

《原著》

一般住民における血圧と動脈壁硬化度の関係に関する研究：岩木健康増進プロジェクトにおける 6 年間の追跡研究

小西裕之¹、高橋一平¹、沢田かほり¹、
佐藤諭¹、森隆志¹、宮澤真紀²、
上谷英史³、岩間孝暢⁴、板橋泰斗¹、
大里怜子^{1,5}、中路重之¹

1 弘前大学大学院医学研究科社会医学講座
2 神奈川県衛生研究所理化学部
3 弘前大学大学院保健学研究科健康支援科学領域老年保健学分野
4 弘前医療福祉大学作業療法科
5 岩手県立大学盛岡短期大学部

キーワード

1. 収縮期血圧
2. 拡張期血圧
3. baPWV
4. 中高齢者
5. 動脈硬化

一般住民を対象に年齢層別に血圧と PWV の関係を 6 年間の縦断研究により調査した。対象者は、2005・2011 年あるいは 2006 年・2012 年あるいは岩木健康増進プロジェクトをともに受診した者 410 名 (男性 166 名、女性 244 名) であった。測定項目は、閉経の有無、現病歴と既往歴、薬剤服用状況、生活習慣 (喫煙、飲酒、運動)、BMI、血圧および脈波伝播速度 (baPWV) であった。40-59 歳群、60 歳以上群で、男女とも baPWV と (収縮期・拡張期) 血圧値の間に正の相関傾向がみられた。40-59 歳群男性では、6 年間で 10mmHg 以上収縮期血圧が上がった者は、0 mmHg 以下の変化の者と比べて、baPWV が有意に増加していた。さらに、拡張期血圧についても、期間中に 0 mmHg 以下の変化の者と比べて上昇した者は有意に baPWV が増加していた。60 歳以上群男性では、収縮期血圧の変化量が 0 mmHg 以下の者と比べて上昇を示した者は有意に baPWV が増加していた。以上より、男女ともに 40 歳以降における血圧上昇は動脈硬化の進行を引き起こし、その傾向は男性で強いことが示唆された。

体力・栄養・免疫学雑誌 第 24 卷 第 3 号 119-126 頁 2014 年

緒言

動脈壁の硬化度は加齢とともに上昇し、脳卒中や虚血性心疾患などの動脈硬化関連疾患のリスクになることが知られている¹⁾。すなわち、ロッテルダム研究において、動脈壁の硬化度は血管のプラークレベルと相関し²⁾、心血管疾患発症の予測指標になることが明らかにされている³⁾。さらに、コレステロールや高血糖、血圧と関係なく、動脈壁の硬化度は脳卒中や虚血性心疾患の独立した発症リスクであることが明らかにされている⁴⁾。

これまで動脈壁の硬化度は様々な測定法で評価されてきたが、その中で信頼性の高い指標として評価されているものの一つが脈波伝播速度 (brachial-ankle pulse wave velocity、以下 baPWV と略す) 測定による評価値である⁵⁻⁷⁾。これまでのコホート研究により baPWV は心血管疾患の予測指標⁸⁾になるとともに、発症リスクであることが明らかにされている⁹⁾。さらに、Turin らの研究は、年齢、肥満度、コレステロール値、高血糖、血圧値と独立して、総死亡リスクが baPWV と関連することを報告しており¹⁰⁾、baPWV が 17m/sec 以上の群

は、14m/sec 未満の群と比べて総死亡リスクが 6.9 倍になるという、極めて高い値を示した。

一方、baPWV は年齢、性別、血圧、肥満、喫煙、運動などによって影響を受けるが¹¹⁻¹⁴⁾、その中でも血圧は影響の強い因子である¹²⁾。すなわち、加齢に伴う動脈壁の硬化が血圧を高くするが、その一方で高血圧により動脈壁の硬化が促進される¹²⁾。動脈硬化は生活習慣病をはじめ万病の基であり、その存在の大きさを“人は血管とともに老いる”という医学的格言が表している。したがって、適切な血圧の管理は動脈硬化進展の予防のために重要であると考えられる。

しかし、その両者の関連が一樣ではないことも報告されている。例えば、baPWV は収縮期血圧としか相関しない^{11,15)}、女性では拡張期血圧としか相関しない¹⁶⁾、若者では拡張期血圧しか相関しない¹⁷⁾、高齢者では相関関係が弱いなど¹⁸⁾ 様々な報告が散見される。Yamashina らも baPWV と収縮期血圧の関係が年齢層毎に異なることを示している¹⁹⁾。この機序としては、年齢層によって年齢が baPWV に及ぼす影響の度合いが異なることと、その度合いの変化に性差があることが示唆されている。

たとえば、年齢と baPWV の関連に関しては、先行の横断研究によると、両者の関係は二次曲線を描き¹⁹⁾、若年成人では年齢が進んでもあまり baPWV は上昇しないが、中年期以降は加齢とともに上昇する。一方、女性は 50 歳代までは男性より baPWV が低値であるが、閉経前後で急カーブを描いて上昇し、60 歳以降には男女間に差がみられなくなる²⁰⁾。また、baPWV 値と同様に血圧にも独自の加齢曲線を有する。したがって、動脈硬化進展予防のための血圧管理を行うには、各年代における血圧と baPWV 値との関連を把握する必要があり、さらには横断研究ではなく縦断的に追跡調査を行う必要がある。しかし、一般住民を対象に baPWV と血圧の関係を性・年齢層別に縦断調査した研究は意外に少ない^{20,21)}。その理由は baPWV の測定に歴史が浅いためである。

我々は日本の青森県弘前市在住の一般住民を対象に年齢層別に血圧と baPWV の関係を 6 年間の縦断研究により調査した。本研究では、baPWV として brachial-ankle PWV (baPWV) を用いたが、baPWV は中心・末梢動脈両方の血管壁の硬度 (スティッフネス) を反映し、動脈硬化の程度および動脈硬化による心血管疾患のリスクと強く関連することが先行研究により示されている^{22,23)}。本研究の特徴は、男女とも 20 歳以上の幅広い年代を対象としたことと、生活習慣など多くの交絡因子を調査し、多変量解析の調整項目に用いたところにある。

対象および方法

(1) 対象者

対象者は 2005 年岩木健康増進プロジェクト・プロジェクト健診を受診しさらに 2011 年のプロジェクト健診も受診した 399 名 (男性 155 名、女性 244 名) と、これに含まれず 2006 年度及び 2012 年度プロジェクト健診の両方を受診した 123 名 (男性 50 名、女性 73 名) である。このうち、欠損値のある者、がん、虚血性心疾患の罹患者及びステロイド服用者、期間中に閉経した者や服薬が変更になった者、を除く 410 名 (男性 166 名、女性 244 名) を解析対象とした。

(2) 測定項目と測定方法

1. アンケート調査

対象者には事前に自己記入式の質問用紙を配布し、採血日当日に個人面接を行い回答の確認後に回収した。調査項目は性別、年齢、閉経の有無、現病歴と既往歴、薬剤服用状況であった。生活習慣は、喫煙、飲酒、運動について、それぞれ量と頻度を調査した。喫煙量は、1 日の喫煙本数と喫煙期間を聞き取り、pack year を算

出した。飲酒量は、現在の飲酒状況から 1 日あたりの純アルコール摂取量を算出した。運動については、1 週間当たりの運動回数を聞き取った。

2. 体格測定

体格指標としては身長、体重を測定し、Body Mass Index(BMI)を算出した。

3. 血圧および baPWV 測定

血圧は水銀血圧計を用い、椅座位で収縮期血圧と拡張期血圧を測定した。baPWV はボリューム・プレチスモグラフィ装置によって測定した (Form PWV/ABI, OMRON COLIN Co Ltd, Tokyo, Japan)。測定原理についてはすでに山下や Lehmann らによって報告・検証されている。対象者を仰向けにして心電図を取り付け、カフを両上腕と両足首に巻き付け、上腕動脈および脛骨動脈の脈圧波形と容量脈拍の形態と血圧を、プレチスモグラフィセンサーおよびオシロ・メトリックセンサーにより測定した。十分な脈波を計測するために、測定は 10 秒間行われた。波形は、位相速度法によって自動的に測定される。5Hz 以上の波形要素はパスフィルターにより計測され、波面が決定された。上腕波形の波面と足関節波形の波面の時間差を ΔT_{ba} と定義した。胸骨頸切痕から上腕および足関節までの距離は、対象者の身長から自動的に算出している。胸骨頸切痕から上腕までの距離は「 $L_b = 0.2195 \times \text{身長}(\text{cm}) - 2.0734$ 」から、胸骨頸切痕から足関節までの距離は「 $L_a = 0.8129 \times \text{身長}(\text{cm}) + 12.328$ 」から算出した。baPWV は安静時の「 $\text{baPWV} = (L_a - L_b) / \Delta T_{ba}$ 」により算出した。

(3) 統計解析

各年齢群の値は平均値 \pm 標準偏差値で示した。群間の平均値の差の検定には対応のある t 検定を用いた。

血圧と baPWV の関連を調査するため、6 年間の追跡調査をおこなった。

解析は性及び年齢の影響を考慮して、対象を男性 20-39 歳 (24 名)、40-59 歳 (83 名)、60 歳以上 (59 名) と女性 20-39 歳 (27 名)、40-59 歳 (107 名)、60 歳以上 (110 名) のそれぞれ 3 群に分けた。

血圧と baPWV の相関関係は、各群毎に重回帰分析により検定した。さらに、血圧の変化量毎の baPWV の変化量を比較検討した。すなわち、上記群分けに加えて、調査開始から 6 年後までの血圧変化量により、対象を 0mmHg 以下の群、0-10mmHg の群、10mmHg より大きい群の 3 群に分けて、それぞれの baPWV の変化量を共分散分析により比較した。調整項目は、重回帰分析、共分散分析共に、年齢、BMI、高血圧治療の有無、糖尿病治療の有無、脂質異常症治療の有無、

表 1. 対象の特徴

男性 (n=166)	開始時		6 年後		変化量	
年齢 (歳)	53.5	± 12.4	59.5	± 12.4*	6.0	± 0.0
BMI (kg/cm ²)	23.5	± 2.7	23.6	± 2.8	0.1	± 1.4
喫煙量 (pack year)	5.5	± 8.8	17.6	± 21.1*	12.2	± 18.5
飲酒量 (g/日)	66.9	± 64.2	27.7	± 29.8*	-39.3	± 55.6
運動回数 (回/週)	1.8	± 1.3	1.8	± 1.4	0.1	± 1.4
収縮期血圧 (mmHg)	126.2	± 15.2	137.3	± 19.3*	11.2	± 18.6
拡張期血圧 (mmHg)	76.3	± 10.6	78.7	± 12.1*	2.4	± 13.6
baPWV (cm/sec)	1559.5	± 297.8	1679.0	± 384.6*	119.5	± 239.6
女性 (n=244)	開始時		6 年後		変化量	
年齢 (歳)	55.9	± 12.1	61.9	± 12.1*	6.0	± 0.0
BMI (kg/cm ²)	21.3	± 3.1	23.1	± 3.3	0.1	± 1.4
喫煙量 (pack year)	0.7	± 3.7	1.6	± 5.9*	0.9	± 3.8
飲酒量 (g/日)	10.6	± 24.8	3.0	± 8.34*	-7.5	± 19.9
運動回数 (回/週)	1.5	± 1.1	1.7	± 1.3*	0.2	± 1.3
閉経 (人)	196		196		0	
収縮期血圧 (mmHg)	124.1	± 18.4	135.1	± 18.4*	11.0	± 17.3
拡張期血圧 (mmHg)	73.8	± 11.0	77.2	± 11.7*	8.3	± 12.3
baPWV (cm/sec)	1521.7	± 321.5	1614.0	± 372.0*	92.3	± 190.4

平均値±標準偏差

*p<0.05 対応のある t 検定；開始時との比較

表 2. 各年齢層別 baPWV 変化量と血圧変化量の相関関係

		収縮期血圧			拡張期血圧		
		β	p	R ²	β	p	R ²
男性	20-39 歳 (n=24)	0.369	0.299	0.697	0.232	0.607	0.619
	40-59 歳 (n=83)	0.629	0.000	0.551	0.608	0.000	0.487
	60 歳以上 (n=59)	0.245	0.147	0.325	0.406	0.029	0.367
女性	20-39 歳 (n=27)	0.615	0.326	0.853	0.290	0.192	0.827
	40-59 歳 (n=107)	0.392	0.000	0.383	0.141	0.199	0.333
	60 歳以上 (n=110)	0.335	0.004	0.314	0.365	0.001	0.321

β；標準化係数、p；有意確率、R²；決定係数

補正項目：年齢、BMI、高血圧治療、糖尿病治療、脂質異常治療、閉経の有無
pack year、飲酒量、運動回数

喫煙量、飲酒量、運動回数、閉経の有無である。

統計学的解析は、いずれの検定も SPSS Statistics 17.0 を利用し、p<0.05 で有意差あり、p<0.1 で傾向ありとした。

(4) 倫理的配慮

対象者には、研究の趣旨、研究協力の中絶の保証、匿名性の確保およびデータの管理方法について文書および口答にて本人に説明した。その上で、本人に研究協力の承諾を文章で得た。岩木健康増進プロジェクト・プロジェクト健診は、弘前大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得て実施された。

結果

(1) 対象の特徴 (表 1)

対象者の調査開始時と 6 年後の体格、生活習慣、baPWV、血圧を表 1 に示す。

男女ともに、BMI に有意な変化はみられなかった。生活習慣については、男女共に pack year は増加し（ともに p<0.05）、1 日の飲酒量は減少した（ともに p<0.05）。運動回数については男性では変化はみられなかったが、女性では有意に増加した（p<0.05）。血圧および baPWV は男女ともに上昇した（ともに p<0.05）。

(2) 血圧変化量と baPWV 変化量の相関関係 (表 2)

20-39 歳群では、男女ともに baPWV と血圧の間に有意な相関関係はみられなかった。

40-59 歳群では、男女ともに baPWV と収縮期血圧の間に有意な正の相関関係がみられた（ともに p<0.001）。一方、拡張期血圧と baPWV の間に男性では正の相関関係はみられたが（p<0.001）、女性ではみ

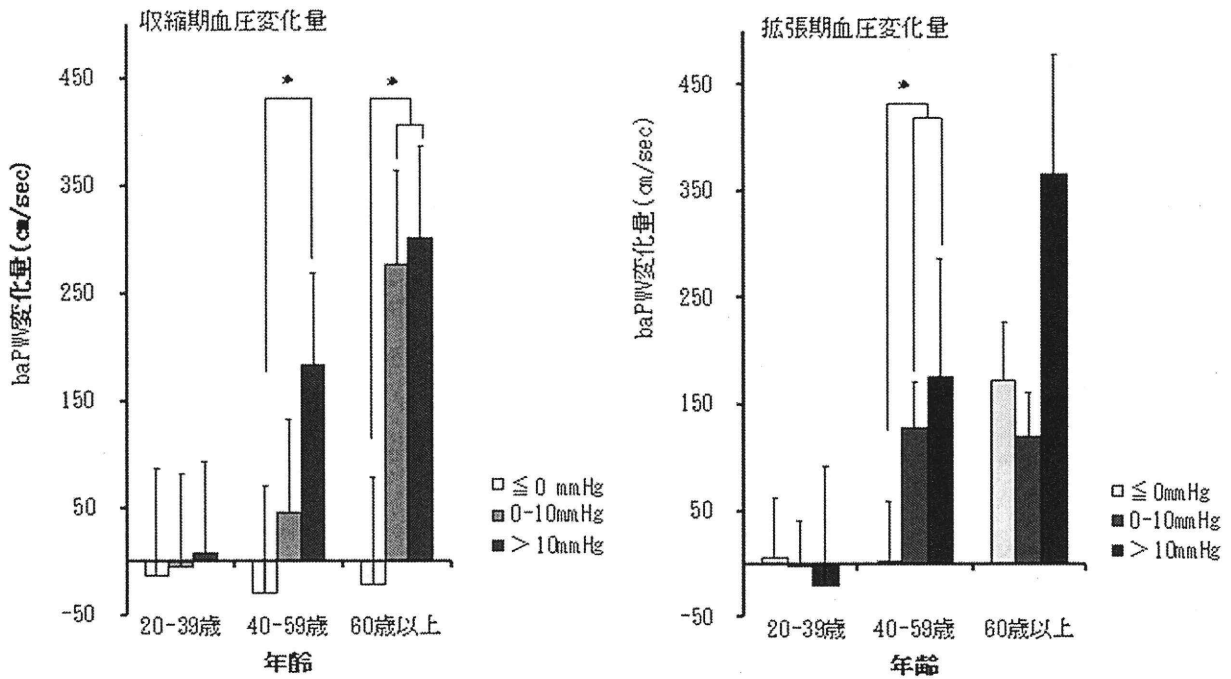


図1. 血圧の変化量とbaPWVの変化量の関係 (男性) * $p < 0.05$

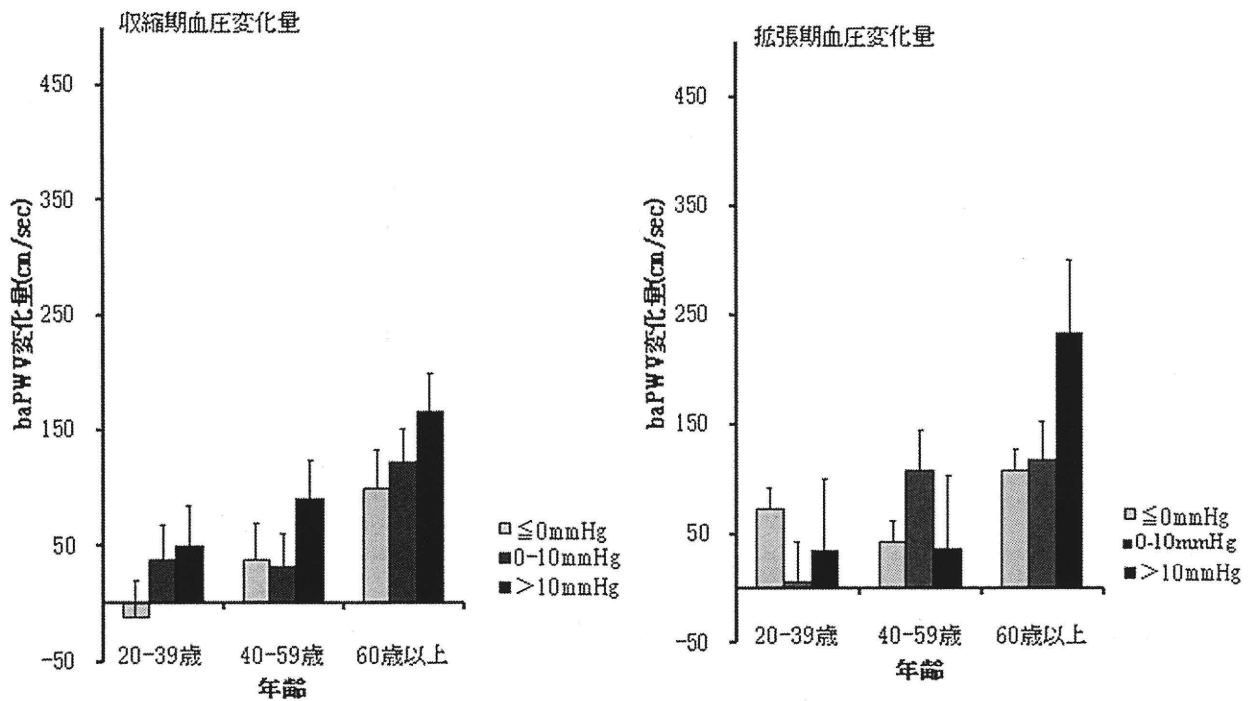


図2. 血圧の変化量とbaPWVの変化量の関係 (女性)

られなかった。

60歳以上群では、男女ともにbaPWVと拡張期血圧の間に正の相関関係がみられた ($p < 0.05$, $p < 0.01$)。一方、収縮期血圧とbaPWVの間に女性では正の相関関係はみられたが ($p < 0.01$)、男性ではみられなかった。

(3) 拡張期血圧変化量別baPWV変化量 (図1, 2.)

20-39歳群では、男女ともに血圧の変化量別のbaPWVの変化量に有意差はみられなかった (図1, 2)。

40-59歳群では、男性において期間中に10mmHgよ

り大きく収縮期血圧が上がった者は、0 mmHg 以下の変化の者と比べて、baPWV が増加していた ($p<0.05$)。さらに、拡張期血圧についても、期間中に 0 mmHg 以下の変化の者と比べて 0-10mmHg および 10mmHg より大きい上昇を示した者は baPWV が増加していた (ともに $p<0.05$) (図 1)。

60 歳以上群では、男性において期間中に収縮期血圧が 0 mmHg 以下の変化の者と比べて上昇を示した者は baPWV が増加していた (ともに $p<0.05$)。一方、拡張期血圧の変化量別の baPWV において有意差はみられなかった。

女性においては血圧の変化量別の baPWV の変化量に有意差はみられなかった (図 2)。

考察

青森県弘前市の一般住民を対象に 6 年間の baPWV 変化量と血圧変化量の関係を性・年齢層別に縦断調査した。これにより、動脈硬化に血圧が及ぼす詳細な影響が明らかになり、性・年齢層別の血圧管理による動脈硬化対策に資すると考える。

本調査において 20-39 歳では、男女ともに baPWV と血圧の間に有意な関係はみられなかった。これまでの横断研究では、この年齢層において血圧と baPWV に正の相関関係があることが報告されているが^{24,25)}、縦断研究による成果は見あたらな。一方、baPWV に対する血圧の影響は若い年齢層ほど小さく、高齢になるにしたがって大きくなることが報告されている¹⁹⁾。このため、20-39 歳群では、血圧の影響が baPWV に現れにくい可能性が考えられた。したがって、若年成人期における血圧の増減は動脈硬化に反映されにくいと推察する。

40-59 歳では、男女とも収縮期血圧が上昇した者は baPWV が増加していた。一方、拡張期血圧は、男性でのみ baPWV と相関関係を示し、女性では関連はみられなかった。中・高年期を対象とした縦断研究では、収縮期血圧は baPWV と正の相関関係を示しているが、拡張期血圧は有意な関係はみられていない²⁶⁾。また、血管の硬化はその伸展性の低下となるため、baPWV は拡張期血圧より収縮期血圧との関連が強いことが知られている²⁷⁾。したがって、この時期の動脈硬化対策として男女とも収縮期血圧の管理が重要であると考えられた。

60 歳以上においては、男女ともに血圧が上昇した者は、baPWV も増加していた。したがって、この年齢層においても、40-59 歳と同様に血圧の上昇は baPWV の増加を引き起こす可能性がみられた。80 歳以上の高齢者のみを対象にした 2 年間の縦断研究においても、血

圧と baPWV に正の相関関係を報告している¹⁸⁾。したがって、40-59 歳の結果も考慮すると、中・高年期における血圧の維持・管理は動脈硬化の進行の抑制に重要であると考えられた。

さらに、6 年間の追跡期間における血圧の変化量を 0mmHg 以下の群、0-10mmHg の群、10mmHg より大きい群に分けて、各群の baPWV の変化量を比較した。各群間で baPWV 値に有意差がみられたのは男性であり、40-59 歳で期間中に収縮期血圧が 10mmHg より大きく、拡張期血圧が 0mmHg より大きく上がった者は上昇しなかった者と比べて、baPWV が有意に増加していた。また、60 歳以上でも期間中に収縮期血圧が 0mmHg より大きく上がった者は上昇しなかった者と比べて、baPWV が有意に増加していた。Vaccarino²⁸⁾らは、10 年間で収縮期血圧が 10mmHg 上がる毎に冠動脈性心疾患発症リスクが 1.09 倍、拡張期血圧では 1.04 倍上がることを報告し、血圧上昇による動脈硬化進行の促進が関与すると考察している。本研究より、男性の 40 歳以上では、血圧の上昇が 6 年間で 10mmHg 以下であっても baPWV が増加するため、特に男性においては動脈硬化関連疾患の予防のためにも血圧管理の重要性は高いと考えられた。

動脈硬化の進行には血圧だけでなく糖代謝や脂質代謝、女性ホルモン (閉経)、ストレス、遺伝など様々な因子が関与するが、その中でも女性ホルモンの関与は大きい²⁹⁾。女性ホルモンは動脈硬化そのものに対して抑制的に働くだけでなく、そのリスク因子である血圧や高血糖などにも抑制的に作用する³⁰⁾。このため、本調査においても男性と比べて女性の方が血圧と baPWV の重回帰分析の R^2 値は低く、血圧が baPWV に及ぼす影響は女性の方が低いと考えられた。したがって、女性では追跡期間中の血圧変化量別の baPWV 変化量の比較において有意差がみられなかったものと推察する。しかし、本調査では女性ホルモン濃度を測定しておらず、これが本研究の限界点の 1 つと考えられる。

以上より、男女とも 40 歳以降における血圧上昇は動脈硬化の進行を引き起こすことが明らかになった。とくに男性ではその傾向が顕著で、6 年間で 10mmHg 以下の上昇であっても、動脈硬化 (baPWV) の進行が促進される可能性が示唆された。

謝辞

本調査の運営にご支援をいただきました弘前大学大学院医学研究科社会医学講座の皆様、岩木プロジェクト参加者の皆様に深謝申し上げます。

本研究は JSPS 科研費 25670292 の助成を受けたもの

です。(受稿 2013/11/15 受理 2013/12/19)

文献

- 1) Kelly R, Hayward C, Avolio A, O'Rourke M: Noninvasive determination of age-related changes in the human arterial pulse. *Circulation* 1989;80: 1652-9.
- 2) van Popele NM, Grobbee DE, Bots ML, Asmar R, Topouchian J, Reneman RS, Hoeks AP, van der Kuip DA et al: Association between arterial stiffness and atherosclerosis: the Rotterdam Study. *Stroke* 2001; 32:454-60.
- 3) Mattace-Raso FU, van der Cammen TJ, Hofman A, van Popele NM, Bos ML, Schalekamp MA, Asmar R, et al: Arterial stiffness and risk of coronary heart disease and stroke: the Rotterdam Study. *Circulation* 2006;113:657-63.
- 4) Boutouyrie P, Tropeano AI, Asmar R, Gautier I, Benetos A, Lacolley P, Laurent S: Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study. *Hypertension* 2002;39:10-5.
- 5) Nürnberger J, Dammer S, Opazo Saez A, Philipp T, Schäfers RF: Diastolic blood pressure is an important determinant of augmentation index and pulse wave velocity in young, healthy males. *J Hum Hypertens* 2003;17:153-8.
- 6) Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, Gautier I, Laloux B, Guize L, Ducimetiere P et al: Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension* 2001;37:1236-41.
- 7) Blacher J, Guerin AP, Pannier B, Marchais SJ, Safar ME, London GM: Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease. *Circulation* 1999;99: 2434-9.
- 8) Yamashina A, Tomiyama H, Takeda K, Tsuda H, Arai T, Hirose K, Koji Y et al: Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement. *Hypertens Res* 2002;25:359-64.
- 9) Samer S, Najjar, Angelo Scuteri, Veena Shetty, Jeanette G. Wright, Denis C. Muller, Jerome L. Fleg, Harold P. Spurgeon et al: Lakatta. Pulse Wave Velocity Is an Independent Predictor of the Longitudinal Increase in Systolic Blood Pressure and of Incident Hypertension in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Am Coll Cardiol* 2008;51:1377-83.
- 10) Turin TC, Kita Y, Rumana N, Takashima N, Kadota A, Matsui K, Sugihara H et al: Brachial-ankle pulse wave velocity predicts all-cause mortality in the general population: findings from the Takashima study, Japan. *Hypertens Res* 2010; 33: 922-5.
- 11) Tanaka H, DeSouza CA, Seals DR: Absence of age-related increase in central arterial stiffness in physically active women. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1998;18:127-32.
- 12) Kim EJ, Park CG, Park JS, Suh SY, Choi CU, Kim JW, Kim SH, et al: Relationship between blood pressure parameters and pulse wave velocity in normotensive and hypertensive subjects: invasive study. *J Hum Hypertens* 2007;21:141-8.
- 13) Shiotani A, Motoyama M, Matsuda T, Miyanishi T: Brachial-ankle pulse wave velocity in Japanese university students. *Intern Med* 2005;44:696-701.
- 14) Yufu K, Takahashi N, Hara M, Saikawa T, Yoshimatsu H: Measurement of the brachial-ankle pulse wave velocity and flow-mediated dilatation in young, healthy smokers. *Hypertens Res* 2007;30:607-12.
- 15) Blacher J, Asmar R, Djane S, London GM, Safar ME: Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. *Hypertension* 1999;33:1111-7.
- 16) Sa Cunha R, Pannier B, Benetos A, Siché JP, London GM, Mallion JM, Safar ME: Association between high heart rate and high arterial rigidity in normotensive and hypertensive subjects. *J Hypertens* 1997;15:1423-30.
- 17) Nürnberger J, Dammer S, Opazo Saez A, Philipp T, Schäfers RF: Diastolic blood pressure is an important determinant of augmentation index and pulse wave velocity in young, healthy males. *J Hum Hypertens* 2003;17:153-8.
- 18) Miljkovic D, Perret-Guillaume C, Alla F, Salvi P, Erpelding ML, Benetos A: Correlation between peripheral blood pressure and pulse-wave velocity values in the institutionalized elderly persons 80 years of age and older: the PARTAGE study. *Am J Hypertens* 2013;26:163-73.
- 19) Yamashina A, Tomiyama H, Arai T, Koji Y, Yambe M, Motobe H, Glunizia Z et al: Nomogram of the relation of brachial-ankle pulse wave velocity with blood pressure. *Hypertens Res* 2003;26:801-6.
- 20) Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, Hirose K, Koji Y, Chikamori T, Hori S et al: Influences of age and gender on results of noninvasive brachial-ankle pulse wave

- velocity measurement-a survey of 12517 subjects. *Atherosclerosis* 2003;166:303-9.
- Atherosclerosis and sex hormones: current concepts. *Clin Sci (Lond)* 2010;119(12):493-513.
- 21) Takahashi K, Miura S, Mori-Abe A, Kawagoe J, Takata K, Ohmichi M, Kurachi H: Impact of menopause on the augmentation of arterial stiffness with aging. *Gynecol Obstet Invest* 2005;60:162-6.
 - 22) Zaydun G, Tomiyama H, Hashimoto H, Arai T, Koji Y, Yambe M, Motobe K et al: Menopause is an independent factor augmenting the age-related increase in arterial stiffness in the early postmenopausal phase. *Atherosclerosis* 2006;184:137-42.
 - 23) Koji Y, Tomiyama H, Ichihashi H, Nagae T, Tanaka N, Takazawa K, Ishimaru S et al: Comparison of ankle-brachial pressure index and pulse wave velocity as markers of the presence of coronary artery disease in subjects with a high risk of atherosclerotic cardiovascular disease. *Am J Cardiol* 2004;94:868-72.
 - 24) Fujiwara Y, Chaves P, Takahashi R, Amano H, Kumagai S, Fujita K, Yoshida H et al: Relationships between brachial-ankle pulse wave velocity and conventional atherosclerotic risk factors in community-dwelling people. *Prev Med* 2004;39:1135-42.
 - 25) Lurbe E, Torro I, Garcia-Vicent C, Alvarez J, Fernández-Fornoso JA, Redon J: Blood pressure and obesity exert independent influences on pulse wave velocity in youth. *Hypertension* 2012;60:550-5.
 - 26) Najjar SS, Scuteri A, Shetty V, Wright JG, Muller DC, Fleg JL, Spurgeon HP et al: Pulse wave velocity is an independent predictor of the longitudinal increase in systolic blood pressure and of incident hypertension in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Am Coll Cardiol* 2008;51:1377-83.
 - 27) Asmar R, Benetos A, Topouchian J, Laurent P, Pannier B, Brisac AM, Target R et al: Assessment of arterial distensibility by automatic pulse wave velocity measurement. Validation and clinical application studies. *Hypertension* 1995;26:485-90.
 - 28) Viola Vaccarino, Theodore R. Holford, Harlan M. Krumholz: Pulse Pressure and Risk for Myocardial Infarction and Heart Failure in the Elderly. *JACC* 2000;36:130-8.
 - 29) Roksana Karim, Howard N Hodis, Wendy J Mack: Relationship between Serum Levels of Sex Hormones and Progression of Subclinical Atherosclerosis in Postmenopausal Women. *J Clin Endocrinol Metab* 2008;93:131-8.
 - 30) Villablanca AC, Jayachandran M, Banka C:

Association between blood pressure and arterial stiffness: a 6-year cohort study

Hiroyuki KONISHI¹, Ippei TAKAHASHI¹, Kaori SAWADA¹, Satoshi SATO¹, Takashi MORI¹, Maki MIYAZAWA²,
Hidefumi KAMITANI³, Takanobu IWAMA⁴, Taito ITABASHI¹, Reiko OSATO^{1,5}, Shigeyuki NAKAJI¹

1 Department of Social Medicine, Hirosaki University Graduate School of Medicine

2 Kanagawa Prefectural Institute of Public Health

3 Division of Health Sciences, Department of Health Promotion, Hirosaki University Graduate School of Health Sciences

4 School of Health Sciences, Hirosaki University of Health and Welfare/Junior College

5 Morioka Junior College, Iwate Prefectural University

We prospectively surveyed the association between blood pressure and brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) in the Japanese general population. The subjects were 411 adults (166 males and 244 females) who participated in the Iwaki Health Promotion Projects in the years of 2005 and 2011, or 2006 and 2012. The existence of menopause (where appropriate), past/present history of drug use, lifestyles (smoking habit, alcohol consumption and exercise habit), BMI, systolic/diastolic blood pressure, baPWV, and so on, were measured for analysis. Between the two investigations which were conducted 6 years apart, changes in systolic/diastolic blood pressure positively correlated with baPWV in subjects who belonged to the 40-59 y.o group and 60+ y.o group for both genders. For males in the 45-59 y.o. group, a significant increase of baPWV was observed over the 6 years in those whose increase of systolic blood pressure was greater than 10 mmHg compared to those with 0 mmHg or a decrease. Also for diastolic blood pressure, those with changes in the 6-year value of 0 mmHg or a decrease showed a significant increase in baPWV compared to those whose changing values were greater than 0 mmHg. As for the systolic blood pressure in the 40-59 y.o. group, the baPWV of male subjects who showed changes in the 6-year value of 0 mmHg or over was significantly greater than subjects whose changing value was 0 mmHg or had decreased. However, these tendencies were not seen in females. In conclusion, increases in blood pressure had a suggested correlation with the progression of arteriosclerosis in both males and females after the age of 40 years. Although this tendency was observed in both genders, the tendency was stronger in males than in females.

Keywords: systolic blood pressure, diastolic blood pressure, baPWV, middle-aged and elderly people, arteriosclerosis

別冊請求先：高橋一平

弘前大学医学部大学院医学研究科社会医学講座

TEL: +81-172-39-5041

FAX: +81-172-39-5038

E-mail: ippei@cc.hirosaki-u.ac.jp