

《原著》

一般住民における肥満と上腕一足首脈波伝播速度 (baPWV)、収縮期血圧と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5年間の追跡研究

浜野学^{1,2}、高橋一平¹、大久保礼由¹、千葉大輔¹、倉内静香³、棟方理^{1,4}、工藤うみ³、千葉義信⁵、永井菜穂子⁶、片桐朝美⁷、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 芝浦工業大学工学部
- 3 弘前大学大学院保健学研究科看護学
- 4 国立がん研究センター中央病院
- 5 NPO ハート・オブ・ゴールド
- 6 防衛医科大学校高等看護学院
- 7 杏林大学保健学部

キーワード

- 1. baPWV
- 2. 収縮期血圧
- 3. 動脈硬化
- 4. 肥満
- 5. 腹囲

一般住民を対象に年齢層別に簡易的な肥満指標 (BMI、体脂肪率、臍周囲径) が、動脈硬化を反映する上腕一足首脈波伝播速度 (baPWV)、収縮期血圧の評価指標として有用であるか縦断研究により検討した。対象者は、2006年・2011年あるいは2007年・2012年の岩木健康増進プロジェクトとともに受診した者265名 (男性102名、女性163名) であった。測定項目は、閉経の有無、現病歴・既往歴、薬剤服用の有無、生活習慣 (喫煙、飲酒、運動)、BMI、体組成 (体重、体脂肪率)、腹囲、血圧、上腕一足首脈波伝播速度 (brachial-ankle pulse wave velocity: baPWV) であった。20-39歳群および60歳以上群では、各肥満指標の変化量とbaPWV変化量、収縮期血圧変化量との間に有意な関係はみられなかった。一方、40-59歳群では、男性で、baPWVと体脂肪率の間で有意な正の相関関係がみられた。女性では、baPWVとBMI、体脂肪率との間で有意な正の相関関係がみられ、また、収縮期血圧と腹囲との間に正の相関傾向がみられた。このように、肥満指標とbaPWVとの有意な関連性は中年層でのみみられ、この時期の動脈硬化の評価指標として体脂肪率が有効である可能性が示唆された。一方、腹囲はbaPWV、血圧と関連がみられず、本調査のような肥満の少ない対象では、動脈硬化の評価指標として利用できない可能性が推測された。

体力・栄養・免疫学雑誌 第23巻 第3号 141-148頁 2013年

【緒言】

肥満は、高血圧、高脂血症、糖尿病を引き起こし、動脈硬化を加速させることが知られている¹⁾。このため、肥満対策は、動脈硬化性疾患を標的としたメタボリックシンドローム予防で最重要視される²⁾。実際、肥満の解消により、動脈硬化が抑制できることが報告されている³⁾。しかし最近、若年者や高齢者において、肥満対策が動脈硬化予防に直結しないという報告も散見される^{4,5)}。

近年、動脈硬化度を簡便に評価できる方法として脈波伝播速度 (baPWV) が開発され、その有効性が報告されている^{7,8)}。すなわち、baPWVは動脈の硬化度が増すほどその値が高くなり⁹⁾、心血管イベントの予測に有効であることが報告されている^{10,11)}。

これにより、近年では、肥満対策とbaPWVとの関

係を検討する報告が急増し、そのほとんどが、肥満対策がbaPWV上昇を抑制することを報告している¹²⁾。しかし、高齢者では、肥満とbaPWVの関係が弱いとする報告もあり^{11,13)}、必ずしも見解は一致していない。

一方、baPWV開発の前には、動脈硬化の代表的指標として血圧が用いられ¹⁴⁾、また、高血圧の治療や血圧コントロールは動脈硬化対策として重要とされてきた¹⁵⁾。しかし、この血圧と肥満との関係もまた、高齢者や若年者では弱いことが指摘されている^{16,17)}。

以上のように、これまで、肥満と動脈硬化・血圧との関係については、臨床的・疫学的に多くの研究¹²⁻¹⁹⁾がなされてきたにもかかわらず、その関係性が、年齢や性によって異なるという疑問も残っている。その理由として、肥満、動脈硬化、血圧の加齢による挙動が異なることが挙げられる。すなわち、baPWVと年齢の

関係は、二次曲線を描き、若年成人では加齢による baPWV は緩徐であるが、中年期以降は加齢とともに上昇する²⁰⁾。一方、女性は 50 歳代までは男性より baPWV が低値であるが、閉経前後で急上昇し、60 歳以降には男女間に差がみられなくなる²¹⁾。肥満度と年齢の関係は、男性では中年に向け増大し、その後低下する傾向にある。また女性では加齢とともに増大する傾向にある。血圧も独自の加齢曲線を示し、中年までは緩徐な上昇であり、女性は男性より低値を示すが、中年以降共に急上昇し、徐々に性差がなくなる。したがって、肥満と動脈硬化・血圧との関係は、性や各年齢に応じて変化するものと考えられる。

一方、肥満指標と動脈硬化の関連をみると、肥満があって、その後動脈硬化が助長されるという時間経過が存在する。したがって、動脈硬化の予測指標として肥満度の有用性を検討する場合、一定期間以上の追跡調査が要求される。しかし、肥満と血圧・baPWV の関係を追跡調査で検討した研究は少ない。その大きな理由は、baPWV 測定の歴史が浅いことにある。

本研究では青森県の一般住民を対象に、肥満指標と収縮期血圧、baPWV の関係を 5 年間の追跡研究で検討した。しかし、追跡期間が 5 年と短いため、その弱点を補う目的で、対象者を年代で、若年成人期(20-39 歳)、中年期(40-59 歳)、高年期(60 歳以上)に分けて検討した。

【対象と方法】

(1) 対象者

対象者は、2006 年度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 年度のプロジェクト健診も受診した者と、2007 年度及び 2012 年度のプロジェクト健診の両方を受診した者のうち、以下の除外条件に該当しない 265 名（男性 102 名、女性 163 名）である。調査時の測定値に欠損のある者、期間中も含めてこれまで、悪性腫瘍、脳卒中、虚血性心疾患、慢性肝疾患、慢性腎疾患、糖尿病、高脂血症の罹患のあった者は除外した。さらに、期間中に閉経した女性と高血圧治療に変化のあった者、および血圧関連薬服用者を分析から除外し、かつ重複者を除外した。

(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、測定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、現病歴と既往歴、薬剤服用の有無であった。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から Pack-Year を算出した。

飲酒量は、現在の飲酒状況から 1 日当たりの純アルコール量を算出した。運動量は、1 週間あたりの運動回数聞き取った。

2) 体格・体組成計測

体格・体組成値として、身長、体重、体脂肪率、腹囲を測定した。得られた体重と身長から、体格指数(BMI: Body Mass Index)を算出した。体脂肪率の測定は、TANITA MC-190 body composition analyzer (TANITA corp., Tokyo, Japan) を用い、生体電気インピーダンス法により測定を行った。腹囲の測定は、日本肥満学会の定めた基準に従い、立位・呼吸時に腹囲を測定した。

3) 血圧

血圧の測定は、卓上水銀血圧計(foacl Co. FC-110)を用い、保健師によって測定された。上腕動脈にて聴診器でコロトコフ音を聴取し、初めて確認できた時点の水銀血圧計の値を収縮期血圧の値とした。

4) 上腕-足首脈波伝播速度(brachial-ankle pulse wave velocity: baPWV)

baPWV の測定は、form PWV/ABI (Omron Colin Corp., Tokyo, Japan) を使用し、よく訓練された検者によって測定された。baPWV は、血圧測定カフを両側の上腕と足首に巻いて加圧し、容積脈波波形を記録したもから上腕と足首の脈波の立ち上がりの時間差を求め、心臓から測定部位までの距離差で除して算出される。測定に際しては、カーテンで仕切られたスペース内で実施され、被験者の心理的影響については十分に配慮された。本研究では、左右の baPWV の平均値を測定値とした。

(3) 統計・解析

各年齢群の値は平均値±標準偏差値で表した。また、各群の平均値の差の検定には対応のある t 検定を用いた。

体格・体組成と baPWV、収縮期血圧の関連を見るために、5 年間の追跡調査を用いた。すなわち、対象者の体格・体組成値(目的変数)と baPWV、収縮期血圧(従属変数)の 5 年間の変化量の関係を重回帰分析により検討した。解析は、体格や血圧・baPWV が性や年齢の影響を受けることから、対象を追跡開始時点の年齢により、男性 20-39 歳(17 名)、40-59 歳(59 名)、60 歳以上(26 名)と女性 20-39 歳(21 名)、40-59 歳(88 名)、60 歳以上(54 名)のそれぞれ 3 群に分け、そこから 5 年後の各測定項目の変化を解析した。このため、追跡最終年には開始時の年齢層とは異なる年

表 1. 対象者の特徴 (男性)

男性	20-39 歳 (n=17)		40-59 歳 (n=59)		60 歳以上(n=26)	
	開始時	5 年後	開始時	5 年後	開始時	5 年後
年齢 (years)	32.3(4.9)	37.4(5.2)**	50.1(5.7)	55.2(5.8)**	67.5(5.2)	72.5(5.2)**
喫煙量 (Pack/year)	8.0(7.2)	9.7(7.4)**	16.8(17.9)	18.4(19.1)**	17.7(23.1)	18.5(24.3)*
飲酒量 (g/日)	38.0(63.4)	29.5(35.6)	57.4(65.1)	29.1(32.3)**	40.7(42.5)	18.7(18.8)**
運動回数 (回/週)	1.8(1.3)	1.3(0.7)	1.6(1.2)	1.6(1.2)	2.2(1.6)	2.3(1.7)
身長 (cm)	172.7(4.8)	172.7(4.7)	168.4(5.5)	168.0(5.5)**	164.0(6.3)	163.2(6.6)**
体重 (kg)	70.9(10.9)	71.2(11.6)	66.3(9.7)	65.6(8.1)	64.8(12.1)	63.2(11.1)*
BMI (kg/m ²)	23.8(3.3)	23.8(3.5)	23.5(2.6)	23.2(2.3)*	24.1(3.3)	23.6(3.1)*
体脂肪率 (%)	18.0(7.5)	17.7(7.0)	17.7(4.4)	17.5(4.2)	21.2(5.0)	21.0(6.1)
腹囲 (cm)	82.0(9.7)	84.1(9.4)	82.3(7.2)	83.4(6.5)	85.4(9.0)	84.7(9.1)
収縮期血圧 (mmHg)	111.1(9.5)	119.9(15.5)	119.5(14.8)	128.4(17.6)**	132.2(17.6)	142.4(17.0)**
baPWV (cm/sec)	1252(138)	1240(123)	1382(184)	1437(236)**	1732(298)	1828(336)*
	平均値(標準偏差)		*p<0.05, **p<0.01 paired t-test: 開始時と 5 年後の比較			

表 2. 対象者の特徴 (女性)

女性	20-39 歳 (n=21)		40-59 歳 (n=88)		60 歳以上 (n=54)	
	開始時	5 年後	開始時	5 年後	開始時	5 年後
年齢 (years)	31.2(4.4)	36.4(4.3)**	50.8(5.6)	55.9(5.5)**	66.8(5.4)	71.9(5.4)**
喫煙量 (Pack/year)	2.5(4.0)	2.8(4.5)	2.7(6.8)	3.0(7.5)**	0.0(0.1)	0.0(0.1)
飲酒量 (g/日)	9.2(25.6)	9.6(13.9)	10.2(31.7)	3.1(6.9)*	1.5(5.0)	0.9(2.9)
運動回数 (回/週)	1.1(0.4)	1.4(1.0)	1.7(1.3)	1.9(1.4)	2.0(1.4)	2.2(1.6)
身長 (cm)	158.6(4.9)	158.9(5.1)	155.3(5.0)	154.9(5.3)**	150.9(5.3)	149.9(5.4)**
体重 (kg)	53.5(6.8)	53.5(7.2)	53.6(7.8)	53.4(8.5)	53.1(6.6)	52.0(6.7)**
BMI (kg/m ²)	21.3(2.8)	21.2(3.0)	22.3(2.9)	22.2(3.3)	23.5(2.8)	23.2(2.9)*
体脂肪率 (%)	27.1(6.4)	26.3(6.8)	28.6(5.8)	28.7(6.7)	31.1(6.0)	30.5(7.0)
腹囲 (cm)	72.3(6.8)	75.5(8.9)**	77.6(8.8)	81.3(9.7)**	82.8(8.7)	84.5(8.7)*
収縮期血圧 (mmHg)	106.7(9.4)	115.2(11.8)*	118.1(15.0)	127.1(17.8)**	127.0(14.9)	136.7(16.0)**
baPWV (cm/sec)	1118(83.6)	1144(101)	1316(170)	1397(203)**	1629(251)	1775(300)**
	平均値(標準偏差)		*p<0.05, **p<0.01 paired t-test: 開始時と 5 年後の比較			

年齢層に含まれる対象も存在する。生活習慣の変容は、喫煙習慣 (pack years)、飲酒習慣 (dl/day)、運動習慣 (回数/週) の追跡開始時の値と変化値で調整した。また、高血圧治療の有無、閉経の有無で調整した。

データの入力および解析は SPSS version 18.0J(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)により行われた。統計学的な有意水準は、 $p<0.05$ 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、研究協力の中断の保証、匿名性の確保、データの管理方法について、文書および口頭にて本人に説明した。その上で対象者からは、研究協力の承諾を文書にて得た。

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) 対象者の特徴

調査開始時と 5 年後の年齢、生活習慣、身長、体重、体格・体組成および収縮期血圧、baPWV を表 1 と表 2 に示した。

男性では、調査開始時に比べて 5 年後では、20-39 歳群では生活習慣の喫煙量が有意に増加したが ($p<0.01$)、体格・体組成では差はみられなかった。40-59 歳群では、飲酒量と身長、BMI が有意に減少し (順に $p<0.01$, $p<0.01$, $p<0.05$)、喫煙量と収縮期血圧、baPWV は有意に増加した (ともに $p<0.01$)。60 歳以上群では、飲酒量と身長、体重、BMI が有意に減少した

(順に $p<0.01$, $p<0.01$, $p<0.05$, $p<0.05$)、喫煙量、収縮血圧、baPWV が有意に増加した (順に $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.05$) (表 1)。

女性においては、調査開始時に比べて 5 年後では、20-39 歳群で腹囲と収縮期血圧が有意に増加した (順に $p<0.01$, $p<0.05$)。40-59 歳群では、身長と飲酒量は有意に減少し (順に $p<0.01$, $p<0.05$)、喫煙量、腹囲、収縮期血圧、baPWV で有意に増加した (いずれも $p<0.01$)。60 歳以上の群では、身長、体重、BMI で有意に低下した (順に $p<0.01$, $p<0.01$, $p<0.05$) が、腹囲、収縮期血圧、baPWV は、有意に増加した (順に $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.01$) (表 2)。

(2) baPWV 変化量、収縮期血圧変化量と肥満指数変化量の関係

baPWV 変化量、収縮期血圧変化量とそれぞれ BMI 変化量、体脂肪率変化量、腹囲変化量の相関関係を表 3-5 に示した。

20-39 歳群では、男性においては、baPWV 変化量、収縮期血圧変化量と BMI 変化量、脂肪率変化量、腹囲変化量の間には相関関係がみられなかった。女性においても、baPWV 変化量と BMI 変化量、腹囲変化量の間には相関関係がみられなかった。しかし、baPWV 変化量と体脂肪率変化量の間には相関傾向がみられた ($p=0.08$)。また、収縮期血圧変化量と BMI 変化量、体脂肪率変化量、腹囲変化量の間には、いずれも相関関係がみられなかった (表 3)。

40-59 歳群では、男性において、baPWV 変化量と BMI 変化量、腹囲変化量との間には相関関係がみられなかった。しかし、baPWV 変化量と体脂肪率変化量の間には有意な正の相関関係がみられた ($p=0.03$)。収縮期血圧変化量と BMI 変化量、体脂肪率変化量、腹囲変化量との間には相関関係はみられなかった。

女性においては、baPWV 変化量と BMI 変化量、体脂肪率変化量との間で有意な正の相関関係がみられた (いずれも $p=0.01$)。しかし、baPWV 変化量と腹囲変化量との間には相関関係はみられなかった。収縮期血圧変化量と BMI 変化量、体脂肪率変化量との間には相関関係はみられなかったが、腹囲変化量との間には正の相関傾向がみられた ($p=0.07$) (表 4)。

60 歳以上群では、男性では、baPWV 変化量、収縮期血圧変化量と BMI 変化量、体脂肪率変化量、腹囲変化量との間には相関関係はみられなかった。女性では、baPWV 変化量と BMI 変化量、体脂肪率変化量、腹囲変化量との間に相関関係がみられなかった。一方、収縮期血圧変化量と体脂肪率変化量、腹囲変化量の間にも相関関係がみられなかったが、BMI 変化量との間には正の相関傾向がみられた ($p=0.06$) (表 5)。

【考察】

我々は、一般住民を対象として肥満指標の変化量が baPWV 変化量、収縮期血圧変化量に及ぼす影響を 5 年間の縦断研究により検討した。本研究デザインの特徴は、baPWV と肥満指数との関係を追跡研究で明らかにする際に、その追跡期間の長さ (baPWV の測定方法の歴史が浅いため) を補う目的で年齢階級別の解析を行ったところにある。

若年成人 (20-39 歳) においては、肥満指標変化量と baPWV 変化量、収縮期血圧変化量の間には有意な関連はみられなかった。この年代を対象とした先行研究では、横断研究では肥満と PWV に関連を認める報告^{13,22,23)}が多いが、縦断研究では関連をみとめていない⁴⁾。一方、血圧については、縦断研究においても、肥満指標が大きくなるほど血圧は高くなると報告がある²⁴⁾。しかし、それと同じようなデザインの研究であっても対象者に肥満者が少ない場合にはその関係はみられなくなる²⁵⁾。本研究においても対象者のうち BMI が 30kg/m^2 を超えるものはいなかった。すなわち、今回の対象者が肥満に関する low risk population であったことが、今回の結果に影響していた可能性がある。また、より根本的な可能性として、この年代では肥満の血圧及び baPWV に与える影響がまだ十分に現れていない可能性も考えられた。

40-59 歳においては、肥満指標変化量と baPWV 変化量との間に正の相関関係がみられたが、収縮期血圧変化量との間には関連はみられなかった。すなわち、男性では体脂肪率が大きくなるほど、女性では体脂肪率や BMI が大きくなるほど baPWV が高値になった。一方、腹囲と baPWV 変化量、収縮期血圧変化量との間に関連は見られなかった。海外において、腹囲は腹部脂肪の指標として採用されているが²⁶⁾、アジアにおいては腹囲と腹部肥満の関連性は低いことが指摘され、いまだその妥当性は疑問視されている^{27,28)}。加えて、腹囲は標準体重以下の対象者に対しては適応されない²⁹⁾という報告もある。本研究における対象者の約 8 割は標準体重以下であり、BMI が 30kg/m^2 を超える者は 3 人しかいなかったことが、腹囲と baPWV 変化量、収縮期血圧変化量との間に関連がみられなかったことに関係していると考えられる。すなわち、40-59 歳における動脈硬化の評価指標として体脂肪率が有効である可能性が示唆された。

60 歳以上においては、肥満指標と収縮期血圧および baPWV に関連はみられなかった。先行研究では、BMI や腹囲と PWV に関連がみられないとする報告が多い^{11,13,29)}。高齢者における体重減少は加齢を原因とする筋肉量の減少や各種疾患に伴う減少がその要因として含まれるため^{30,31)}、高齢者の肥満指標は必ずしも心血管

表 3. 20-39 歳における baPWV 変化量、収縮期血圧変化量と肥満指数変化量の相関関係

	男性			女性		
	β	P	R ²	β	P	R ²
baPWV						
BMI (kg/m ²)	0.25	0.32	0.75	0.29	0.41	0.38
体脂肪率 (%)	0.39	0.26	0.74	0.59	0.08	0.50
腹囲 (cm)	0.19	0.56	0.67	0.18	0.56	0.36
収縮期血圧						
BMI (kg/m ²)	0.47	0.18	0.75	0.24	0.36	0.59
体脂肪率 (%)	0.64	0.15	0.71	0.36	0.16	0.63
腹囲 (cm)	0.62	0.12	0.71	0.07	0.78	0.54

補正項目：喫煙、飲酒量、運動回数、性別区分、高血圧症
 BMI: Body Mass Index、 β :標準化係数、R²: 決定係数

表 4. 40-59 歳における baPWV 変化量、収縮期血圧変化量と肥満指数変化量の相関関係

	男性			女性		
	β	P	R ²	β	P	R ²
baPWV						
BMI (kg/m ²)	0.04	0.84	0.13	0.28	0.01	0.25
体脂肪率 (%)	0.35	0.03	0.20	0.28	0.01	0.23
腹囲 (cm)	0.03	0.86	0.10	0.10	0.40	0.17
収縮期血圧						
BMI (kg/m ²)	0.14	0.41	0.25	0.14	0.2	0.21
体脂肪率 (%)	-0.03	0.84	0.24	0.14	0.21	0.19
腹囲 (cm)	0.06	0.69	0.25	0.21	0.07	0.21

補正項目：喫煙、飲酒量、運動回数、性別区分、高血圧症
 BMI: Body Mass Index、 β :標準化係数、R²: 決定係数

表 5. 60 歳以上における baPWV 変化量、収縮期血圧変化量と肥満指数変化量の相関関係

	男性			女性		
	β	P	R ²	β	P	R ²
baPWV						
BMI (kg/m ²)	0.48	0.11	0.50	0.07	0.68	0.11
体脂肪率 (%)	0.36	0.15	0.43	0.19	0.29	0.12
腹囲 (cm)	0.23	0.43	0.47	0.12	0.52	0.10
収縮期血圧						
BMI (kg/m ²)	-0.03	0.91	0.41	0.27	0.06	0.41
体脂肪率 (%)	-0.18	0.44	0.48	0.22	0.13	0.41
腹囲 (cm)	-0.13	0.68	0.41	0.15	0.31	0.37

補正項目：喫煙、飲酒量、運動回数、性別区分、高血圧症
 BMI: Body Mass Index、 β :標準化係数、R²: 決定係数

疾患のリスクとして有効とならない可能性が指摘されている^{32,33)}。すなわち、因果関係の逆転である。同様の理由で高齢者ではメタボリックシンドロームの概念が適応しない可能性が指摘されている⁴⁾。以上より、高齢者 (60 歳以上) において、肥満指標は動脈硬化の

評価指標としては不十分と考えられた。

現在、肥満の評価および脂肪の分布は CT や MRI により、正確かつ詳細に測定評価が可能である。しかし、肥満対策としての食事や運動を成功させるためには、体重測定などの自分で測定でき、日々の評価および目

標になる指標を持つことが、具体的・効率的な予防対策を講じるためには重要である³⁴⁾。すなわち、個人が日々の目標・評価として利用できるのは体重や体組成といった家庭内で簡単に自己測定できる身体計測である。このため、肥満の評価には body mass index(BMI) や腹囲や体脂肪率 (インピーダンス法で測定) を用いた。

今回用いた3つの簡易的肥満指標の中で、メタボリック症候群の診断基準に用いられるのは腹囲である。しかし、3指標の中で、腹囲はすべての年齢層において baPWV および血圧と関連がみられなかった。したがって、日本人の非肥満者においてメタボリックシンドロームの診断基準に腹囲を用いることの適正については疑問が残った。

肥満指標は一定の期間を経て動脈硬化の進展に影響を与えるが、本結果のように、年代により両者の関係に相違が存在するのであれば、肥満対策は60歳未満に有効であるという考えも成り立つ。その意味では、巷間流布しているメタボリックシンドローム対策も、年代により考え分ける必要がある。

また、体脂肪率が baPWV の予測指標として有効で、収縮期血圧の予測指標として有効でなかったことには一定の意義があると考えられた。収縮期血圧は動脈硬化の程度を表現するひとつの指標として考えられているが、両者には一定の相違が存在する。一つは、収縮期血圧は運動負荷や精神的・物理的ストレスで変動するが、動脈硬化 (baPWV) にその影響は小さい。加えて、収縮期血圧は薬物や生活習慣などにより大きな影響を受けるが、baPWV でその影響は小さい。したがって、環境変動の少ない baPWV をターゲットにした予測指標が、収縮期血圧をターゲットにする場合よりも生命予後・健康予後を予測するという観点で優れていると考えられた。

本研究におけるリミテーションは、塩分などの食事の影響を補正できなかったこと、対象者に BMI が 30kg/m² を超えるような肥満者がほとんどいなかったこと、追跡期間が短かったことがある。今回のような住民健診形式の調査では、栄養摂取状況を詳細に検討することは非常に難しく、残念ながら今回の研究ではこれを調査、解析項目に加えることはできなかった。したがって、今後は影膳方式の栄養調査の導入やこれを把握するための新たな方法や手段を検討していきたいと考えている。また、今回の対象者が健診を受診する時点で健康意識が高く、肥満者が少なかった可能性が考えられる。すなわち、健診を受診していない住民に肥満の問題を抱える者が多数存在する可能性もあると推察される。したがって、これら健康問題を抱える未受診者をさらに本健診に参加させていく活動も積極

的に行っていく必要があると考えられた。追跡期間については5年という短さを補うために3つの年齢層に分けて検討したが、コホート研究の期間としては肥満指標と収縮期血圧、baPWV の関係を把握するには不十分と考えられた。また、今後、追跡調査期間を延伸することでより詳細な両者の関係を明らかにすることができる可能性が考えられる。

(受稿 2013/11/15 受理 2013/12/18)

【謝辞】

本研究の運営にご支援をいただきました弘前市役所職員の方々、弘前大学大学院医学研究科社会医学講座のみなさま、そして岩木プロジェクト参加者のみなさまに心より感謝申し上げます。

なお、本研究の一部は JSPS 科研費 (課題番号: 24659311) の助成を受けて行われた。

【参考文献】

- 1) Rachel P. Wildman, Rachel H. Mackey, Andrew Bostom, Trina Thompson, Kim Sutton-Tyrrell. Measures of Obesity Are Associated With Vascular Stiffness in Young and Older Adults. *Hypertension* 2003;42:468-73.
- 2) Akiko Suzuki, Keiichiro Kosuge, Osamu Nanyu, Hiroshi Watanabe, Toru Watanabe, Yoshimaru Usuda, Shigeru Sasaki, Yoshifusa Aizawa. Five Year Study of Cardiovascular Risk Factors in Japanese People: Implications Concerning New Onset of Metabolic Syndrome. *Internal Medicine* 2010;49:1-6.
- 3) Rachel P. Wildman, Ghada N. Farhat, Ami S. Patel, Rachel H. Mackey, Sarah Brockwell, Trina Thompson, Kim Sutton-Tyrrell. Weight Change Is Associated With Change in Arterial Stiffness Among Healthy Young Adults. *Hypertension* 2005;45:187-92.
- 4) Monami M, Lamanna C, Balzi D, Bartalucci F, Melani C, Masotti G, Marchionni N et al. Metabolic syndrome and cardiovascular mortality in older type 2 diabetic patients : a longitudinal study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008;63:646-9.
- 5) A. Ramachandran email address, C. Snehalatha, K. Satyavani, S. Sivasankari, V. Vijay. Metabolic syndrome in urban Asian Indian adults—a population study using modified ATP III criteria. *Diabetes Research and Clinical Practice* 2003;60:199-204.
- 6) Isabel Ferreira, Jos W. R. Twisk, Willem van Mechelen. Development of Fatness, Fitness, and Lifestyle From Adolescence to the Age of 36 Years. *Arch Intern Med*

- 2005;165:42-8.
- 7) Koji Y, Tomiyama H, Ichihashi H, Nagae T, Tanaka N, Takazawa K, Ishimaru S, Yamashina A. 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.
 - 8) Masanori Munakata, Nobuhiko Ito, Tohru Nunokawa, and Kaoru Yoshinaga. Utility of automated brachial ankle pulse wave velocity measurements in hypertensive patients. *Am J Hypertension* 2003;16:653-7.
 - 9) Yamashina A, Tomiyama H, Takeda K, Tsuda H, Arai T, Hirose K, Koji Y, Hori S, Yamamoto Y. Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement. *Hypertens Res.* 2002;25:359-64.
 - 10) Yamashina A, Tomiyama H, Arai T, Hirose K, Koji Y, Hirayama Y, Yamamoto Y, Hori S. Brachial-ankle pulse wave velocity as a marker of atherosclerotic vascular damage and cardiovascular risk. *Hypertens Res* 2003;26:615-22.
 - 11) Baoying LI, Haiqing GAO, Xiaoli LI, Yuanping LIU, and Min WANG. Correlation between Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity and Arterial Compliance and Cardiovascular Risk Factors in Elderly Patients with Arteriosclerosis. *Hypertens Res* 2006;29:309-14.
 - 12) Noriko Satoh, Akira Shimatsu, Yasuhisa Kato. Evaluation of the Cardio-Ankle Vascular Index, a New Indicator of Arterial Stiffness Independent of Blood Pressure, in Obesity and Metabolic Syndrome. *Hypertens Res* 2008;31:1921-30.
 - 13) Satomi Numazawa, Masashi Matsuzaka, Kaori Iwane, Ryo Inoue, Kazuma Danjo, Ippei Takahashi, Takashi Umeda and Shigeyuki Nakaji. Relationship Between Various Obesity Indices And Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity According To Age Among Japanese Females. *Hirosaki Medical Journal* 2011;61:131-7.
 - 14) Timo A. Lakka, Riitta Salonen, George A. Kaplan, Jukka T. Salonen. Blood Pressure and the Progression of Carotid Atherosclerosis in Middle-Aged Men. *Hypertension* 1999;34:51-6.
 - 15) Norihisa Ito, Mitsuru Ohishi, Norio Komai, Masaharu Kaibe, Minako Terai, Takashi Takagi, Yuji Tatara, Hiromi Rakugi, Toshio Ogihara. High blood pressure worsens age-related increases in arterial stiffness evaluated by pulse wave velocity in subjects with lifestyle-related diseases. *Geriatrics & Gerontology Int* 2007;7:54-60.
 - 16) Gregory Vyssoulis, Evangelia Karpanou, Dionysios Adamopoulos, Vassiliki Tzamou, Christodoulos Stefanadis, Ulrich M. Vischer. Effect of age on interdependence and hierarchy of cardiovascular risk factors in hypertensive patients. *The American Journal of Cardiology* 2011;108:240-5.
 - 17) S Yap, Z Yang, J Wang, S L Bacon and T S Campbell. Waist circumference, not body mass index, is associated with blood pressure in a sample of young Chinese adults. *Journal of Human Hypertension* 2006;20:904-6.
 - 18) W. E. Miall, Ruth A. Bell and H. G. Lovell. Relation Between Change In Blood Pressure And Weight. *Brit J prev soc Med* 1968;22:73-80.
 - 19) J. Staessen, R. Fagard and A. Amer. The relationship between body weight and blood pressure : Review Article. *J of human hypertension* 1988;2:207-17.
 - 20) Tomiyama H, Arai T, Koji Y, et al. The age-related increase in arterial stiffness is augmented in phases according to the severity of hypertension. *Hypertens Res* 2004;27:465-70.
 - 21) Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, Kenichi Hirose, Yutaka Koji, Taishiro Chikamori, Saburoh Hori 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.
 - 22) Shengxu Li, Wei Chen, Sathanur R. Srinivasan, Gerald S. Berenson. Childhood Blood Pressure as a Predictor of Arterial Stiffness in Young Adults: The Bogalusa Heart Study. *Hypertension* 2004;43:541-6.
 - 23) Mutsuhiro NAKAO, Kyoko NOMURA, Kanae KARITA. Relationship between Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity and Heart Rate Variability in Young Japanese Men. *Hypertens Res* 2004;27:925-31.
 - 24) Rose Stamler, Jeremiah Stamler, Wallace F. Riedlinger, George Alger, Richard H. Roberts. Weight and blood pressure Findings in Hypertension Screening of 1 Million Americans. *JAMA* 1978;240:1607-10.
 - 25) Clareann H. Bunker, Flora A. Ukoli, Karen A. Matthews, Andrea M. Kriska, Sara L. Huston, Lewis H. Kuller. Weight Threshold and Blood Pressure in a Lean Black Population. *Hypertension* 1995;26:616-23.
 - 26) Executive summary of third report of the national cholesterol education program (NCEP) expert Panel on detection, evaluation and treatment of high blood Cholestere in dult (ATP III). *JAMA* 2001;285:2486-97.

- 27) A Molarius and JC Seidell. Selection of anthropometric indicators for classification of abdominal fatness—a critical review. *International Journal of Obesity* 1998;22:719-27.
- 28) W-Y Lin, L-T Lee, C-Y Chen, H Lo, H-H Hsia, I-L Liu, R-S Lin, W-Y Shau and K-C Huang. Optimal cut-off values for obesity: using simple anthropometric indices to predict cardiovascular risk factors in Taiwan. *International Journal of Obesity* 2002;26:1232-8.
- 29) Yong-Woon Yun, Min-Ho Shin, Young-Hoon Lee, Jung-Ae Rhee, Jin-Su Choi. Arterial Stiffness is Associated With Diabetic retinopathy in Korean Type 2 Diabetic Patients. *J Prev Med Public Health* 2011;44:260-6.
- 30) Evans WJ. What is sarcopenia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995; 50: 5-8.
- 31) Woo J, Ho SC, Sham A. Longitudinal changes in body mass index and body composition over 3 years and relationship to health outcomes in Hong Kong Chinese age 70 and older. *JAGS* 2001;49:737-46.
- 32) Oreopoulos A, Kalantar-Zadeh K, Sharma AM, Fonarow GC. The obesity paradox in the elderly: potential mechanisms and clinical implications. *Clin Geriatr Med*. 2009;25:643-59.
- 33) Sattar N, McConnachie A, Shaper AG, Blauw GJ, Buckley BM, de Craen AJ, Ford I et al. Can metabolic syndrome usefully predict cardiovascular disease and diabetes? *Lancet* 2008;371:1927-35.
- 34) 日本動脈硬化学会：脂質異常症治療ガイド 2013年版。日本動脈硬化学会 2013。

Association between Simplified Obesity Indices and Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity (baPWV), Systolic Blood Pressure: A 5-year Cohort Study

Manabu HAMANO^{1,2}, Ippei TAKAHASHI¹, Noriyuki OKUBO¹, Daisuke CHIBA¹,
Shizuka KURAUCHI³, Wataru MUNAKATA^{1,4}, Umi KUDO³, Yoshinobu CHIBA⁵,
Naoko NAGAI⁶, Asami KAGAGIRI⁷, Shigeyuki NAKAJI¹

- 1 Department of Social Medicine, Hirosaki University Graduate School of Medicine
- 2 Shibaura Institute of Technology College of Engineering
- 3 Hirosaki University Graduate School of Health Sciences
- 4 National Cancer Center
- 5 NPO Hearts of Gold
- 6 Nursing School, National Defense Medical College
- 7 Kyorin University Faculty of Health Sciences

The present study investigated the relationship between simplified obesity indices [body mass index (BMI), abdominal circumference and body fat percentage] and brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) and systolic blood pressure (SBP) according to age in the Japanese general population. The subjects were 265 adults (102 males and 164 females) who participated in the Iwaki Health Promotion Projects in the years of 2006 and 2011, or 2007 and 2012. Two hundred sixty five subjects were divided into 3 different age groups. The correlation between amount of change of obesity indices and baPWV/SBP were tested using multiple regression analysis. In the youngest age group (20-39 years) and elderly old-age group (60 years old or over), no correlation was seen between obesity indices and baPWV and SBP. In the middle-age group (40-59 years), baPWV was positively correlated with %fat in males, and baPWV and BMI were positively correlated with %fat and SBP was correlated with abdominal circumference in females. In conclusions, body fat percentage may reflect subclinical atherosclerosis in the middle-age group. On the other hand, because no correlation was seen between abdominal circumference and baPWV and SBP, the obesity index may not reflect subclinical atherosclerosis for non-obese subjects in this study.

Key word: baPWV, systolic blood pressure, arteriosclerosis, obesity, abdominal circumference

別刷請求先： 浜野学
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: mhamano@shibaura-it.ac.jp