

血圧バイオフィードバック法に関する研究(予報)

毛塚 満男 菊池 長徳 石川 中

心 身 医 学

第18巻 第5号 別刷

昭和53年10月1日 発行

日本心身医学会

血圧バイオフィードバック法に関する研究

(予報)

研 究
と
報 告

毛塚満男* 菊池長徳 石川 中

Original

Biofeedback Techniques in the Treatment of Patients with Essential Hypertension

*Mitsuo Kezuka Takenori Kikuchi Hitoshi Ishikawa

Abstract

Biofeedback Techniques were used for lowering the systolic blood pressure of 4 patients with essential hypertension. Digital blood pressure was continuously monitored. The lowering effect on digital systolic blood pressure by true biofeedback techniques was substantially greater than that of the false biofeedback information techniques. These results show the possibility of the use of biofeedback techniques in the treatment of essential hypertension.

I. はじめに

われわれは昭和 51 年度本学会誌に、高血圧患者の呼吸負荷による血圧および脈拍の変動と呼吸訓練による血圧制御に関する研究を発表した¹⁾。その内容は、i) 高血圧患者は息こらえ、深呼吸および暗算による負荷に対し、健常者に比しとくに血圧値がより著しい反応を示し、循環器系の不安定性が認められた。ii) 呼吸訓練により対照に比べて著しい血圧下降を認めたことから、呼吸制御による血圧制御の可能性が示唆されたというものである。

今回は、呼吸制御を用いずに血圧バイオフィードバック装置によって血圧情報を患者にフィード

バックすることにより、高血圧患者における血圧制御が可能であるかを検討するのが目的である。

血圧バイオフィードバック法（以下血圧 BF 法と略す）は、1960 年 Miller²⁾が rat を使った血圧の道具的條件付けの動物実験に成功したことから始まっている。

その後、この血圧 BF 法の研究は、Shapiro の臨床実験によって引き継がれた。Shapiro³⁾は、1969 年上腕にカフをセットした自動血圧記録装置を用い、スード・スライドによる強化刺激を利用した血圧 BF 法の臨床的実験を行ない、平均 4 mmHg の血圧下降を認めたと報告している。

Benson⁴⁾は、1971 年同じ装置を用い、金銭的報酬を与えた血圧 BF 法を行なって、平均 16.5

1977 年 7 月 26 日受理

* 東京大学分院心療内科（毛塚満男：〒112 東京都文京区目白台 3-28-6、東京大学分院心療内科）、Dept. of Psychosomatic Medicine, Tokyo Univ. Branch Hospital.

Address Dr. Mitsuo Kezuka: Dept. of Psychosomatic Medicine, Tokyo Univ. Branch Hospital, 3-28-6 Mejirodai, Bunkyo-ku Tokyo, 112 Japan.

mmHg の血圧下降を得たと報告している。わが国では、赤木・土田⁹⁾が、Shapiro の装置を改良した定常カフ圧測定装置 (Tursky¹⁰⁾) を使用し、スライド提示や金銭的報酬を行わず、患者の治療意欲のみに期待する方法で血圧 BF 法を行ない、対照群に比べて平均 25.8mmHg の血圧下降が得られたと報告している。

一方、Brener¹¹⁾は、Shapiro らの上腕にカフをセットする装置と異なり、指にカフを装着し、その遠位端に脈拍検出器を取り付け、脈拍が検出できると同時にカフ圧が 5mmHg ずつ上昇し、検出できないと 3mmHg ずつ下降する装置を開発して、血圧 BF 法を行なった。この結果、対照群に比し実験群で有意な血圧下降が得られたと報告している。

われわれの使用した収縮期血圧連続記録装置は、Brener の装置と同じく指尖血流の検出装置を利用したものであるが、Brener の装置がカフと脈拍検出器だけであるのに対し、本装置は脈拍検出器のほかに、別の指に血流検出器を装置し、脈拍と血圧の信号の一致の有無により、カフに加圧もしくは減圧を与えて収縮期血圧を測定する点で異なっている。

II. 血圧 BF 法の被験者および実験方法

1. 対象

対象は東大分院心療内科外来患者から、1) 年齢が 20 歳から 50 歳以内である、2) 降圧剤を服用していない、3) 週 3 回の通院が可能である、という 3 つの選択基準で選んだ本態性高血圧症の 4 名 (男 2 名、女 2 名、平均年齢 36.5 歳) である。なお表は、4 名の被験者の初診時血圧値、心理テスト、精神状態像の成績である。

2. 実験方法

本研究における血圧 BF 法は、スライドや金銭的報酬などによる特別な強化を行わず、患者の治療意欲に期待する方法をとった。

教示の内容は、「どんな方法でも良いから血圧を下げて音が鳴るようにして下さい。ただし呼吸は一定に保つように心がけて下さい」というもので、自律訓練法や腹式呼吸法などの特別な教示は与えなかった。

しかし信号音には、快いチャイムの音を使用し、音の発生が強化刺激となるようにした。

血圧 BF 法の進め方は、同性別に対してした 2 人に対し、それぞれ True と False の BF を 2 週間で 6 セッション練習させ、2 週間の休みの後今度は反対に False と True の BF を 2 週間練習させるものである。

True BF 法では、BF 前の平均血圧値より -10% 以下に血圧が下がった時、信号音が発生するようにオペラント・レベルを設定した。一方 False BF 法では、BF 前の平均血圧値より +10% 以上血圧が上がった時、信号音が発生するようにオペラント・レベルを設定した。

各セッションの内容は、器具装着に 5 分、安静に 5 分とった後、2 分間の BF を 5 回繰り返すものである (図 1)。

血圧値の測定は、BF 前 2 分間と BF 中 2 分間の平均血圧値を、収縮期血圧連続記録装置に連結したコンピューターで直ちに算出し、その後各セッションごとに 5 試行の平均値を算出し、次に平均血圧下降値を求めた。

脈拍数は、血圧値とともにコンピューターにオンラインして数値化し、その相関係数を求めて、その変化を検討した。

表 Contents of Subjects

Subject	Name	Sex	Age	Blood pressure first visited	Mental level	CMI	YG
A	Y. T.	M	30	180/110	Hypochondria, Anxiety	III	A
B	Y. I.	F	44	144/100	Anxiety	III	A''
C	M. K.	M	48	170/100	Depression	IV	AE
D	T. W.	F	22	150/102	Maladjustment, Hypersensitivity	III	A

CMI: Cornell Medical Index

YG: Yatabe Guilford Character Inventory Test

3. 成績の比較 (True BF と False BF との比較)

成績の検討は、次の5つの項目について各症例ごとに行なった。

1) True と False BF の各セッションごとの平均血圧下降値を算出し、それぞれのセッション別の推移を検討した。また True と False BF の組み合わせによる BF 効果の違いについても検討した。

2) 初回および最終セッションにおける血圧下降値の試行回数による推移を、True と False BF について求め、これを比較検討した。

3) BF 前の安静時血圧値のセッション別の推移を True と False BF について求め、BF 施行による安静時血圧の変化を検討した。

4) BF 前と BF 中の脈拍数の変化についても、True と False BF でそれぞれ検討した。

5) BF 後聴取した自省報告と BF による血圧下降効果とを比較し、両者の関連を検討した。

III. 血圧 BF 装置の構造概要

われわれの使用した血圧 BF 装置は、島津製収縮期血圧連続記録装置と信号音発生装置、さらにこれらに接続した日本電子製 JEC-5 型スペクトラム・コンピューターである。

収縮期血圧連続記録装置の構造概要は、図2のごとくである。まず第II指の指先に血流検出器を

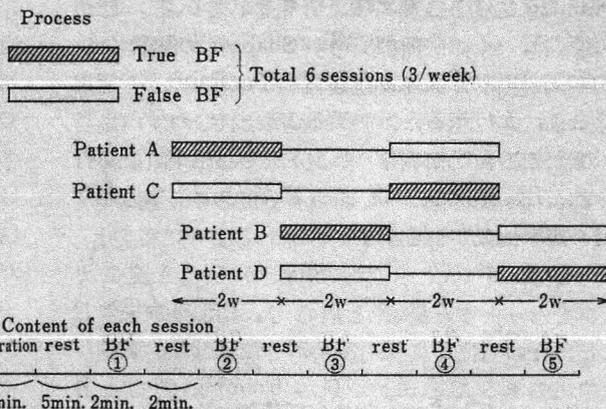


図1 Program of blood pressure biofeedback

取り付け、第III指の指先に脈拍検出器を取り付け、各指の動脈血中の血流の有無を検出する。血流および脈拍の両信号がある時は、加減圧識別回路は加圧信号を発生し、この信号により圧力発生装置が加圧を始め、カフ内圧は徐々に上昇し、カフ下の指動脈を圧迫し、遂には第II指の血流を止めるに至る。次に血流が止まると血圧信号は消失し、第III指の脈拍信号だけが加減圧識別回路に加わるので、その出力は反転し減圧信号を発生するようになる。圧力発生装置は、この減圧信号によってカフ下の指動脈に再び血流が発生するまで減圧していく。そして脈拍ごとに以上の動作を繰り返すことにより、制御系は図2右下のごとく収縮期血圧の変化に追従して、これを記録していくのである⁹⁾。

信号音発生装置は、この血圧情報が血圧設定値

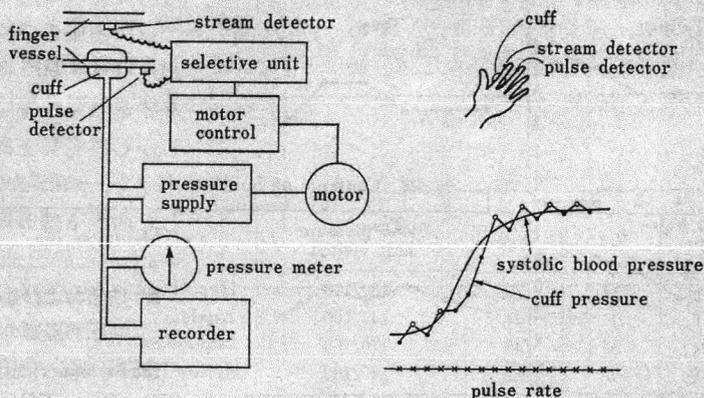


図2 Structure of systolic blood pressure autorecorder

より上または下に来た時、信号音が鳴るように設計されている。すなわち True BF の場合は、血圧設定値より下に来ると音が鳴り、False BF の場合は、上に来ると音が鳴るようになっている。

またこの血圧情報は、コンピューターに in put され、BF 施行後、BF 中の 2 分間の血圧値の平均と標準偏差が自動的に計算されるように設定されている。

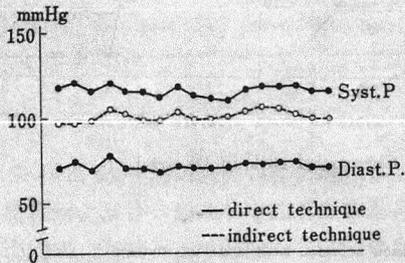


図3 Comparison of BP measurement between direct and indirect technique

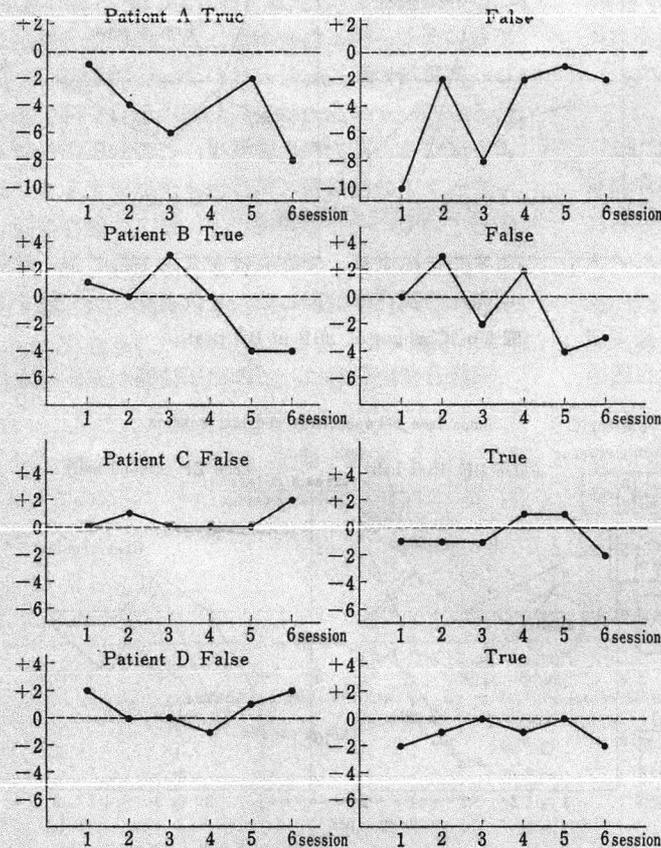


図4 Changes of Δ BP at 5 trials in each session

また本装置による血圧情報の信頼性については、本装置を使った血圧値と心カテーテル法による直接法で測定した血圧値との比較で、絶対値でやや低値を示したが、ほぼ良い相関を得ており(図3)、マンシュートによる間接法との比較でも、ほぼ同様の良い相関を得ている。ただし不整脈(心房細動)などでは、良い相関は得られなかった。

IV. 成績

1. 平均血圧下降値のセッション別の推移(図4)

True BF を先に行なった患者 A では、True BF においては、セッションを経るに従い血圧の下降が増大する傾向が認められるが、False BF になると、セッションを経るに従い血圧の下降が反対に減少する傾向が認められる。

患者 A と同様に True BF を先に行なった患者 B では、True と False BF のいずれにおいても、5 および 6 セッションで同程度の

血圧の下降が認められる。

次に False BF を先に行なった患者 C では、False BF においては、一定の傾向を有する血圧の変動は認められないが、True BF では血圧の下降傾向が認められる。しかし患者 A ほど大きな血圧の下降でなく、またセッションの経過に併行した血圧下降の増大傾向も認められない。

患者 C と同様に False BF を先に行なった患者 D では、False BF においては、血圧の下降はほとんど認めないが、True BF においては、血圧の下降するセッションが多く認められる。しかし患者 C と同じく、血圧の下降は小さく、かつセッションの経過に併行した血圧下降の増大傾向も認められない。

2. 初回および最終セッションにおける、血圧下降値の試行による推移(図5)

図 5a は、患者 A の成績である。前半の True BF では、試行を重ねるに従ってみられる血圧の下降が、初回に

比べて最終セッションでより早く始まる傾向が認められる。

一方、後半の False BF では、初回セッションでは著明な血圧下降現象がみられるのに対し、最終セッションでは同現象が認められなくなっている。

図 5b は、患者 B の成績である。

前半の True BF では、試行を重ねるに従ってみられる血圧の下降が、初回に比べて最終セッションでより早く始まり、患者 A と同じ傾向が認められる。一方後半の False BF では、初回と最終セッションの間に第 1 試行を除き差は認められない。

図 5c は、患者 C の成績である。

前半の False BF では、初回および最終セッションとも血圧の下降現象はあまり認められない。後半の True BF でも、試行を重ねるに従ってみられる血圧の下降が、初回に比べて最終セッションでより早く始まる傾向は認められない。しかし最終セッションのほうが、初回セッションに比べて血圧が下降する試行の回数が多い傾向が認められる。

図 5d は、患者 D の成績である。

前半の False BF では、初回および最終セッションとも血圧の下降現象に差は認められない。後半の True BF では、試行を重ねるに従ってみられる血圧の下降が、初回に比べて最終セッションでより早く始まる傾向が認められる。また血圧の下降がより安定した傾向が認められる。

3. BF 前の安静時平均血圧値のセッション別の推移 (図 6, 7)

患者 A の安静時平均血圧は、True BF では初回セッションに比べて最終セッションで、 -7mmHg だけ下降しているが、False BF でも -24mmHg と著明に下降している (図 6)。

患者 B の安静時平均血圧は、True

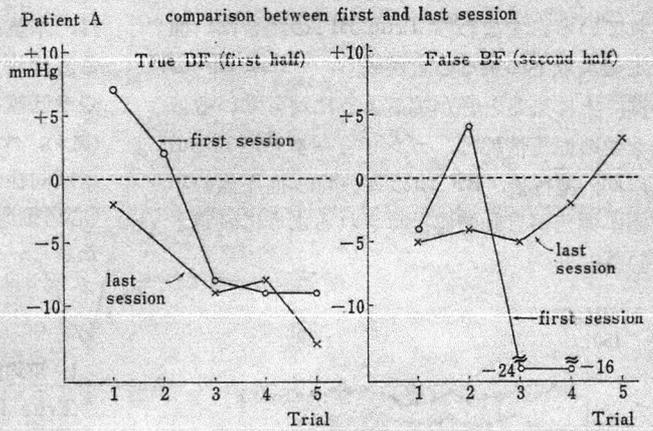


図 5 a Changes of \overline{ABP} in BF trial

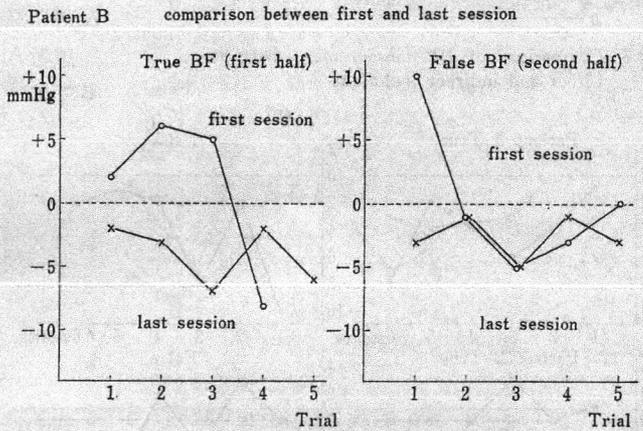


図 5 b Changes of \overline{ABP} in BF trial

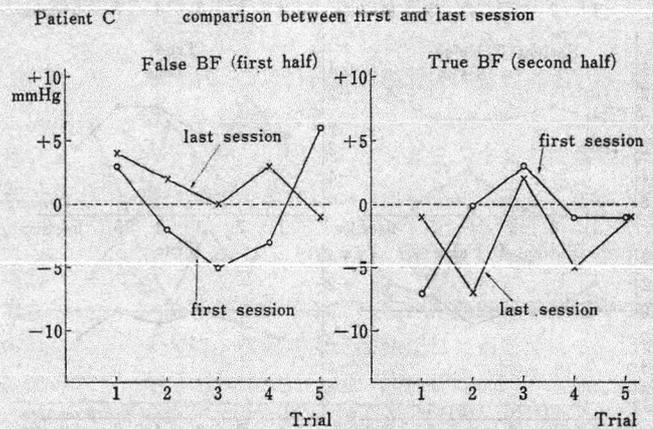


図 5 c Changes of \overline{ABP} in BF trial

Patient D comparison between first and last session

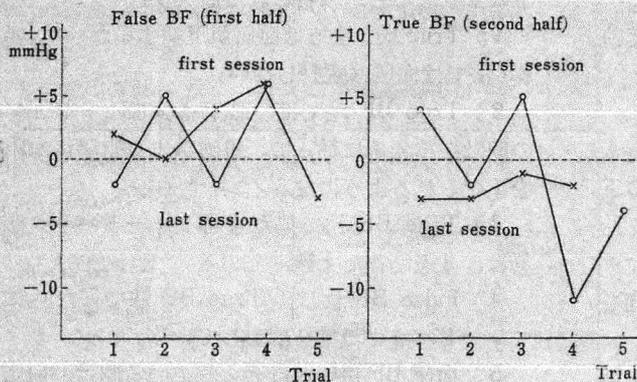
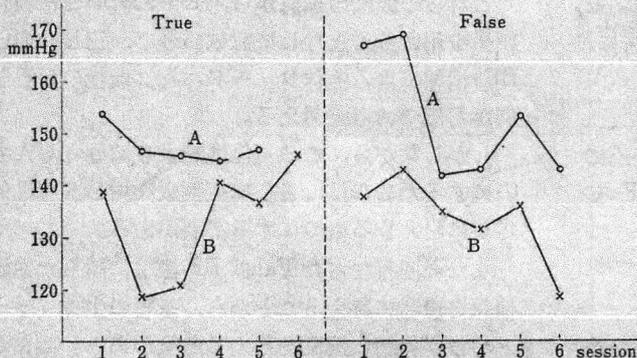
図 5 d Changes of \overline{BP} in BF trial

図 6 Changes of average BP before and each session

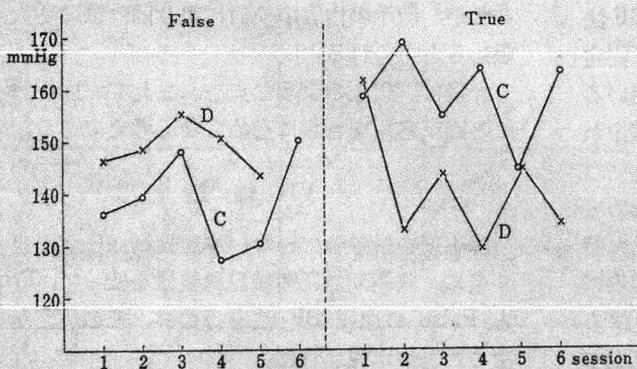


図 7 Changes of average BP before and each session

BF では、初回セッションに比べて最終セッションで +7 mmHg だけ上昇しているが、False BF では、患者Aと同様に -19 mmHg と著明に下降している (図6)。

患者Cの安静時平均血圧は、False BF では、初回セッションに比べて最終セッションで +14 mmHg だけ上昇しており、また True BF でも +5 mmHg だけ上昇している (図7)。

患者Dの安静時平均血圧は、False BF では、初回セッションに比べて最終セッションで -3 mmHg だけ下降しており、また True BF でも -27 mmHg と著明に下降している (図7)。

4. 血圧 BF 試行後の内省報告の内容

患者Aの内省報告：“何も考えないようにした”。

患者Bの内省報告：“身体を横に動かすと音がする”。

患者Cの内省報告：“自分の山荘を修復している種々のイメージ”。

患者Dの内省報告：“故郷の風景と母のイメージ”。

5. 脈拍数の変動

血圧 BF 法施行前および施行中で、一定の傾向を有する脈拍数の変動は認められない。

V. 成績のまとめ

以上の成績をまとめると次のようになる。

1. セッション別の推移

a. True BF 法 全例とも True BF 中に血圧が下降する傾向が認められる。とくに患者Aでは、セッションを経るに従って血圧の下降が増大する傾向を示している。

b. False BF 法 患者Aは、前半の True BF で得た BF 効果と思われる初回セッションの著明な血圧の下降が、False BF ではセッションを経る

に従って減少する傾向を示している。しかし患者 B は、True BF の場合と同じく、False BF の第 5 および 6 試行で血圧の下降を示している。

患者 C と D は、一定の傾向を持った血圧の変動は示していない。

2. 初回セッションと最終セッションの比較

a. True BF True BF を先に行なった患者 A と B は、試行を重ねるに従ってみられる血圧の下降が、初回に比べて最終セッションでより早く始まる傾向を示している。

True BF を後に行なった患者 D も同じ傾向を示しているが、患者 C は示していない。

b. False BF 患者 A は前半の True BF で得た、BF の効果と思われる著明な血圧下降を、初回セッションの第 3 および 4 試行で示しているが、最終セッションの第 5 試行では反対に血圧の上昇を示している。

患者 B, C, D においては、初回および最終セッションでの、試行経過による血圧変動の仕方に、あまり差が認められない。

3. 安静時平均血圧のセッション別の推移

患者 A と D は、True BF でセッション経過による血圧下降傾向を示しているが、False BF でも患者 A と B で血圧の下降が認められる。

VI. 考 察

血圧 BF 法は、Miller による自律神経系の道具的条件付けの動物実験により注目を集め、Shapiro, 赤木らにより臨床的応用がなされ、有意の血圧下降現象を認める成績が報告されるまでに至っている。

しかしながら、これまで試みられた血圧 BF 法は、定常カフ圧測定装置による長時間の血圧測定が患者に苦痛を与えることや、強化刺激を用いることが日常臨床に適していないことなどの理由から、一般に広く普及しがたい状態にあった。

そこでわれわれは、患者に与える苦痛が極めて少ない収縮期血圧連続記録装置を使用し、また特別な強化刺激を用いずに、患者の治療意欲のみに期待する方法で、血圧 BF 法の臨床応用を試みた。また血圧 BF 法による血圧下降効果を証明するため、True BF 法に加えて False BF 法も施

行した。

その結果、上述した IV, V の成績が得られ、以下のようなことが示唆された。

1) True BF 法では血圧が下降するが、False BF 法では血圧は変動しない。

2) True BF 法では、試行およびセッションの回数を重ねるに従って、患者はより上手に血圧を下げられるようになる。

3) True BF 法で得た生体フィードバック機構は、2 週間後でも残っている。

4) False BF 法は、True BF 法で得た生体フィードバック機構を消去していく。

5) 血圧 BF 情報が与えられている時は、血圧 BF 法による血圧の下降は可能であるが、その効果は永続的なものではない。

6) False BF 法による安静時血圧の下降は、馴れの現象と考えられる。

これらの成績の検討から、ヒトにおいては強化刺激を用いることなしに意欲のみで、正しい血圧 BF 情報による生体フィードバック機構の自己制御が可能であると考えられる。

しかしながら、この可能性をより確固としたものにするためには、さらに症例数を増して統計的考察に耐えうるものにする必要がある。

また今回行なった False BF 法は、誤った血圧情報を患者に与えることから、患者の生体フィードバック機構に混乱を与える危険がある。したがって、ヨークト・コントロールに関する方法論も、さらに今後検討を要する問題と考える。

今回われわれの行なった血圧 BF 法による血圧の下降効果は、必ずしも満足のゆくものではなかったが、教示の内容の検討により同効果の増大は望めると思われる。

今後は、以上のような点をふまえて、血圧 BF 法の臨床応用をさらに進めてゆく考えである。

VII. 結 論

降圧剤を投与していない本態性高血圧症の患者 4 名に、収縮期血圧連続記録装置を使って、True と False の血圧 BF 法を行ない、その成績から次のことが示唆された。

1) True BF 法では血圧は下降するが、False

BF 法では血圧は変動しない。

2) True BF 法では、試行およびセッションの回数を重ねるに従って、患者はより上手に血圧は下げられるようになる。

3) 血圧 BF 情報が与えられている時は、血圧 BF 法による血圧の下降は可能であるが、その効果は永続的なものではない。

文 献

- 1) 菊池長徳・石川 中：高血圧と呼吸制御。心身医，16：110，1976。
- 2) Miller, N.E.: Learning of Visceral and Glandular Responses. Science, 163: 434, 1969.
- 3) Shapiro, D., et al.: Effect of Feedback and Reinfor-

cement on the Control of Human Systolic Blood Pressure. Science, 163: 588, 1969.

- 4) Benson, D., et al.: Decreased Systolic Blood Pressure through Operant Conditioning Techniques in Patient with Essential Hypertension. Science, 173: 740, 1971.
- 5) 赤木 稔, 他：バイオフィードバック技術の臨床的適応。精身医，15：220，1975。
- 6) Tursky, B., et al.: Automated Constant Cuff-Pressure System to Measure Average Systolic and Diastolic Blood Pressure in Man. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, BME-19, 271, 1972.
- 7) Brener, J. & Kleinmann, R.A.: Learned Control of Decreases in Systolic Blood Pressure. Nature, 226: 1063, 1970.
- 8) 万井正人・荒井浅治郎：自動最高血圧連続測定装置を開発。エレクトロニクス，5：1，1968。