

携帯型装置を用いて測定した日常生活下での血圧日内変動

上園, 慶子
Institute of Health Science Kyushu University

川崎, 晃一
Institute of Health Science Kyushu University

佐々木, 悠
Institute of Health Science Kyushu University

宇都宮, 弘子
Institute of Health Science Kyushu University

他

<https://doi.org/10.15017/592>

出版情報 : 健康科学. 15, pp.75-84, 1993-02-15. 九州大学健康科学センター
バージョン :
権利関係 :

携帯型装置を用いて測定した日常生活下での血圧日内変動

上 園 慶 子 川 崎 晃 一 佐々木 悠
宇都宮 弘 子 上 野 道 雄*

Circadian Variations of Blood Pressure and Pulse Rate
under Ordinary Daily Life by Ambulatory Monitoring.

Keiko UEZONO, Terukazu KAWASAKI, Haruka SASAKI
Hiroko UTSUNOMIYA and Michio UENO*

Summary

To know the characteristics of 24-hour variations of blood pressure (BP) and pulse rate (PR), ambulatory BP was monitored automatically every 30 minutes for 24-26 hours with non-invasive device, ABPM-630 (Nippon Colin Co.) in healthy volunteers (18- years of age).

Four hundred and forty eight subjects (249 men and 199 women) joined in this study. Oscillometric method was superior in the numbers of detected measurements, whereas Korotkoff method had more failed measurements. After attachment of a device, BP and PR decreased gradually and significantly by the third measurement. BP at the beginning of measurement was significantly higher than that at the same time on the next day.

Twenty four hour averages of SBP and DBP were always higher in men than in women. The most distinctive factor of circadian variation was the sleep-wake cycle, with BP being lowest during sleep in men and women. While awake, SBP was highest in the afternoon in men, and in the morning in women. Circadian variations of BP and PR in women shifted forward as compared with those in men.

Twenty four hour BP varied in averages and patterns by age and gender, and taking these differences into account, the reference range of circadian variation of BP may be established by age-group and gender.

Key words: Blood pressure, Pulse rate, Circadian variation, Ambulatory monitoring, Blood pressure during sleep.

(Journal of Health Science, 15 : 75-84, 1993)

Table 1. Criteria of visual edit.

- 1) for all data
 - omit measurements of SBP ≥ 260 mmHg or SBP ≤ 60 mmHg
 - DBP ≥ 140 mmHg or DBP ≤ 30 mmHg
 - SBP - DBP ≤ 10 mmHg
 - PR ≥ 140 /min or PR ≤ 30 /m4n
- 2) for data measured by both oscillometric and korotkoff methods
 - check measurements with differences of
 - SBP between two methods ≥ 30 mmHg
 - DBP between two methods ≥ 20 mmHg
 - PR between two methods ≥ 10 /min

はじめに

近年、長時間自動測定が可能な携帯型血圧測定装置が相次いで開発され、国内外でこれらの機器を用いた研究が積極的に行われている。しかし血圧値は対象とする集団や測定の条件によって大いに影響されるため日常生活下での血圧・脈拍レベルや変動性などについての見解は未だ一定していない。また日本製機器の測定上の特性に関する報告は少ない⁷⁾⁹⁾¹⁶⁾²²⁾²⁴⁾²⁷⁾。そこで携帯型装置による測定の特性を調査し、さらに日常生活下での血圧・脈拍のレベルや変動性などの検討することを目的として長時間測定を行った。

対象と方法

対象は長時間の血圧測定に同意した、日中に活動し夜間は就寝する型の日常生活を営む志願者である。振動法と聴診法の2法によって血圧・脈拍を自動的非観血的に連続測定する携帯型装置 ABPM-630(日本コーリン社製、小牧市)を装着し、カフを左上腕に巻いて測定した。測定は原則として平日または平均的な仕事日に、

24~26時間・30分毎に行った。測定期間中は強度の運動を避ける以外は通常の生活を送り、就寝・起床・食事など各種生活行動の時刻を記録した。

本機器は測定が不可能であった場合に結果を補完する機能(AI処理)を備えているが今回の測定には使用しなかった。また得られた測定値は使用機器に内蔵されている edit 法を既に通過しているが、表1に当てはまる収縮期血圧・拡張期血圧・脈拍は著者の一人(KU)が肉眼的に edit および check を行った。即ち、1)に該当する測定値は除去した。2)に該当する測定値は行動記録と照合して明らかに体動時のエラーと考えられる場合は除去し、その他の場合は1法でのみ測定できた測定値との間に精度差が出ることを避けるため無処置のまま保存した。機械と人間による2種類の edit を行った後、少なくとも1法で20回以上の測定値が得られた対象者について、15回以上の測定が得られたシリーズ全ての測定結果を対象者自身の情報や測定日の行動などと共に九州大学大型電算機センターに入力した。統計処理には SAS パッケージを用い $p < 0.05$ を有意差ありとした。

結 果

1)参加者数などについて

参加者数は448名(男性249名、女性199名)であった。年齢区分別(表2)、WHO²⁶⁾による随時血圧の血圧区分別(表3)の参加者数を示す。なお降圧効果をもつ薬剤を

Table 2. Distribution of subjects by gender and age-group

Age-group y.o.	male no. (%)	female no. (%)	total no. (%)
18~19	55 (22.1)	4 (2.0)	59 (13.2)
20~29	111 (44.6)	50 (25.1)	161 (35.9)
30~39	35 (14.1)	53 (26.6)	88 (19.6)
40~49	20 (8.0)	44 (22.1)	64 (14.3)
50~59	15 (6.0)	22 (11.1)	37 (8.3)
60~	13 (5.2)	26 (13.1)	39 (8.7)
total	249	199	448

% : percentage by age-group

Table 3. Distribution of subjects by gender and blood pressure level

	normotensive	borderline	hypertensive	total
male	122 (49.0)	105 (42.2)	22 (8.8)	249
female	162 (81.4)	16 (8.0)	21 (10.5)	199
total	284	121	43	448

blood pressure classified by WHO criteria, 1962. (%)

Table 4. Distribution of subjects by month of measurement

Month	male	female	total
	no. (%)	no. (%)	no. (%)
1	6 (2.4)	6 (3.0)	12 (2.7)
2	5 (2.0)	11 (5.5)	16 (3.6)
3	6 (2.4)	4 (2.0)	10 (2.2)
4	2 (0.8)	6 (3.0)	8 (1.8)
5	126 (50.6)	41 (20.6)	167 (37.3)
6	79 (31.7)	97 (48.7)	176 (39.3)
7	6 (2.4)	6 (3.0)	12 (2.7)
8	3 (1.2)	6 (3.0)	9 (2.0)
9	1 (0.4)	1 (0.5)	2 (0.5)
10	1 (0.4)	9 (4.5)	10 (2.2)
11	2 (0.8)	4 (2.0)	6 (1.3)
12	12 (4.8)	8 (4.0)	20 (4.5)
total	249	199	448

Table 5. Distribution of subjects by gender and day of week of measurement

day of week	male	female	total
	no. (%)	no. (%)	no. (%)
Mon	60 (24.1)	56 (28.1)	116 (25.9)
Tue	39 (15.7)	45 (22.6)	84 (18.8)
Wed	60 (24.1)	22 (11.1)	82 (18.3)
Thu	58 (23.3)	45 (22.6)	103 (23.0)
Fri	21 (8.4)	17 (8.5)	38 (8.5)
Sat	3 (1.2)	11 (5.5)	14 (3.1)
Sun	8 (3.2)	3 (1.5)	11 (2.5)
Total	249	199	448

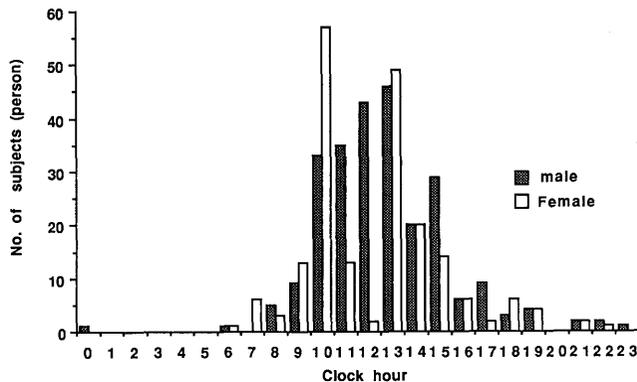


Fig 1. Distribution of subjects by starting time of measurements and gender.

Table 6. Impression of ambulatory monitoring

question	male (n=249)			Female (n=199)				
	no.	(-)	(±)	no.	(-)	(±)		
		%	%		%	%		
device was heavy	86	38	14	48	154	36	21	44
measurement was irritating	26	58	35	8	45	36	44	20
activity was refrained	24	38	54	8	45	29	47	24
operation was difficult	87	84	2	14	148	64	5	30
couldn't sleep	113	64	29	7	147	42	43	15

no.: answers gathered, (-): "No", (±): sometimes or partly "Yes", (+): "Yes".

服用している対象者17名(男性3,女性14名)は随時血圧に因らず全員高血圧群に含めた。男性は女性に比べ若年者や境界域高血圧者が多かった。ほとんどの測定は

5~6月の平日に,10~15時頃から開始して行われた(表4,表5,図1)。測定後の感想(表6)としては機器が重いと感じる人が最も多く,女性は男性より機器の操作困難

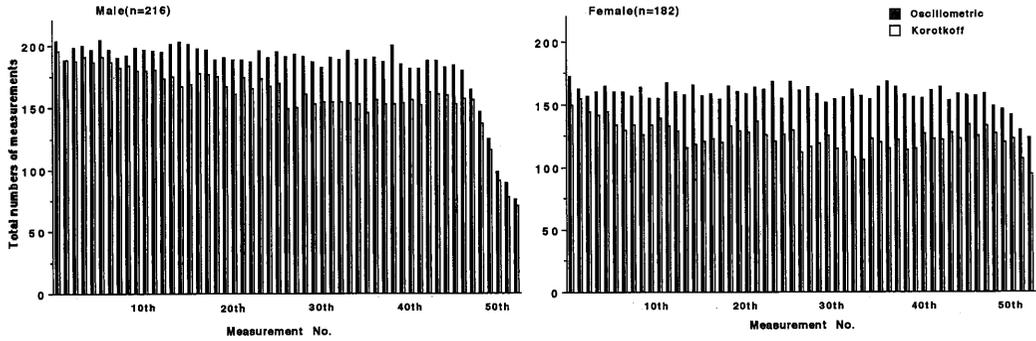


Fig 2. Total numbers of measurements by method and gender.

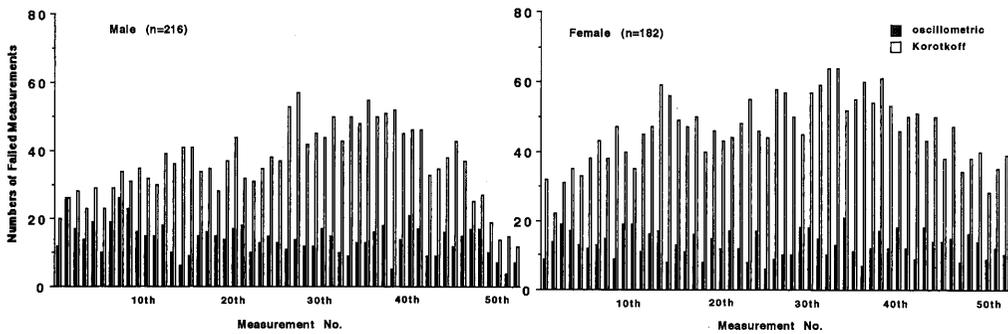


Fig 3. Numbers of failed measurements by method and gender.

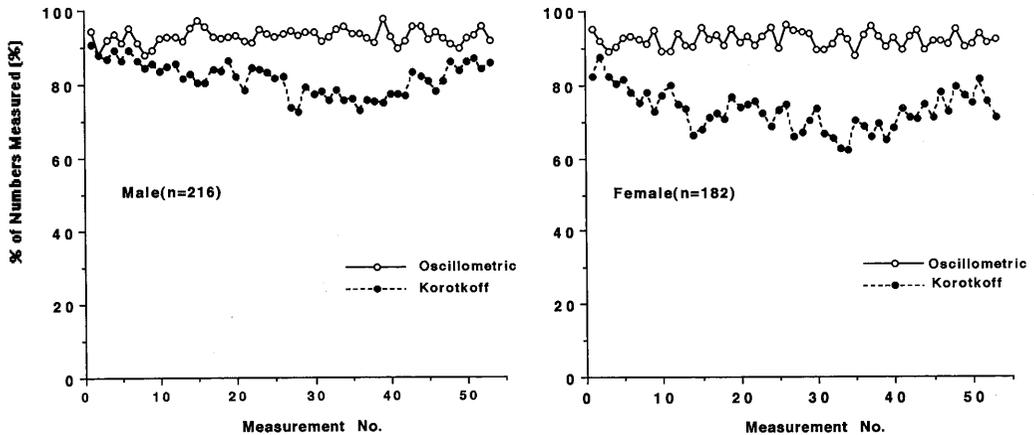


Fig 4. Percentage of numbers measured by method and gender.

や睡眠障害などを訴える人の割合が多かった。

2)測定方法毎の特性について

今回の使用機器は振動(oscillometric)法と聴診

(Korotkoff)法の2種類で同時に測定を行うが、2法での測定結果が得られた男性216名・女性182名については、男女とも振動法の方が聴診法より測定数が多く(図2)、欠損値が少なかった(図3)。2法のうち少なくとも1法で

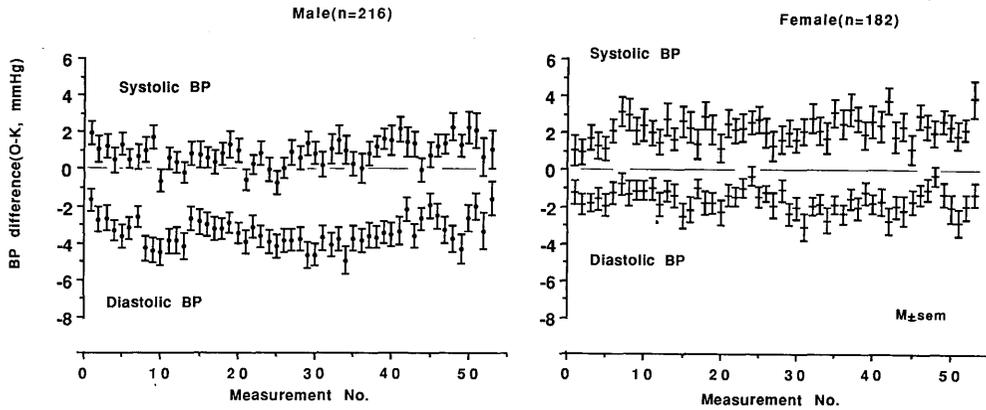


Fig 5. Blood pressure differences between oscillometric and Korotkoff methods.

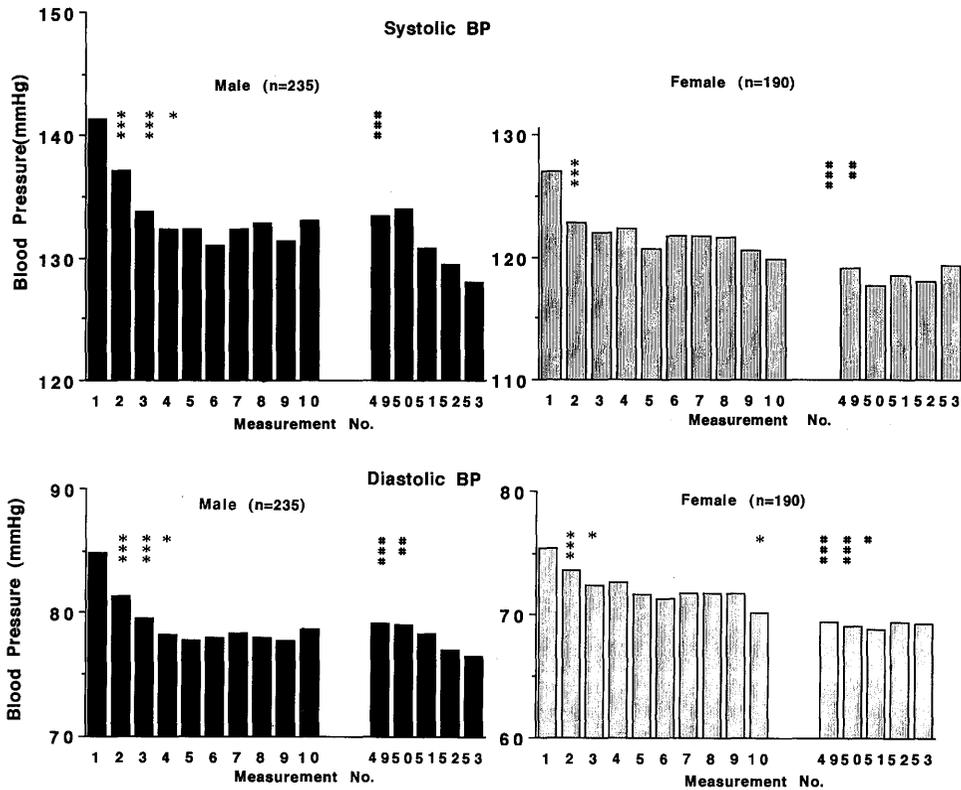


Fig 6. Serial differences of blood pressure by gender.

*:p<0.05, ***:p<0.001 vs prior measurement, #:p<0.05, ##:p<0.01 ###:p<0.001 vs measurement at the same time on the 2nd day.

結果が得られた測定を取り出すと、男性の場合振動法で約90~95%、聴診法で約80%が測定されていたが、女性では聴診法による測定率が男性より約10%程度少

なかった(図4)。

両方法で測定できた測定値については収縮期血圧は振動法が1~3mmHg、拡張期血圧は聴診法が1~5

mmHg 程度高い傾向を示し、収縮期血圧は女性が、拡張期血圧は男性の方が差が大きかった。2法間の差は、男性の収縮期血圧と女性の拡張期血圧の一部を除きほとんどの回で有意であった(図5)。

は3回目まで、前値との間および2日目の同時刻の測定値との間に有意差を認めた(図6)。

4)24時間・覚醒中・就寝中の血圧脈拍値

正常血圧者のみについて振動法による測定結果(男性

Table 7. 24-hour, awaking and sleeping hour averages of blood pressure and pulse rate in normotensive subjects by gender.

	Male (n=121)			Female (n=162)		
age (y.o.)	30.4±12.6			37.4±13.7		
sleep	0 : 19±1.33~7 : 11±1.26			23 : 28±1.03~6 : 30±0.85		
	SBP	DBP	PR	SBP	DBP	PR
24-hour	119.2±13.4/69.7±10.2/71.2±13.5			111.0±12.3/64.6±8.9/72.8±13.0		
awaking hour	124.6±10.3/73.9±7.5/76.8±10.6			115.0±10.7/67.9±7.5/78.4±10.6		
sleeping hour	105.6±8.9/58.9±6.4/57.5±6.9			101.1±8.3/56.7±5.7/59.2±6.0		

Mean±SD, SBP & DBP : Systolic & Diastolic Blood Pressure (mmHg),
PR : Pulse Rate(beans/min).

Table 8. 24-hour, awaking and sleeping hour averages of blood pressure and pulse rate in normotensive subjects by gender and age-group.

1) in the 20s

	Male (n=57)			Female (n=49)		
age (y.o.)	23.7±2.5			22.9±2.0		
sleep time	0 : 45±1.29~7 : 40±1.28			0 : 07±0.98~6 : 45±1.03		
	SBP	DBP	PR	SBP	DBP	PR
24-hour	120.2±13.8/69.3±10.5/71.0±14.2			107.8±11.5/63.0±8.7/73.8±13.6		
awaking hour	126.0±10.7/73.9±7.9/77.0±11.1			111.8±9.8/66.3±7.0/78.6±11.2		
sleeping hour	105.9±8.7/57.8±6.4/56.1±7.0			97.7±7.5/54.3±5.8/59.3±6.8		

2) in the 30s

	Male (n=31)			Female (n=50)		
age (y.o.)	33.7±2.7			36.1±2.6		
sleep time	0 : 08±0.96~6 : 36±0.72			23 : 20±0.69~6 : 23±0.60		
	SBP	DBP	PR	SBP	DBP	PR
24-hour	116.9±12.7/69.1±9.5/72.5±13.3			110.8±11.9/64.9±8.7/73.3±12.9		
awaking hour	121.9±9.6/73.2±6.5/77.9±9.9			115.1±10.0/68.3±6.9/79.2±9.9		
sleeping hour	103.9±8.1/58.3±5.8/58.9±6.5			100.2±8.1/56.5±5.5/58.9±5.8		

Mean±SD, SBP & DBP : Systolic & Diastolic Blood Pressure(mmHg),
PR : Pulse Rate(beans/min).

3)機器装着後の血圧の変化

聴診法に比べて欠損値が少なかった振動法での測定結果(男性235名・女性190名)を使用して機器装着後の血圧の変化を図示すると、血圧は次第に低下し男性では収縮期・拡張期血圧とも4回目まで前値との間に、また1・2回目は2日目の同時刻の測定値との間に有意差を認めた。女性では収縮期血圧は2回目まで、拡張期血

121名・女性162名)を検討すると、24時間の血圧平均値は男性は約120/70mmHg・女性約111/65mmHgであり男性が有意に高かった。男女とも就寝中は覚醒中より有意に低かったが、男女間の血圧差は覚醒中の方が就寝中より大きかった(表7)。30歳代の血圧値は20歳代と比べ女性では高かったが、男性では低かった(表8)。20歳代の男性について正常血圧者と境界域高血圧者の測

Table 9. 24-hour, and sleeping hour averages of blood pressure and pulse rate by blood pressure level in the male 20s.

	normotensives (n=57)	borderline (n=51)
age (y.o.)	23.7±2.5	22.7±2.0
sleep time	0 : 45±1.29~7 : 40±1.28	0 : 50±1.32~8 : 06±1.72
	SBP / DBP / PR	SBP / DBP / PR
24-hour	120.2±13.8/69.3±10.5/71.0±14.2	127.2±14.8/73.3±10.8/70.3±13.4
awaking hour	126.0±10.7/73.9±7.9/77.0±11.1	133.3±11.6/77.8±8.5/76.0±11.2
sleeping hour	105.9±8.7/57.8±6.4/56.1±7.0	112.6±9.7/62.6±7.0/57.3±6.9

Mean±SD, SBP & DBP : Systolic & Diastolic Blood Pressure(mmHg), PR : Pulse Rate(beat/min).

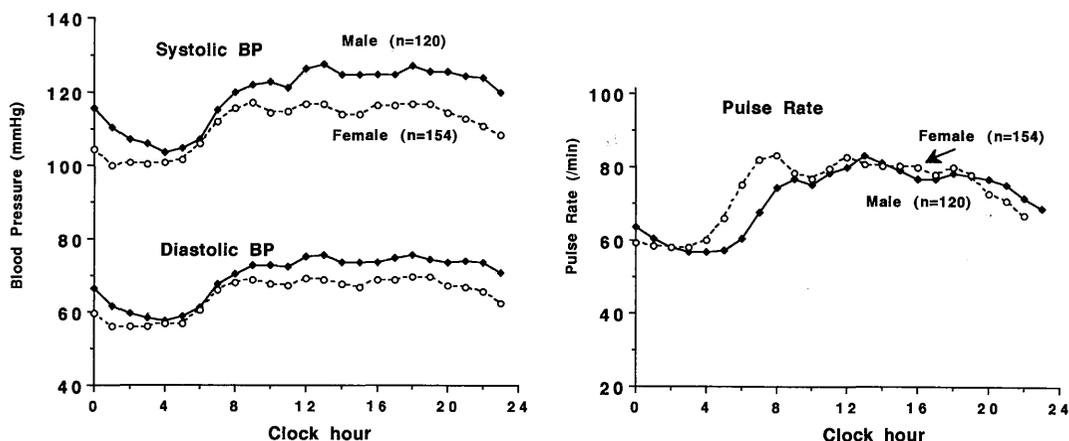


Fig 7. Hourly averages of blood pressure and pulse rate by gender.

定値を比較すると、24時間・覚醒中・就寝中の血圧平均値はいずれも境界域高血圧者が正常血圧者より7 mmHg 程度高かった(表9)。

5) 血圧脈拍の日内変動

1時間毎の血圧値は男性が女性よりすべての時間帯で有意に高かったが、血圧脈拍とも男性では午後から夕方にかけて女性では起床直後に最高であった(図7)。血圧・脈拍の日内変動パターンは男性が女性より1時間後方にシフトしていた(図7)。

考 案

携帯型血圧計の精度管理について米国¹⁾・英国²⁾・ドイツ²⁰⁾などでは公的な基準が設けられ日本製の携帯型機器についてもこれらの基準に則って検討がなされている。現在市販されているあるいは開発中の携帯型自動血圧計の多くは振動法と聴診法の2つの間接的測定法を採用しているが、今回使用した ABPM-630についても

振動法と聴診法のそれぞれの測定結果と水銀血圧計を用いた聴診法²¹⁾や観血的直接法²²⁾による測定値との相関は極めて良好で、かつこれらの方法を対照にした測定値との間に差が無く臨床応用に充分耐えると報告されている。

振動法と聴診法の測定原理は互いに異なるため両法による測定値は収縮期血圧・拡張期血圧とも一致しない。Geddes²³⁾が報告しているように理論的には収縮期血圧は振動法が、拡張期血圧は聴診法が高く、本研究の結果も同様であった。しかしながら ABPM-630の場合平均的な差は数 mmHg 程度で、有意差はあるものの臨床的には許容範囲内であると思われる。

また欠損値の出現頻度は本研究と同様、聴診法が多いと報告されている¹⁰⁾が、その性差に関する報告は無い。男性では上腕の形が円柱形でカフの位置が良く保たれるのに比べ、短くて円錐形の上腕や細い上腕の女性ではカフがずれやすくマイクロフォンの位置が動脈上から離れやすいことなどが欠損値の出現頻度における性

Table 10. Studies on ambulatory blood pressures in normal subjects.

Author	Year	Subjects gender, age	n	Day	Night	24-hour	Upper limit of 24-hour
Pickering	'82	Men & women	25	117/80	98/64	114/77	138/91
Kennedy	'83	Men ~30	19	119/67	108/58	115/64	133/72
		Men 30~	53	122/78	107/69	117/76	138/88
Halberg	'84	Men 20~60	40	—	—	117/74	135/87*
Meyer-Sabellek	'84	Men ~60	36	122/77	101/67	116/73	133/85
		Women ~60	26	113/76	98/67	108/71	123/86
Wallace	'84	Men ~30	25	120/74	105/62	115/70	130/82
		Men 30~	21	122/78	106/66	117/74	134/88
		Women ~30	25	110/77	97/64	106/73	123/85
		Women 30~	21	107/78	92/64	103/73	116/83
Drayer	'85	Men	56	124/79	108/66	119/75	144/90
Chau	'88	Men	72	125/69	108/60	119/65	140/78
O'Brien	'90	Men & Women	484	122/76	107/62	114/69	144/93

unit : mmHg, * :90th percentile.

差の原因として考えられる。また女性では測定時に上腕の静止が適切に行われなかった可能性もある。

機器装着後血圧値は徐々に低下して最大4回目まで前値との間に有意差があり、測定開始後の数回で血圧値は5~7mmHg程度低下した。本研究は図2の通り24時間だけの測定が多く初期の数回を除けば血圧値のみならず対象者数も激減するため初期の測定も含めた。そのため24時間平均値や測定開始時間帯の平均値を高め日内変動のパターンに影響した可能性はあるが、含めたことによる血圧上昇は10~15時頃に最大1~2mmHgであり対象者数も多く測定開始時間が分散した本研究では無視できると考えた。

一々個人や小人数の結果を24~26時間の測定から分析する時は装着後数回分の測定を除外して分析するのが望ましいと考えられるが、血圧の基準値を得るには測定間隔が長いよりも短い間隔で頻回の測定を行う方が効果的との報告¹²⁾もあり、測定開始時に数分間隔で数回の測定を繰り返し血圧値が落ち着いたところで分析用の測定を開始する方法も試す必要がある。

血圧の日内変動で最大の変化は就寝・起床によって起こる。Millar-Craigら¹⁴⁾は直接法による血圧日内変動の結果から、血圧は睡眠中の覚醒前から徐々に上昇すると報告したが、就寝・起床の時刻を一致させると血圧はその前後で階段状に有意に変化しており²¹⁾¹⁰⁾、体位や意識状態の急速な変化によって覚醒中と就寝中の2つの時期に大別できる。

日常生活下での24時間・覚醒中・就寝中の血圧値は使用機器が種々異なるにも拘わらず、諸外国からの報告³⁾⁴⁾⁶⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁵⁾¹⁹⁾²³⁾とほぼ一致した(表10)。日本人を対象にし、同一機器を使用して日常生活での48時間測定を

行ったOtsukaらの報告¹⁷⁾と比較すると、24時間血圧平均値は20歳代の正常血圧者の場合、本研究の男性は首都圏の対象者と一致し、女性は首都圏と地方都市の対象者の中間であった。前述の報告¹⁷⁾では30歳代の測定値は20歳代のそれらに比べ、首都圏では男女とも高くなり、地方都市では女性は高かったが男性では変化しなかった。本研究では男性は30歳代の方が低くなった。20歳代の対象者は学生が多く活動量の差異や種々の負荷に対する心血管系の反応性の差異、あるいは体格などの影響があると思われ、さらに詳細な検討を要する。

昼間活動中と夜間安静時の血圧較差は高血圧者や臓器障害の有る症例では減少する¹⁸⁾。本研究では20歳代の男性の場合、境界域高血圧者も正常血圧者の圧較差と同じであった。若年の境界域高血圧者では未だ臓器障害の合併も少なく正常血圧者と差異が無いが、あるいは絶対値のレベルを考慮すると夜間の血圧低下が比較的少ないと言えるのかもしれない。

Jamesら⁸⁾は正常血圧の若年女性を仕事日と在宅日の2条件下に測定し、仕事日には覚醒中の収縮期/拡張期血圧は5~8mmHg/3~4mmHg高かったが就寝中の血圧値は差が無かったと報告した。本研究は全例仕事日(学生は登校日)に測定しており、覚醒中と就寝中の血圧差は拡大しより明確になったと考えられる。また男女間の血圧差は就寝中より覚醒中の方が大きかったが、この性差にも身体活動量や就業(学)率の差による仕事上あるいは学業上の精神的負担の差も一部関与していると考えられる。

覚醒中の血圧はいくつかの小さなピークが認められ²⁵⁾、食事やその他の心身活動による変動と考えられる。本研究でも男女それぞれに起床時や食事時に変動が認め

られるが、今後行動記録と照合しながら分析の予定である。

本研究の場合、血圧・脈拍の日内変動は男性が女性より1時間後方にシフトしていたが、行動記録より求めた就寝-起床の時刻は表8に示したように男性00:19~7:11、女性23:28~6:30であり、変動パターンの偏位と一致した。

ABPM-630は他の携帯型自動血圧計と比べ軽量化・消音化が進んでおり被験者に対する負担がすくないと思われるが、入眠障害・睡眠障害は軽度の例を含めると30~60%に及んだ。大塚ら¹⁶⁾は健常者の40~50%に睡眠障害を認めている。諸外国の報告¹⁵⁾では20%程度であり日本人が敏感なのか、訴えがやや過剰なのかは不明である。しかし翌日の体調に影響するほど重症の睡眠障害は少なかった。また本機器は操作が比較的簡単であり覚醒中の行動にもあまり支障を来していない。ただ測定時の体動は測定値の欠損や不正確さの原因となるので測定中は上腕を静止させて測定終了を待つことが肝要である。

おわりに

携帯型自動血圧計の開発は高血圧の診断や治療に画期的な進歩をもたらし、同時に血圧の生理についての莫大な情報元となった。しかしながら血圧は測定条件によって異なる結果となるため、無条件での測定は誤った結論を導きかねない。

現在可及的多数の対象者を集めるべく測定結果を累積しているが、今後は年齢・性別・血圧レベル・体格・体型などの影響を考慮した、日本人についての各種行動に対する血圧・脈拍の反応や24時間血圧変動を詳細に検討する予定である。

文 献

- 1) Association for the Advancement of Medical Instrumentation: American National Standard for Electronic or Automated Sphygmomanometers, Washington D.C., AAMI, 1987.
- 2) British Hypertension Society: The British Hypertension Society protocol for the evaluation of automated and semi-automated blood pressure measuring devices with special reference to ambulatory system. *J. Hypertens.*, 8:607-619, 1990.
- 3) Chau, N.P., Chnudet, X., Larroque, P.: A method to define reference profiles for ambulatory blood pressure, with application to blood pressure profiles in 158 young subjects. *Clin. Exp. Hypertens.*, A10:951-969, 1988.
- 4) Drayer, J.I.M., Weber, M.A.: Reproducibility of blood pressure values in normotensive subjects. *Clin. Exp. Hypertens.*, A7:417-422, 1985.
- 5) Geddes, L.A.: Cardiovascular Devices and their Applications. New York, Wiley, 1984.
- 6) Halberg, F., Drayer, J.I.M., Cornelissen, G., Weber, M.A.: Cardiovascular reference data base for recognizing circadian MESOR - and amplitude - hypertension in apparently healthy men. *Chronobiologia*, 11:275-298, 1984.
- 7) Imai, Y., Nihei, M., Abe, K., Sasaki, S., Minami, N., Munakata, M., Yumita, S., Onoda, Y., Sekino, H., Yamakoshi, H., Yoshinaga, K.: A finger volume - oscillometric device for monitoring ambulatory blood pressure: Laboratory and clinical evaluations. *Clin. Exp. Hypertens.*, A9:2001-2025, 1987.
- 8) James, G.D., Moucha, P.O., Pickering, T.G.: The normal hourly variation of blood pressure in women: average patterns and the effect of work stress. *J. Hum. Hypertens.*, 5:505-509, 1991.
- 9) Jamieson, M.J., Fowler, G., MacDonald, T.M., Webster, J., Witte, K., Lawson, L., Crichton, W., Jeffers, A.T., Petrie, J.C.: Bench and ambulatory field evaluation of the A&D TM-2420 automated sphygmomanometer. *J. Hypertens.*, 8:599-605, 1990.
- 10) 川崎晃一, 上園慶子, 上野道雄: 正常血圧者の血圧日内変動に関する基準値設定のための基礎的検討. *高血圧*, 14:49, 1991.
- 11) Kennedy, H.L., Horan, M.J., Sprague, M. K., Padgett, N.E., Shriver, K.K.: Ambulatory blood pressure in healthy normotensive males. *Am. Heart J.*, 106:717-

- 722, 1983.
- 12) Mader, S.L., Palmer, R.M., Rubinstein, L.Z.: Effect of timing and number of baseline blood pressure determinations on postural blood pressure response. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 37:444-446, 1989.
 - 13) Meyer-Sabellek, W., Sehested, J., Schulte, K.L., Gotzen, R.: Clinical significance of cardiovascular rhythms and applicability of invasive, and non-invasive methods for 24-h blood pressure monitoring. In Kimmich, H.P., Klewe, H.-J., eds. *Biotelemetry VIII*. Drönig, Braunschweig, 1984. pp.183-186.
 - 14) Millar-Craig, M.W., Bishop, C.N., Raftery, E.B.: Circadian variation of blood pressure. *Lancet*, i:795-797, 1978.
 - 15) O'Brien, E., Murphy, J., Tyndall, A., Atkins, N., McCarthy, G., O'Malley, K.: Twenty-four hour ambulatory blood pressure in normotensive subjects. *Am. J. Hypertens.*, 3:35A, 1990.
 - 16) 大塚邦明, 大森啓義, 鈴木真由美, 北澄忠雄, 渡邊晴雄: 「無拘束モニタリングの現状と将来」携帯型血圧心電図モニタリング. *医器学*, 58:373-379, 1988.
 - 17) Otsuka, K., Watanabe, H., Cornélissen, G., Shinoda, M., Uezono, K., Kawasaki T., Halberg, F.: Gender, age and circadian blood pressure variation of apparently healthy rural vs metropolitan Japanese. *Chronobiologia*, 17:253-265, 1990.
 - 18) Palatini, P., Penzo, M., Racioppa, A., Zugno, E., Guzzardi, G., Anaclerio, M., Pessina, A.C.: Clinical relevance of nighttime blood pressure and of daytime blood pressure variability. *Arch. Intern. Med.*, 152:1855-1860, 1992.
 - 19) Pickering, T.G., Harshfield, G.A., Kleinert, H.D., Blank, S., Laragh, J. H.: Blood pressure during normal daily activities, sleep, and exercise. Comparison of values in normal and hypertensive subjects. *J.A.M.A.*, 247, 992-994, 1982.
 - 20) Physikalisch Technische Bundesanstalt: PTB-A 15.4, Nichtinvasive Blutdruck-messgeräte, Berlin, PTB, 1988.
 - 21) Schmidt, T.F.H., Steinmetz, T., Wittenhaus, J., Piccolo, P., Lüpsen, H.: A new dimension of blood pressure measurement in man: 24-h ambulatory continuous noninvasive recording with portapres. In Schmidt, T.F. H., Engel, B.T., Blümchen, G., eds. *Temporal Variations of the Cardiovascular System*. Springer-Verlag, Berlin, 1992, pp.181-221.
 - 22) Tochikubo, O., Minamisawa, K., Miyajima, E., Ishii M., Yanaga, A., Yukinari, Y.: A new compact 24-hour indirect blood pressure recorder and its clinical application. *Jpn. Heart J.*, 29:257-269, 1988.
 - 23) Wallace, J.M., Thornton, W.E., Kennedy, H.L., et al.: Ambulatory blood pressure in 199 normal subjects, a collaborative study. In Weber, M.A. and Drayer, J.I. M. eds. *Ambulatory Blood Pressure Monitoring*. Steinkopff, Darmstadt, 1984. pp.117-128.
 - 24) White, W.B., Lund-Johansen, P., McCabe, E.J.: Clinical evaluation of the Colin ABPM 630 at rest and during exercise: an ambulatory blood pressure monitor with gas-powered cuff inflation. *J. Hypertens.*, 7:477-483, 1989.
 - 25) Witte, K., Lemmer, B.: Rhythmusanalyse von individuellen 24-Stunden-Blutdruckprofilen essentieller Hypertoniker. *Z. Kardiol.*, 81(Suppl.2):101-104, 1992.
 - 26) World Health Organization Expert Committee on Arterial Hypertension: WHO Technical Report Series No.231, Geneva, WHO, 1962.
 - 27) Yamakoshi, K., Kamiya, A.: noninvasive measurement of arterial blood pressure and elastic properties using photoelectric plethysmography technique. *Med. Prog. Technol.*, 12:123-143, 1987.