

原 著

## 携帯型血圧モニタリングによる血圧日内変動の検討

—特に健常者を対象として—

東京女子医大附属第二病院内科1 (指導: 渡邊晴雄教授)

オオ モリ ケイ ギ  
大 森 啓 義

(受付 平成2年1月13日)

**Circadian Variation of Blood Pressure in Healthy Normotensive Subjects  
Evaluated by Ambulatory Blood Pressure Recordings****Keigi OMORI**Department of Medicine I (Director: Prof. Haruo WATANABE)  
Tokyo Women's Medical College Daini Hospital

**Aim:** To investigate to what extent blood pressure (BP) changes during a 24-hour day in healthy subjects in Tokyo.

**Subjects and methods:** Ninety-two normotensive healthy volunteers (42 females and 50 males, aged 20~76 years) were investigated. Subjects were divided into 5 groups; (1) 14 females aged 20~39 years, (2) 29 males aged 20~39 years, (3) 25 females aged 40~59 years, (4) 18 males aged 40~59 years and (5) 6 subjects over 60 years of age. BP was measured ambulatorily, automatically at 15 min intervals over about 48 h using a Colin Medical Instruments ABPM-630 monitor.

**Results:** 48 h averages and standard deviations of systolic and diastolic BP in group 1 females were as follows; 108.7, 12.8 mmHg and 64.0, 9.6 mmHg, respectively. These values were significantly lower than the respective ones in the other groups ( $p < 0.01$ ). 48 h averages and standard deviations of systolic and diastolic BP in the other groups were within the following range; 116.4~121.1, 14.8~15.3 mmHg and 69.8~72.0, 10.3~11.2 mmHg. There were no significant differences in the respective readings among the groups, (2), (3), (4) and (5).

**Conclusion:** We hope these data presented here should be a reference standard of a normal range of the circadian variation of BP.

## 緒 言

携帯型血圧モニタリングはすでにOxford社 MedilogやAvionics社 Pressurometer IIをはじめとするいくつかの装置が用いられてきた<sup>1)~11)</sup>。しかしながら、これらの装置は大きくて重い、騒音のため眠られない等、無拘束とは程遠い状態であり、また測定値に関する信頼性の問題も指摘され<sup>1)6)7)9)12)~14)</sup>普及するには至らなかった。近年、我が国において、小型化・軽量化された携帯型血圧心拍数記録計が開発され、その測定値の信頼性も良く<sup>15)16)</sup>、急速に臨床の場に応用され始めた。そこ

で、この携帯型血圧心拍数記録計を用いて2日間連続記録を行い、血圧日内変動の再現性とその正常域について検討した。

## 対象と方法

東京女子医大附属第二病院内科あるいは東京都内の保健所に健康診断に訪れ、理学所見・胸部写真・心電図・一般採血検査にて異常のみられなかった健常者180名(男50名, 女130名, 18~76歳)ならびに、東京女子医大附属第二病院内科を受診し、拡張期血圧105mmHg未満で、降圧剤を服用していない軽症高血圧症例80名(男30名, 女50名,

30～80歳)を対象とした。なお健常者180名中50名は東京女子医大附属第二看護学校学生であり、血圧記録中に試験期間は含まれない。

48時間血圧心拍数記録には、携帯型血圧心拍数記録計 ABPM-630 (日本コーリン) を用い15分間隔で48時間連続記録した。記録開始時間は午後3～5時とし、着衣の交換あるいは入浴の際は一時計測の中断を許可した。記録期間は原則として、月曜から水曜まで、あるいは水曜から金曜までのいずれかとした。携帯型記録計 ABPM-630には4個のイベントマークがあり、各々を用いて起床・就床・食事・排尿あるいは排便を入力した。マンジェット加圧のためのCO<sub>2</sub>ガスカートリッジの交換は、被験者各自が行うよう指導し、この交換時期が夜間にならないよう配慮した。

以下の5項目を検討した。

#### 1. 48時間血圧記録とアンケート調査

表1に示すアンケートを用いて、記録に伴う負担の程度を評価した。良好な回答の得られた健常者167名(男37名,女130名)ならびに高血圧症例69名(男29名,女40名)を対象とした。

#### 2. コロトコフ・リバロッチ法とオッシロメトリック法の計測値の比較

携帯型血圧心拍数記録計 ABPM-630は、コロトコフ・リバロッチ法(以下K法)とオッシロメトリック法(以下O法)により計測値が得られる。K法とO法のいずれもが良好に記録できた健常者35名(18～71歳)ならびに高血圧症例30名(30～74歳)を対象として、血圧日内変動の観察にK法とO法のいずれを用いるか、あるいはK法とO法の計測値の違いをどう評価するか検討した。15分間隔で48時間連続記録した血圧心拍数記録の平均値と標準偏差を用いて以下の検討を行った。K法により収縮期血圧(SBP<sub>K</sub>)、拡張期血圧(DBP<sub>K</sub>)が、O法により収縮期血圧(SBP<sub>O</sub>)、平均血圧(MBP)、拡張期血圧(DBP<sub>O</sub>)が計測される。SBP<sub>O</sub>とSBP<sub>K</sub>の差を $\Delta$ SBP、DBP<sub>K</sub>とDBP<sub>O</sub>の差を $\Delta$ DBPと定義した。通常、平均血圧(MBP<sub>C</sub>)は収縮期血圧と拡張期血圧から計算により求められる(平均血圧=拡張期血圧+1/3(収縮期血圧-拡張期血圧))。そこで以下、O法より計算で求めた

表1 48時間血圧記録で用いるアンケート

1. 夜はよく眠れましたか?.....	1日目(はい, いいえ)
	2日目(はい, いいえ)
2. ガス交換はむずかしかったですか?...	(はい, いいえ)
3. カフの脱着はむずかしかったですか?.....	(はい, いいえ)
4. イベントマークの操作は負担になりましたか?.....	(はい, いいえ)
5. 機械は重く感じましたか?.....	(はい, いいえ)
6. 圧迫により腕が痛みましたか?.....	(はい, いいえ)
7. 1日目に較べて2日目は楽になりましたか?.....	(はい, いいえ)
8. 15分間隔の測定は負担でしたか?.....	(はい, いいえ)
9. 外出時、気になりましたか?.....	(はい, いいえ)
10. アラーム音(予告音)が気になりましたか?.....	(はい, いいえ)
11. 測定値が出ると、気になりましたか?.....	(はい, いいえ)
12. 入浴時の脱着はスムーズにできましたか?.....	(はい, いいえ)
13. 着替える時、脱着はスムーズにできましたか?.....	(はい, いいえ)
14. 仕事に差障りがありましたか?.....	(はい, いいえ)
15. 昇圧時、シューという音は気になりましたか?.....	(はい, いいえ)
16. 何をするとき負担になりましたか?	

平均血圧をMBP<sub>OC</sub>、K法より計算で求めた平均血圧をMBP<sub>KC</sub>と定義した。MBPとMBP<sub>OC</sub>との差を $\Delta$ MBPと定義した。

#### 3. 48時間血圧測定における第1日目と第2日目の計測値の比較

48時間にわたりK法とO法のいずれもが良好に記録できた健常者73名(18～71歳)を対象とした。第1日目と第2日目(48時間記録の前半と後半の各々24時間)の収縮期血圧、平均血圧、拡張期血圧および心拍数の平均値と標準偏差を求め、両者を比較した。

#### 4. 季節変動と血圧日内変動—6月と11月の比較—

健常看護学生50名(18～24歳)を対象として6月と11月の2度にわたり48時間血圧・心拍記録を行った。各々の記録につき48時間平均値、48時間標準偏差、48時間のうちの最大値と最小値を求めた。被験者各々について、ミネソタ大学 Halberg F.教授の提言により、表2に示すrisk table<sup>17)</sup>を用いて高血圧のrisk scoreを算出した。

対象とした被験者50名を, Halberg 教授の提言により18~19歳と20~24歳の2群に分け各々risk score 0, 0.25~0.50, 1.00~1.50の3群に分類して, 季節変動の血圧日内変動に及ぼす影響を検討した。

#### 5. 血圧・心拍数日内変動の正常値と高血圧症例における検討

48時間にわたり良好な記録の得られた, 看護学生を除く20歳以上の健常者92名(女42, 男50名, 20~76歳), ならびに48時間にわたり良好な記録の得られた高血圧症例50名(女31名, 男19名, 30~80歳)を対象とした。健常者92名を, 年齢と性により以下の5群に分類した: すなわち20~39歳の女, 20~39歳の男, 40~59歳の女, 40~59歳の男および60歳以上の男女の5群。高血圧症例50名を

表2 Risk score

対象者自身 (最大2点)	高血圧あり あるいは 妊娠中高血圧の既往あり, 高血圧の既往あり。	risk = 2点  risk = 1点
両親 (最大2点)	心血管系の疾患あり, 高血圧あり。	risk = 1点 risk = 0.5点
祖父母 (最大2点)	心血管系の疾患あり, 高血圧あり。	risk = 0.5点 risk = 0.25点

Risk score は0~6.0点に分布する

同様に以下の4群に分類した: 30~39歳の男, 40~59歳の女, 40~59歳の男および60歳以上の男女。各群ごとに, 収縮期血圧, 平均血圧, 拡張期血圧および心拍数の各々につき, 48時間平均値, 48時間標準偏差, 48時間最大値, 48時間最小値を求めた。

統計処理は以下のごとく行った。K法とO法で求めた計測値の有意差の検定はStudent' t-test およびWilcoxon-Mann-Whitney検定を用いて行った。さらに回帰分析により両者の相関関係を検討し, 相関係数を求めた。第1日目と第2日目の測定値の比較にはStudent' paired t-test およびWilcoxon's signed rank testを用いた。6月と11月の計測値の比較にはWilcoxon's signed rank testを用いた。加齢に伴う変動の有無は, 男女別に一元配置の分散分析およびKruskal-Wallis検定を用いて検定した。同年代の男女差の検定はWilcoxon rank sum testを用いた。いずれの検定も5%未満を統計上有意とした。

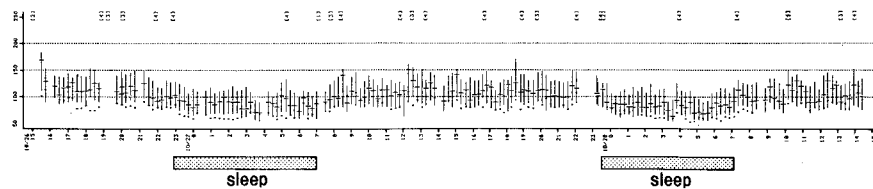
### 結 果

#### 1. 48時間血圧記録とアンケート調査

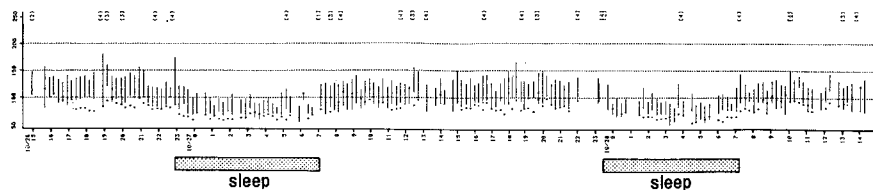
15分間隔48時間血圧・心拍数記録の実際を図1に示す。上段はオッシロメトリック法, 下段はコトコフ・リバロッチ法による血圧記録である。

50 yrs. Male, Healthy Elderly

Oscillometric Method



Korotkoff Method



[1] Getting up [2] Falling asleep [3] Diet [4] Urination

図1 携帯型血圧計で記録した15分間隔48時間連続記録の実際  
上段はオッシロメトリック法, 下段はコトコフ・リバロッチ法による血圧記録

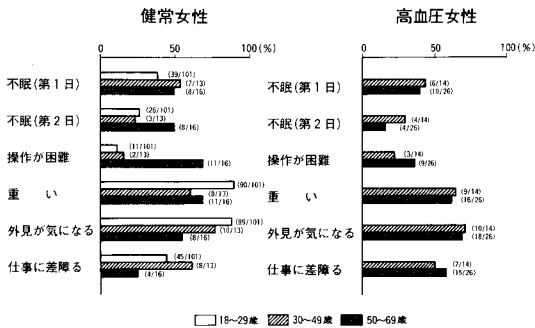


図2 15分間隔48時間血圧記録に伴う負担に関するアンケート調査—健康女性と高血圧女性—

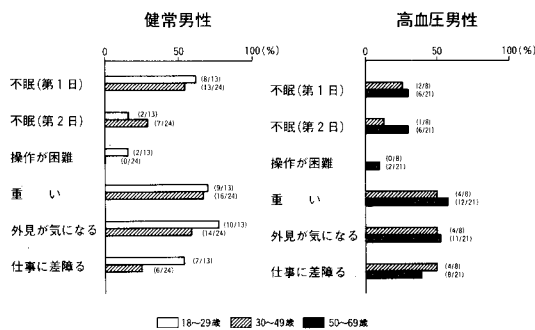


図3 15分間隔48時間血圧記録に伴う負担に関するアンケート調査—健康男性と高血圧男性—

血圧（収縮期と拡張期血圧，オッシロメトリック法では平均血圧も）が縦線で，心拍数が点で示されている。睡眠とともに血圧・心拍数が低下し，覚醒とともに増大する様子が観察できる。各々の記録の上段に [1]，[2]，[3]，[4] のイベントマーク記録が付され，行動と血圧・心拍数との関連が観察できる。

アンケート調査の結果を図2，3に示す。図2は健康女性と高血圧女性における結果である。各々18～29歳，30～49歳，50～69歳の3群に分けて図示している。49歳までの健康者および高血圧症例では，第1日に比し第2日の不眠の頻度が少ない。測定機器の操作は比較的容易のようであるが，50歳以上では操作に困難を感じる頻度が大きくなる傾向がみられる。780gと比較的軽量であるとはいえ，なお「重い」，「外見が気になる」，「仕事に差障る」等の感想が多い。図3は健康男性と

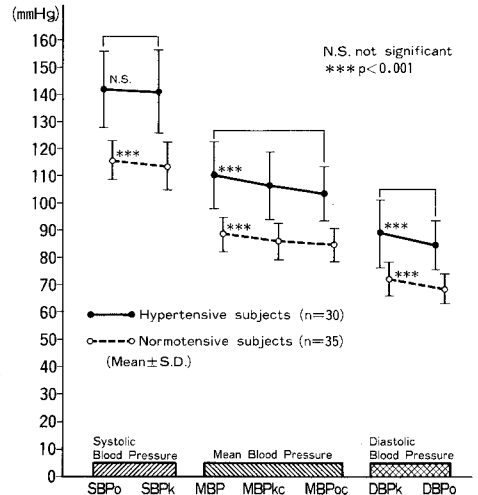


図4 携帯型血圧計 ABPM-630で観察される血圧測定値

SBP<sub>0</sub>：オッシロメトリック法による収縮期血圧測定値，SBP<sub>K</sub>：コトコフ・リパロッチ法による収縮期血圧測定値，MBP：オッシロメトリック法で求めた平均血圧値，MBP<sub>Kc</sub>：コトコフ・リパロッチ法で求めた収縮期血圧と拡張期血圧値から計算した平均血圧値，MBP<sub>oc</sub>：オッシロメトリック法で求めた収縮期血圧と拡張期血圧値から計算した平均血圧値，DBP<sub>K</sub>：コトコフ・リパロッチ法による拡張期血圧測定値，DBP<sub>o</sub>：オッシロメトリック法による拡張期血圧測定値。

高血圧男性における結果である。健康男性では，第1日に比し第2日の不眠の頻度が少ない。しかし，高血圧男性においてはその傾向は見られず，第1日の不眠の頻度も少ない。年齢に関係なく測定機器の操作は比較的容易のようである。女性に比しその頻度は少ないが，やはり「重い」，「外見が気になる」，「仕事に差障る」等の感想が多い。

## 2. コトコフ・リパロッチ法とオッシロメトリック法の計測値の比較

図4に，健康者と高血圧症例における各々血圧測定値を示す。健康者ではSBP<sub>o</sub>はSBP<sub>K</sub>より，MBPはMBP<sub>Kc</sub>，MBP<sub>oc</sub>より，DBP<sub>K</sub>はDBP<sub>o</sub>より有意に大であった(p<0.001)。一方，高血圧症例ではMBP，DBPに関する関係は健康者と同様であったが(p<0.001)，SBP<sub>o</sub>とSBP<sub>K</sub>の間には有意の差は見られなかった。

まず，K法とO法の計測値の違いにつき検討し

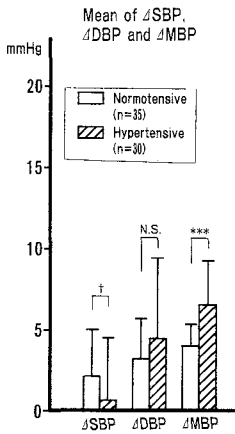


図5 オッシロメトリック法とコトコフ・リパロッチ法の計測値の差に及ぼす高血圧の影響  
 △SBP: オッシロメトリック法による収縮期血圧測定値とコトコフ・リパロッチ法による収縮期血圧測定値の差, △DBP: コトコフ・リパロッチ法による拡張期血圧測定値とオッシロメトリック法による拡張期血圧測定値の差, △MBP: オッシロメトリック法で求めた平均血圧値と計算で求めた平均血圧値との差.

た(図5).  $\Delta$ SBP は健常者に比し高血圧症例で小さい傾向がうかがわれたが統計上有意ではなく,  $\Delta$ DBP も健常者と高血圧症例間に有意の差はみられなかった. しかし,  $\Delta$ MBP は健常者に比し高血圧症例で有意に高値を示した.

$\Delta$ SBP あるいは  $\Delta$ DBP に及ぼす血圧・心拍数・加齢の影響を図6, 7に示す. 図はいずれも相関係数を棒グラフで示している. 健常者と高血圧症例のいずれにおいても, 血圧値が高い程  $\Delta$ SBP は小さい(図6). 一方,  $\Delta$ DBP は血圧値が高い程大きい(図7).

O法で測定される平均血圧MBPが通常計算により求められる平均血圧値を良く反映しているか否か検討した. MBPとO法より計算で求めた平均血圧(MBP<sub>oc</sub>), K法より計算で求めた平均血圧(MBP<sub>kc</sub>)との相関係数は健常者で各々0.9767, 0.9537, 高血圧症例で各々0.9882, 0.9593であり極めて高い相関関係がみられた(いずれもp<0.001). しかし, 健常者で検討した $\Delta$ MBPは平均血圧MBPと相関係数0.4154(p<0.05)の粗な正相関を認めた. すなわち,  $\Delta$ MBPは血圧値が高い

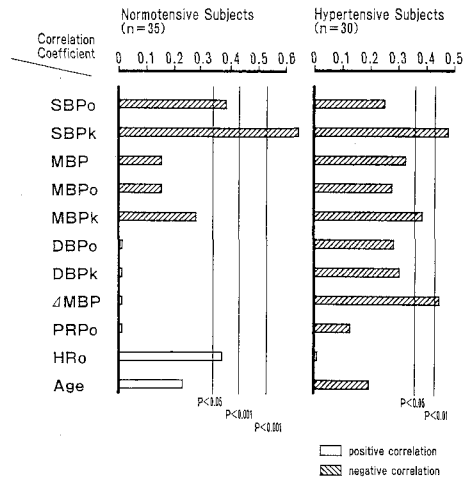


図6  $\Delta$ SBPと血圧・心拍数・加齢との相関係数  
 $\Delta$ SBPと各指標との相関係数を棒グラフで示す.  
 $\Delta$ SBP: オッシロメトリック法による収縮期血圧測定値とコトコフ・リパロッチ法による収縮期血圧測定値の差.

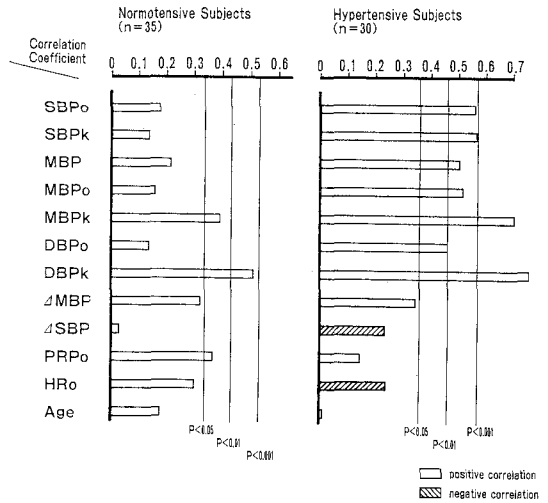


図7  $\Delta$ DBPと血圧・心拍数・加齢との相関係数  
 $\Delta$ DBPの各指標との相関係数を棒グラフで示す.  
 $\Delta$ DBP: コトコフ・リパロッチ法による拡張期血圧測定値とオッシロメトリック法による拡張期血圧測定値の差.

程大きくなることが示唆された. この傾向は高血圧症例でさらに明らかとなり  $\Delta$ MBPはSBP<sub>0</sub>, MBP, DBP<sub>0</sub>と各々0.6965, 0.8219, 0.7135(いずれもp<0.001)の高い相関関係が観察された.

表3 第1日目, 第2日目の血圧・心拍数の比較

	第 1 日			第 2 日			Student's paired-t test	Wilcoxon's signed rank test
	平均	標準偏差	(最大, 最小)	平均	標準偏差	(最大, 最小)		
収縮期血圧	114.8	8.4	(136.7, 96.3)	114.6	9.1	(136.1, 97.1)	N.S.	N.S.
平均血圧	87.5	7.0	(110.0, 72.7)	87.3	7.7	(107.9, 72.9)	N.S.	N.S.
拡張期血圧	68.1	5.7	(86.0, 56.4)	67.6	6.0	(85.1, 55.7)	N.S.	p<0.05
心拍数	75.5	7.1	(87.4, 54.2)	75.4	6.7	(92.6, 57.9)	N.S.	N.S.

(n=73)

表4 血圧・心拍数の日内変動と季節変動(1)

—Risk score 0の健常人における検討—

項目	季節	18~19歳					20~24歳				
		例数	48時間 平均値	48時間 標準偏差	最大値	最小値	例数	48時間 平均値	48時間 標準偏差	最大値	最小値
収縮期 血圧	6月	9	102.5±5.4	11.9±1.1	149.3±12.7	65.7±3.8	11	109.4±7.1	14.5±2.0	161.6±12.7	75.5±10.6
	11月	9	103.3±4.6	13.0±2.1	144.3±7.7	66.9±7.7	11	110.0±6.5	14.0±2.4	154.0±10.2	72.7±7.6
平均 血圧	6月	9	76.4±3.0	11.8±1.4	121.6±16.0	48.8±2.1	11	83.2±5.3	13.8±2.3	137.7±18.3	53.6±1.9
	11月	9	77.3±3.6	12.3±1.9	115.4±9.4	47.3±3.5	11	84.1±4.6	13.5±2.9	128.7±14.3	55.1±6.2
拡張期 血圧	6月	9	57.9±2.2	9.0±1.0	84.7±8.9	39.9±0.3	11	64.0±3.6	10.6±1.6	98.5±16.1	40.5±0.8
	11月	9	58.9±3.0	9.7±1.6	84.3±7.1	40.2±1.0	11	64.8±3.5	10.4±1.8	93.9±10.6	41.1±3.0
心拍数	6月	9	71.8±5.7	14.7±1.9	122.6±10.4	46.0±4.8	11	75.8±4.7	15.9±1.7	125.0±8.1	48.5±5.7
	11月	9	73.6±5.8	15.2±2.5	127.8±17.7	48.6±6.1	11	75.5±5.1	14.3±1.7	126.1±9.9	50.6±4.2

\*\* : p&lt;0.01

### 3. 48時間血圧測定における第1日目と第2日目の計測値の比較

アンケート調査により, 第1日目と第2日目とは, 睡眠状態に差がみられることが示唆された。そこで第1日目と第2日目の血圧・心拍数にどのような変化が見られるか検討した。第1日目と第2日目の血圧・心拍数の各々24時間平均値の平均, 標準偏差, 最大値および最小値を表3に示す。収縮期血圧, 平均血圧および心拍数は, 第1日目と第2日目との間に有意の差は見られなかった。一方, 拡張期血圧は Student' paired t-test では有意差が見られないものの, Wilcoxon's signed rank test にて第2日目の測定値が小さい傾向が示された (p<0.05)。

### 4. 季節変動と血圧日内変動—6月と11月の比較—

6月と11月の血圧・心拍数日内変動の比較を表4, 5, 6に示す。表4は risk score 0の健常人,

表5は risk score 0.25~0.50の健常人, 表6は risk score 1.00~1.50の健常人についての成績である。各々収縮期血圧, 平均血圧, 拡張期血圧および心拍数の48時間平均値, 48時間標準偏差, 48時間最大値および48時間最小値が示されている。

18~19歳の健常女性における48時間平均値は, 血圧・心拍数のいずれにおいても risk score の多寡に関わらず, 季節変動は見られない。一方, 48時間標準偏差は収縮期血圧と拡張期血圧において, risk score が1.00~1.50の群においてのみ, 11月に有意に高値であることが示されている。

20~24歳の健常女性における48時間平均値は, risk score が1.00~1.50の群においてのみ11月に血圧・心拍数の全てが有意に高値であることが示されている。収縮期血圧, 平均血圧, 拡張期血圧および心拍数は各々7.3mmHg, 6.7mmHg, 4.7mmHg, 5.7bpm 高値を示している。

20~24歳の健常女性における48時間標準偏差

表5 血圧・心拍数の日内変動と季節変動(2)  
—Risk score 0.25~0.50の健常人における検討—

項目	季節	18~19歳					20~24歳				
		例数	48時間 平均値	48時間 標準偏差	最大値	最小値	例数	48時間 平均値	48時間 標準偏差	最大値	最小値
収縮期 血圧	6月	6	107.8±2.0	15.3±1.7	157.7±13.4	72.3±1.8	11	106.1±5.4	12.3±1.6	150.4±11.0	74.5±4.4
	11月	6	108.2±2.5	13.6±1.9	149.7±7.8	79.0±5.0	11	109.4±6.6	12.5±1.9	152.1±13.9	76.3±7.7
平均 血圧	6月	6	81.2±2.2	14.1±2.2	132.3±11.5	53.8±3.6	11	80.1±4.3	11.5±1.2	126.9±13.9	51.2±3.6
	11月	6	80.7±2.6	12.9±1.9	114.3±5.1	50.5±4.7	11	83.3±5.5	12.0±1.8	127.4±15.1	52.6±4.4
拡張期 血圧	6月	6	60.7±2.7	12.2±2.7	95.3±15.7	40.0±0	11	61.6±3.7	9.1±1.1	93.8±12.6	40.0±0.9
	11月	6	60.7±3.0	10.7±1.6	84.7±5.2	39.8±0.4	11	64.7±4.7	9.3±1.4	90.1±9.6	41.1±2.5
心拍数	6月	6	77.3±5.9	17.1±2.4	129.7±10.1	47.7±5.0	11	75.5±4.2	15.5±1.7 <sup>**</sup>	130.6±8.0	50.4±4.4
	11月	6	70.6±4.9	16.0±1.7	120.0±8.6	44.3±4.5	11	74.9±4.8	14.2±2.0	129.7±13.2	51.1±4.2

\*\* : p<0.01

表6 血圧・心拍数の日内変動と季節変動(3)  
—Risk score 1.00~1.50の健常人における検討—

項目	季節	18~19歳					20~24歳				
		例数	48時間 平均値	48時間 標準偏差	最大値	最小値	例数	48時間 平均値	48時間 標準偏差	最大値	最小値
収縮期 血圧	6月	6	102.8±6.7	12.9±2.1	157.8±11.3	69.2±8.2	7	106.7±4.1	12.0±2.6 <sup>*</sup>	145.7±14.2	73.6±6.9
	11月	6	107.6±9.3	14.8±2.3	152.3±17.6	72.7±6.9	7	114.0±6.8	14.4±3.5	149.9±15.2	76.6±4.7
平均 血圧	6月	6	78.3±4.3	12.6±1.8	138.3±16.3	51.3±4.4	7	80.6±3.0	11.3±2.3 <sup>*</sup>	118.3±19.6	52.6±4.6
	11月	6	83.2±6.7	14.3±2.5	133.3±17.0	51.7±4.1	7	87.3±5.0	13.6±3.1	129.6±16.2	52.0±4.1
拡張期 血圧	6月	6	58.6±3.2	9.9±1.3	98.5±15.8	40.2±0.4	7	62.3±2.5	9.1±1.9 <sup>*</sup>	91.3±17.9	39.9±0.3
	11月	6	62.7±5.9	11.3±1.4	90.8±8.1	40.0±0	7	67.0±3.8	10.7±2.5	92.4±9.5	40.0±0.5
心拍数	6月	6	73.4±4.2	17.4±1.0	130.7±6.4	44.7±3.9	7	72.5±4.9	13.3±1.2	128.7±13.1	50.0±5.9
	11月	6	74.8±6.0	16.1±0.8	127.7±16.8	46.8±6.0	7	78.2±3.8	13.8±1.4	122.7±8.4	52.9±2.0

\* p<0.05, \*\* : p<0.01

は, risk score が1.00~1.50の群においてのみ, 11月に収縮期血圧, 平均血圧および拡張期血圧のいずれもが有意に高値であることが示されている。さらに, risk score が0あるいは0.25~0.50の群においては, 11月に心拍数の48時間標準偏差が有意に小さいこと, この傾向はrisk score が1.00~1.50の群においてはみられないことが示されている。

##### 5. 血圧・心拍数日内変動の正常値と高血圧症例における検討

近年, 我が国においても血圧日内変動に関する報告が少なからず見られるようになった。しかし,

その正常値に関する報告は極めて少ない。そこで, 東京都在住の健常者を対象として血圧・心拍数日内変動の正常値に関する検討を試みた。表7, 8, 9, 10に, 収縮期血圧, 平均血圧, 拡張期血圧および心拍数についての日内変動の諸指標(すなわち48時間平均値, 48時間標準偏差, 48時間最大値および48時間最小値)を示す。各々健常者と高血圧症例について示されている。

健常者における収縮期血圧, 平均血圧, 拡張期血圧の48時間平均値はいずれも, 女性においてのみ加齢とともに増大したが(p<0.01), 男性においては有意の変動は見られなかった。48時間標準

表7 収縮期血圧日内変動の諸指標  
—その正常域と高血圧例での検討—

正常血圧例						
年齢	性	例数	48時間平均	48時間標準偏差	48時間最大値	48時間最小値
20~39	女	14	108.7±8.1	12.8±3.0	152.7±18.5	73.9± 5.8
	男	29	119.6±5.1 <sup>***</sup>	15.0±3.1 <sup>*</sup>	165.3±15.7 <sup>*</sup>	80.5± 8.6 <sup>**</sup>
40~59	女	25	116.4±6.6	15.3±3.5	163.2±14.7	77.3±10.1
	男	18	119.1±6.7 <sup>N.S.</sup>	14.8±2.9 <sup>N.S.</sup>	165.3±17.1 <sup>N.S.</sup>	80.8±10.2 <sup>N.S.</sup>
60~	女&男	6	121.1±5.1	14.8±2.9	170.5±20.5	89.3± 9.2
高血圧例						
年齢	性	例数	48時間平均	48時間標準偏差	48時間最大値	48時間最小値
20~39	男	4	140.1±11.8	15.6±1.9	192.8±22.0	97.3± 8.6
40~59	女	26	140.3±12.9	17.7±3.5	188.6±19.7	92.5±15.5
	男	9	145.2±13.0 <sup>N.S.</sup>	18.0±3.2 <sup>N.S.</sup>	189.0±20.4 <sup>N.S.</sup>	102.2±12.3 <sup>*</sup>
60~	女&男	11	140.3± 8.4	17.3±3.0	188.5±17.4	95.2±12.6

\* : p<0.05, \*\* : p<0.01, \*\*\* : p<0.001, N.S.: not significant

表8 平均血圧日内変動の諸指標  
—その正常域と高血圧例での検討—

正常血圧例						
年齢	性	例数	48時間平均	48時間標準偏差	48時間最大値	48時間最小値
20~39	女	14	81.9±6.4	12.7±3.1	127.4±17.6	51.4± 5.1
	男	29	90.9±4.7 <sup>***</sup>	14.8±3.4 <sup>N.S.</sup>	136.3±16.5 <sup>N.S.</sup>	57.7± 5.8 <sup>**</sup>
40~59	女	25	89.6±6.5	14.5±3.3	135.4±15.1	56.7± 8.1
	男	18	91.9±6.3 <sup>N.S.</sup>	13.7±2.4 <sup>N.S.</sup>	132.2±17.1 <sup>N.S.</sup>	58.9± 8.7 <sup>N.S.</sup>
60~	女&男	6	93.3±5.7	15.2±2.9	143.0±15.0	60.8± 5.9
高血圧例						
年齢	性	例数	48時間平均	48時間標準偏差	48時間最大値	48時間最小値
20~39	男	4	108.1± 9.0	16.5±2.8	158.0±11.2	63.8± 2.1
40~59	女	26	110.0±11.5	17.4±3.2	158.1±15.6	67.1±13.7
	男	9	112.4±12.8 <sup>N.S.</sup>	17.2±3.4 <sup>N.S.</sup>	156.1±19.8 <sup>N.S.</sup>	74.0±12.8 <sup>N.S.</sup>
60~	女&男	11	110.6±10.3	16.9±2.2	163.5±19.4	71.0± 9.6

\*\* : p<0.01, \*\*\* : p<0.001, N.S.: not significant

偏差も、女性において収縮期血圧、平均血圧に関して加齢に伴う有意の増大が観察されたが (p<0.05)、男性では有意の増大は観察されなかった。

48時間最大値は、収縮期血圧、平均血圧、拡張期血圧、心拍数のいずれにおいても、男女とも、加齢にともなう有意の変動は観察されなかった。一方、収縮期血圧、平均血圧、拡張期血圧の48時

間最小値は、いずれも女性においてのみ、加齢とともに増大したが (p<0.01)、男性においては有意の変動は見られなかった。

各々年齢別に男女差に関する検討を行った結果、20~39歳女性の収縮期血圧、平均血圧、拡張期血圧48時間平均値はいずれにおいても20~39歳男性に比し小であった (p<0.001)。20~39歳女性



表9 拡張期血圧日内変動の諸指標  
—その正常域と高血圧例での検討—

正常血圧例						
年齢	性	例数	48時間平均	48時間標準偏差	48時間最大値	48時間最小値
20~39	女	14	64.0±5.4	9.6±2.3	94.2±16.3	40.1± 1.6
	男	29	70.1±4.2	11.2±2.3 *	96.8±9.0	42.0± 4.4
40~59	女	25	69.8±5.5	10.3±2.5	98.5±15.7	43.5± 6.4
	男	18	72.0±5.2	10.4±1.9	94.9±11.7	43.9± 6.6
60~	女&男	6	70.3±4.8	9.4±1.9	100.8±11.8	44.3± 5.8
高血圧例						
年齢	性	例数	48時間平均	48時間標準偏差	48時間最大値	48時間最小値
20~39	男	4	84.2±6.5	12.2±1.5	120.8±10.9	52.3± 3.8
40~59	女	26	84.2±7.8	11.6±2.3	114.5±11.9	52.2±10.6
	男	9	87.9±9.5	12.1±2.4	116.8±13.0	57.0±10.7
60~	女&男	11	83.1±7.3	11.6±1.7	118.7±20.0	51.1± 9.3

\* : p<0.05, \*\*\* : p<0.001, N.S.: not significant

表10 心拍数日内変動の諸指標  
—その正常域と高血圧例での検討—

正常血圧例						
年齢	性	例数	48時間平均	48時間標準偏差	48時間最大値	48時間最小値
20~39	女	14	72.5±4.6	14.2±1.7	121.1±12.8	49.8±4.9
	男	29	74.1±5.7	14.3±2.1	118.2± 7.4	49.2±4.5
40~59	女	25	76.1±6.6	13.0±2.2	117.3± 8.0	54.3±5.8
	男	18	76.5±8.9	12.6±2.8	119.2±11.0	52.9±6.9
60~	女&男	6	72.1±9.3	13.7±4.0	117.3±22.2	54.2±6.3
高血圧例						
年齢	性	例数	48時間平均	48時間標準偏差	48時間最大値	48時間最小値
20~39	男	4	72.8±5.3	13.0±0.8	111.8± 5.7	52.3± 4.5
40~59	女	26	72.9±7.0	11.5±2.3	115.7±12.8	54.2±6.2
	男	9	70.8±7.4	11.7±3.8	107.9±11.3	52.7±7.8
60~	女&男	11	72.1±4.8	10.0±2.7	103.0±12.4	53.5±4.9

N.S.: not significant

の収縮期血圧・拡張期血圧48時間標準偏差も、20~39歳男性に比し小であった(p<0.05)。40~59歳の男女間にはいずれの指標においても有意の差は観察されなかった。48時間最大値は、収縮期血圧においてのみ、20~39歳の男女間に有意差がみられ、48時間最小値は、収縮期血圧と拡張期血圧において、20~39歳の男女間に有意差が観

察された。

心拍数は48時間平均値・48時間標準偏差・48時間最大値・48時間最小値とも、男女間全てに有意の差はみられなかった。

一方、高血圧症例においては、40~59歳男性の48時間最小値が40~59歳女性に比し大であった以外、有意差はみられなかった。

## 考 察

血圧が時々刻々に変化することはよく知られている。会話により15~50%の一過性血圧上昇のみられることが報告されている<sup>18)19)</sup>。排尿や排便に伴っても変動する<sup>20)</sup>。就眠とともに血圧は20%減少し、睡眠後半の早朝より徐々に上昇しはじめ、覚醒起床とともに著しく増大する<sup>21)~27)</sup>。食事の直前あるいは食事中、血圧・心拍数は増大するが、食後血圧はゆるやかに軽度低下する<sup>28)29)</sup>。喫煙により血圧・心拍数は増大し、その効果は約15分持続する<sup>30)31)</sup>。コーヒーや緑茶は血圧の上昇をもたらすが、心拍数には影響しない<sup>31)~33)</sup>。飲酒は心拍数の増大を招くが、血圧の反応は様々である<sup>34)35)</sup>。性行動にさいしては収縮期血圧が25~120 mmHg, 拡張期血圧が24~48 mmHg 変動することが報告されている<sup>36)</sup>。喜怒哀楽に伴い血圧も変動する。喜びとともに収縮期血圧が低下すること、悲しみや不安とともに拡張期血圧が上昇することが報告されている<sup>37)</sup>。

このように血圧は日常生活における様々の精神的・肉体的緊張に伴い、時々刻々変動している。したがって血圧日内変動を観察することは、高血圧の診断、その重症度の評価・降圧剤の薬効評価に欠かすことができないと思われる。これまでいくつかの24時間にわたる血圧測定法が考案され使用されてきたが、測定値の信頼性あるいは被験者への負担などの多くの問題が指摘されている<sup>1)6)7)9)~14)</sup>。今回使用した携帯型血圧計 ABPM-630は軽量で、被験者への負担が少ないと報告されている<sup>38)</sup>。その測定値の信頼性に関しても、観血的血圧測定値と極めて良い相関が得られたと報告されている<sup>16)</sup>。オッシロメトリック法とコトコフ・リパロッタ法の両者により同時に計測されるが、大塚ら<sup>16)</sup>は後者よりも前者の測定値が観血的測定値に近いこと、コトコフ・リパロッタ法に比しオッシロメトリック法の測定落ちが極めて少ないこと<sup>38)</sup>を報告している。さらにオッシロメトリック法の長所として、平均血圧が自動的に計測されるが、著者はその計測値が従来の計算で求めた計測値と極めて良い相関を示すことを示した。このような事実を背景に、ここに示した成績は

オッシロメトリック法による測定値を用いて検討した。

今回のアンケート調査は、携帯型血圧計装着に伴う負担はなお小さいとは言えないことを示している。しかし、睡眠障害に関する訴えは必ずしも高頻度ではなく、しかも健常者に比し高血圧症例でむしろ少ないことは臨床上好都合である。しかし、第1日目に比し第2日目の不眠の頻度が少ないことは、48時間連続測定の実用性を示唆しているように思われる。携帯型血圧計を用いた血圧日内変動の観察は、今後さらに普及することが予測される。それだけに、さらに軽量化され小型化されることが望まれる。

血圧・心拍数日内変動の再現性は、第1日目と第2日目の成績を比較する限りにおいては良好であった。しかし、Halberg ら<sup>17)</sup>は血圧日内変動を週を単位とするリズム circaseptan rhythm や、季節変動あるいは年を単位とするリズム circannual rhythm の存在することを報告している。冬季の血圧は夏季に比し5 mmHg 高いことが報告されているが<sup>39)40)</sup>、季節変動と血圧日内変動との関連に関する報告はまだみられない。著者らの今回の検討は若年健常女性において血圧日内変動にも季節変動がみられることを明らかにした。すなわち、季節変動の影響は血圧の1日平均値よりも1日変動幅に鋭敏に表現されること、高血圧の素因を有する健常女性にのみ観察されることを示した。

血圧日内変動に関する報告は、近年急速にさかんになってきた。しかし、その正常値に関する報告は極めて少ない。今回の著者の報告は東京都における血圧・心拍数の日内変動正常値を示した最初の報告と思われる。日内変動の指標として、48時間平均値、48時間標準偏差、48時間最大値、48時間最小値を用いた。Parati ら<sup>41)</sup>は24時間平均血圧とともに血圧変動の程度が臓器障害を予測する良い指標であると報告しており、平均値だけでなく標準偏差や最大値、最小値を指標とすることが必要であると思われる。20~39歳、40~59歳、60歳以上の3群間の比較による加齢の影響を検討したが、男性における収縮期血圧、平均血圧、拡張期血圧には、48時間平均値、48時間標準偏差、48

時間最大値, 48時間最小値のいずれにおいても加齢に伴う変動がみられなかった。これは Kennedy ら<sup>8)</sup>の報告に一致する。一方, 女性においては, 48時間平均値, 48時間標準偏差に加齢に伴う変動が観察された。これは加齢に伴う48時間最小値の変動に起因しており, 48時間最大値にはなんら変動がみられないことが明らかにされた。

### 結 語

携帯型血圧モニタリングは, 軽量で小型の血圧計 ABPM-630の登場により, 急速に普及した。アンケート調査により予想外に睡眠障害の頻度が少ないことが示された。血圧は日常生活の精神的, 肉体的興奮に伴い時々刻々に変動している。したがって, 高血圧の診断と治療には欠かすことのできない検査法の1つであると言えよう。今後の高血圧診断と治療の布石となることを期待する。

本研究遂行にあたりご指導戴いた東京女子医大附属第二病院内科1 渡邊晴雄教授, 大塚邦明助教授に深甚なる謝意を表します。

また本研究は厚生省循環器病研究委託費(63公一6)による研究成果であり, 関係各位に深謝します。

本論文の要旨は第127回・第130回日本循環器学会関東甲信越地方会, および第41回・第42回日本自律神経学会総会において発表した。

### 文 献

- 1) **Hinman AT, Engel BT, Bickford AF:** Portable blood pressure records: Accuracy and preliminary use in evaluating intradaily variations in pressure. *Am Heart J* 64 : 663-668, 1962
- 2) **Bevan A, Honour AJ, Stott FG:** Portable recorder for continuous arterial pressure measurements in man. *J Physiol (London)* 186 : 3p, 1966
- 3) **Bevan A, Honour AJ, Stott FG:** Direct arterial pressure recording in unrestricted man. *Clin Sci* 36 : 329-344, 1969
- 4) **Littler WA, Honour AJ, Sleight P et al:** Continuous recording of direct arterial pressure and electrocardiogram in unrestricted man. *Br Med J* 3 : 76-78, 1972
- 5) **Millar-Craig MW, Hawes D, Whittington J:** New system for recording ambulatory blood pressure in man. *Med Biol Eng Comput* 16 :

- 727-731, 1978
- 6) **Harshfield GA, Pickering TG, Blank S et al:** A validation study of the Del Mar Avionics ambulatory blood pressure system. *Ambulatory Electrocardiol* 1 : 7-12, 1979
- 7) **Cowan R, Sokolow M, Perloff D:** The Remler ambulatory blood pressure recording system. Accuracy and reliability. *Br Heart J* 43 : 715-716, 1980
- 8) **Kennedy HL, Horan MJ, Sprague MK et al:** Ambulatory blood pressure in healthy normotensive males. *Am Heart J* 106 : 717-722, 1983
- 9) **Harshfield GA, Pickering TG, Blank S et al:** Ambulatory blood pressure monitoring: Recorders, applications and analysis. *In Ambulatory Blood Pressure Monitoring* (Weber MA, Drayer JIM ed) pp1-8, Steinkopff, Darmstadt (1984)
- 10) **Tochikubo O, Kaneko Y, Yokoi H et al:** A new portable device for recording 24-h indirect blood pressure in hypertensive outpatients. *J Hypertens* 3 : 355-357, 1985
- 11) **Sheps SG, Elveback LR, Close EL et al:** Evaluation of the Del Mar Avionics automatic ambulatory blood pressure-recording device. *Mayo Clin Proc* 56 : 740-743, 1981
- 12) **Gould BA, Hornung RS, Cashman PMM et al:** Ambulatory blood pressure: Direct and indirect. *In Ambulatory Blood Pressure Monitoring* (Weber MA, Drayer JIM ed), pp9-20, Steinkopff, Darmstadt (1984)
- 13) **Conway J, Johnston J, Coats A et al:** The use of ambulatory blood pressure monitoring to improve the accuracy and reduce the numbers of subjects in clinical trials of antihypertensive agents. *J Hypertens* 6 : 111-116, 1988
- 14) **Casadei R, Parati G, Pomidossi G et al:** 24-hour blood pressure monitoring: Evaluation of Spacelabs 5300 monitor by comparison with intra-arterial blood pressure recording in ambulant subjects. *J Hypertens* 6 : 797-803, 1988
- 15) 藤岡達雄, 岳マチ子, 山口いずみほか: 携帯型血圧連続測定装置の実用性について—100例の臨床使用報告—. *呼吸と循環* 36 : 395-401, 1988
- 16) 大塚邦明, 北澄忠雄, 渡邊晴雄ほか: 携帯型血圧測定装置 ABPM-630 の信頼性と血圧の日内変動. *脈管学* 29 : 15-19, 1989
- 17) **Halberg F, Cornélissen G, Halberg E et al:** Chronobiology of Human Blood Pressure. 4th ed. Medtronic Inc, Minneapolis (1988)
- 18) **Lynch JJ, Long JM, Thomas SA et al:** The

- effects of talking on the blood pressure of hypertensive and normotensive individuals. *Psychosom Med* 43 : 25-33, 1981
- 19) **Friedmann E, Thomas SA, Kulick-Ciuffo D et al** : The effects of normal and rapid speech on blood pressure. *Psychosom Med* 44 : 545-553, 1982
  - 20) **Littler WA, Honour AJ, Sleight P** : Direct arterial pressure, pulse rate, and electrocardiogram during micturition and defecation in unrestricted man. *Am Heart J* 88 : 205-210, 1974
  - 21) **Shaw DB, Knapp MS, Davies DH** : Variations of blood-pressure in hypertensives during sleep. *Lancet* i : 797-798, 1963
  - 22) **Athanassiadis D, Draper GJ, Honour AJ et al** : Variability of automatic blood pressure measurements over 24 hour periods. *Clin Sci* 36 : 147-156, 1969
  - 23) **Coccagna G, Mantovani M, Brignani F et al** : Arterial pressure changes during spontaneous sleep in man. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 31 : 277-281, 1971
  - 24) **Floras JS, Jones JV, Johnston JA et al** : Arousal and the circadian rhythm of blood pressure. *Clin Sci Molecul Med* 55 : 395s-397s, 1978
  - 25) **Pickering TG** : Sleep, circadian rhythms, and cardiovascular disease. *Cardiovasc Rev Reports* 1 : 37-47, 1980
  - 26) **Pickering TG, Hardfield GA, Kleinert HD et al** : Blood pressure during normal daily activities, sleep, and exercise. Comparison of values in normal and hypertensive subjects. *JAMA* 247 : 992-996, 1982
  - 27) **De Leeuw PW, Van Leeuwen SJ, Birkenhäger WH** : Effect of sleep on blood pressure and its correlates. *Clin Exp Theory Practice* A7 : 179-186, 1985
  - 28) **Lipsitz LA, Fullerton KJ** : Postprandial blood pressure reduction in healthy elderly. *J Am Geriatr Soc* 34 : 267-270, 1986
  - 29) **Lipsitz LA, Pluchino FC, Wei JY et al** : Cardiovascular and norepinephrine responses after meal consumption in elderly (older than 75 years) persons with postprandial hypotension and syncope. *Am J Cardiol* 58 : 810-815, 1986
  - 30) **Cellina GU, Honour AJ, Littler WA** : Direct arterial pressure, heart rate, and electrocardiogram during cigarette smoking in unrestricted patients. *Am Heart J* 89 : 18-25, 1975
  - 31) **Freestone S, Ramsay LE** : Effect of coffee and cigarette smoking on the blood pressure of untreated and diuretic-treated hypertensive patients. *Am J Med* 73 : 348-353, 1982
  - 32) **Izzo JL, Ghosal A, Kwong T et al** : Age and prior caffeine use alter the cardiovascular and adrenomedullary responses to oral caffeine. *Am J Cardiol* 52 : 769-773, 1983
  - 33) **Lane JD** : Caffeine and cardiovascular response to stress. *Psychosom Med* 45 : 447-451, 1983
  - 34) **Gould L, Zahir M, De Martino A et al** : Cardiac effects of a cocktail. *JAMA* 218 : 1799-1802, 1971
  - 35) **Larbi EB, Cooper RS, Stamler J** : Alcohol and hypertension. *Arch Intern Med* 143 : 28-29, 1983
  - 36) **Littler WA, Honour AJ, Sleight P** : Direct arterial pressure, heart rate and electrocardiogram during human coitus. *J Reprod Fert* 40 : 321-331, 1974
  - 37) **James GD, Yee LS, Harshfield GA et al** : The influence of happiness, anger, and anxiety on the blood pressure of borderline hypertensives. *Psychosom Med* 48 : 502-508, 1986
  - 38) 大塚邦明, 大森啓義, 鈴木真由美ほか : 携帯型血圧心電図モニタリング. *医科器械学* 58 : 373-379, 1988
  - 39) **Brennan PJ, Greenberg G, Miall WE et al** : Seasonal variation in arterial blood pressure. *Br Med J* 285 : 919-923, 1982
  - 40) **Khaw K, Barrett-Connor E, Suarez L** : Seasonal and secular variation in blood pressure in man. *J Cardiac Rehabil* 4 : 440-444, 1984
  - 41) **Parati G, Pomidossi G, Albini F et al** : Relationship of 24-hour blood pressure mean and variability to severity of target-organ damage in hypertension. *J Hypertens* 5 : 93-98, 1987