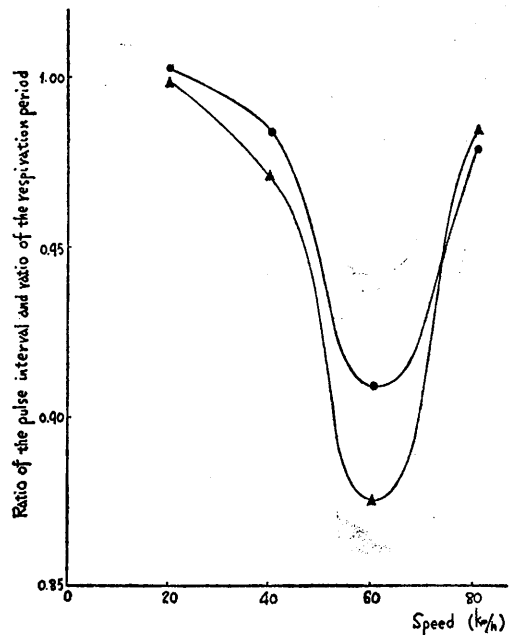


Fig. 23. Relation between ratio of the pulse interval and ratio of the respiration period by case of a fellow passenger. Solid triangle : respiration for 6 minutes under taking a car. Solid circle : pulse interval for 6 minutes under taking a car.

吸周期の変化より考察すれば3分間走行した場合より6分間走行した場合の方が20~60 km/h までは影響は良くないが、80 km/h 位からは、かえって6分間走行した場合の方が影響が良くなるという結果が出ている。

IV. 運転者におよぼす影響について

前 書

自動車を運転中の被験者に対しこれまでと同様な方法でその影響を計測するものである。

実験方法

A. 試験場

1. 試験場

a. 東京都北多摩郡東村山町

工業技術院機械試験所東村山分室

試験場設備はⅢ。「同乗者におよぼす影響について」の実験方法A. aに同じ

b. 第3京浜国道

設備 アスファルト舗装

延長 16,600 m

ここでは自動車速度 80 km/h のテストのみ行なった。

B. 試験車

型式 43型 64年型 プリンス グロリア,
6 ワゴン 形状トラック 総排気量
1980 cc 定員 3(6)名

C. 試験車に搭載した計測装置および器具

1. 交流電源 容量 1 kw (本田技研工業製) 1台

これはバッテリー使用の場合より搭載重量軽減のためとバッテリー充電の不便さをなくす目

的で使用した。

2. Polygraph (三栄測器製) 1台
 3. Oscillograph (三栄測器製) (polygraph 用) 1台
 4. 加速度計 (日大試作工場製) 3個
 5. Visigraph (三栄測器製) (加速度計用) 1台
- 以上

D. 試験車速度

試験車の速度は時速20, 40, 60および80 kmで一定時間走行した。計測装置の diagram は Fig. 3 に同じである。

E. 被験者

日本大学理工学部22~24才の男子学生4名がなった。

F. 実験項目Ⅲ。「同乗者におよぼす影響について」の場合に同じ

実験結果および考察

Fig. 24~Fig. 26 に試験車の速度と心拍間隔および呼吸周期のグラフを、また Fig. 27 と Fig. 28 に唾液量のグラフをそれぞれ示してあ

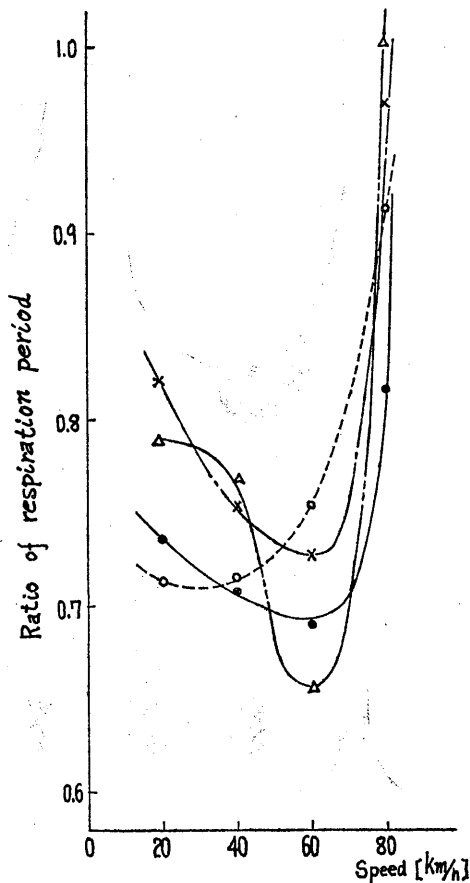


Fig. 24. Ratio of respiration period at each speed of a car in case of a driver being an experimental object. Solid circle : 1.5 minutes under taking a car. Triangle mark : 3 minutes under taking a car. Cross mark : 6 minutes under taking a car. Open circle : 3 minutes under taking a car.

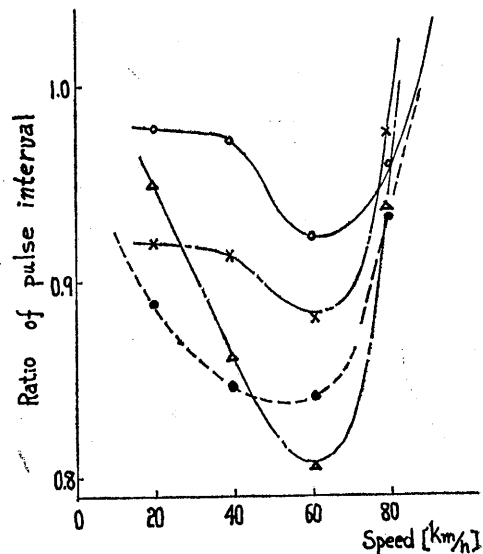


Fig. 25. Difference of ratio of the pulse interval at each time taking a car. Solid circle : 1.5 minutes under taking a car. Triangle mark : 3 minutes under taking a car. Cross mark : 6 minutes under taking a car. Open circle : 3 minutes under taking a car.

る。人体におよぼす影響を左右する主な要素の一つは車の振動およびいわゆるスピード感であると思われる。運転者がスピード感を感じ始めるのは内省法によると 40~60 km/h くらいで 80 km/h 以上では強くスピード感を感じるように思われる。したがって乗り心地の良さ悪さは 40~60 km/h くらいまでは主として加速度振動または加加速度 (Jerk) により、80 km/h 以上では主としてスピード感により左右されるよう

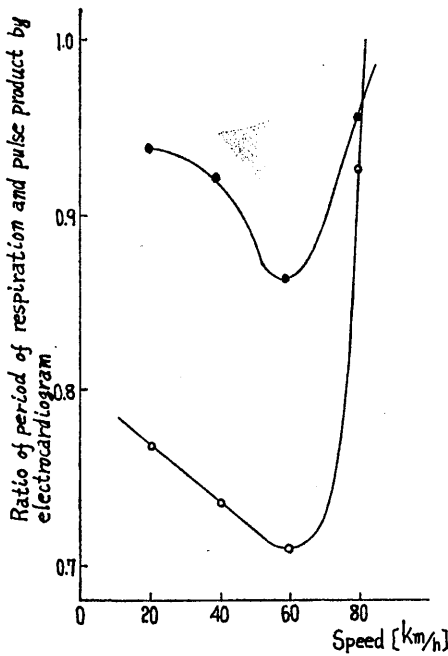


Fig. 26. Relation between ratio of period of respiration and pulse product by electrocardiogram and each speed of a car. Open circle : ratio of period respiration. Solid circle : ratio of period pulse product by electrocardiogram.

である。Fig. 5 を見ると、前後方向、左右方向の加速度はあまり変化ないとみて、20~40 km/h までは上下加速度が直線的に増加するのに対し、影響は直線的に悪くなっている。そして上下加速度の増加が止まる 40~60 km/h では影響の悪くなる度合も次第に減り 60 km/h で最も悪い状態となる。60 km/h を超すと加速度振動の変化による影響よりも、スピード感による影響が優位にたち、したがって生理機能は良く

なる傾向に回復してゆくものと思われる。また Fig. 27, Fig. 28 でわかるように唾液量の比率の大きな変化は認められない。

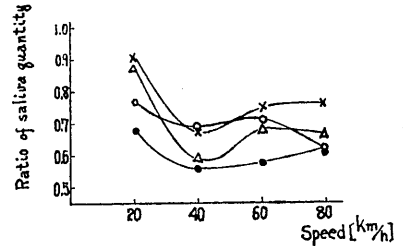


Fig. 27. Ratio of saliva quantity to a constant speed. Solid circle : 1.5 minutes before taking a car. 1.5 minutes under taking a car and 1.5 minutes after taking a car. Triangle mark : 3 minutes before taking a car. 3 minutes under taking a car and 3 minutes after taking a car. Cross mark : 3 minutes before taking a car. 6 minutes under taking a car and 3 minutes after taking a car. Open circle : 3 minutes before taking a car. 3 minutes under taking a car and 3 minutes after taking a car.



Fig. 28. Mean value of Fig. 27.

V. 騒音による影響について

前 書

同乗者および運転者の騒音による影響を調べるために試験車に騒音計およびテープレコーダを取付けてテストコースを走行し騒音を記録して研究室において被験者に聴かせて被験者の心電図、呼吸運動および唾液量の変化を計測した。

実験方法

A. 試験場

試験場として第3京浜国道を選んだ。設備はIV.「運転者におよぼす影響について」の実験方

法A. bに同じ

B. 試験車

型式 WP 30型 62年式 ニッサン セドリック, エクステート ワゴン 形状トラック
総排気量 1870 cc 定員 3(8)名

この試験車はⅢ.「同乗者におよぼす影響について」の試験車1.と同一である。

C. 試験車に搭載した計測装置および器具

1. 交流電源 容量 1kw (本田技研工業製) 1台
 2. 騒音計 (日本電子測器製) 1台
 3. Oscillograph (三栄測器製) (騒音波形記録用) 1台
 4. テープレコーダー (ソニー製) 1台
- 以上

D. 試験車速度および走行時間

試験車の速度は時速20, 40, 60および80 kmで各6分間走行した。

E. 研究室で実験に使用した計測装置

研究室は千葉県船橋市習志野町所在の日本大学理工学部精密機械工学科吉田研究室を使用した。計測装置は、

1. Polygraph (三栄測器製) 1台
2. Oscillograph (三栄測器製) (polygraph 用) 1台

F. 被験者

日本大学理工学部の22~24才の男子学生6名がなった。

G. 実験項目

1. 心電図および呼吸運動の変化

被験者にテストコースで録音した騒音を再生して各速度で3分間聴かせて心電図および呼吸運動の変化を計測した。Polygraph による被験者の心電図および呼吸運動の変化については、正常時の心拍間隔, 呼吸周期を1にとり騒音を聴いている時をその比率で表わして1に近いほど良い影響であるとした。

2. 唾液分泌量の変化

被験者にテープによる騒音を聴かせてこれによる唾液量の変化を計測した。計測方法は一定

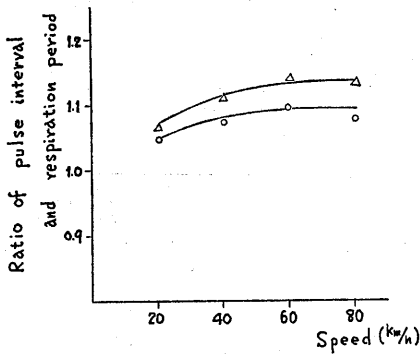


Fig. 29. Relation between pulse interval and respiration period in cause of giving the noise at each speed. Open triangle : ratio of respiration period. Open circle : ratio pulse of interval.

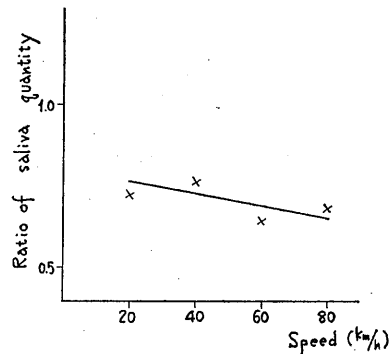


Fig. 30. Variation of saliva quantity in cause of giving the noise at each speed.

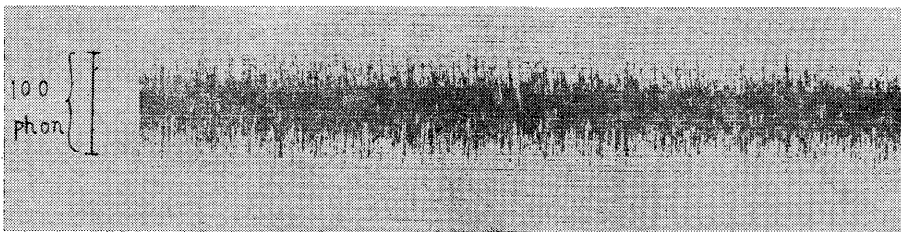


Fig. 31. Show a sample copy which recorded the sound level.

重量 200 mg の脱脂綿を口に含ませ唾液を吸収させてからテンピンで計測する。唾液量の比率は被験者の正常時の唾液量を 1 にとり、騒音を聴いている時をその比率で表わした。唾液分泌が促進された場合は良い影響を与えたとし、抑制された場合を良くない影響を与えたものとした。

実験結果および考察

Fig. 29 に騒音による心拍間隔および呼吸周期の変化のグラフを、また Fig. 30 に唾液量の変化のグラフを、それぞれ示してある。縦軸には各比率を、横軸にはテストコースで走行した試験車の速度を示してある。騒音レベルの 1 例を Fig. 31 に示す。騒音レベルは自動車の速度 km/h 20で90ホン、40で93~94ホン、60で97~98ホン、80で100~105ホンであった。心拍間隔および呼吸周期の比率の変化はいずれも比率が 1 より大きく騒音以外による被験者におよぼす影響を抑制する様相を呈している模様である。唾液量の変化の比率は 1 より小さく速度の増加と共に減少傾向にある。自動車走行中の人体におよぼす騒音による影響を考察すると騒音よりむしろ振動およびスピード感による影響の方が優位になるものと思われる。

総合考察

自動車の振動による影響についての計測は同乗者および運転者について自動車の振動や走行運動の影響による個人の感覚の度合を計測することに意味がある。現在人体の振動に対する感覚のスケールとして、快、不快、といった典型的で絶対的な評価がなされている。また 1・2・3…と級数的に区分した間隔的表現が行なわれている。しかしこれまでの feeling による即答方法で人体への影響度合を調べるには多分に主観が入りこみ誤差が伴ない易い。これらの feeling による計測をなるべく学問的な計測にしようとするのが本研究の一つのねらいである。すなわち自動車の走行中に路上からの連続的な振動性入力などによる被験者たる人間が無意識的に行なう心臓や肺臓などの内臓の活動すなわち各種の不随意的活動を心電図、呼吸運動

とし連続的に記録計測しまた同時に唾液分泌量も計測した。

Janeway の安全限界との比較

自動車の振動による影響について今般の研究の結果人体の生理機能におよぼす影響の良否は自動車が一定速度で走行している定常状態の場合には車の振動のみでなく車の走行運動によるいわゆるスピード感も影響するものとおもわれる。Janeway の乗り心地係数は振動波形を単純波形のみに限定している。これは当時の振動試験機が正弦波の波形しか発生できなかったことにも原因があるものとおもわれる。振動波形が単純波形の場合とランダムな波形の場合とに Janeway の乗り心地係数を比較するとかなりの相違を認めることができる。Janeway の乗り心地係数は自動車のように乗り心地におもな影響を与える振動が主として起伏ある路面での走行を原因とするばね上、ばね下質量の振動および機関その他の回転部分による車体の弾性振動からなる振動には適用しがたい。そしてばね上質量の振動には、上下振動、前後振動、左右振動、ピッチング、ローリング、ヨーイングの 6 種類がある。そこで Janeway による自動車の速度——乗り心地係数 diagram を作製すると、時速 80km では 60km より乗り心地が悪くなっている。これは心電図、呼吸運動より乗り心地の良否を判定した場合とでは Fig. 32 に示す如く相異が認められる。したがって現在 JIS が Janeway の乗り心地係数を採用していることには問題がありそうである。乗り心地の良否の判定には上下振動のみでなく身体に感じる左右、前後の振動による影響をもあわせて考慮すべきであるとおもわれる。さらにばね上質量に顕著にあらわれるピッチング、ローリング振動のおよぼす影響も大きいとおもわれる。以上の如く振動のみを考慮した場合の乗り心地は自動車の機関による振動と路面の形状による振動に基づくものとわけることができる。これらの結果から人間工学的に新しく乗り心地係数を作製してこれに関連した乗り心地計を製作して車の乗り心地を計測し安全限界を決定する必要がある

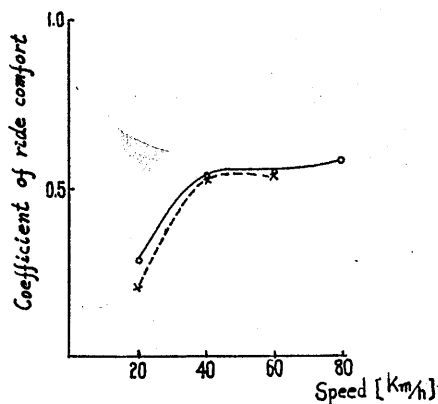


Fig. 32. Coefficient of ride comfort at each speed of a car. Open circle : The third Keihin. Cross mark : Murayama test course.

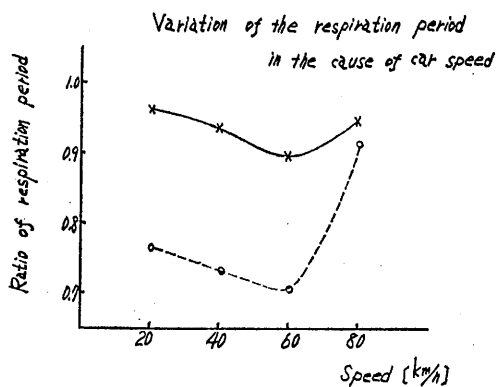
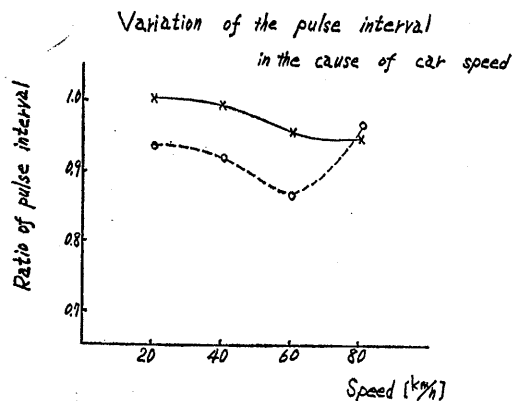


Fig. 33. Difference of the ratio of pulse interval between a driver and a passenger. Cross mark : a passenger. Open circle : a driver.

る。また日本人には日本人独特の乗り心地係数をつくる必要があるように思われる。なお振動試験機で被験者を上下振動させただけではスピード感が入ってこないのも乗り心地はわからないものとおもわれる。本研究の結果では自動車速度が時速60kmを超え80kmを過ぎる頃から快適な乗り心地であることが判明したようにおもわれる。要するに自動車の振動による影響を計測する方法は個人と自動車個々について計測すべきが理想である。しかし同種の車で同乗者または運転者に大きく個人差がない限りこれまで述べた方法で計測すればその自動車の振動による影響が計測できるものとおもわれる。

同乗者と運転者との比較

被験者を同乗者または運転者にして心電図、呼吸運動および唾液量の変化を計測した結果同乗者も運転者も大した差異は認められなかった。心電図および呼吸運動の変化を計測した結果は試験車の走行速度 km/h を横軸にとり心拍間隔および呼吸周期の比率を縦軸にとると両者の関係は走行速度 km/h が20, 40, 60および80と変化すると60付近をピークにした下方に凸なる様相が心拍、呼吸両者とも描けた。60付近ではあまり人体に良い影響ではないが速度が60を超えると良い影響があらわれて人体の生理機能は良くなり、したがって乗り心地は良くなる傾向があらわれるようにおもわれる。Fig. 33は同乗者と運転者の心拍および呼吸周期の変化の比較図である。これによると、同乗者は運転者よりも心拍間隔および呼吸周期の比率の値がやや大きい。したがって同乗者の方が乗り心地が良いとすれば、同乗者と運転者として乗り心地の良さが異なることになって乗り心地が単に振動のみによって決められないことの一つの裏づけとなると考えられる。

結 論

以上の如き実験方法によって得られたことを列記すると次の如くである。

1. 一定速度における3方向(上下, 前後, 左右方向)の加速度の大きさは車種および道路状態などによって多少相異なるが走行速度 km/h

20~80では、上下方向加速度は速度と共に大きくなるが前後、左右方向加速度は速度が増しても変化は少ない。またこれらは上下方向加速度にくらべてかなり小さい。

2. 一定速度における3方向（上下、前後、左右方向）の振動周波数は走行速度 km/h が60~80になると1~2 c/sに近づく。

3. 振動試験機による唾液反応試験の結果本実験における振動台の振動数、振動振幅においては反応の著しい変化は見られなかった。

4. 同乗者および運転者の唾液分泌は走行速度 km/h が60以上になると自動車の振動数減少傾向と共に唾液分泌の促進傾向があらわれる。なおこのときの走行速度における振動数は2 c/s付近である。

5. 同乗者および運転者の心電図および呼吸運動の変化については自動車の走行速度 km/h が60を超えると良い影響があらわれるので、生理機能は良くなる傾向があらわれるように思われる。

6. 同乗者は運転者よりも心拍間隔および呼吸周期の比率の値がやや大きい。したがって同乗者の方が乗り心地が良いとすれば乗り心地が単に振動のみによって決められないことがわか

る。

7. Janeway の基準にしたがって乗り心地係数を求めると走行速度 80 km/h で乗り心地が悪くなりこれは心電図、呼吸運動より乗り心地の良否を判定した場合とでは相異が認められる。よって自動車の乗り心地を単純な上下振動のみで判断することには問題があると思われる。

8. 騒音による被験者の心電図、呼吸運動および唾液量の変化を考察すると今般の研究における同乗者および運転者は騒音による影響よりは振動およびスピード感による影響の方が大きいものと思われる。

摺筆するに当り久留米大学医学部末永一男教授の御助言御校閲ならびに早稲田大学教育学部体育生理伊藤秀三郎教授の御指導に対し心から感謝する。

文 献

- 1) Janeway, R. N. (1948) Vehicle vibration limits to fit the passenger. SAE Jour. Aug. 48
- 2) 伊藤秀三郎 (1964) 振動は生体機能に対し影響を与えるか 東京医大同窓学術研究会誌 3, 7
- 3) 吉田義之 (1963) ゲルマニウム型加速度振動計に関する研究 計測と制御 2, 406
- 4) 亘理 厚 (1962) 自動車の振動および乗り心地試験法 日本機械学会第179回講習会教材 15

Distribution of brown adipose tissue in Japanese new-born infants

Shinji Itoh and Akihiro Kuroshima *

Department of Physiology, Hokkaido University School of Medicine, Sapporo

There are two types of adipose tissue in the mammalian body: white and brown. The physiological function of brown adipose tissue has remained rather obscure until recent year. It has now become evident that brown adipose tissue plays a role in thermoregulatory heat production in the cold. It is known that the new-born baby responds to cold exposure by an increase in heat production that does not depend on shivering. Brown adipose tissue may play an important part in this response. According to Kurata et al. (1), skin temperatures of the trunk, neck and arm were close to or even slightly higher than the rectal temperature in new-born babies. This fact might be explained by the presence of brown adipose tissue in these regions, although no evidence has been presented. The existence of brown adipose tissue in human foetus was first found by Hatai in 1902 (2). Thereafter, a number of investigators reported its presence in human body not only in infants but also in adults (3-5), but no report has appeared on its distribution in Japanese descent. Therefore, we have attempted to ascertain its existence in Japanese infants. Through the courtesy of Dr. Onmura, Department of Pathology, we have observed 6 infant bodies, including 2 still-born (Table 1).

Brown adipose tissue was more or less found in all cases in the following regions: upper dorsal interscapular region, axillae, thorax and

Table 1. Cases of observation

No.	Sex	Age	Body weight	Cause of death
1	M	—	2200g	Premature (9 months) still-born
2	M	—	3210	Still-born
3	M	24 hours	3450	Brain hemorrhage
4	M	6 days	2950	Icterus
5	F	3 months	6300	Hepatitis
6	F	3 months	3000	Heart failure

abdomen. In the thorax brown fat was distributed around the aorta and intercostal arteries, and in the abdomen in perirenal region. Although Aherne and Hull (5) reported many smaller masses of brown adipose tissue in the neck following the course of the jugular vein and carotid artery and Hatai (2) described a large glandular mass in the neck of Caucasian foetus, we scarcely found such masses. Brown adipose tissue in the mediastinum between the oesophagus and trachea was rather meager and that in the abdomen was not large. This finding is different from the observation of Aherne and Hull (5) who found a large abdominal mass enveloping the kidneys and adrenals.

Histological examination indicated that the adipose tissue obtained from intercostal and para-aortic deposits of still-born and new-born infants consisted mostly of multilocular brown fat cells, while interscapular, axillar and perirenal adipose tissues were not pure, being mixed with large unilocular cells. Babies died 3 months after their birth showed considerable depletion of multilocular cells which had been replaced by unilocular cells.

* 伊藤真次・黒島晨汎：北海道大学医学部第1生理学教室

[Received for publication July 31, 1967]

Employing the method of Folch et al. (6), lipid content of the brown adipose tissue was determined and compared with values obtained in interscapular brown adipose tissue in the rat and the mouse. As shown in Table 2, the content was at a similar level to the values of other species, and quite low as compared with well-known high lipid content of white adipose tissue.

The above observations indicate that Japanese new-born infants possess some amount of brown adipose tissue which may play a part in non-shivering chemical thermogenesis in the cold until neural mechanism for shivering deve-

loped. However, it should be noted here that the amount of brown adipose tissue in Japanese infants seemed rather less as compared with that reported by others in Caucasians (5). Detailed studies on ethnic differences in the distribution of brown adipose tissue might be worthy to be carried out.

References

- 1) Kurata, M., Funatsu, Y. and Ishizuka, H. (1966) *Feder. Proc.* **25**, 1323
- 2) Hatai, S. (1902) *Anat. Anz.* **21**, 369
- 3) Bonnot, E. (1908-9) *J. Ant. (Paris)* **43**, 43
- 4) Hull, D. (1966) *Brit. Med. Bull.* **22**, 92
- 5) Aherne, W. and Hull, D. (1966) *Path. Bact.* **91**, 223
- 6) Folch, J., Ascoli, I., Lees, M., Meath, J. A. and LeBaron, F. N. (1951) *J. Biol. Chem.* **191**, 833
- 7) Dawkins, M. J. R. and Hull, D. (1964) *J. Physiol.* **172**, 216

Table 2. Lipid and water content of brown adipose tissue

	No.	Lipids	Water
Human baby	6	44±4.9%	49±4.0%
Rat, normal	5	56±1.1	34±0.9
cold-acclimated	6	32±2.1	53±1.9
Mouse	8	34±3.8	51±3.4
Rabbit, new-born*		48±2.4	42±1.6

* cited from Dawkins and Hull (7)

The authors are greatly indebted to Dr. Y. Onmura, Department of Pathology, and Dr. T. Ito, Department of Anatomy, for their cordial help. This work was carried out as a part of JIBP, and supported by a grant from the Takeda Science Foundation.

Peripheral tolerance to cold of Hokkaido residents

Shinji Itoh · Katsuhiko Doi and Akihiro Kuroshima *

Department of Physiology, Hokkaido University School of Medicine, Sapporo

A number of reports have already appeared on the hunting reaction of fingers immersed in cold water. The reaction was considered to be useful to assess the peripheral tolerance to cold (1). A higher skin temperature during the immersion was shown in Orochons in Manchuria by Yoshimura and Iida (2), in Gaspé fishermen by LeBlanc et al. (3), in British fish filleters by Nelms and Soper (4), and in Eskimos by Brown and Page (5). A similar result was obtained by Miller and Irving (6) who measured the skin temperature of Eskimos during cooling hands in open cold air. Meehan (7) and Iampietro et al. (8) also found a lower finger temperature during digital cooling in Negroes, as compared with the response of the white. As pointed out by Yoshimura and Iida (2) and others the response is believed to be influenced by previous experiences of cold exposure. Accordingly, we have attempted to compare the local tolerance to cold water immersion of the finger in two groups of Japanese: one group were born on Hokkaido, the northern island, and the other born on Honshu, the main island, and southern islands. Our previous studies on these two groups indicated significant differences in plasma free fatty acid levels in winter (9) and blood pressure response to cold water immersion of one hand (10). A similar difference might be observed in the peripheral tolerance to cold.

Male medical and postgraduate students served as volunteers. In the first series of experiments, skin temperature of the right index finger pad was continuously recorded employing the Takara thermister skin temperature recorder before and during the immersion of the first two phalanges of the finger into well-stirred cold water at 5°C for 30 minutes. The experiments were carried out during June and July at room temperature of 21 to 23°C. Before the immersion the skin temperature of the finger pad was at level over 30°C in every case. In these two groups no difference was found in the time of the first temperature rise after the immersion and the skin temperature at that time. After the first elevation the skin temperature fluctuated variably, without any particular tendency characterized by the place of birth and growth. Average skin temperature and the highest level of it during 30 minute immersion were also the same in these two groups (Table 1).

The second series of experiments were made in July at room temperature of 24 to 26°C. The first two phalanges of right middle finger were immersed into ice-water at 0°C for 20 minutes and skin temperature of the nail bed was recorded. As shown in Table 1, time to the first elevation of skin temperature from the immersion was significantly shorter and the skin temperature at that time was higher in Hokkaido group, as compared with the corresponding values of Honshu group. A similar significant difference between these two groups was also found in the mean skin temperature

* 伊藤真次 · 土居勝彦 · 黒島晨汎 : 北海道大学
医学部第1生理学教室

[Received for publication August 7, 1967]

Table 1. Local cold tolerance test of finger

	I		II	
	May-June		July	
Month	May-June		July	
Room temperature	21-23°C		24-26°C	
Water temperature	5°C		0°C	
Time of immersion	30 min		20 min	
Site of measurement	Index finger pad		Middle finger nail bed	
Place of birth	Hokkaido	Honshu and southern islands	Hokkaido	Honshu and southern islands
No. of subjects	25	32	16	14
Age	20-30	20-30	19-30	19-30
Average skin temperature before immersion	33.3	33.6	32.5	33.2
Time to the first temperature rise from immersion (min)	4.2±.15	4.1±.25	6.2±.39	7.8±.26
	NS		P<0.01	
Skin temperature at the time of the first rise after immersion	6.7±.22	7.5±.35	2.3±.25	1.2±.14
	NS		P<0.001	
Mean skin temperature during immersion (4 to 30 or 20 min)	10.9±.43	10.7±.46	5.9±.68	4.2±.43
	NS		P<0.05	
The highest temperature during immersion	14.6±.61	13.8±.62	8.4±.95	6.9±.79
	NS		NS	

Mean±S. E. NS: not significant

Temperatures are shown in °C.

during ice-water immersion.

The above results indicate that the temperature of water should be 0°C for the assessment of peripheral tolerance to cold as already indicated by Yoshimura (1), and that the response was significantly greater in subjects born and grown up in cold area than in those born in warmer areas. In this second series of experiments a few subjects born on Honshu and lived in Hokkaido for 5 to 7 years showed low responses which were not different from those of new-comers. Although training is known to produce a significant effect on the cold tolerance (2), cold adaptability of the same ethnic group might be essentially influenced by places of birth and growth.

This work was carried out as a part of JIBP and supported by a grant from the Ministry of Education.

Valuable advices of Dr. H. Yoshimura are gratefully acknowledged.

References

- 1) Yoshimura, H. (1966) in "Human Adaptability and its Methodology" ed. by H. Yoshimura and J. S. Weiner, Tokyo, p. 64
- 2) Yoshimura, H. and Iida, T. (1952) Jap. J. Physiol. **2**, 177
- 3) LeBlanc, J., Hildes, J. A. and Héroux, O. (1960) J. Appl. Physiol. **15**, 1031
- 4) Nelms, J. D. and Soper, D. J. G. (1962) J. Appl. Physiol. **17**, 444
- 5) Brown, G. M. and Page, J. (1952) J. Appl. Physiol. **5**, 221
- 6) Miller, L. K. and Irving, L. (1962) J. Appl. Physiol. **17**, 449
- 7) Meehan, J. P. (1955) J. Appl. Physiol. **7**, 537
- 8) Iampietro, P. F., Goldman, R. F., Buskirk, E. R. and Bass, D. E. (1959) J. Appl. Physiol. **14**, 798
- 9) Itoh, S., Konno, N., Yoshimura, K. and Kuroshima, A. (1967) J. Physiol. Soc. Japan **29**, 239
- 10) Itoh, S., Hiroshige, T. and Ota, R. (1967) J. Physiol. Soc. Japan **29**, 596

超微小電極としての毛細管に簡単且直接溶液を注入する一方法

A direct method of introducing the solution into the capillary of microelectrodes

加 藤 漸 (Susumu Kato)*

日本医科大学第1生理学教室

超微小電極としての毛細管に KCl 溶液や他の溶液を満たす方法は多くの研究者によって色々と工夫されている。従来ある方法として、毛細管を KCl 溶液中で煮沸する (Ling and Gerard¹⁾), これに減圧を併用する (古河, 後藤²⁾), 蒸留水中で煮沸して一旦水で満たして後室温で KCl 溶液に置換する (Trautwein und Zink³⁾), 先ず減圧下で加温したアルコールを満たした後水, KCl 溶液を順次置換する (Tasaki³⁾), 予め KCl 溶液を満たした硝子管より直接に微小電極を製作する (Kao⁴⁾), 特別なピペットを用意して毛細管に直接溶液を注入する (古河, 後藤⁵⁾), 金属注射針の先端を電解研磨して細くし, これで溶液を誘導して直接に充填する (星⁶⁾), 以上述べたこれらの方法は一長一短あって優劣はつけ難いが, 著者も良い方法を見出したので報告する。

使用する硝子管は内壁を清浄にした Pyrex の外径 2.0 mm 内外のもので, その硝子管に予め外径 0.1~0.2 mm の普通硝子の棒を挿入して置いて, 横型プラ (高橋精機製に多少改良を加えた) で引き延して毛細管の内側の壁に密着して細い硝子棒の入ったものを作った。横断面は Fig. 1, A 1 のようであろう。硝子管の内壁と中に入れた硝子棒とによって生ずる三角形の部分に沿って注入された溶液が移動するのであると想像される。この場合, 棒の代りに管を用うると電極硝子管が細くなり始める附近で中の硝

子管の一部が膨らみ弓形になる [Fig. 1, A 2], これは中に入れた硝子管中の空気が熱のために膨張するために起こるのであるが, 溶液を注入した時に気泡の移動を妨げるから挿入する硝子は管よりも棒の方がよい。こうしてできた電極用毛細管で細くなる部分から先端までが 1.0~1.5 cm のものについて注射針で目的の溶液を上方向に向けたまま注入する [Fig. 1, B] と自然に細い先端の部分から液が満たされて行き途中で気泡を生じても次第に太い方に移動して 10~30 分で完成する。もし途中で気泡の移動が止ってしまったものは 10 分間ぐらい減圧状態にして放置して除去するか, 毛細管内に銀線の先端を細くして気泡を越えて挿入して用うるとよい (液が先端から充たされるので細い部分の 1/2~1/3 まで液が来れば充分使用できる)。この方法は特別の器具も大した練習も必要としないで簡単に且つ直接に目的の溶液を毛細管に満たすことができる。

さて, 1 本の硝子管から作った 2 本の毛細管の両方に直接法によって 3 M KCl 溶液を充填してそれぞれの抵抗値を検べて見ると両方の平均値よりのずれの割合は $8.06 \pm 3.1\%$ である。また間接法における場合の水と KCl 溶液との置換の状態が時間と共にどのように変化するかを抵抗値を測定して検べて見ると, その値は最初急激に減少し, 時間と共に減少するのが緩かになる。毛細管によってこの変化はそれぞれ異なるが何れにせよ遅くとも 12 時間後にはほぼ一定の値をとる。この時は毛細管内の水は大部分 KCl 溶液と置換されたと考えられるが果してそうであろうか。

* First Department of Physiology, Nippon Medical School

〔昭和42年9月1日受付〕

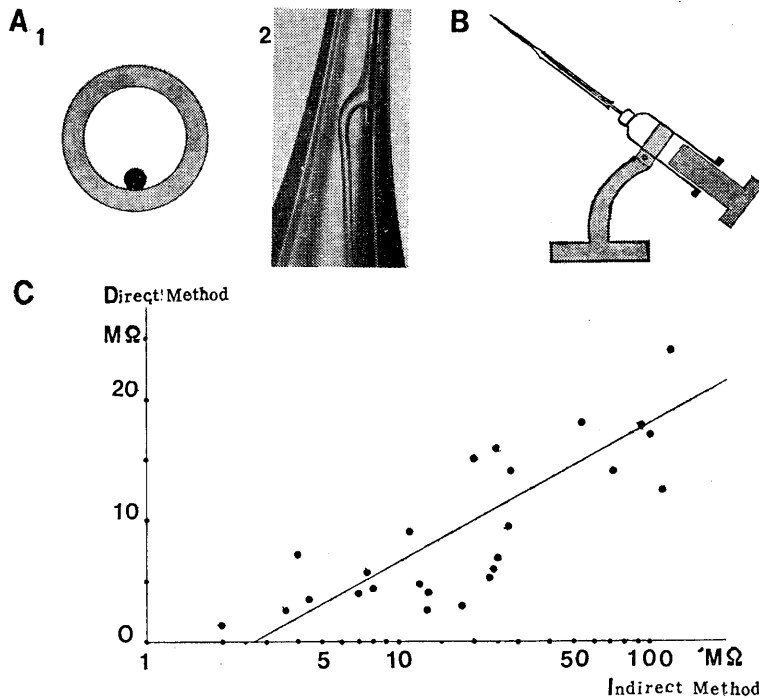


Fig. 1, A 1. A schema of the cross section of the microelectrode stretched with a usual method. The dark spot represents the section of the fine glass solid fiber inserted in the capillary. Fig. 1, A 2. An example of wrong case, a fine glass tube is inserted into the capillary instead of a fine glass solid fiber. Fig. 1, B. The injection technique of the solution into the electrode. The solution can be introduced smoothly till the tip of the electrode at the presence of fine glass fiber. Fig. 1, C. The electrical resistances of the microelectrodes made of the same glass capillaries, filled with the same 3 M KCl solution with the direct and indirect methods. Ordinate: The value of the microelectrodes made with the direct method devised by the present author. Abscissa: The value of those made with the indirect method. In this case, the solution is exchanged from alcohol to salt solution by diffusion within the electrode.

今この様にして作った同一硝子管の両端より得た2本の毛細管の一方には上記の直接法によって、他方には田崎の間接法（置換の時間は alcohol→水、水→KCl 溶液にそれぞれ12時間を費した）によって 3 M KCl 溶液を満たしてその抵抗値を比較すると図Cとなる。この両者の差違は1本の硝子管より作った両端の電極による形状の相違をはるかに越えているから、間接法では溶液の置換が完全に行なわれていないと見るべきである。

故に超微小電極用の毛細管に溶液を注入するには直接法を用いると間接法に比して抵抗値が

1/2 ないし 1/5 であり、その上時間も手数もかからないから直接法を利用する方がよいと思われる。

文 献

- 1) Ling and Gerard (1949) J. Cellular comp. Physiol. **34**, 383
- 2) Trautwein, W. und Zink, K. (1952) Pflüger Arch. f. g. ges. Physiol. **256**, 68
- 3) Tasaki, I., Polly, E. H. and Orrego, F. (1954) J. Neurophysiol. **17**, 454
- 4) Kao, C-Y. (1954) Science **119**, 846
- 5) 古河太郎・後藤 徹 (1956) 生体の科学 **7**, 302
- 6) 星 猛 (1957) 生体の科学 **8**, 175

大脳における緩電位変動測定の改良に関する一知見

On a modification of the equipment for determination of slow potential changes in the cerebrum

尾崎 俊行・伊藤 久 (Toshiyuki Ozaki and Hisashi Itoh)*

弘前大学医学部第1生理学教室

大脳における緩徐な電位変動を測定する方法については現在のところ緩電位変動の導出ならびに増幅などの点にまだ2, 3の問題があり方法論的にさらに基礎的研究が期待されている。私共も数年来この問題について検討を加えてきたが前回¹⁾²⁾に cathode follower 前置 chopper 直流増幅器使用の効用と刺激前に存在する入力電圧の補償装置について報告した。すなわち, chopper 式直流増幅器 (三栄測器, DA 112, 入力抵抗 100 k Ω) の chopper 回路の前に cathode follower をおくとその長所として chopper の断続周波数 (50または 60 c/sec) による artefact は生体を介して同時に記録する他の現象の測定に影響を与えなくなるとともに, 直流増幅器の入力抵抗は 100 k Ω から 2 M Ω にまで高めることができる。なお, この場合に増幅器の周波数特性は 0~30 c/sec の間ではほぼ直線性を示すので, この増幅器を使用すると頭皮上被験部位と耳朶または鼻根部間の大脳緩電位変動のほかに脳波をもほぼ忠実に増幅することが可能である。したがって大脳緩電位変動と脳波を同時に観察することが可能で両者の関連性を検討するのに非常に都合がよい。しかし短所として cathode follower 前置直流増幅器の基線の漂動は毎時間約 $\pm 50 \mu\text{V}$ にも達し比較的に高値を示すので短時間の緩電位の導出増幅にはよいが長時間にわたる記録の場合には不適當と思われる。そこで今回は cathode follower の代わりに chopper 回路の前に C-R filter をおき増幅

器の基線の漂動について改良を試み, 比較的に安定した結果を得たので報告する。

Fig. 1 の A は大脳緩電位変動の記録系のブロックダイアグラム (a) と chopper 式直流増幅器の chopper 回路に前置する C-R filter の回路 (b) を示す。このように chopper 回路の前に C-R filter をおくと, chopper の断続周波数に由来する artefact は cathode follower 前置の場合と同様にその影響を除くことができる。他方, 増幅器の周波数特性は 0~20 c/sec の間で直線性を示し, 入力抵抗は 100 から 500 k Ω まで高めることが可能である。これらの特性は cathode follower 前置の場合のそれ (0~30 c/sec と 2 M Ω) にそれぞれややおとるが, 基線の漂

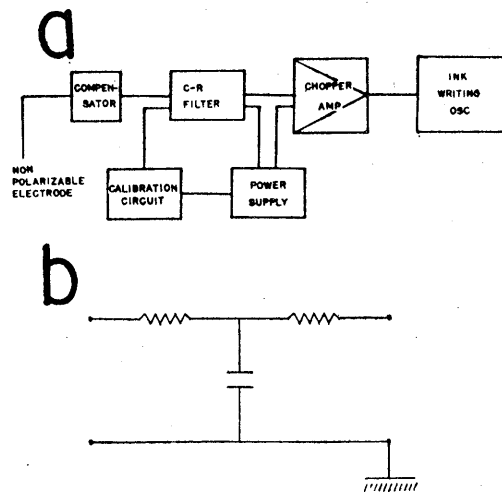


Fig. 1, A. a: Over-all block diagram of recording system of slow potential (SP) changes in the cerebrum. b: Circuit of C-R filter of recording system.

* First Department of Physiology, Faculty of Medicine, Hirosaki University
〔昭和42年9月1日受付〕

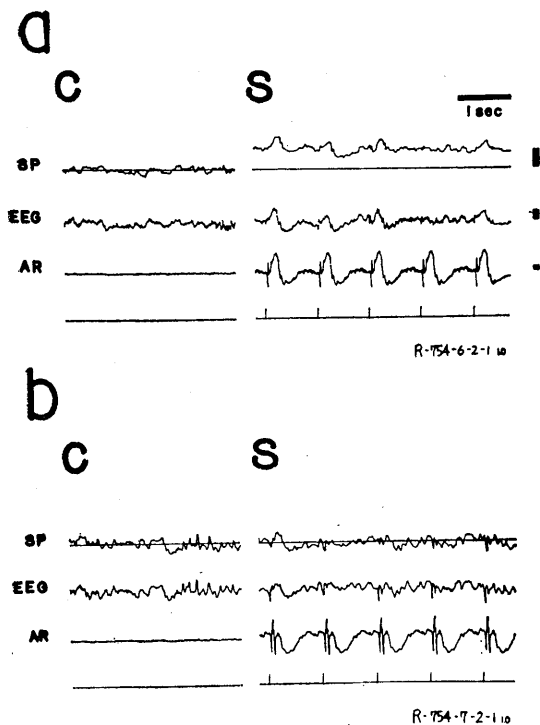


Fig. 1, B. Slow potential (SP, LO-N) change, electroencephalogram (EEG, LO-N) and summated response (AR) during (s) photic stimulation of 1.0 flash per second in the awaked (a) and nembutalized (b) states. In c are shown control tracings before stimulation. Note marked negative shift of SP changes (upward from baseline) in the awaked and no SP change in the anesthetized state during stimulation of 16-20 th flash. Each calibration in right side indicates 100, 50 and 10 μ V in the SP, EEG and AR, respectively.

動は非常にすくなく毎時間 $\pm 5 \mu$ V以下となり、短時間の実験だけでなくかなり長時間にわたる大脳緩電位変動の記録にも使用することができる。

Fig. 1. のBは上述の C-R filter 前置 chopper

式直流増幅器の使用例である。覚醒ならびに Nembutal 麻酔状態の家兎に対する 1 c/sec の持続閃光刺激中の大脳緩電位変動、脳波ならびに刺激により誘発される脳波反応の加算反応を示したものである。誘発脳波反応の加算は誘発反応加算装置 (三栄測器, AR 201), Average Response Computer (ARC) により行なった。覚醒状態において 1 c/sec の閃光刺激を持続的に20回与えると (a), 大脳緩電位は著明に陰性に (上向きに) 変動するとともに、脳波曲線には刺激により誘発される脳波反応が出現した。ARC による誘発脳波の加算反応は誘発脳波反応に1次ならびに2次反応が存在することを示した。次に適量の Nembutal により麻酔した状態では (b), 持続閃光刺激中の大脳緩電位の陰性変動は消失した。他方、誘発脳波反応の2次反応の陰性成分はほとんど消失したが1次反応はむしろ増大の傾向を示した。これらの実験成績は閃光刺激中生ずる大脳緩電位の陰性変動と誘発脳波反応の2次反応との関連性を示唆するが、今後さらにその生理学的意味について検討するつもりである。

この稿をおわるにあたり、三栄測器株式会社、渡辺福一ならびに新野弘之両氏の技術的御援助に対して深く感謝します。

文 献

- 1) 尾崎俊行・藤原克三 (1965) 大脳の緩電位変動測定に関する2, 3の知見について 日本生理誌 27, 416
- 2) Ozaki, T., Fuziwara, K. and Itoh, H. (1965) On the Cerebral Slow Potential Changes during Rhythmic Flash Stimulation. Proc. XIV th Ann. Meet. Japan EEG Soc., 243

広島大学医学部生理学教室史

広島大学医学部の前身、広島県立医学専門学校が昭和20年（1945）2月13日に設立認可され、当時岡山医科大学生理学教室助教授であった西田勇氏が生理学講師として生理学の講義を担当された。

広島市皆実町旧県立師範学校跡に開校となり、8月6日、原爆のため焼失。広島県高田郡小田村高林坊寺院に疎開。昭和20年8月8日第1回入学式を挙げる、その日から授業を開始した。同年12月6日に、広島県加茂郡安浦町旧安浦海兵団跡に移転授業が続けられた。昭和21年（1946）2月15日、3度び生理学教室は呉市二河町に移転した。

西田勇講師が昭和21年7月に岡山医科大学に復帰されるや、奉天盛京医科大学生理学教授であった小坂寿博士が、満洲から引き上げられ、その後任となられ、生理学の講義を受け持たれた。

昭和22年（1947）8月同氏が辞任されたので、その9月、東京慈恵会医科大学から西丸和義博士がその職につき、入沢宏氏と共に赴任し、10月から銭場武彦博士、萩原仁学士が赴任した。当時は校舎が呉市二河の旧海軍の工具宿舍跡が当てられてあり、当時進駐軍の教育主任



西丸和義教授

の Johnson 大佐が視察に来て “This is not a school, it is only a cottage” といっって校内に入ろうとしないでジープで1回ぐりとまわって帰ったのを見ても、如何なるものかは知られるが、しかし教室員はよく研究施設を整備し、呉市天応町の海岸に合宿しつつリンパ管の研究に手をつけた。

昭和22年（1947）12月に呉市の提供した阿賀町原の伝染病院に、医科大学への昇格のために基礎教室が移転した。生理学教室もやっと研究室らしくなり、西丸、銭場、入沢、萩原、西田芳郎、山内功の教室員が各々の研究室においてまた実験用具の主なもの東京慈恵会脈管学研究所のものを拝借して、いよいよ研究の緒につこうとした。しかるにその年の12月19日薬理学と生化学教室の間から出火して、かろうじて、顕微鏡とカイモグラフ各一台を持ち出したのみで、一瞬にして、これまでの研究の data、書籍、器機などすべて烏有に帰した。

この時学校の存廢が問題になったが、教室員一同は研究こそ優先であると考えて、銭場はリュックを負うて東京へ器機の蒐集に出発、他の者は焼け残りの資材を集めて、バラックを建て、あり合せのものを組合せて実験装置を造り、直ちに先ず可能な脈管への墨流しの実験に移った。

かくするうちに、英濠軍の好意により、阿賀町東浜の旧海軍共済会病院が移譲されて、これに昭和23年（1948）2月14日に5度目の移転をして生理学教室は研究のできる体制を確立することができ、教室員も福場友重助手を加えた。

昭和23年（1948）4月1日広島県立医科大学に昇格し、教授に西丸和義、助教授に銭場武彦が発令された。

この頃から渡辺俊男講師、福場助手は動静脈の、八田講師はリンパ管、入沢助手は毛細リンパ管、銭場助教授は自律神経、西丸教授は組織間隙および体液流の比較生理学の研究に入った。

昭和28年(1953)8月1日広島県立医科大学は国立広島大学医学部として移管され、教室員の身分もまた国家公務員となった。

昭和32年(1957)1月28日呉市より6度び生理学教室は医学部と共に広島市霞町に移転して、原爆による壊滅後12年目にその創立の地に復帰したわけである。

この新生理学教室は旧陸軍兵器廠の跡で、その建物のレンガは、60年前に輸入されたオランダ製のもので中々古風の生理学教室に新しい実験装置が整備された。西丸研究室は毛細血管分布構造の比較生理学的研究、銭場研究室は自律神経反射の研究、入沢研究室は心臓の比較生理学的研究、八田研究室はリンパ管の研究、西田研究室は体液流の発生学的研究をそれぞれ受持った。

昭和31年(1956)12月より昭和33年(1958)1月まで西丸教授はフルブライト交換教授として米国イリノイ大学およびサウスカロライナ医科大学に滞在した。

昭和33年(1958)7月1日銭場助教授は広島大学医学部第2生理学講座を担当する教授に選出され、西田芳郎が第2生理学の講師に任命された。西丸和義教授は第1生理学講座の担当となり、入沢宏が第1生理学の助教授に任命された。

昭和33年(1958)8月より昭和34年(1959)9月まで銭場武彦教授は文部省在外研究員として米国イリノイ大学生理学教室に Dr. F. R. Steggerda と神経生理学の研究に従事した。

昭和32年(1957)7月から昭和34年(1959)6月まで入沢宏講師は米国ワシントン大学に Dr. Rushmer のもとに留学 cardio-vascular physiology の研究に従事した。

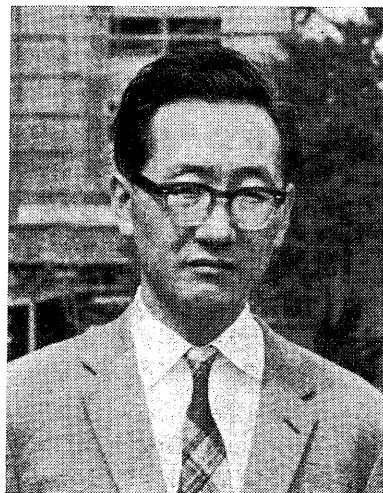
(以上、西丸和義記す、1960年3月1日)

昭和35年(1960)西丸教授が退官され、呉市天応の脈管学研究所で研究をつづける傍ら、ABCC、広島女学院大学で教鞭をとっている。後任として入沢宏が昇任し、入沢彩、小林淳、二宮石雄らと共に下等動物心筋の比較生理学的研究および心臓を中心とした循環調節の機構を研究しつづけている。その間、小林淳はイリノイ大学で Dr. Prosser のもとに2年、オレゴン大学 Dr. Hoyle のもとに1年留学し、二宮石雄はケンタッキー大学 Dr. Wilson のもとに2年半の留学をした。教室員は大学院学生として瀬山一正、重藤紀和、西丸直子の三医学士を含む7人となった。

第23回国際生理科学会議(東京1965)を利用して、Drs. R. Hill および M. Greenberg が数カ月間教室に遊学したが、これを機会に軟



銭場武彦教授



入沢宏教授

体動物心筋の研究が再開され、心筋の Na 無し環境下の興奮についての知見がすすんだ。また軟骨魚を使っただけのみ可能な高イオン等張液を利用して研究もつづけられている。比較生理学が実験方法の一つとして取り上げられつつある。

さらに、調圧神経や血管運動神経の束による記録から、循環調節を定量的に書き示す試みが数年来行なわれた。また、西丸教授の頃からの習慣で、生理実験の材料は常に組織学と併用し考察する立て前から、電顕による心筋の観察も引つづき行なわれている。

(以上、入沢宏記す、1967年7月20日)

第2生理学教室は、広島大学医学部に大学院が設置されると共に開講され、銭場武彦が昭和33年(1958)教授に昇任した。銭場は翌年米国より帰国すると共に、教室の整備に着手し、まず西田芳郎助教授・佐々木弘純助手と共に発足し、のち伊達辰之進助手が教室員に加った。昭和35年(1960)藤井一元が助手となり、脳組織標本作製の技術者として大上睦雄が、金工・木

工の技術員として平田谷一が加はり、ここに旧生理教室の改造も終り、一丸となって、自律神経中枢の生理学的研究をはじめた。

昭和36年(1961)イリノイ大学 Steggerda 教授がフルブライト交換教授として、5カ月間広島大学生理学教室に滞在し、消化管生理の講義および研究に従事した。昭和37年(1962)西田助教授はイリノイ大学に1カ年留学した。

昭和38年(1963)大学院学生として、木村進匡、研究生として大屋悟、42年(1967)川村毅が入室し、現在、胃腸の神経支配およびその中枢、血管中枢について高位脳幹について検索を進めており、一方、門脈血行、脳血行についての研究も従事している。また西田助教授はトリの胎児の血行、細胞内物質の流れについて独自の研究を展開中である。

本年(1967)をもって、広大生理学教室としては20周年、第2生理学教室としては10年を迎えたことに、感慨を新たにしている。

(以上、銭場武彦記す、1967年9月1日)

附記：西丸和義教授は私より2年先輩で交友50年になる。西丸先輩は、生沼曹六先生の研究室に入ってから一貫して循環生理学の研究ひとすじに打ち込んで現在に至った。その若き日に Rockefeller の Fellow としてアメリカとイギリスで研究し、帰朝後は岡山大学から母校慈恵医大にもどられ多くの英才を生みだした。横浜市立医専の教授にもなられたが、広島大学医学部生理学教室を主宰するようになっていよいよその本領を発揮するに至った。これは父祖の地奥に脈管学研究所を移される以前から積み重ねた成果が外部から見てそのように見えただけで、その研究は終始一貫していることを注目すべきであろう。

しかし西丸さんの歩んだ道は決して平坦々ではなかった。広島だけでも6回も研究室を移転した周囲からの火災で類焼したりしている。呉時代に日本生理学会総会を主宰された。広島に原爆が投下されてから5年位の時だったので大変だったと思う。

世の中が少し落ちついて西丸教授の定年が近いころ広島で循環生理学のシンポジウムが開かれた。私

はその時、瀬戸内海の適当な無人島に臨海実験所をつくることを提案したが、西丸さんの脈管学研究所は海辺にあってボートで適当な研究の材料はえられる環境にある。いままで三度脈管学研究所を訪ねたが研究をさせてもらうまでには至らなかった。

いずれにしても、広島大学の生理学は、西丸さんの脈管学研究所の歴史が書かれなるとその全貌はわからない。幸いに本年度は脈管学研究所創立35年の記念すべき年に当るので近いうちに思い出の集が出版されるであろう。

西丸さんの脈管学研究所があったのでわがくにで国際脈管学会がもたれ、またシンポジウムがもたれるようになったので西丸さんの国際学会に対する貢献は大きいと思う。

現役の銭場武彦教授と入沢宏教授は西丸和義先生と慈恵医大の学生時代から苦楽を共にしてきた同志であって、両教授は西丸先生を超えて出藍の誇れ高いものがあり、ここに生理学の伝統を踏んまえた新しい創造が成されていることを喜ぶものである。

(以上、内山孝一記す)

〔短報〕

〔意見〕

ニューロン表記の根拠——久保田競氏に答える
鈴木正夫（千葉大第1生理）

本年度第5号の日本生理学雑誌短報欄に意見として、東大脳研生理の久保田競氏は「ニューロン説かニューロン説か」なる提案と意見を提出され、neuronなる概念に対して日本生理学会用語委員会が、ニューロンと表記した日本語を生んだいきさつを知りたいと申し出られた。私は日本生理学会編「生理学用語集」（1960）の用語決定の際の同委員の一人であり、またニューロン表記については大体提議者といっても差支えないので、ここにそれを明かにしたい。もっとも久保田氏に対しては、上述発表を拝見直後に書簡を差上げたように、私は偶然本年夏の日本医事新報の「緑陰随筆」号に、ほぼそのことを論じた「ニューロンかニューロンか」と題する小文を投稿した後であったので、差当ってはその刊行を待たれたいと申し上げた。そしてその号も本年7月29日に発行されたので、久保田氏自身も、またこの問題に興味を持たれた方も、その要旨をご承知下さったことと思う。しかしその小文は頁数も制限された発表であったし、読者の範囲も本誌とはかなり差異があるに違いないので、ここに久保田氏の疑問に関連して、小生の考えるところを詳しく申し述べたいと思うのである。

問題の主要なことは、外国語の言葉（詞）を本文内に表記するに際して、それを「外国語」として取扱うときと、「外来語」として取扱うときとは、全く態度を別にしないでなければならないということである。外国語の詞をそれとして日本語の中に紹介するときは、正しくはそれを原語のまま表記すべきであるが、もし仮名でそれを表わすならば、原語における発音に最も近い仮名づかいで表わすべきである。しかし外国語の詞を日本語に訳しないで、それを「外来語」として日本語に採入れた詞として用いる場合は、その表出には日本語に最も適合した仮名表記に従うべきである。

このことは別に私の独断でも何でもなく、多くの論者により等しく唱えられたところである。私は昭和9年頃から国語愛護同盟に参加し、これに

は医学部会が設置されていて、入沢達吉先生や志賀潔先生を始めとする人々と一緒に、医学用語の各専門学科間の統一とその改善に努力したのであったが、外来語に関しては特に下瀬謙太郎氏の考察が深く、機関誌「国語の愛護」第7号18-32頁、第8号1-18頁（1936-37）に「外来語について」の発表があり、同趣意のことが述べられている（国語愛護同盟はその後国語協会と合同して、大戦時下も同様の努力をつづけた）。下瀬氏は医学用語を主な対象としていられるが、一般の外来語について立論されているのであって、その日本語に適合する表記（ないし訳語の選択）のための規準としては、語調、音節、発音、語形などについて論じていられる。

外来語（厳密に言えば漢語も日本語にとっては外来語であるが、今は欧米語起源の外来語について論じる）はスペイン、オランダ文化との接触以来、殊に明治以後多数のものが採入れられているが、その歴史的のもの多くは大体日本語に適合した形として、表記の方法が落付いて来ている。我々に現在および今後問題となるのは国際的に用いられている外国語の詞であって、適当な訳語がないか、または国際性を顧慮し外来語として用いるのが適当である場合であって、その多くはラテン、ギリシア語系の起源詞である。いまの neuron も正にその1に当るのである。

歴史的の外来語でもそうになっているが、その仮名表記に当り下瀬氏もいっている通り、原語の発音には余りこだわる要はない。そういう風に日本語に合って（なじんで）来ているのである。それと同様に国際的の詞を外来語として採入れるには、その詞の1つあるいは他の外国語における発音にこだわる必要はない。最も日本語に合う表記を採るべきである。ドイツ流にノイロンという要もなければ、英語に従ってニューロンとする必要もない。日本には自主的な、独立国として適わしい表記法があるべきである。それは母音 a, e, i, o, u, にはそれぞれア, エ, イ, オ, ウ, を当てるべきであって、英語流に i や y にアイを当てることも不要なれば、ドイツ流に ei にアイ, eu にオイを当てることも不要である。日本語では ei はエイ, eu はエウであるべきである。また子音は多くの外国語中最も国際的の発音に、一番近く表わし得る仮名を用いるべきである。

この観点から私は neuron に対してニューロンを提議し、用語委員会はそれを第1試案に採上げ、数回の全評議員の検討により第2、第3読会が行なわれ、その結果による数次の試案の後、上記の用語集の印刷になった次第である。

この生理学用語集の発刊以前から私は、上述の外来語仮名表記の要領に従って外来語を書き表わ

し、例えば拙著「人体の機能」(岩波全書)、1952～65においてもそれを実行している。例えばシナプス、ニューロン、キモグラフ、インプルス、コリン作動性、ミオシン、ジオプトリ、マイク効果、チロキシン、インスリン、コルチソン、エストラジオールの如くである。

(昭和42年8月23日)

〔書評〕

Foundations of Clinical Psychology : Problems of Personality and Adjustment :
R. H. Dana : D. van Nostrand Co., N. J. (1966) p.322 (¥ 2,700)

D. C. Mc Clelland (Harvard) 編集の The University Series of Psychology 15冊中の1部で、著者は Wyoming 大学の心理学者で臨床心理学の textbook として大学院程度の人々のために書かれている。「人格および適応の諸問題について」Foundation とあるが比較的レベルが高い。英文は普通で難解でなく 291 頁に涉ってまとめてあり、1950年60年代の新しい data が紹介されている。

内容は4部にわかれ先ず概論として、どのような人が性格研究ということについて学ばねばならないか、そもそも性格とは何か、正常性と適応と

は、観察と客観性について、臨床的な研究方法等について説明を加え、ケーススタディが紹介される。次で正常人に関して幼児期の経験と性格発達との関係、性格測定についての問題、特殊な測定方法として MMPI (Minnesota Multiphasic Personality Inventory), ロールシャッハ, TAT (Thematic Apperception Test) について説明を加え、性格構造における知覚、自我等について言及している。第3部は性格障害とその治療と称し、不安と診断、精神療法等について述べ、最後に臨床心理学への将来の展望として人格と適応性について記して居る。

心理学の基礎をもち、性格と適応方面へ興味のある人、カウンセラー、精神科学の方面の人へ推薦できる書物であり、狭い意味での生理学者へは直接特殊な方面の方を除いては役に立つ所は少ないと思われるが人間の現わす性格、その異常について知るのにためらう要はない。(市河三太)

〔会報〕

本会特別会員 板垣政参君 昭和42年10月28日心筋梗塞にて逝去されました。謹んで哀悼の意を表します。本会より生花を供え、昭和42年11月1日東京における告別式には会員を代表して松田庶務幹事が出席弔辞を捧げました。

〔編集後記〕

生理学雑誌の編集をあたらしくしてから、あと一冊で三年目をおわります。大体石の上にも三年というように、これで要綱というか、あらましの性格は大体きまったようですが。

先日会員名簿をお手許にお届けしました。如何でしょうか。その中から板垣特別会員が逝くなられ、日本の生理学の偉大な先達をまた一人失いま

した。先生のご冥福をお祈りいたします。

会員名簿の終りの59頁にあたらしい雑誌規定をのせました。今後のご投稿はこれによってくださるようお願い致します。主に変更したところは、単記記号は国際単位系をなるべく使って頂きたいことと、雑誌名は Suggestion to Authors の代りに Index Medicus によることになりました。では皆様お元気で新しい年をお迎えくださるよう。

(市河三太)

新発売

動物実験に理想的な非動性が得られる

非脱分極性筋弛緩剤

2%ガラミン注射液“テイサン”

(1 ml中20 mgのガラミントリエチオダイドを含有)

〔特長〕

1. 理想的な筋弛緩が得られ、持続性あり、完全に可逆性。
2. 循環系に対して副作用が少ない、一過性に脈搏数の増加と血圧の軽度上昇をみるのみ。
3. 非常に安定で経年変化が少い。
4. 拮抗剤により拮抗される。

〔包装〕 20ml (400mg)バイアル
5ml (100mg)10管

販売 長瀬産業株式会社
大阪市西区立売堀南通り1-19

製造 帝国化学産業株式会社
大阪市東区平野町3-6

Maruzen Asian Edition

| 医学書 |

Ⓜ 丸善

東京・日本橋
振替東京5番

REVIEW OF MEDICAL PYHSIOLOGY, 3rd Ed.

by William F. Ganong.....B 5・636 pp. ¥ 1,300

人体生理学を機能別に詳細な説明をした総論書です。全体を通じ総括的な解剖学的考察がされ、重要な部分では一般生理学と比較生理学の両方から説明し、さらに臨床例を掲げるなど読者の理解を助ける配慮がされ、教科書として、また、最新の知識を伝えるものとして一読をお奨めしたい書物です。

REVIEW OF PHYSIOLOGICAL CHEMISTRY, 11th Ed.

by Harold A. Harper.....B 5・532 pp. ¥ 1,100

最新の知識をお伝えするニュースソースとして2年毎に改訂されるものの最新改訂第11版です。本書は最新の内容によって生化学の教科書として、さらに臨床医家の方々からも好評を博しているものです。

BIOLOGICAL and CHEMICAL ASPECTS of OXYGENASES

Proceedings of U. S.-Japan Symposium on Oxygenases

by Konrad Bloch & Osamu Hayaishi.....A 5・480pp. ¥ 2,500

CELL PHYSIOLOGY, 2nd Ed.

by Arthur C. Giese.....A 5・614pp. ¥ 1,600

日本生理学会々費のお払込みのお願い

昭和42年度会費（2000円）未納の方はお払込みを頂きたいとお願い致します。

前年度会費の未納の方は至急お払込みをお願いします。

なお教室・研究所ではまとめてお払込み頂きたいと存じます。

お払込みは必ず振替または現金書留で願います（普通郵便に現金または小為替等の同封は紛失の例があります）29巻1号に振替用紙を挿入してありますから御利用願います。

東京都文京区本郷7丁目3

東京大学医学部生理学教室内

日 本 生 理 学 会

振替口座 東京 86430 番

電話 (812) 2111 内線 6325

比色計の価格で 分光計の性能！

340～800 $m\mu$

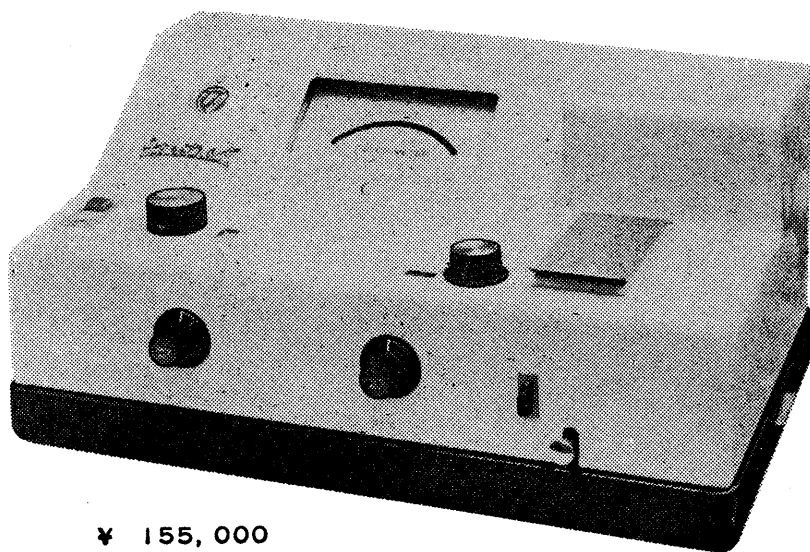
合金鑄造の匣体中に密封されたモノクロメーターはリトロ式マウンティングで重フリントプリズム使用により340～800 $m\mu$ の範囲で常に高い分解能を示します。すなわち可視域中心部で波長巾5 $m\mu$ のスペクトル純度が得られます。他器と比較してください。

電源には本器のために開発した光電式定電圧回路を採用、±10Vの変動に対し0.3%におさえ、周波数変動の心配もありません。

検出管には光電子増倍管を使用しています。

吸収液槽は10mm角硝子、同時に4本セット。

分光光電比色計スペクトロ-5



¥ 155,000

伊藤超短波株式会社

東京都文京区白山1丁目23番15号

電話 03 (812) 1216 (代表)

営業所 大阪市住吉区荻田町11の7 電話 06 (691) 1163
営業所 名古屋市中区大池町5の2 電話 052 (251) 3049

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 29, No. 11 (1967)

Introduction of IBP

Kentaro Takagi・Tetuo Nagasaka : Report on the scientific expedition to the Andes in
 1965~1966619

Originalse

Hisashi Itoh : Photically evoked lid MV response from wakefulness to sleep in man.....628
 Yoshiyuki Yoshida : Studies on the influence of outomobile vibration to the human body.....641

Short communications

Shinji Itoh and Akihiro Kuroshima : Distribution of brown adipose tissue in Japanese
 new-born infants660
 Shinji Itoh・Katsuhiko Doi and Akihiro Kuroshima : Peripheral tolerance to cold of
 Hokkaido residents662
 Susumu Kato : A direct method of introducing the solution into the capillaries of
 microelectrodes664
 Toshiyuki Ozaki and Hisashi Itoh : On a modification of the equipment for determination
 of slow potential changes in the cerebrum666

昭和四十二年十月二十日印刷

編集兼
 発行人

戸塚武彦
東京都文京区本郷七丁目三の二
 東京大学医学部生理学教室内

印刷者
 印刷所

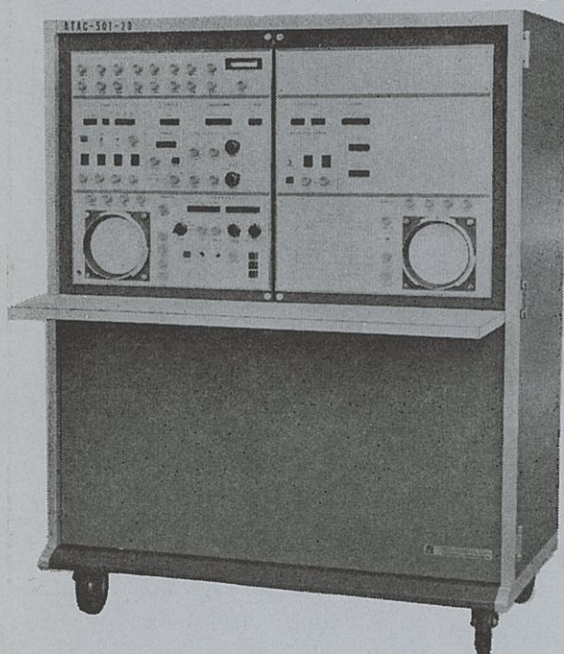
平田貞
山形県鶴岡市山王町十四一三
 鶴岡印刷株式会社

発行所

日本生理学会
東京都文京区本郷七丁目三の二
 東京大学医学部生理学教室内

定価
 八六四三〇
 円

光電医学のあらゆる分野に活躍する



データ処理用電子計算機

ATAC-501-20型

主なプログラム

- 加算平均
- 自己・相互相関
- 時間ヒストグラム
- 移送平均
- 振幅ヒストグラム
- データ移送
- メモスコープ
- 微積分
- プログラムプッシュボタン切換式
- On-line方式
- 出力アナログデジタル両方式



日本光電工業株式会社
 東京都新宿区西落合1-31-4 (953) 1181大代