

『就実教育実践研究』第11巻 抜刷  
就実教育実践研究センター 2018年3月31日 発行

# 二次性徴中の女子における月経の有無が 動脈スティフネスに及ぼす影響

**Influence of menstruation on arterial stiffness  
in the secondary sexual characteristic girl**

松本 希・吉岡 哲・高原皓全・野瀬由佳  
斎藤辰哉・山口英峰・家光素行・高橋康輝  
飯田智行・宮地元彦・小野寺 昇

## 二次性徴中の女子における月経の有無が 動脈スティフネスに及ぼす影響

松本希（幼児教育学科），吉岡哲（岡山大学），高原皓全（吉備国際大学），  
野瀬由佳（安田女子大学），斎藤辰哉（川崎医療福祉大学），山口英峰（吉備国際大学），  
家光素行（立命館大学），高橋康輝（東京有明医療大学），飯田智行（初等教育学科），  
宮地元彦（国立健康・栄養研究所），小野寺昇（川崎医療福祉大学）

### Influence of menstruation on arterial stiffness in the secondary sexual characteristic girl

Nozomi MATSUMOTO (Department of Preschool Education),  
Akira YOSHIOKA (Okayama University),  
Terumasa TAKAHARA (Kibi International University),  
Yuka NOSE (Yasuda Women's University),  
Tatsuya SAITO (Kawasaki University of Medical Welfare),  
Hidetaka YAMAGUCHI (Kibi International University),  
Motoyuki IEMITSU (Ritsumeikan University),  
Kouki TAKAHASHI (Ariake University of Medical and Health Science),  
Tomoyuki IIDA (Department of Elementary Education),  
Motohiko MIYACHI (National Institute of Health and Nutrition),  
Sho ONODERA (Kawasaki University of Medical Welfare)

#### 抄録

加齢に伴い、動脈スティフネス（動脈硬化度, baPWV）は増加するが、女性の動脈スティフネスは閉経を迎える頃まで、男性より低値を示し、閉経後は男性とほとんど変わらない値を示す。この性差は、女性ホルモンであるエストロゲンの血管拡張作用から説明される。そこでエストロゲンの分泌が増加する二次性徴中の女子を対象に、月経の有無及び初潮からの経過年数がbaPWVに及ぼす影響を調べた。その結果、月経有群の年齢、身長、体重、体脂肪率は、月経無群と比較して有意に高値を示したがbaPWVは差を示さなかった。初潮からの経過年数による比較では、年数が増えるごとに年齢、体重、体脂肪率は有意に高値を示した。baPWVは、月経無群と比較して、4年目・5年目で高値を示したが、これは加齢の影響と考える。二次性徴中の女子において、月経の有無及び初潮からの経過年数が動脈スティフネスに影響を及ぼす可能性は低いことが示唆された。

キーワード 動脈スティフネス, 二次性徴, 月経, 初潮, 小中学生

## I, 緒言

動脈硬化度の指標である動脈スティフネスは、加齢や生活習慣病の進行に伴い増加する<sup>9) 14) 15) 18)</sup>。加齢に起因する頸動脈や大動脈などの中心動脈スティフネスの増加は、収縮期血圧の上昇や脈圧の増大の原因になり、疫学調査では、動脈スティフネスの高値は、虚血性心疾患や脳血管疾患の独立した危険因子であることを示している<sup>4) 11)</sup>。本邦において、高齢社会にある国民の動脈スティフネスの増加を予防あるいは改善することは、健康寿命の延伸につながる課題である。そのため、成人の動脈スティフネスに関する研究報告は多い。一方で、子どもの動脈スティフネスに関する研究報告は少ない。なぜなら、動脈スティフネスに起因する生活習慣病は、成人期以降になって起こるものと認識されていたからである。

女性の動脈スティフネスは、閉経を迎える50歳代まで、男性より低値を示すが、その後は男女間の差は無くなると報告されている<sup>15)</sup>。加えて、女性では、閉経後に動脈スティフネスの増加が促進するとの報告もある<sup>13)</sup>。この動脈スティフネスの性差は、エストロゲンの血管拡張作用から説明される<sup>5) 8) 15)</sup>。エストロゲンは、血管内皮細胞から産生される血管拡張物質の一つである一酸化窒素 (nitric oxide: NO) の産生の促進や内皮型一酸化窒素合成酵素の遺伝子発現を増大させることが報告されており、血管拡張の促進に関係している。

女性の成長の過程で、最も大きい変化は、初潮（月経周期）を迎えることである。月経の開始は、妊孕性の獲得を示す。日本人の女子は9～11歳で二次性徴が発現し、平均初潮年齢は12歳頃である<sup>2)</sup>。初潮を迎える前から乳房及び女性器の発育、陰毛の発生が始まり、初潮を迎えて女子の二次性徴はほぼ終焉となる。初潮は卵巣からの女性ホルモンの分泌量と関連性が深い。女性ホルモンであるエストロゲンの分泌は7～8歳頃から少しずつ増え始め、10歳頃から分泌量の増加具合が大きくなり、その後、初潮を迎え、20歳頃まで緩やかに増加し続ける。若年女性（19～24歳）を対象に、月経周期に伴うエストロゲンの増減によって動脈スティフネスは変化するとの報告がある<sup>10)</sup>。しかしながら、子どもや若年者を対象とした研究報告は少なく、明確ではない。そこで本研究では、エストロゲン分泌量の増加に関係する初潮に着目して、月経の有無及び初潮からの経過年数が動脈スティフネスに及ぼす影響を評価した。

## II, 目的

二次性徴中である小学校6年生及び中学生の女子を対象に、月経の有無及び初潮からの経過年数が動脈スティフネスに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

### Ⅲ、対象者と方法

#### 1、対象者

〇県下の小・中学校に在学する小学校6年生から中学校3年生の女子児童・生徒213名を対象とした。学校長、対象者及びその保護者には、ヘルシンキ宣言の趣旨に沿って研究内容及び方法、倫理的配慮、期待される効果を口頭及び書面にて説明し、同意を得た。全ての測定及び調査は、児童・生徒の意志を尊重して実施した。本研究の倫理性については、川崎医療福祉大学倫理委員会の承認（承認番号181）を得て実施した。

#### 2、測定及び調査の流れと対象者の分類方法

対象者は、身長及び体重・体脂肪率の測定を行ったのち、仰臥位にて動脈スティフネス及び血圧の測定を行った。その後、任意で月経の有無と初潮を迎えた年度を聞き取り調査した。測定及び聞き取り調査は全て女性のスタッフが行った。月経の有無から、月経有群（n=178）と月経無群（n=35）に群分けを行い、baPWV、血圧、身長、体重、体脂肪率を比較した。

加えて、月経有群を、過去1年以内に初潮を迎えた者を「1年（n=30）」、過去2年以内に初潮を迎えた者を「2年（n=42）」、過去3年以内を「3年（n=37）」、過去4年以内を「4年（n=33）」、過去5年以内を「5年（n=15）」に分類することができた。初潮を迎えてからの経過年数とbaPWV、血圧、身長、体重、体脂肪率を比較した。

#### 3、測定項目

##### 1）動脈スティフネス、血圧

動脈スティフネスは、上腕足首間脈波伝播速度（brachial-ankle Pulse Wave Velocity: baPWV）を指標として、血圧脈波検査装置（formPWV/ABI: フクダコーリン株式会社）を用いて仰臥位安静時の両上腕及び両足首の収縮期血圧（Systolic Blood Pressure: SBP）、拡張期血圧（Diastolic Blood Pressure: DBP）を同時に測定した。baPWVは、左右の上腕と足首にセンサー付きカフを取り付けることで、非侵襲的に全身性の動脈スティフネスを評価することができる<sup>3)</sup>。カフ内の容積脈波から両上腕と両足首の脈波を獲得でき、これらの脈波から立ち上がりの時間の差（ $\Delta T$ ）を測定し、身長から求めた大動脈弁口から足首までの長さ（La）、大動脈弁口から上腕までの長さ（Lb）を求め、「 $baPWV = (La - Lb) / \Delta T$ 」の式からbaPWVを算出している<sup>17)</sup>。測定時には、仰臥位にてセンサー付きカフを両上腕と両足首に装着し、安定した心拍応答を確認した後に測定を行った。本法によるbaPWV測定の再現性テストによる推定標準誤差は $\pm 3\%$ であった。

##### 2）身長・体重・体脂肪率

身長は、各学校にある身長計を用いて測定を行った。体重及び体脂肪率の測定は、体脂肪計付きヘルスメーター（BF564: TANITA）を使用した。体脂肪率の評価方法はインピー

ダンス法を用いた。

### 3. 統計処理

統計処理は、統計ソフト Macintosh 版 Stat-view-J5.0 を用いて行った。各測定値は平均値±標準偏差で示した。月経の有無から各測定項目の比較にはT検定（対応無し）を用いた。初潮を迎えてからの年数と各測定項目の比較には、一元配置分散分析を行い、有意差がみられた場合には、多重比較検定（post-hoc.test）の Tukey-Kramer法を用いた。統計学的な有意水準（p）は5%未満とした。

## IV, 結果

月経の有無からみた対象者の身体特性の比較を表1に示した。月経有群の拡張期血圧、年齢、身長、体重、体脂肪率は、月経無群と比較して有意に高値を示した（ $p<0.05$ ）。しかしながら、baPWV、収縮期血圧は有意な差を示さなかった。

表1 月経の有無による身体特性の比較

	月経無群	月経有群
人数（人）	35	178
年齢（歳）	12.7 ± 1.0	13.6 ± 0.9*
身長（cm）	149.8 ± 6.7	155.4 ± 5.0*
体重（kg）	42.7 ± 6.9	50.4 ± 6.7*
体脂肪率（%）	23.7 ± 2.3	28.4 ± 4.7*
収縮期血圧（mmHg）	109 ± 9	113 ± 9
拡張期血圧（mmHg）	57 ± 6	61 ± 7*
baPWV（cm/s）	966 ± 169	1011 ± 122

平均値±標準偏差, \* $p<0.05$  月経無群 vs 月経有群

初潮を迎えてからの経過年数との比較を図1に示した。年数が増えるごとに年齢、体重、体脂肪率は有意に高値を示した（ $p<0.05$ ）。baPWVは、月経無群より初潮を迎えてから「4年」「5年」の群が有意に高値を示した（ $p<0.05$ ）。収縮期血圧は月経無群より初潮を迎えてから「5年」の群が有意に高値を示した（ $p<0.05$ ）。拡張期血圧は、初潮を迎えてから「5年」の群がその他の群より有意に高値を示した。

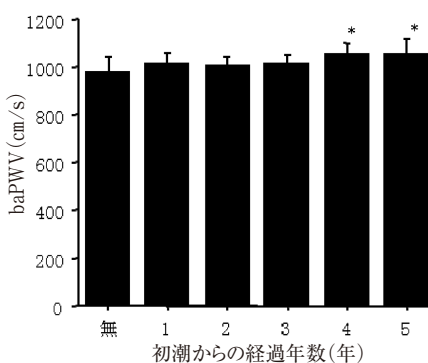
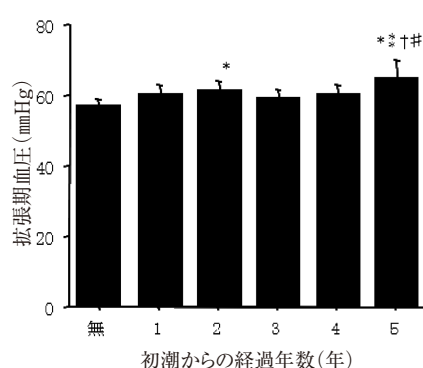
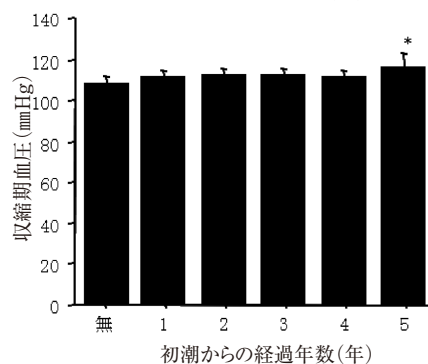
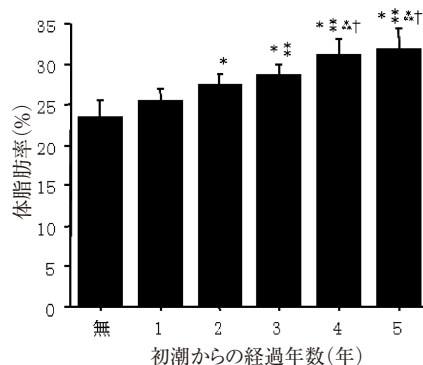
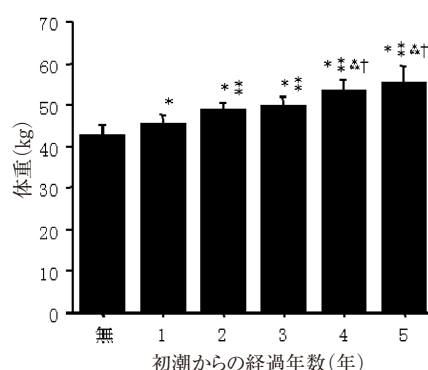
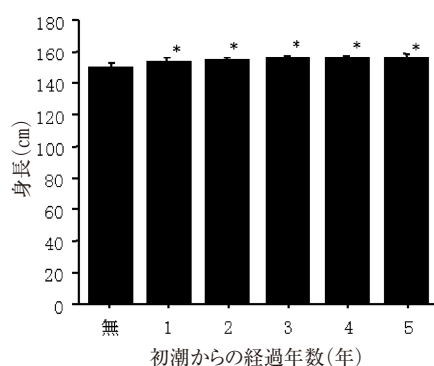
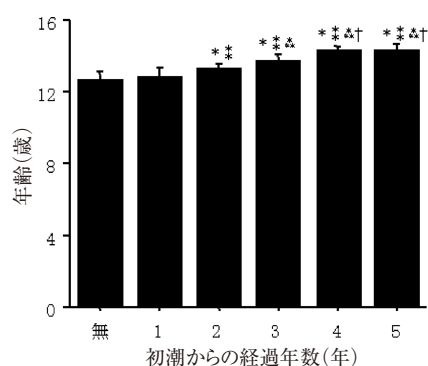


図1. 初潮からの経過年数と年齢, 身長, 体重, 体脂肪率, 血圧, baPWVの比較

\*p<0.05 無 vs 1年, 2年, 3年, 4年, 5年

\*p<0.05 1年 vs 2年, 3年, 4年, 5年

\*\*p<0.05 2年 vs 3年, 4年, 5年

†p<0.05 3年 vs 4年, 5年

#p<0.05 4年 vs 5年

表2 学年別にみた月経の有無による身体特性の比較

	小学校 6 年生		中学校 1 年生		中学校 2 年生	
	月経無群	月経有群	月経無群	月経有群	月経無群	月経有群
人数 (人)	12	11	7	39	14	81
年齢 (歳)	11.5 ± 0.5	11.7 ± 0.5	12.6 ± 0.5	12.8 ± 0.4	13.4 ± 0.5	13.7 ± 0.4*
身長 (cm)	143.8 ± 7.6	152.1 ± 7.2*	151.3 ± 6.7	153.4 ± 4.3	153.1 ± 2.6	156.3 ± 4.0*
体重 (kg)	36.1 ± 4.3	46.0 ± 6.5*	43.0 ± 5.6	47.8 ± 6.4	46.5 ± 6.1	50.9 ± 6.2*
体脂肪率 (%)	21.0 ± 1.6	27.2 ± 3.4*	24.8 ± 2.1	26.7 ± 4.5	24.8 ± 7.3	28.3 ± 4.6*
収縮期血圧 (mmHg)	110 ± 11	116 ± 9	108 ± 5	113 ± 11	111 ± 9	112 ± 10
拡張期血圧 (mmHg)	58 ± 6	63 ± 5*	57 ± 4	61 ± 8	57 ± 6	61 ± 7
baPWV (cm/s)	983 ± 120	982 ± 120	1081 ± 98	1026 ± 107	996 ± 184	993 ± 127

平均値 ± 標準偏差 \*p<0.05 月経無群 vs 月経有群

## V. 考察

WHO の定義 (1970) によれば、思春期とは、身体的には二次性徴の出現から性成熟までの段階をいい、年齢的には 8～9 歳頃から 17～18 歳頃までを指している。二次性徴とは、性ホルモン作用の差によって生じる性器以外の男女それぞれの特徴を指す。女子の場合、乳房発育→陰毛→身長増加→初潮の順に起こるとされている<sup>2)</sup>。本研究では、月経の有無が baPWV や身体的特徴に及ぼす影響を比較した。月経有群は、月経無群と比較して、年齢、身長、体重が有意に高値を示し、月経無群の身体が発育が十分でないことを示した。小学校 6 年生から中学校 3 年生までの各学年の初潮経験者の割合は、小学 6 年生 52.5%、中学 1 年生 84.4%、中学 2 年生 85.1%、中学 3 年生 94.0% と推移していた。月経無群には、小学 6 年生が多く含まれていることから、学年ごとに月経の有無が身体的特徴に及ぼす影響を比較した (表 2)。小学 6 年生では、月経有群の身長、体重、体脂肪率、拡張期血圧が、月経無群と比較して有意に高値を示した ( $p<0.05$ )。中学 1 年生は、全ての項目に有意な差を認めなかった。中学 2 年生では、月経有群の年齢及び身長、体重が有意に高値を示した ( $p<0.05$ )。中学 3 年生は月経無群が 2 名であったので比較をしなかった。小学校 6 年生と中学校 2 年生の結果から、学年間内での比較であっても、月経無群の身長及び体重が低値を示すことから、身体発育が十分でないことを裏付ける結果となった。中学 1 年生で両群に差を示さなかった要因として、月経無群の対象者が 7 名と少なかったことが考えられる。しかしながら、全対象者での月経の有無のみならず、各学年間においても月経の有無は、baPWV に差を示さなかったことから、月経の有無が baPWV に影響を及ぼす可能性は低いことが示唆された。

対象者に初潮を迎えた年度を聞き取り調査し、初潮を迎えてからの経過年数と身体的特徴を比較した。年齢、体重、体脂肪率は年数が上がるごとに有意に高値を示した。本邦の



初潮年齢は12歳頃である。本調査の対象者は13歳～15歳の中学生を多く含むため、初潮を迎えてからの経過年数により年齢は高値を示したと考える。先行研究によると、初潮時の体重は、18歳時の体重に約74%達しており、体重の最大発育速度は、初潮より1年～2年遅れるとの報告がある<sup>7)</sup>。そのため初潮を迎えてからの経過年数により体重は高値を示したと考える。身長は、初潮を迎えていない者よりその他の年数で有意に高値を示した。女子の場合、身長の伸びの後に、初潮を迎える。身長の最大発育速度が現れるのは初潮前3年～2年であるとの報告がある<sup>7)</sup>。エストロゲンの一種であるエストラジオールの分泌量の増加が第二次性徴期の身長発育に停止に働くためである<sup>12)</sup>。このことは、身長が月経の有無では差を示すものの、初潮を迎えてからの経過年数間で差を示さなかった要因であると考えられる。baPWVは月経無群と比較して、初潮を迎えてからの経過年数4・5年の群で有意に高値を示した。このことは、月経の有無がbaPWVに影響を及ぼすというよりも、加齢、体重などの増加が影響していることが考えられ、月経周期保有の経過年数からもbaPWVに影響を及ぼす可能性が低いことを示した。

第二次性徴期は性ホルモンの分泌量が増加する<sup>1)</sup>。本調査は、血管の拡張作用のあるエストロゲンの分泌が関与する月経に着目し、月経の有無がbaPWVに影響すると仮説立て実施したが、月経の有無及び初潮を迎えてからの経過年数がbaPWVに影響を及ぼす可能性が低いことが示唆された。その要因として、第二次性徴期は、脳下垂体前葉から分泌される卵胞刺激ホルモン（FSH）と黄体ホルモン（LH）の分泌量が増加し、性腺を刺激し、性ホルモンであるエストロゲンの分泌を亢進するが、この現象は初潮を迎える前から始まることにあるかもしれない。女子の二次性徴は9歳頃から始まり、身長の発育速度のピークの2年後、または乳房の発育開始の1～2年後に初潮を迎える。日本人の初潮を迎える平均年齢は12歳頃であり、エストロゲンの分泌量の増加から3年ほど遅れる。初潮を迎えることは、女子において第二次性徴期の終焉を示すものである。本研究の対象者は小学6年生以上であり、エストロゲンの分泌量が増加する年齢を超えている者を対象としていることから、初潮を迎える際のエストロゲンの分泌に関する身体的特徴の変化を反映していないものとする。加えて、もう一つの要因として、先行研究では、月経周期に伴い動脈コンプライアンス（伸展性）は変動するが、大動脈PWVや脚のPWVでは明らかな変動を示さないとの報告<sup>6) 16)</sup>があることから、本調査は動脈の伸展性ではなく、動脈の硬化度に着目しており、上腕－足首間のPWVを指標としているため、影響を及ぼさなかった可能性がある。

加齢に伴い、動脈スティフネスは増加することは多くの研究により報告されている。フィットネスクラブに通う40～70歳代女性896名を対象とした我々の先行研究<sup>9)</sup>のbaPWVの平均値は、40歳代 $1194 \pm 145$ cm/s、50歳代 $1327 \pm 187$ cm/s、60歳代 $1439 \pm 212$ cm/s、70歳代 $1638 \pm 249$ cm/sであった。本邦の平均閉経年齢は50歳頃であり、閉経前の女性が多く含まれる40歳代のbaPWVの平均値と本研究の対象者のbaPWV値を比較すると、本研究の対象者のbaPWV平均値の方が低い。発育発達途中の子ども特有の十分な動脈の柔ら



かさが動脈スティフネスに影響を及ぼさなかった可能性も考えられる。

今後の課題として、幅広い年齢の子どもを調査し、発育発達、性差、月経周期、性ホルモンの分泌量等と動脈スティフネスの関連性についての研究を進める必要があると考える。

## VI, まとめ

第二次性徴中の女子において、月経の有無がbaPWVに影響を及ぼす可能性は低いことが示唆された。

## VII, 謝辞

本研究に、ご理解とご協力を頂きました小学校長・中学校長及び担当教員の先生方に感謝いたします。

## VIII, 参考文献

- 1) Ahimastos AA, Formosa M, Dart AM, Kingwell BA. 2003. Gender differences in large artery stiffness pre- and post puberty. *J Clin Endocrinol Metab*, 88(11):5375-5380
- 2) 安達知子. 2009. 婦人科疾患の診断・治療・管理, 小児・思春期婦人科 (小児・思春期学校保健). *日産婦誌*, 61(12):643-656
- 3) Benetos A, Adamopoulos C, Bureau JM, Temmar M, Labat C, Bean K, Thomas F, Pannier B, Asmar R, Zureik M, Safar M, Guize L. 2002. Determinants of accelerated progression of arterial stiffness in normotensive subjects and in treated hypertensive subjects over a 6-years period. *Circulation*, 105:1202-1207
- 4) Benetos A, Safar M, Rudnicki A, Smulyan H, Richard JL, Ducimeriere P, Guize L. 1997. Pulse pressure: a predictor of long-term cardiovascular mortality in a French male population. *Hypertension*, 30(6):1410-1415
- 5) Dubey RK, Imthurn B, Zacharia LC, Jackson EK. 2004. Hormone replacement therapy and cardiovascular disease: what went wrong and where do we go from here? *Hypertension*, 44:789-795
- 6) Hayashi K, Miyachi M, Seno N, Takahashi K, Yamazaki K, Sugawara J, Yokoi T, Onodera S, Mesaki N. 2006. Variations in carotid arterial compliance during the menstrual cycle in young women. *Exp Physiol*, 91(2):465-472
- 7) 北村栄美子, 小川邦子, 太田久美子, 畑佐泰子, 松浦義行. 1976. 女子における性成熟と形態発育との関連. *体育学研究*, 21(5):275-283
- 8) Laogun AA, Gosling RG. 1982. In vivo arterial compliance in men. *Clin Phys Physiol*

Meas, 3:201-212

- 9) 松本希, 宮地元彦, 高橋康輝, 安東裕美, 小堀浩志, 小野寺昇. 2010. 中高年女性を対象とした健康運動指導士等による運動介入及び非介入時の動脈スティフネスの比較～加齢及び運動習慣が動脈スティフネスに及ぼす影響～. トレーニング科学, 22 (3):247-256
- 10) 中村真理子, 小峰秀彦, 吉澤睦子, 横井孝志, 目崎登, 今川重彦, 片山利恵. 2009. 持久性運動習慣および月経周期が若年女性の頸動脈スティフネスに与える影響. 体力科学, 58(2):219-228
- 11) O'Connor GT, Buring JE, Yusuf S, Goldhaber SZ, Olmstead EM, Paffenbarger RS, Jr, Hennekens CH. 1998. An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation*, 80(2):234-244
- 12) 大山建司. 2004. 思春期の発現 Puberty: growth and development. 山梨大学看護学会誌, 3(1):9-18
- 13) Takahashi K, Miura S, Mori-abe A, Kawagoe J, Takata K, Ohmichi M, Kurachi H. 2005. Impact of menopause on the augmentation of arterial stiffness with aging. *Gynecol Obstet Invest*, 60(3)162-166
- 14) Tomiyama H, Arai T, Koji Y, Yamabe M, Motobe Z, Zaydun G, Yamamoto Y, Hori S, Yamashina A. 2004. The aged-related increase in arterial stiffness is augmented in phases according to the severity of hypertension. *Hypertension research*, 27(7):465-470
- 15) Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, Hirose K, Koji Y, Chikamori T, Hori S, Yamamoto Y, Doba N, Hinohara S. 2003. Influences of aged and gender on results noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement -a survey of 12517 subjects. *Atherosclerosis*, 166(2):303-309
- 16) Williams MR, Westerman RA, Kingwell BA, Paige J, Blombery PA, Sudhir K, Komesaroff PA. 2001. Variations in endothelial function and arterial compliance during the menstrual cycle. *J Clin Endocrinol Metab*, 86:5389-5395
- 17) 山科章. 2002. 脈波速度測定法. 脈波速度, メディカルビュー社, 東京, 26-34
- 18) Yamashina A, Tomiyama A, Arai T, Koji Y, Yamabe M, Motobe H, Glunizia Z, Yamamoto Y, Hori S. 2003. Nomogram of the relation of brachial-ankle pulse wave velocity with blood pressure. *Hypertension research*, 26(10):801-806