

《原著》

10 代前半における brachial-ankle pulse wave velocity の変動とその関連因子に関する研究

生島健也^{1,2}、沢田かほり³、倉内静香¹、
徳田糸代⁴、鈴木大輔¹、飯塚浩史⁵、
澄川幸志⁶、村下公一⁷、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 松山大学
- 3 弘前大学大学院医学研究科地域健康増進学講座
- 4 弘前大学大学院医学研究科オラルヘルスケア学講座
- 5 中央福祉医療専門学校
- 6 弘前大学大学院保健学研究科
- 7 弘前大学 COI 研究推進機構

キーワード

1. 動脈硬化
2. baPWV
3. 児童・生徒
4. 肥満
5. 血圧

目的:動脈硬化は小児期に始まるとされるが、詳細は明らかではない。本研究では弘前市岩木地区在住の児童・生徒を対象に、小学校 5 年生から中学校 3 年生までの脈波伝播速度 (baPWV) の挙動を調査し、肥満・運動習慣との関係を検討した。

方法:対象は、2008 年から 2014 年まで岩木健康増進プロジェクト小中学校健康調査で、小学校 5 年生、中学校 1・3 年生の 3 回調査を受けた 253 名 (男子 125 名、女子 128 名) であった。この 3 点で、体脂肪率、血圧、baPWV、運動時間を調査・測定した。

結果:baPWV は血圧とともに、小学 5 年生から中学 3 年生まで男女ともに増加傾向にあったが、特に中学校 1 年生から 3 年生まで (以下、思春期後期) の増加が顕著であった。また、小学校 5 年生から中学校 1 年生まで (以下、思春期前期)、及び思春期後期ともに、baPWV 変化量と血圧 (収縮期・拡張期) 変化量との間に正の相関関係がみられた。また、思春期前期では男女ともに、baPWV 変化量と体脂肪率変化量との間に有意な正の相関がみられたが、思春期後期では、男子では、baPWV 変化量と BMI・体脂肪率変化量との間に有意な正の相関がみられ、女子ではみられなかった。

結論:中学生の生徒では急激な baPWV の上昇がみられ、いずれも肥満との関連性が示唆された。

体力・栄養・免疫学雑誌 第 28 巻 第 3 号 166-173 頁 2018 年

緒言

心血管疾患や脳血管疾患などのいわゆる動脈硬化性疾患は、日本のみならず世界における主要な死因の 1 つである¹⁾。血管性病変やその前兆は、小児期にすでに始まり成人期にかけてゆっくりと進行することが指摘されている^{2,4)}。したがって、小児期における動脈硬化の推移をみることはその後の健康増進・維持そして血管性病変の予防という観点から極めて重要である。

小児期の中でも 10 代前半の肥満が成人期の動脈硬化性疾患の死亡率に影響を与えることが指摘されている^{5,7)}。しかし、これまで子どもの動脈硬化に関する研究は少なかった。2015 年の Aatola らの報告⁸⁾では、9-18 歳の子供を 21 年間追跡し、子供時代の生活習慣、肥満度、血圧などをスコア化した指標と、動脈硬化の

指標である baPWV (brachial-ankle pulse wave velocity) 値との関係をみた。その結果有意な相関関係が観察されたが、この中でも開始時の段階では血圧測定にとどまっている。

この背景には動脈硬化の正確な評価の難しさがある。動脈硬化の評価方法はこれまでにいくつか提示されてきたが、計測あるいは方法に難点があり、容易に臨床応用されてこなかった。その中から baPWV は、計測が非侵襲的で比較的容易であったことから実用化されるに至った⁹⁾。体表面より測定可能な部位 2 点で脈波を検出し、2 点間の距離とその時間差より算出される指標 (距離÷Δ 時間) が baPWV であり、単位は (m/sec) で表される。baPWV は血管弾性能と相関することから、動脈の硬化度を反映する指標として用いられてきた。

一方、動脈硬化の進展には多くの因子が関与してい

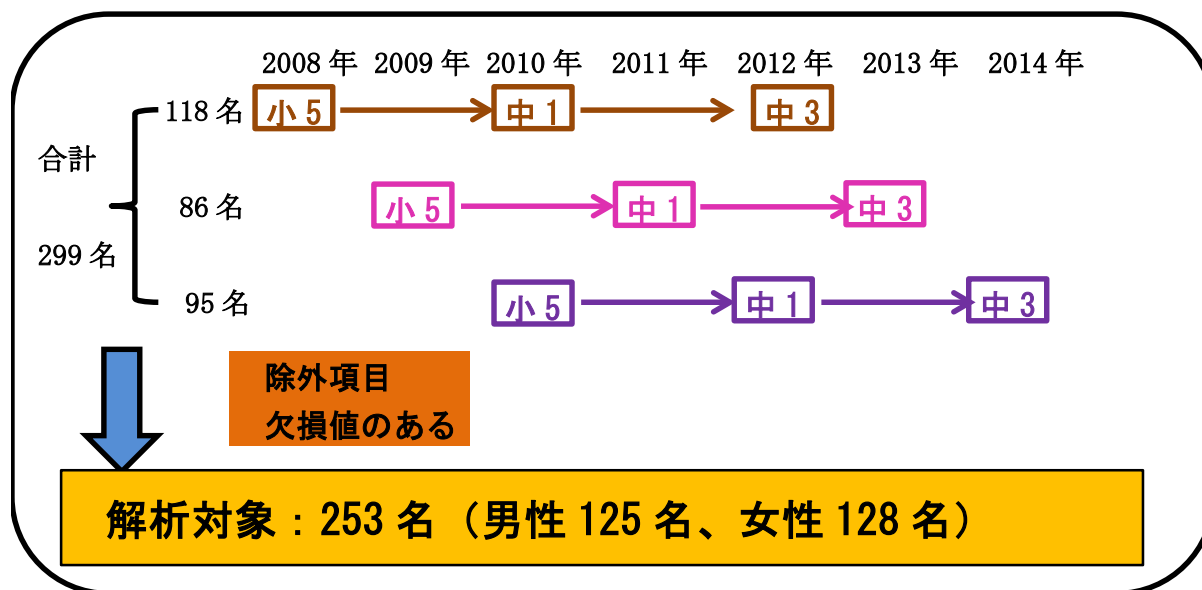


図 1 本研究における対象者の選定方法

と考えられる。特に成長期にある子供では身体的特徴や生活様態など内的要因に大きな変化がみられ、それらが動脈硬化の進展に大きく関与していると考えられる。これらの関係性を明らかにすることで子供時代の動脈硬化の進展を予防し、その対策を構築し、成人後の動脈硬化性疾患の予防につなげることができる。

本研究では弘前市岩木地区在住の学童を対象に、小学校 5 年生から中学校 3 年生までの体格と血圧と baPWV の挙動を調査し、互いの関係性を縦断的に検討した。

対象と方法

1. 対象

対象者は 2008 年から 2014 年まで岩木健康増進プロジェクト小中学校健康調査で、小学校 5 年生、中学校 1 年及び中学校 3 年生の 3 回調査を受け、かつ主要臓器疾患の罹患者および血圧に関する薬物服用者を除いた 253 名 (男子 125 名、女子 128 名) とした。対象者の選定方法を図 1 に示した。また、baPWV の加齢変化に関しては岩木健康増進プロジェクト・プロジェクト健診および小中学校健康調査 (2006 年～2014 年) の 10 歳から 85 歳までの男女の値を用いた。

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、

測定日当日の問診により確認後回収をした。調査項目は、学年、性別、現病歴、既往歴、薬物服用状況および 1 日あたりの運動時間を調査した。

(2) 体格、体組成

身長、体重を計測し、BMI (Body Mass Index : kg/m^2) を算出した。体脂肪率は 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。

(3) 脈波伝播速度 (baPWV : brachial-ankle pulse wave velocity)

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¹⁰⁾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た。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た。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た。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

表 1 対象者の特徴
男子 (125 名)

	小学 5 年時			中学 1 年時			中学 3 年時		
身長(cm)	142.2	±	7.2	157.1	±	8.5	166.9	±	6.4
体重(kg)	36.7	±	9.3	46.4	±	9.9	55.9	±	9.9
BMI(kg/m ²)	18.0	±	3.5	18.7	±	2.9	20.0	±	3.0
体脂肪率(%)	16.9	±	11.0	15.4	±	8.2	16.9	±	6.7
運動時間(時間/日)	1.1	±	1.0	2.0	±	0.9	1.5	±	1.1
収縮期血圧(mmHg)	103.4	±	8.6	108.1	±	8.7	114.4	±	10.4
拡張期血圧(mmHg)	54.7	±	5.8	56.7	±	5.7	59.4	±	6.8
baPWV(cm/sec)	895.9	±	105.7	897.6	±	105.1	958.6	±	123.0

女子 (128 名)

	小学 5 年時			中学 1 年時			中学 3 年時		
身長(cm)	145.2	±	6.2	154.9	±	5.2	157.9	±	5.2
体重(kg)	39.0	±	9.6	47.5	±	8.7	52.4	±	9.2
BMI(kg/m ²)	18.4	±	3.6	19.7	±	3.2	21.0	±	3.4
体脂肪率(%)	21.3	±	8.8	26.1	±	8.1	30.2	±	7.3
運動時間(時間/日)	0.8	±	1.3	1.0	±	1.3	0.6	±	1.0
収縮期血圧(mmHg)	106.3	±	9.8	107.5	±	8.1	109.2	±	8.5
拡張期血圧(mmHg)	56.7	±	5.6	57.4	±	5.3	59.5	±	5.9
baPWV(cm/sec)	878.0	±	83.8	896.6	±	88.5	934.2	±	91.1

平均値±標準偏差、対応のある t 検定

* : p<0.05, ** : p<0.01(小学 5 年時との比較)

† : p<0.05, †† : p<0.01(中学 1 年時との比較)

節までの距離は「 $La = 0.8129 \times \text{身長(cm)} + 12.328$ 」から算出した。baPWV は安静時の「 $baPWV = (La - Lb) / \Delta Tba$ 」により算出した。測定は仕切られたスペース内で実施され、心拍数の安定を確認してから開始し、被験者の心理的影響について十分に配慮された。収縮期血圧および拡張期血圧は baPWV 測定で得られた上腕血圧の値を用いた。baPWV は左右の平均値を、血圧は右腕の値を解析に用いた。

3. 統計・解析

小学校 5 年生から中学校 3 年生までの baPWV およびその関連因子の関係について、縦断的に解析した。まず、身長、体重、BMI、体脂肪率、運動時間、収縮期血圧、拡張期血圧、baPWV を小学校 5 年生と中学校 1 年生 (以下、思春期前期) で、さらに中学校 1 年生と中学校 3 年生 (以下、思春期後期) で比較した。解析には対応のある t 検定を用いた。

次に、思春期前期及び思春期後期の baPWV 変化量と関連因子の変化量の相関を重回帰分析で検討した。この場合の調整項目は、開始時の baPWV、収縮期血圧、拡張期血圧、運動時間、BMI とした。

また、年齢階級別の年間の baPWV の変化量と変化率について、横断的に解析した。変化量は、各年代の最大年齢 (20 代であれば 29 歳) の値から最少年齢 (20 代であれば 20 歳) の値を減じた値を 9 で除して算出

した。さらに年間の変化率は前述の通り算出した変化量を最少年齢の値で除して算出した。

統計学的解析は SPSS12.0 を利用し、P<0.05 で有意差ありとした。

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、匿名性の確保およびデータの管理方法について文書にて本人および保護者に説明した。その上で、本人と保護者に研究協力の承諾を文書で得た。岩木健康増進プロジェクト小中学生健康調査は、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 (表 1)

baPWV は男子の思春期前期でほぼ変化はみられなかった (平均値で 1.7cm/sec の増加) が、思春期後期では平均値で 61.0cm/sec の有意な増加がみられた (P<0.01)。一方、女子では、思春期前期で、18.7cm/sec (9.3cm/sec/年) の有意な増加 (P<0.05)、思春後期で、37.6cm/sec (18.8cm/sec/年) の有意な増加がみられた (P<0.01)。以上より、思春期後期の増加が、思春期前期の増加より大きかったが、その傾向は男子でやや顕著であった。

表 2-1 年齢階級別にみた baPWV の年間の変化量と変化率

	男性		女性	
	変化量 (cm/sec)	変化率 (%)	変化量 (cm/sec)	変化率 (%)
20-29 歳	13.0	1.15	11.4	1.16
30-39 歳	8.4	0.68	13.3	1.25
40-49 歳	7.5	0.58	10.2	0.86
50-59 歳	20.1	1.42	28.7	2.23
60-69 歳	26.2	1.63	19.8	1.29
70-79 歳	16.1	0.85	34.8	2.01
80-85 歳	41.7	2.04	16.5	0.8

岩木健康増進プロジェクト・プロジェクト健診 (2006 年～2014 年) のデータより横断的に解析

表 2-2 思春期前・後期の baPWV の年間の変化量と変化率

	男性		女性	
	変化量 (cm/sec)	変化率 (%)	変化量 (cm/sec)	変化率 (%)
小学校 5 年→中学校 1 年	0.8	0.0	9.3	1.06
中学校 1 年→中学校 3 年	30.5	3.4	18.8	2.1

岩木健康増進プロジェクト小中学校健康調査 2006 年～2014 年) のデータより横断的に解析

一方、血圧 (収縮期・拡張期) の経年変化は全期間にわたって男子はコンスタントであった (各々 $P<0.01$)。女子では、思春期後期で有意な差が見られた ($P<0.01$)。

また、体脂肪率は、男子では、思春期前期でいったん有意に低下したが ($P<0.01$)、その後思春期後期では有意に増加していた ($P<0.01$)。一方、女子では全期間にわたりコンスタントに増加していた ($P<0.01$)。BMI は男女とも全期間にわたりコンスタントに増加していた (各々 $P<0.01$)。

②思春期後期の変化 (表 4)

男女ともに、baPWV 変化量と血圧 (収縮期・拡張期) 変化量との間に有意な正の相関関係がみられた (各々 $P<0.01$)。男子では、baPWV 変化量と BMI 変化量、体脂肪率変化量との間に有意な正の相関がみられたが (順に $P<0.05$ 、 $P<0.01$)、女子ではその傾向はみられなかった。

考察

小児期の baPWV 値がいわゆる動脈硬化の病態をどれだけ正確に反映しているかについては疑問も多い。成人では、加齢により大動脈壁中膜のエラスチン減少、コラーゲン増加などにより血管弾性が低下するため、baPWV は上昇するとされる¹¹⁾。このような動脈硬化性変化は 10 代から始まるといわれており¹²⁾、小児期の年齢に伴う PWV 上昇の一機序には、成長に伴う生理的な血管壁性状の変化が考慮に入れられる。加えて、肥満は動脈硬化性疾患のリスク⁵⁻⁷⁾であるが、思春期の児童においては、成長による身長や体重の個人差や、二次性徴による性差も考慮しなければならない¹³⁾。これら小児期の特性をふまえて baPWV を評価する必要があるが、現状ではそれを明らかにする科学的エビデンスはない。本論文では、成人の動脈硬化につながる一連の病態を表すものとして baPWV を測定した。

本対象において、男子では学年が上がる毎に、身長が伸びると同時に体重と BMI が増加したが、体脂肪率

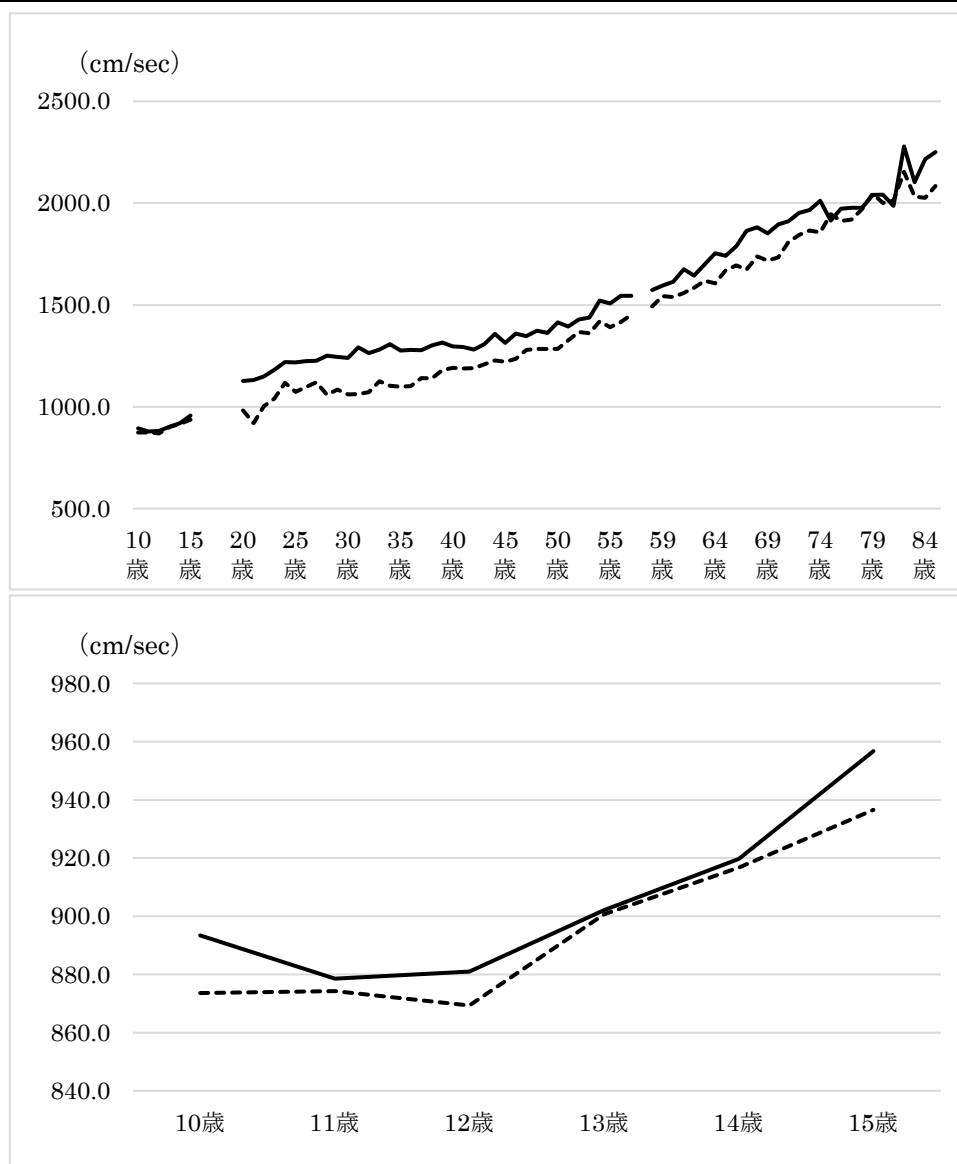
2. baPWV の年間の変化量と変化率 (表 2、図 2)

思春期後期の経年変化 (男子 30.5cm/sec/年、女子 18.8cm/sec/年) と率 (男子 3.4%、女子 2.1%) は、男女ともに 50 歳以降の年間変化率に匹敵あるいは近似するものであったが、特に男子のそれらは 50 歳以降の値をも上回る傾向にあった。思春期前期の変化 (男子 0.8cm/sec/年、女子 9.3cm/sec/年) は、思春期後期の変化に比べて小さかった。

3. baPWV の変化量と血圧 (収縮期・拡張期)、運動習慣、肥満度 (BMI、体脂肪率) の変化量の関係 (表 3,4)

①思春期前期の変化 (表 3)

男女ともに、baPWV 変化量と血圧 (収縮期・拡張期) 変化量との間に有意な正の相関関係がみられた (各々 $P<0.01$)。また、男女ともに、baPWV 変化量と体脂肪率変化量との間に有意な正の相関がみられた (男子 $P<0.05$ 、女子 $P<0.01$)。



岩木健康増進プロジェクト・プロジェクト健診および小中学校健康調査 (2006 年～2014 年) のデータより横断的に解析

図 2 baPWV (平均値) の加齢による変化

にはほとんど変化がみられなかった。一方、女子では学年が上がる毎に、身長が伸びると同時に体重、BMI、体脂肪率が増加していた。すなわち、この時期の男子の体重、体格の増大は筋肉量の増加により、女子では筋肉だけでなく脂肪の増加も伴っていた。思春期には性ホルモンおよび成長ホルモンの分泌が増加し、成長加速がみとめられる¹⁴⁾。男児では 11 歳前後、女児では 9 歳前後から成長加速に入り、成長率のピークは男児で 13 歳、女児で 11～12 歳と考えられている¹⁴⁾。したがって、男女とも成長ホルモンの分泌増加によって成長期特有の身長と筋肉量の増加が引き起こされ、さらに女子ではエストロゲンの分泌増加によって体脂肪の増加が引き起こされたと考えられた¹⁵⁾。

血圧および baPWV の結果をみると、急速な発育の

時期である児童生徒の値はやはり急激な変化を伴うものであった。また、全期間を前半と後半に区切った場合、男女とも思春期後期の変化が思春期前期より大きかったが、特に男子ではその変化のほとんどが思春期後期であった。

前述のように、この期間は思春期の真ただ中にあり、急激な身体発育の時期にもあたる^{14,15)}。したがって、身体成長とともに、循環血流量の増大による収縮期血圧の上昇^{16,17)}や生理的な血管壁性状の変化¹²⁾が起こり、これが baPWV の増加を引き起こしたと考えられた。また、男子では調査期間の後半に、女子では前半に成長率のピークがある¹⁴⁾ことから、男子では期間の後半から、女子では期間の前半から成長の影響がみられたと考えられた。

表 3 baPWV 変化量と関連因子の変化量との関係 (小学校 5 年生から中学校 1 年生 (思春期前期))

男子	独立変数	β	P	R ²
	収縮期血圧変化量	0.548	<0.001	0.529
	拡張期血圧変化量	0.499	<0.001	0.465
	運動時間変化量	0.038	0.722	0.292
	BMI 変化量	0.124	0.187	0.302
	体脂肪率変化量	0.235	0.023	0.322
女子	独立変数	β	P	R ²
	収縮期血圧変化量	0.527	<0.001	0.403
	拡張期血圧変化量	0.433	<0.001	0.363
	運動時間変化量	-0.029	0.755	0.235
	BMI 変化量	0.088	0.338	0.240
	体脂肪率変化量	0.296	<0.001	0.301

重回帰分析

調整項目：開始時の baPWV、収縮期血圧、拡張期血圧、運動時間、BMI

表 4 baPWV 変化量と関連因子の変化量との関係 (中学校 1 年生から中学校 3 年生 (思春期後期))

男子	独立変数	β	P	R ²
	収縮期血圧変化量	0.654	<0.001	0.527
	拡張期血圧変化量	0.695	<0.001	0.486
	運動時間変化量	0.104	0.280	0.197
	BMI 変化量	0.223	0.015	0.229
	体脂肪率変化量	0.368	<0.001	0.265
女子	独立変数	β	P	R ²
	収縮期血圧変化量	0.464	<0.001	0.381
	拡張期血圧変化量	0.382	<0.001	0.319
	運動時間変化量	0.156	0.124	0.226
	BMI 変化量	-0.048	0.577	0.213
	体脂肪率変化量	-0.005	0.955	0.211

重回帰分析

調整項目：開始時の baPWV、収縮期血圧、拡張期血圧、運動時間、BMI

baPWV 変化量と血圧 (収縮期、拡張期) 変化量の間に高い正の相関関係がみられ、先行研究が指摘するように、互いの因果関係と背景因子の類似性が示唆された¹⁸⁾。また、baPWV 変化量と BMI および体脂肪率変化量との相関をみたところ、男女ともに思春期前期では、体脂肪率がリスクファクターであった。一方、思春期後期では、男子で、BMI および体脂肪率との間に正の相関関係がみられたが、女子ではみられなかった。

baPWV 上昇への体脂肪増加の関与についてはいくつかのメカニズムが考えられる。1 つは、体脂肪量の増加がアディポネクチンの低下を介して血管弾性に影響を及ぼすことが報告されている¹⁹⁾。他に、体脂肪量の増加による身体の体積の増加が循環血流量の増大を引き起こし、これが収縮期血圧の上昇を促して¹⁶⁾、血管内皮細胞の機能障害や傷害により血管弾性に影響を及ぼす¹⁷⁾ことが考えられる。一方、思春期後期の女子では体脂肪と baPWV との関連がみられなかった。これは、思春期特有の脂肪増加様態の性差によるものと考えられた。すなわち、この時期の男子における脂肪

増加は“肥満”としての意味合いが強く、動脈硬化の危険因子となるのに対し、女子では“生理的な脂肪蓄積”が起こる時期であるために、体脂肪と baPWV との関連が弱まるとする報告がある¹³⁾。また、二次性徴は性ホルモンの上昇により出現するが、男性ホルモン (テストステロン) は交感神経系を亢進させ血圧上昇に働くのに対し、女性ホルモン (エストロゲン) は抑制的に働くことが知られている²⁰⁾。したがって、思春期後期の女子では、生理的な脂肪増加が起こる一方で、性ホルモン作用により baPWV の上昇が抑制され、体脂肪による動脈硬化促進作用が表出しにくいと考えられた。

本研究において、運動習慣は運動時間のみであったが、運動は各種サイトカイン、肥満度を介して血圧に影響を及ぼすことが知られており²¹⁾、当然 baPWV にも影響を及ぼしうると考えられる。また、肥満や脂質代謝には食習慣との関係性が考えられるが、その部分が本研究のリミテーションであり、この年代による詳細な関係性は今後の研究にゆだねたい。

思春期前後の児童の動脈硬化危険因子と baPWV との関連について、そのメカニズムはまだあまり研究されていないが、この時期の体脂肪増加や血圧値はすでに baPWV にみる動脈の硬化度に影響していることが示唆された。

謝辞

本論文の作成に当り、本研究の趣旨を理解し快く協力していただいた岩木健康増進プロジェクト・プロジェクト健診参加者と関係者の皆様に心から感謝いたします。

利益相反

弘前大学臨床研究利益相反マネジメント委員会に届け出ており、著者の COI (Conflict of Interest) 開示は、本論文において申告はない。

(受稿 2017/12/1 受理 2017/12/28)

参考文献

- Global Burden of Disease Study 2013 Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2015;386:743-800.
- McGill HC Jr, McMahan CA, Herderick EE, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP: Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr* 2000;72:1307-15.
- Woo KS, Chook P, Yu CW, Sung RY, Qiao M, Leung SS, Lam CW et al: Overweight in children is associated with arterial endothelial dysfunction and intima-media thickening. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:852-7.
- Whincup PH, Gilg JA, Donald AE, Katterhorn M, Oliver C, Cook DG, Deanfield JE et al: Arterial distensibility in adolescents: the influence of adiposity, the metabolic syndrome, and classic risk factors. *Circulation* 2005;112:1789-97.
- Must A, Jacques PF, Dallal GE, Bajema CJ, Dietz WH: Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *N Engl J Med* 1992;327:1350-5.
- Dipietro L, Mossberg H-O, Stunkard AJ: A 40-year history of overweight children in Stockholm: life-time overweight, morbidity and mortality. *Int J Obesity* 1994;18:585-90.
- Baker JL, Olsen LW, Sørensen TI: Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *Engl J Med* 2007;357:2329-37.
- Aatola H, Hutri-Kähönen N, Juonala M, Laitinen TT, Pakkala K, Mikkilä V, Telama R et al: Prospective relationship of change in ideal cardiovascular health status and arterial stiffness: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *J Am Heart Assoc* 2014;3:e000532.
- Tomiyama H, Yamashina A: Non-invasive vascular function tests: their pathophysiological background and clinical application. *Circ J* 2010;74:24-33.
- 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.
- Schlatmann TJ, Becker AE: Histologic changes in the normal aging aorta: implications for dissecting aortic aneurysm. *Am J Cardiol* 1977;39:13-20.
- Tanaka K, Masuda J, Imamura T, Sueishi K, Nakashima T, Sakurai I, Shozawa T et al: A nation-wide study of atherosclerosis in infants, children and young adults in Japan. *Atherosclerosis* 1988;72:143-56.
- 岡田知雄, 佐藤良行, 岩田京子, 岩田富士彦, 原光彦, 金英哲, 瀧上佐智子 他: 健常小児における体脂肪分布と動脈硬化危険因子との関連についての研究. *動脈硬化* 1994;21:563-6.
- 堀川玲子: 思春期発達の評価. *小児科診療* 2002;65:735-42.
- Loomba-Albrecht LA, Styne DM: Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2009;16:10-5.
- 市原淳弘: 肥満を合併する高血圧. *医学のあゆみ* 2017;260:387-90.
- 今泉悠希, 苅尾七臣: 高血圧 - 血圧と動脈硬化にはどのような関連があるのか -. *日本臨床* 2017;75:51-7.
- Niboshi A, Hamaoka K, Sakata K, Inoue F: Characteristics of brachial-ankle pulse wave velocity in Japanese children. *Eur J Pediatrics* 2006;165:625-9.
- Matsuda M, Shimomura I: Roles of adiponectin and oxidative stress in Obesity-associated metabolic and cardiovascular diseases. *Rev Endocr Metab Disord* 2014;15:1-10.
- Reckelhoff JF: Sex steroids, cardiovascular disease, and hypertension: unanswered questions and some speculations. *Hypertension* 2005;45:170-4.
- Moraes-Silva IC, Mostarda CT, Silva-Filho AC, Irigoyen MC: Hypertension and Exercise Training: Evidence from Clinical Studies. *Adv Exp Med Biol* 2017;1000:65-84.

Fluctuation of Brachial–Ankle Pulse Wave Velocity and Related Factors in Early Teens

Tatsuya IKUSHIMA^{1,2}, Kaori SAWADA³, Shizuka KURAUCHI¹, Itoyo TOKUDA⁴, Daisuke SUZUKI¹, Hiroshi IIZUKA⁵,
Koshi SUMIGAWA⁶, Koichi MURASHITA⁷, Shigeyuki NAKAJI¹

- 1 Department of Social Medicine, Hirosaki University Graduate School of Medicine
- 2 Matsuyama University
- 3 Department of Community Health Promotion, Hirosaki University Graduate
- 4 Department of Oral Health Care, Hirosaki University Graduate School of Medicine
- 5 Chuo College of Social Work
- 6 Hirosaki University Graduate School of Health Science
- 7 COI Research Initiatives Organization, Hirosaki University

We investigated the changes in brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) from fifth grader in elementary school (10-11 years old) to junior high school third grader (14-15 years old) in Hirosaki city, Japan, and examined its relationship with obesity/exercise habits. Subjects were 253 children (125 boys and 128 girls) who had participated in an investigation between 2008 and 2014 at ages of 10-11 years old (1st investigation), 12-13 years old (2nd investigation) and 14-15 years old (3rd investigation). At each investigation point, their body fat percentage, blood pressure, baPWV and exercise habit were measured. As a result, the increase in baPWV from 12-13 years old to 14-15 years old was larger than that from 10-11 years old to 12-13 years old. In addition, there was a positive correlation between baPWV change and blood pressure (systolic / diastolic blood pressure) changes among all groups. There was also a significant positive correlation between baPWV change and body fat percentage change in both sexes between 10-11 years old to 12-13 years old. There was a significant positive correlation between baPWV change and BMI / body fat percentage change in boys between 12-13 years old to 14-15 years old, whereas it was not observed in girls. In conclusion, there was a sharp rise in baPWV from 12-13 years old to 14-15 years old in both sexes, which suggested to be associated with obesity in boys.

Keywords; arteriosclerosis, baPWV, child • student, obesity, blood pressure

別刷請求先：沢田かほり
弘前大学大学院医学研究科社会医学講座
〒036-8562 青森県弘前市在府町 5
Tel : 0172-39-5041, Fax : 0172-39-5038
E-mail : iwane@hirosaki-u.ac.jp