課題遂行時の注意集中と脈拍数, 指尖皮膚血流量の変化¹

東 京 大 学

麓 信 義²

CONCENTRATION ON A TASK AND CHANGE IN PULSE RATE AND FINGER SKIN BLOOD FLOW

NOBUYOSHI FUMOTO

Department of Physical Education, University of Tokyo

Eight subjects were given a pursuit tracking task (Exp. I), a continuous task involving the adding of digits (Exp. II), and the Uchida-Kraepelin psychodiagnostic test (Exp. III). Experiments I and II employed distributed practice. Finger Skin Blood Flow (SBF) and Pulse Rate (PR) were measured during the experiments. It was found that SBF was smaller during trials than during intertrial rests, the latter being smaller than rests with eyes closed. SBF was smallest during the first trial (Exp. I & II) or the first minute (Exp. III). PR reversed direction with some differences being observed between the changes in PR and SBF. The results indicate that concentration on a task is reflected better by SBF than by PR.

賦活度に関しては、Moruzzi & Magoun (1949) による網様体賦活系の発見以来、活発に議論されるようになり、Hebb (1955) や Duffy (1951, 1962) によって、そのとらえ方が発表された。

そして、多くの研究者が、一定の作業中、あるいは状況におかれた被験者の自律神経系が大きく関与する生理的反応を指標として、賦活度の変化を推定している。

しかし、一般的な心理学で扱う学習や作業実験の状況で賦活度の変化を研究した論文は少ない。心拍数に関しては、Andreassi & Whalen (1967) が、学習が進むにつれて心拍数が減少することを報告している。また、Klinger, Gregoire, & Barta (1973) も注意集中時に心拍数が高まることを報告している。

作業中の指尖皮膚血流量に関する研究は、皮膚電気反射や心拍数に関するものより少ない。しかし、暗算中 (Abramson & Ferris, 1940; 原野・江川・田上, 1973; 松田・藤田・渡辺, 1973; 田上・原野・江川, 1973) や反応時間測定中 (渡辺・藤田, 1975) に指尖脈波高や指容積が減少すること、10 秒間スライドを提示すると前額の皮膚血流量は二相性の変化をするものの皮膚血流量

は減少する傾向にあること (Hare, Wood, Britain, & Shadman, 1970)、筋力発揮をイメージするだけでも指容積が減少すること (猪飼・渡辺, 1969) から、賦活度の高い時は指尖皮膚血流量が減少していると推測される。

本研究では、右手を用いた追跡動作の学習という課題を分散学習させ、その全実験中、指尖皮膚血流量を測定し、あわせて脈拍数も算出した。その目的は、(1) 試行中、試行間休憩中及び安静時では賦活度が異なっていると考えられるが、上記 2 つの生理的指標に 3 つの異った場面における差異がみられるか、(2) 試行回数が増加し学習が進むにつれて学習、慣れ、疲労等の影響で賦活度が変化すると考えられるが、2 指標に試行回数の増加に伴う変化がみられるかの 2 点である。(1) に関しては、指尖皮膚血流量には、試行中<試行間休憩中<安静時、の関係が、脈拍数には、正反対の関係が予想される。また、(2) に関しては、前者が試行回数の増加に伴って増加する傾向を持ち、後者は減少する傾向を持つと考えられる。

それと比較対照するために、追跡動作の学習と同じ時間割で、学習が完全に成立していると考えられる 1 桁の数の連続加算作業を行わせる実験をした。この実験では、学習課題と異なり、試行回数の増加に伴い、2 指標とも、より早く安静時の値に近づくと考えられる。

さらに、内田クレペリン精神作業検査 (UK 検査) も血流量を測定しながら同一の被験者に行わせた。

¹ 本研究の一部は、日本体育学会第 25 回大会で発表した。

² 本論文の実験段階から適切な指導助言をいただいた東京大学教育学部の宮下充正助教授に感謝の意を表します。

これらの実験結果から、最後に、賦活度の概念と生理的指標との関係を検討した。

方 法

実験課題及び装置 追跡作業は、ポータブル電蓄を改造した装置 (Fig. 1) を用いて行われた。ターンテーブル上の円盤は白いボール紙の上にアルミ箔を接着したもので、直径 20 cm である。円盤上の正方形の溝は対角線の長さが 16 cm と 12 cm の正方形に囲まれた部分であり、ここだけアルミ箔をはがしてある。円盤に垂直に接している部分には鉄棒が用いられ、その先端が溝から外れてアルミ箔に接すると電流が流れ、装置に向かって左側の端にあるランプが点灯して被験者にエラーを知らせるとともに (右が内側用、左が外側用)、記録器に記録される。この鉄棒は水平にのびた柄 (1 辺 8 mm の角材) に固定されており、被験者は柄の一端を持ち前後に動かすことによって鉄棒先端の円盤上での位置を調節することができる。円盤の回転数は 20 rpm であったので、被験者は 30 秒間に 40 往復の動作を行うことになる (実験 I)。

連続加算作業は、UK 検査に用いられる作業と同じものである。この作業は検査用紙を机にテープで貼りつけて行われた。実験 I の作業を分散学習で行わせたのにあわせて、この作業もその時間割どおりに 1 試行ごとに休憩を入れ、次の試行は行を換えて行わせた (実験 II)。

UK 検査は、実験 II と同様に用紙を机に固定して行われたこと以外は、一般に用いられている方法と同じで、休憩前後とも 15 分間の作業を行わせた (実験 III)。

被験者 被験者は、大学学部学生及び院生計 8 名 (21-30 才、うち女子 2 名) で全員右利きであった。

指尖脈波の測定 各被験者は、上記 3 課題を椅座位で

FIG. 1. Schematic figure of apparatus for Experiment I.

右手のみを用いて行った。左手は、前腕をほぼ心臓の高さのひじかけに置き、できるかぎり静止させておくようにと指示した。そして、第 2 指先端から指尖皮膚血流量を反射光電脈波計 (三栄測器製) で全実験中測定した。この記録には脳波計 (三栄測器製) を用い、タイムコンスタント (T.C.) 1.5 秒で、実験 I の場合はエラーも同時に記録した。

手続き 3 つの課題はそれぞれ別の日に行うことを原則とした。しかし、時間の都合で実験 II と III は同じ日に行った被験者もいた。

脈波計を指尖に取りつけた後、被験者は椅子に座り、課題を前にして詳しい説明を受けた。実験 I と II では、その後、被験者を 3 分間の閉眼安静に入らせた。安静時間が終わると合図によって開眼させ、その合図の 1 分後に作業が開始された。作業は 1 試行 30 秒で、間に 30 秒の休憩を入れて 20 数回 (21-24 回) 行わせた。全作業終了後 1 分目から再び 2 分間の閉眼安静を行わせて全実験を終えた。各試行の合図は、“10 秒前”、“3, 2, 1, 始め”及び“止め”の 3 つであった。一方、実験 III では、脈波計装着後に練習を行い、ただちに通常の手続きどおりに開始した。3 分間の閉眼安静は、前後半の間の 5 分間の休憩中に行わせた。

作業の目標について、実験 I では、被験者に“柄を前後に動かして鉄棒の先端が溝から外れないように円盤の回転にあわせて連続的に調節するのが課題ですので、外へはみだすエラーがゼロになるように努力して下さい。また、ゼロになったら毎回ゼロになるように心がけてください。”と教示し、ターンテーブルをゆっくり手で回して課題の内容を徹底させた。実験 II と III では、間違いなくできるかぎり多くの加算を行うようにと指示した。

実験は、防音室ではなく温度調節のきかない部屋で行われたが、できるかぎり騒音を少くするように努め、平日の午後に行った。実験は 4 月から 10 月にかけて行われ、室温は、ほぼ 20-30°C であった。

記録の処理 実験 I のパフォーマンスは溝の内側と外側に外れた回数の合計で示した。実験 II と III では、被験者ごとに一部分をランダムに選んで調べたが誤答がなかったので、加算回数をそのままパフォーマンスとした。

脈波の記録からは、波高を測り (脈波の立ち上りの点から次の立ち上りの点までを結び、その線が、頂点から記録紙の基線に垂直に下した線と交わる点を求め、その点と頂点との距離を測定した)、実験 I と II では、試行中と試行間休憩中 (休憩中) の各 30 秒ごとに平均した値をそれぞれの区間の平均皮膚血流量 (Skin Blood Flow : SBF) の指標とした。実験 III では、作業中の各 1 分間ごとに波高を平均した。これらの値はすべて閉眼安静時 (安静時) のもっとも安定していると思われる 30 秒間 (実験 III では 1 分間) の波高の平均値を 100 とした

パーセントで表示した。

脈拍数 (PR) は、血流量の指標と同様に各区間ごとに脈波の記録から求め、30 秒の区間については 2 倍して、各区間の平均脈拍数 (単位は bpm) とした。

なお、実験 I と II では、第 1 試行から第 20 試行後の休憩中の値までを分析に用い、最終試行での被験者の頑張りが結果に影響しないように努めた。

結 果

各グループごとに平均したパフォーマンス、SBF 及び PR の試行回数の増加に伴う変化は、Fig. 2, 3 及び 4 に示した。

実験 I (Fig. 2)

(1) パフォーマンスは、初期には急激に、そしてその後は徐々に増加し (エラーが減り) 学習がなされたことを示している。

(2) 試行中の PR は第 1 試行中に最高値を示し、以後低下して安静時の値に近づいた。一方、休憩中の値も第 1 回目が最高で以後低下した。しかし、試行中の値と比較するとやや高い値を示した。

(3) 試行中の SBF は第 1 試行中に最低の値を示し、安静時の半分以下になった。その後 10 回目頃までは徐々に増加し、第 10 試行を過ぎる頃から一定の値 (約 60—70) を示した。休憩中の値も同様に变化したが、試行中よりもやや高い値を示した。

実験 II (Fig. 3)

(1) パフォーマンスは、第 1 試行がもっとも低かった。しかし、2 回目以降はほとんど変化がなく、顕著な

学習効果は認められなかった。

(2) PR の試行回数の増加に伴う変化は実験 I とほぼ同様であったが、試行中と休憩中の差は認められなかった。

(3) 試行中の SBF は第 1 試行中に最小の値を示し、以後 3 回目までは単調に増加した。しかし、実験 I と異なり、それ以降は一定の値 (約 55—60) を示すようになった。休憩中の値は 1 回目の値がやや低いが、2 回目以降はほとんど変化がなく、その値は試行中の値よりも高かった。

実験 III (Fig. 4)

(1) 実験 III のパフォーマンスは UK 検査の作業曲線として扱われているものであるが、8 名の平均値は定型あるいはそれに近い作業曲線と考えてよいであろう。

(2) 全作業時間を通してみると、作業中の PR は安静時の値よりも常に高い傾向にあった。次に 1 分ごとの変化をみると、休憩前の PR は 1 分目がもっとも高く以後徐々に低下し、13 分目、14 分目にまたやや上昇するパターンを示した。しかし、休憩後の変化は 1 分目の値が低く、15 分目に近づくほど高くなる傾向であった。休憩前後の値を比較すると休憩前の方が高い傾向がみられる。

(3) SBF も作業中は安静時よりも常に低く 100 以下の値であった。1 分ごとの変化は休憩前・休憩後とも 1 分目の値がもっとも低く、以後増加した。しかし、休憩前の作業では、その後半になると再び減少する傾向がみられたのに対して、休憩後では 3 分目から 15 分目まで多少の変動はみられるもののほぼ一定の値を示した。

FIG. 2. Change in errors, SBF, and PR over trials in Experiment I. (Average values for the eight subjects are shown.)

I-rest : Intertrial rest.

FIG. 3. Change in number of answers, SBF, and PR over trials in Experiment II. (Average values for the eight subjects are shown.)

I-rest : Intertrial rest.

TABLE 1

Average values on first 20 trials and 20 intertrial rests (I-rest) for each subject on PR in Experiments I and II (unit : bpm)

	Subject	1	2	3	4†	5†	6	7	8	M	SD
Exp. I	Trial	86	78	60	54	64	56	59	91	69	14
	I-rest	87	80	66	55	69	56	62	97	72	15
	Rest††	85	64	53	51	64	54	64	92	66	15
Exp. II	Trial	83	89	59	64	71	60	64	92	73	13
	I-rest	82	84	59	61	72	58	68	96	73	14
	Rest	81	72	56	56	69	55	57	90	67	13

† Subjects 4 and 5 are female.

†† Rest value with eyes closed before first trial.

Notes. Subjects were arranged from left to right in order of the total number of errors which they made.

t value : (Exp. I) Trial-I-rest 3.55*, Trial-Rest 1.30 (*n.s.*), I-rest-Rest 2.66**.

(Exp. II) Trial-I-rest 0.22 (*n.s.*), Trial-Rest 3.18*, I-rest-Rest 3.89*.

* $p < .01$, ** $p < .05$.

考 察

安静時、試行中及び試行間休憩中の生理的指標の差

脈拍数 実験 I と II の PR を各被験者ごとに 20 回の試行中の値と 20 回の休憩中の値をそれぞれ平均すると (Table 1), PR の反応に課題差があることがわかる。さらに実験 I で休憩中の値の方が試行中の値よりも高かった被験者が 8 名中 7 名であったことは、一般に知られている賦活度の上昇が PR の増加につながるという知見と

FIG. 4. Change in performance, SBF, and PR over time in Experiment III. (Average values for the eight subjects are shown.)

TABLE 2

Average values on first 20 trials and 20 intertrial rests (I-rest) for each subject for SBF in Experiments I and II (unit : %)†

	Subject	1	2	3	4	5	6	7	8	M	SD
Exp. I	Trial	44	32	40	86	59	56	62	88	58	20
	I-rest	54	44	53	86	58	68	71	94	66	17
Exp. II	Trial	64	23	68	50	70	63	37	66	55	17
	I-rest	67	39	74	62	72	79	44	69	63	14

† 100 : Rest value with eyes closed before first trial.

Notes. t value : (Exp. I) Trial-I-rest 3.94*.

(Exp. II) Trial-I-rest 3.97*.

* $p < .01$.

矛盾する。また、安静時と比較すると、試行中と休憩中の値は安静時の値よりも大きい傾向を示すものの、被験者 7 と 8 は試行中の値の平均が安静時の値よりも低くなっている。これらの問題の解明は今後の研究に待つしかないが、試行中の方が賦活度が低いとは考えられないこと、PR もある程度は賦活度の高低を反映していると考えられる変化をすることから、一般的に PR を高める情況要因のほかに PR を変化させる別の要因を想定して解釈することが可能ではないかと思われる。

指尖皮膚血流量 実験 I, II とも SBF の値に、安静時 > 休憩中 > 試行中、の関係があることは Fig. 2, 3 から推察される。PR と同様に各被験者ごとに平均すると (Table 2), 実験 I では、8 名中 6 名がその関係を示し、他の 2 名も安静時の値 (100) をこえなかった。また、実験 II では、全被験者が上記の大小関係を示した。

すなわち、PR に関しては仮説と一致しない結果となったが、SBF に関しては、試行中 < 試行間休憩中 < 安静時という大小関係の仮説が支持された。

これらの結果から、本実験のような時間間隔で分散作業を課した場合には、作業中の SBF が各作業間の休憩中の値よりも小さくなると言えよう。そして、その休憩中の値も閉眼安静を続けている時の値を越えないであろう。このことから、課題に対して注意を集中することによる賦活度の上昇が SBF の減少と結びついていると推定される。

試行回数の増加に伴う生理的指標の変化

脈拍数 PR の試行回数の増加に伴う変化は、実験 I, II とも第 1 試行中がもっとも高く以後低下したが、これは、Andreassi & Whalen (1967) の結果と一致する。東條 (1975) の報告した対連合学習と暗算課題遂行中の心拍数の変化も、第 1 回目の教示後の作業では第 2 回目の異った教示が与えられるまでは単調減少であり、本実験の結果と同様な傾向を示している。

指尖皮膚血流量 Fig. 2, 3 から明らかなように、試

TABLE 3

Average values on the first and the second 15 min for each subject for SBF and PR in Experiment III (unit: PR-bpm, SBF-%)

	Subject	1	2	3	4	5	6	7	8	M	SD
PR	1st	96	92	61	69	89	61	77	98	80	15
	2nd	90	89	61	69	84	59	72	98	78	14
	Rest†	85	84	54	59	80	59	70	101	74	16
SBF	1st	76	46	72	50	98	91	58	87	72	19
	2nd	83	49	71	50	88	76	33	59	64	19

† Rest value with eyes closed between the 1st half and the 2nd half.

Notes. † value: (PR) 1st-2nd 2.97**, 1st-Rest 3.87*, 2nd-Rest 2.61**.

(SBF) 1st-2nd 1.85 (n.s.).

* $p < .01$, ** $p < .05$.

行回数の増加に伴って、試行中と休憩中の SBF は同様に变化した。しかし、变化のパターンは実験ⅠとⅡで大きく異っていた。実験Ⅰに関しては、このような難しい(習熟していない)課題では、被験者が作業に慣れるまでには多くの試行を必要とし、その間はより高い賦活度で作業を行っていると考え、実験Ⅰでは一定の値となるまでに実験Ⅱよりも多くの試行回数を要したことが理解できるであろう。すなわち、試行回数の増加に伴う PR の減少傾向と SBF の増加傾向の仮説は支持されたが、実験ⅠとⅡの課題差は、後者にのみ顕著であった。この SBF の増加が学習の進捗と直接に結びついたものでないことは実験Ⅱの後半でパフォーマンスは増加傾向を示しているのに SBF の増加がみられないことから明らかである。

内田クレペリン精神作業検査中の生理的指標の変化

脈拍数 作業中の PR は、休憩前後に分けて平均すると (Table 3) 安静時よりも高く、実験Ⅰ、Ⅱの結果と同様安静時よりも賦活度が高まっていることの反映と考えられる。次に1分ごとの変化をみると、休憩前では初頭の抜出に対応した PR の増加がみられたが、休憩後にはそれに対応した増加はみられず、賦活度の高低と一見矛盾した結果であった。

指尖皮膚血流量 各被験者の SBF を休憩前後でそれぞれ平均すると (Table 3) 全員 100 以下であり、実験Ⅰ、Ⅱの結果と一致する。作業中は安静時よりも SBF の値が小さいという仮説は 15 分間の長い作業にもあてはまると思われる。しかし、15 分間の注意集中では一定の集中度を維持できず、また、疲労による集中度の単調減少でもない。このことは、UK 検査の作業曲線からも推察されるが、SBF にも反映されていると考えられる。PR と異り休憩前後とも初頭の抜出に対応して SBF は 1

分目に大きく減少した。しかし、作業終末の作業量の増加に伴う SBF の減少は、休憩前に若干その傾向が認められるだけであった。

脈拍数と指尖皮膚血流量の変化の差異

Lacey & Lacey (1958) は、暗算と語彙テストを課し、それらの課題遂行中の心拍数の待機期間からの変化を測定し、両課題で $r=0.52$ ($N=42$) の相関係数を報告している。これは課題が異っても PR の変化はある程度一致していることを意味し、本研究の実験Ⅰ、Ⅱとも第1試行中に PR が最高の値を示すのと一致する。しかし、上述したように課題による差も生じている。ここで、彼らの課題は両方とも精神的活動を多く必要とする課題であり、本研究の追跡動作の学習はそのような精神的活動が比較的少ない課題であることは、考慮する必要がある。しかしさらに考えなければならないことは、彼らの実験では両課題とも実験手続きと試行時間が同一なことである。本研究での PR の初期変化をみると、試行時間が同じ実験ⅠとⅡでは課題が異っても同じように増加し、課題内容が同じ実験ⅡとⅢを比べると実験Ⅲの後半では初期の PR の増加がみられなかったという事実も考慮すべきである。

このように、課題差のほかに、同じ課題でも与え方によって生理的指標の変化が違ってくるので PR と SBF の関係は即断できないが、SBF の方が課題への注意集中をより忠実に反映していると言える。Duffy (1951) は、エネルギー動員という概念を提出した時、何カロリーと表わされるような数学的に換算しうるものとしてエネルギーをとらえていたようである。彼女は、後にこれを賦活 (activation) に置きかえて“賦活度 (activation level)”ということばは個人の全体的興奮の変動に関係したもので、おおまかには多くの生理的指標のどれか1つで示すことのできるものである” (1962, p.3) と定義した。しかし、課題が異ると生理的指標 (PR) の値の大小関係が試行中と休憩中で正反対になる被験者もいるということは、生理的指標を1つだけ用いて賦活度を示すことが適切でないことを示唆している。

賦活度に関しては多くの研究がなされてきているが、賦活度の高低を評価して個々人に注意集中に関する有益な情報としてフィードバックするためには、その概念と方法論を吟味する必要がある。

要 約

注意集中と生理的指標の関係を検討する目的で、追跡動作の学習 (実験Ⅰ) と連続加算作業 (実験Ⅱ) を、30 秒試行・30 秒休憩の分散学習法で 20 数回、8 名の被験者に課した。さらに内田クレペリン精神作業検査 (実験Ⅲ) も行った。3 実験とも、全実験中、左手から指尖容積脈波を測定し、その記録から各区間ごとに波高を平均

した平均皮膚血流量 (SBF) と脈拍数 (PR) を求めた。

(1) 各実験の作業中及び実験 I, II の試行間休憩中の値を閉眼安静時の値と比較すると, SBF は後者の方が大きく, PR は小さかった。

(2) 実験 I, II とともに, 試行中の SBF は試行間休憩中の値よりも小さかったが, PR の変化には課題差がみられた。また, 試行回数の増加に伴う変化は, PR が減少傾向, SBF が増加傾向を示したが, SBF のみに顕著な課題差がみられた。

(3) 実験 III の SBF は休憩前後とも 1 分目に最小値を示したが, PR は休憩前のみ 1 分目に最高値を示した。

以上の結果から, 作業中は安静時に比べて SBF は小さく PR は高く, 注意集中による賦活度の上昇を反映していると考えられる。また, 実験 I と II の試行中と休憩中の差や各実験の時間経過に伴う変化を両指標について考察すると, 課題への注意集中による賦活度の変化は, PR よりも SBF の方により忠実に反映されていると言える。

引 用 文 献

- Abramson, D. I., & Ferris, E. B., Jr. 1940 Responses of blood vessels in the resting hand and forearm of various stimuli. *The American Heart Journal*, **19**, 541-553.
- Andreassi, J. L., & Whalen, P. M. 1967 Some physiological correlations of learning and overlearning. *Psychophysiology*, **3**, 406-413.
- Duffy, E. 1951 The concept of energy mobilization. *Psychological Review*, **56**, 30-40.
- Duffy, E. 1962 *Attention and behavior*. New York: Wiley.
- 原野広太郎・江川致成・田上不二夫 1973 容積脈波反応の心理的対件について (1)——暗算作業時における容積脈波と脳波—— 日本心理学会第 37 回大会発表

論文集, 788-789.

- Hare, R., Wood, K., Britain, S., & Shadman, J. 1970 Autonomic responses to affective visual stimulation. *Psychophysiology*, **7**, 408-417.
- Hebb, D. O. 1955 Drive and C. N. S. (conceptual nervous system). *Psychological Review*, **62**, 243-254.
- 猪飼道夫・渡辺 謙 1969 血管反射からみた集中性の研究 東京大学教育学部紀要, **11**, 31-36.
- Klinger, E., Gregoire, K. C., & Barta, S. G. 1973 Physiological correlations of mental activity: Eye movements, alpha, and heart rate during imagining, suppression, concentration, search, and choice. *Psychophysiology*, **10**, 471-477.
- Lacey, J. I., & Lacey, B. C. 1958 Verification and extension of the principle of autonomic response-stereotypy. *American Journal of Psychology*, **71**, 50-73.
- 松田生米夫・藤田信義・渡辺 謙 1973 身体運動が計算成績に及ぼす効果 体育学研究, **18**, 135-143.
- Moruzzi, G., & Magoun, H. W. 1949 Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **1**, 455-473.
- 田上不二夫・原野広太郎・江川致成 1973 容積脈波反応の心理的対件について (2)——暗算の難易度と容積脈波および脳波—— 日本心理学会第 37 回大会発表論文集, 790-791.
- 東條正城 1975 耳の脈波にみられる緩徐波と心的緊張の関係——皮膚電気反射及び心搏数との比較—— 心理学研究, **46**, 199-206.
- 渡辺 謙・藤田信義 1975 疲労に至る身体運動が反応時間に及ぼす影響 日本体育学会第 26 回大会号, 246.

——1977. 1. 14. 受稿——

SUMMARY

The purpose of this study is to investigate how autonomic activity changes when subjects perform a task, and to determine the correlation between concentration (activation level) and physiological responses.

Eight subjects were given a number of tasks: (Exp. I) A pursuit tracking task (Fig. 1), (Exp. II) a continuous addition task, and (Exp. III) the Uchida-Kraepelin psychodiagnostic test. Experiments I and II consisted of distributed practice (21-24 times) lasting 30 sec each with intertrial rests of 30 sec. The subjects were seated during the experiment, and they used only their right hands in per-

forming these tasks.

Finger pulse wave measurements were taken from the left hand using a reflective photoelectric plethysmograph in all experimental periods. From these recordings of pulse waves, wave heights were measured and averaged for each 30 sec (Exp. I & II) or one min (Exp. III) period. These heights corresponded to the mean value of Skin Blood Flow (SBF) for the periods, and they were found to be a percent of the rest value when subjects had their eyes closed. The Pulse Rate (PR) was also collected from the recordings for each period.

Only the results of the first 20 trials and 20 intertrial rests of Experiments I and II were analyzed. The final trials of the subjects were not included.

According to Experiments I and II, the mean Skin Blood Flow (SBF) values of the trials were smaller than those of the intertrial rests, and these trial values were smaller than the rest values (100). The PR values, however, did not clearly reflect these differences, the rest value being lowest (Figs. 2 & 3; Tables 1 & 2).

During the first half-period of 20 trials, SBF showed increasing function for Experiment I. In the second half, however, no such change was apparent and SBF had a constant value (about 60% of rest). In Experiment II, a constant value was reached earlier (at the third trial). SBF during the intertrial rests showed a similar tendency at a slightly higher level. On the other hand, PR during the trials and intertrial rests showed

higher values during the first stage while decreasing afterwards. The mean difference between Experiments I and II was not significant.

For Experiment III (Fig. 4), during 15-min trials (the first half and the second half), the SBF values were lower and the PR values were higher than the corresponding rest values.

During the first minutes of 15-min trials, the SBF values were at their lowest level. The PR value was highest only during the first minute of the first half of the 15-min trial.

The results indicate that (1) subjects engaged in a task have a higher activation level than when they are at rest with eyes closed, and this is reflected by the smaller SBF and the higher PR, and (2) considering the difference in SBF and the lack of a difference in PR between trials and intertrial rests, task concentration is better reflected by SBF than by PR.