

体組成と脈波伝播速度からみた 思春期女性の生活習慣病危険因子の検討

高岸 由佳, 相澤 徹, 松岡 紗也香, 山本 彩未, 武岡 健次, 徳家 雅子,
三井 正也, 目連 淳司, 伊達 萬里子, 田中 繁宏, 檜塚 正一

(武庫川女子大学 文学部 健康・スポーツ科学科)

Research on lifestyle-related disease risk factors in girls at puberty by examining body composition and Pulse Wave Velocity

Yuka Takagishi, Toru Aizawa, Sayaka Matsuoka, Saimi Yamamoto, Kenji Takeoka, Masako Tokka, Masaya Mitsui, Jyunji Meren, Mariko Date, Shigehiro Tanaka, and Shoichi Kashiduka

*Department of Health and Sports Sciences, School of Letters,
Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663-8558. Japan*

We reviewed what kind of factors became lifestyle-related diseases risk factors in girls at puberty. The purpose of this study was to gather data for the primary prevention of lifestyle-related diseases. Subjects were 57 basically healthy girls at the age of puberty, from seventh grade to twelfth grade. We measured body composition including bone density of the whole body using Dual Energy X-ray Absorptiometry. We used form PWV/ABI (Omron Colin Co., Ltd., Japan) for the measurement of Pulse Wave Velocity. It became clear that there was a danger of elevated baPWV values in girls whose percentage of body fat and soft tissue fat rate were low. On the other hand, it became clear that bone mineral density (BMD) was likely high in subjects whose percentage of body fat and soft tissue fat rate were high. It is thought that a higher-than-standard percent of body fat becomes an advantage for elevated bone density. From these results, it was concluded that lifestyle-related disease risk factors for girls at puberty with a high rate of body fat are low.

緒 言

日本の虚血性心疾患の死亡率は、従来、欧米諸国と比較して低いことが報告されてきた。一方、脳血管疾患による死亡率は欧米より高いと言われている。さらに近年、ライフスタイルの欧米化に伴う生活習慣の変化、平均寿命の延伸などにより循環器疾患の健康影響は重大と考えられ、日本の死因別死亡順位の第2、3位は脳血管障害、心疾患が占めている。また、小児保健領域においても、小児期における生活習慣病的変化の発生が問題となってきた。特に小児肥満は増加する傾向にあり、その割合は児童・生徒全体の1割を上回り、欧米先進国のそれに近づきつつある。この小児肥満をそのまま放置した場合には、約80パーセン

トが成人肥満に移行することが知られ、成人期以降に動脈硬化を基盤とする重篤な循環器疾患へと発展することが明らかとなってきた¹⁾²⁾。さらに、思春期女性では、過度のダイエットや偏食、運動不足、月経異常などによる骨密度(Bone Mineral Density; BMD)の低下が問題となってきた。女性の骨量は、一般的に初経発来から数年間で急増し、10代後半で最大骨量(Peak Bone Mass; PBM)に達し、20~30歳代は一定を保たれることが知られている。その後閉経と共に骨量が減少し始める。骨密度がPBMの80%を下回ると骨折などを起こしやすくなり、70%以下になると骨粗鬆症と診断される。このPBMが大きいほど将来の骨粗鬆症発生率は少なくなると言われている。閉経後の女性の骨量と死亡率の関連を調べた報告

では、骨量が少ないほど死亡率が高く、心筋梗塞による死亡率も高くなっていることが明らかとされている⁹⁾。さらに同様の検討では、閉経後の女性では骨折が多いほど生存率が低いという成績も報告されている。思春期女性の生活習慣の歪みがPBMに影響を及ぼすことが健康寿命の延伸という観点より危惧されている。中高年の場合、動脈硬化は循環器疾患、脳血管障害の発症と死亡の独立した危険因子である³⁾。しかし、小児期、青年期に測定された危険因子が若年層の動脈硬化にどのように関係するか、あるいは、小児期から成人期へと蓄積していく生活習慣病危険因子の負荷が動脈硬化にどのように関係するか、などのデータは限られている^{1) 2) 3) 4)}。動脈硬化とは文字通り、動脈が硬くなることを表す用語であり、動脈壁にコレステロールなどの脂質が沈着し、血管が弾力を失い、硬化するとともに、内腔が狭くなる状態である。加齢に伴い動脈の硬化は亢進する。動脈は動脈壁の性状より弾性動脈である大動脈、筋性動脈である四肢動脈、細動脈である抵抗血管に大別され、順に血管径は細くなる。動脈硬化の初期変化は弾性動脈から出現し、動脈の硬さの変化も同部位より生じるとされる。血管の硬さを評価する指標として、脈波伝播速度(Pulse Wave Velocity; PWV)がある。上腕-足関節脈波伝播速(brachial-ankle pulse wave velocity; baPWV)の測定は、二点で脈波を検出し、その時間差と二点間の距離の差から算出する。血管内を伝搬する脈波のスピードは、その血管の伸展性が小さいほど血管壁によるエネルギーの吸収がないため速くなる。そのため動脈が硬いと脈波の伝播が速く、脈波速度は亢進し、伸展が良いと遅くなる。動脈硬化の指標としてのPWVは、数多く報告がみられ^{14) 16) 21)}、動脈硬化の進展は、加齢、性別、食生活、運動、高血圧、肥満といった循環器疾患の危険因子と関連しているとされている。PWVは動脈硬化の指標として確立してきてはいるが、動脈硬化の危険因子として必ずしも一致していない。宇津木ら⁶⁾によると、全死亡、心血管疾患による死亡をエンドポイントとしたPWVとの関連についての報告で示されたすべてで、PWVが高い者で全死亡、特に循環器疾患死亡と有意な関連がみられたことから、PWVが循環器疾患の有用な予測因子となりうるということが示唆されている。これらの報告により、PWVでの早期発見がいかに重要であるかが

伺える。動脈硬化性疾患や骨粗鬆症は、危険因子に対して早期に治療することや生活習慣の適正化を図ることで、改善が可能であるとされている⁶⁾。そのためにも早期に生活習慣病の進展を適切に評価し、予後を予測する方法の確立が求められる。

本研究は、骨を含む体組成とPWVをもとに、いかなる因子が思春期女性の生活習慣病危険因子となりうるのかを検討し、その生活習慣病の一次予防に役立てることを目的とする。

方法

I. 対象

対象は生来健康な中学一年生から高校三年生までの思春期女性57名である。対象者の特性は以下の通りである(Table 1)。

Table 1. Characteristics of the subjects

年齢(歳)	15.6 ± 1.4 (13.1~17.8)
体重(kg)	50.8 ± 8.0 (32.5~75.8)
BMI	20.1 ± 3.4 (7.4~29.9)
体脂肪率(%)	26.3 ± 7.2 (12.4~39.2)
軟部組織脂肪率(%)	27.3 ± 7.5 (9.9~45.5)
baPWV (cm/秒)	941 ± 146 (703~1323)
BMD (g/cm ²)	1.08 ± 0.08 (0.89~1.26)

mean ± SD (minimum~maximum)

II. 測定・調査項目および方法

アンケート調査として自己記入法により、月経歴、過去から現在にわたる運動歴、身長、体重のアンケート調査を行った。形態の測定では身長、体重を測定した。体組成の測定として、Dual Energy X-ray Absorptiometry法により、全身の骨密度を含む体組成の測定をDPX-NT (Lunar Corp, Madison, WI, USA)を用いて行った。DPX-NTにより測定した値より、脂肪量/(脂肪量+非脂肪量)を軟部組織脂肪率、脂肪量/(脂肪量+非脂肪量+骨量)を体脂肪率とした。脈波伝播速度の測定として非観血的自動オシロメトリック法により、formPWV/ABI (Omron Colin Co., Ltd., Japan)を用いてbaPWVの測定を行った。baPWVは、弾性動脈のみの硬さを評価する頸動脈-大腿動脈脈波伝播速度(carotid-femoral pulse wave velocity; cfPWV)と有意な相関を示すといわれ、その原理はA. V. HillとJ. C. Branwellによって確立されている。そのためbaPWVは弾性動脈の硬さを反映する簡便な指標と考えられている。よって今回は

baPWV を動脈硬化度の指標として用いた。今回の研究では、年齢を補正するために、baPWV 値をトミヤマらによる年齢 PWV 値で除した値(各年齢推定平均 baPWV 値 = $0.16 \times \text{age}^2 - 4.40 \times \text{age} + 977.52$ より算出)で評価した。

III. 分析方法

統計学的解析については、4steps エクセル統計 statcel2 ((有)オーエムエス出版, 日本)を用いて、平均と標準偏差(mean ± SD)を求め、相関分析、Student's t-test を行った。いずれも確立水準 5% を有意限界とした。

IV. 倫理的配慮

本研究は事前に武庫川女子大学倫理委員会の倫理審査を経、承認を受けた。さらに、非験者には、実験の目的と内容を詳細に説明した。また、測定に関しては、X 線被曝をわずかであるが伴うこと、身体に影響がないこと、プライバシーの保護に関しては最善の注意を払うことなどについて、あらかじめ本人、保護者、学校長に説明し、本人および保護者の同意を得られた生徒のみを対象とした。

結果

I. 対象者の特性

対象者の特性は以下の通りである。(Table 2.) (Table 4.) (Table 6.)

Table 3. に BMI, Table 5. に体脂肪率, Table 7. に軟部組織脂肪率の基準値を示す。

Table 2. characteristics of the subjects by BMI

	痩せ (n=15)	標準 (n=37)	肥満 (n=5)
年齢(歳)	14.9 ± 1.54	15.8 ± 1.31	15.36 ± 1.12
身長(cm)	158.4 ± 5.2	158.7 ± 5.3	157.5 ± 4.86
体重(kg)	41.4 ± 7.4	52.2 ± 4.7	66.1 ± 4.7
体脂肪率(%)	19.2 ± 6.2	28.0 ± 4.1	38.0 ± 4.5
軟部組織脂肪率(%)	19.6 ± 6.0	29.2 ± 4.3	39.64 ± 4.6
baPWV (cm/秒)	952.4 ± 107.0	925.8 ± 145.7	1015.4 ± 243.3
BMD (g/cm ²)	1.02 ± 0.06	1.09 ± 0.07	1.18 ± 0.07

mean ± SD

Table 3. Reference value of BMI

	痩せ	標準	肥満
BMI	A < 18.5	18.5 ≤ A ≤ 25	25 < A

Table 4. characteristics of the subjects by percentage of body fat

	痩せ (n=5)	標準 (n=45)	肥満 (n=7)
年齢(歳)	14.48 ± 1.4	15.6 ± 1.4	15.7 ± 1.1
身長(cm)	156.72 ± 3.2	158.9 ± 5.4	157.1 ± 4.2
体重(kg)	41.98 ± 4.6	49.6 ± 7.6	62.5 ± 7.6
体脂肪率(%)	13.6 ± 2.9	26.1 ± 4.6	38.6 ± 2.8
軟部組織脂肪率(%)	13.6 ± 3.0	27.1 ± 4.9	40.1 ± 2.9
baPWV (cm/秒)	945.2 ± 105.1	930.6 ± 143.5	1002.5 ± 190.5
BMD (g/cm ²)	1.001 ± 0.09	1.083 ± 0.09	1.13 ± 0.09

mean ± SD

Table 5. Reference value of percentage of body fat (%)

	痩せ	標準	肥満
12 歳	A < 13	13 ≤ A < 32	32 ≤ A
13 歳	A < 14	14 ≤ A < 34	34 ≤ A
14 歳	A < 16	16 ≤ A < 35	35 ≤ A
15 歳	A < 17	17 ≤ A < 36	36 ≤ A
16 歳	A < 18	18 ≤ A < 37	37 ≤ A
17 歳	A < 19	19 ≤ A < 37	37 ≤ A

日本肥満学会小児肥満症マニュアル作成委員会

Table 6. characteristics of the subjects by soft tissue fat rate

	痩せ (n=10)	標準 (n=40)	肥満 (n=7)
年齢(歳)	14.0 ± 1.0	15.8 ± 1.3	15.8 ± 1.0
身長(cm)	157.3 ± 6.5	158.8 ± 4.8	158.7 ± 5.9
体重(kg)	41.6 ± 6.3	50.3 ± 7.0	61.9 ± 7.2
体脂肪率(%)	14.4 ± 2.5	27.1 ± 3.0	38.0 ± 3.0
軟部組織脂肪率(%)	15.1 ± 2.6	28.0 ± 3.4	39.5 ± 3.1
baPWV (cm/秒)	945.8 ± 101.9	928.6 ± 148.1	1002.57 ± 190.4
BMD (g/cm ²)	1.00 ± 0.07	1.09 ± 0.07	1.12 ± 0.08

mean ± SD

Table 7. Reference value of soft tissue fat rate (%)

	痩せ	標準	肥満
軟部組織脂肪率	A < 20	20 ≤ A ≤ 35	35 < A

II. PWV との検討

BMI と baPWV では、痩せと標準、標準と肥満ともに baPWV 値が標準と比して有意に高値を示した。痩せと肥満については、有意な差が見られなかった。(Fig. 1.)

体脂肪率と baPWV では baPWV 値は痩せが標準と比して有意に高値を示した。標準と肥満、痩せと肥満ではともに有意な差はみられなかった。(Fig. 2.)

軟部組織脂肪率と baPWV では baPWV 値が痩せが標準と比して有意に高値を示した。標準と肥

満, 痩せと肥満では baPWV 値に有意な差はみられなかった. (Fig. 3.)

Ⅲ. BMD との検討

BMI と BMD では, BMD が標準, 肥満ともに痩せと比して有意に高値を示し, 肥満が標準と比して有意に高値を示した. (Fig. 4.)

体脂肪率と BMD では, BMD が標準, 肥満ともに痩せと比して有意に高値を示した. 標準と肥満では, 有意な差がみられなかった. (Fig. 5.)

軟部組織脂肪率と BMD では, BMD が標準,

肥満ともに痩せと比して有意に高値を示した. 標準と肥満では, 有意な差がみられなかった. (Fig. 6.)

考 察

近年, 若年層を取り囲む社会環境, 生活習慣の変化に伴い, 動脈硬化を基盤とする重篤な循環器疾患の早期発見が求められている. そのため今回は動脈硬化の評価の指標となる baPWV に影響する体格指標について調べた. baPWV は cfPWV と違い, 評価対象血管に筋型動脈を含むが, baP-

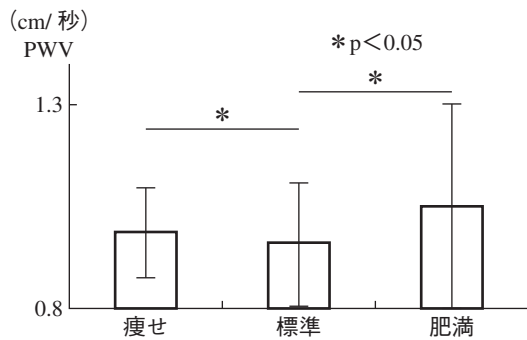


Fig. 1. BMI vs baPWV

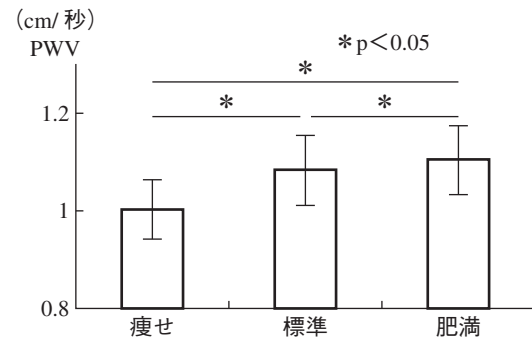


Fig. 4. BMI vs BMD

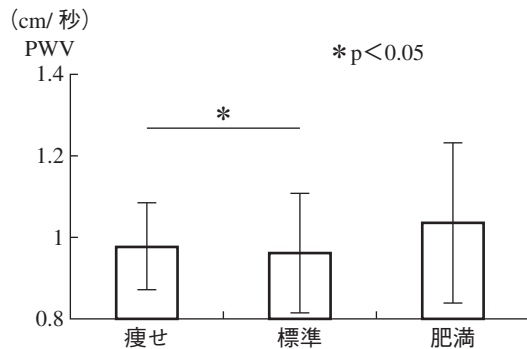


Fig. 2. percentage of body fat vs baPWV

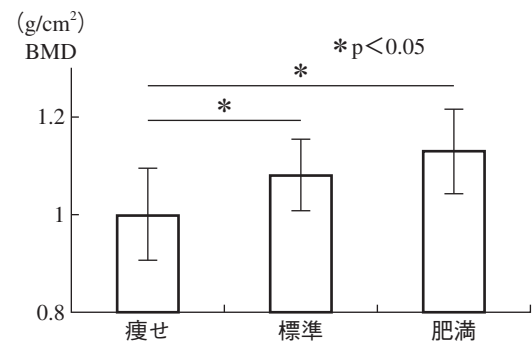


Fig. 5. percentage of body fat vs BMD

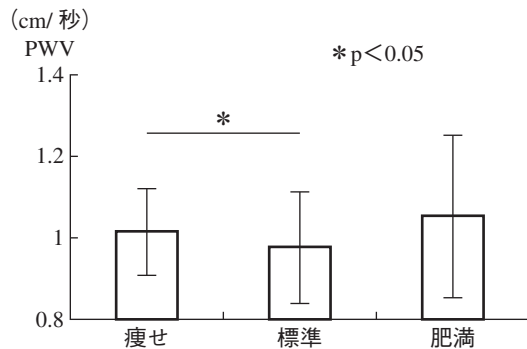


Fig. 3. soft tissue fat rate vs baPWV

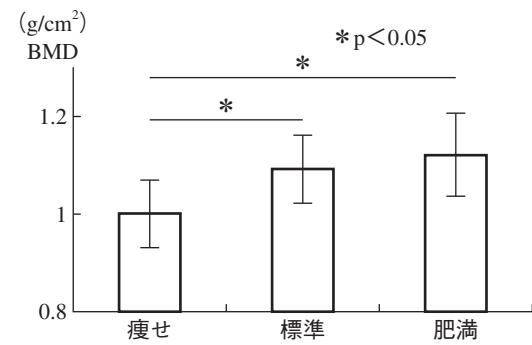


Fig. 6. soft tissue fat rate vs BMD

WVはcfPWVと年齢に相関しているため、動脈硬化の評価の重要な指標となると考えられている。baPWVとBMIでは、痩せ、肥満ともにbaPWV値が標準と比して有意に高値を示した(Fig. 1)。BMIが高いだけでなく低い場合もbaPWV値を高くする可能性があることが示唆された。baPWVと体脂肪率では、baPWV値が痩せが標準と比して有意に高値を示した(Fig. 2)。体脂肪率が標準より高いことよりも、低いことの方がbaPWV値を高くする可能性があることが示唆された。また、baPWVと軟部組織脂肪率においても、baPWV値は痩せが標準と比して有意に高値を示した(Fig. 3)。軟部組織脂肪率が高いことよりも低すぎることで、baPWV値を高くする可能性があることが示唆された。これにより、思春期女性において体脂肪率と軟部組織脂肪率が高いことよりも低いことが、baPWV値を上昇させる危険因子となる可能性があると考えられる。これは、体脂肪率が十分にあれば女性ホルモンを産生分泌する働きが正常に機能するためであると考えられる。女性ホルモンが若年女性での心血管疾患の発症を抑制しているという報告もある¹⁰⁾。40歳代では男性に多い心筋梗塞が、閉経後の女性で増加し、高齢者ではほとんど性差がなくなるとされている。閉経後の女性では血中エストロゲンが急激に減少し、エストロゲンの欠乏状態が生ずる。閉経後のエストロゲン欠乏をきっかけとして動脈へのカルシウム沈着が増加することにより、動脈硬化が発症すると考えられている。よって体脂肪率や軟部組織脂肪率が低すぎることは、女性ホルモンの分泌が少ないためにPWV値上昇の危険因子となる可能性もあると考えられる。カルシウム代謝の面からみると、骨粗鬆症の指標とされている骨密度と動脈硬化の指標とされているPWVについての関連性が示唆されている報告もある^{11) 12)}。また中高年世代を対象とする研究では、BMI上昇がPWV上昇と有意に関連しているとの報告がある。一方、トミヤマら⁴⁾によるとBMI低値者においてPWV上昇と有意な関連がみられたという先行研究もある。今回の研究ではトミヤマらの報告と一致する結果となった。

一方、BMDと体格指標との関係において、BMIとBMDでは、BMDが標準、肥満ともに痩せと比して有意に高値を示し、BMDは肥満が標準と比して有意に高値を示した(Fig. 4)。BMIが

高ければ高いほど骨密度上昇に関与していることが示唆された。BMDと体脂肪率では、BMDが標準、肥満ともに痩せと比して有意に高値を示した(Fig. 5)。軟部組織脂肪率とBMDにおいても、BMDが標準、肥満ともに痩せと比して有意に高値を示した(Fig. 6)。体脂肪率や軟部組織脂肪率が高い方が、BMDは高くなることが示唆された。しかし標準と肥満の間においては、有意な差がみられなかった。体脂肪率が標準以上であることは骨密度上昇に有利と考えられる。

これらの結果から、思春期女性においては体脂肪率が高いことよりも低すぎることで生活習慣病危険因子となりうる可能性が高いと考えられる。

結 語

1. 思春期女性を対象に、baPWVと体格指標、BMDと体格指標の関連について検討した。
2. BMI、体脂肪率、軟部組織脂肪率が高いことよりも低いことがbaPWV値を上昇させる可能性があることが示唆された。
3. BMI、体脂肪率、軟部組織脂肪率が高いことは骨密度を上昇に有利であることが示された。
4. 思春期女性においては、体脂肪率が高いことよりも低すぎることで動脈硬化度を上昇させ生活習慣病危険因子となりうることで、また骨密度上昇には不利であることが示された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究にご協力くださいました武庫川女子大学附属中学校・高等学校 上田 武久 先生、清水 恵子 先生、明貝 繁 先生、及びリサーチボランティアを快く引き受けてくださった生徒の皆さんに深く感謝の意を表するとともに厚く御礼申し上げます。

本研究の内容の一部を平成18年9月26日 神戸市で行われた第61回日本体力医学会大会で口頭発表した

文 献

- 1) 小宮 秀明, 宇佐見 隆廣, 佐伯 圭一郎, 黒川 修行, 学校保健研究 Jpn J School Health, **41**, 57-66 (1999)

- 2) 稲垣 稔, 岩重 博文, 平田 道憲, 鳥井 葉子, 日浦 美智代, 土屋 涼子, 広島大学教育学部学部付属共同研究体制研究紀要, **21**, 135-144 (1993)
- 3) Lis, Chen W, Srinivasan SR, Berenson GS. (訳)小澤利男, ボガルサ心臓研究, **43**, 541-546 (2004)
- 4) Hirofumi Tomiyama, Akira Yamashina, Tomio Arai, Kenichi Hirose, Yutaka Koji, Takashiro Chikamori, Szbuuro Hori, Yoshio Yamamoto, Nobutaka Doba, Shigeaki Hinohara, Atherosclerosis, **166**, 303-309 (2003)
- 5) 宇佐見 隆廣, 佐伯 圭一郎, 木村 一元, 山根 則幸, 中村 康夫, 中江 公裕, 日本公衛誌第 **40** (9), 881-891 (1993)
- 6) 宇津木 恵, 西條 泰明, 岸 玲子, 日本公衆衛生雑誌, **52** (2), 115-127 (2005)
- 7) 森 秀樹, 瀬戸 信二, 奥 保彦, 橋場 邦武, 越智 静香, 瀬戸 牧子, 豆谷 源一郎, 日本老年医学雑誌, **28** (2), 200-203 (1991)
- 8) 鈴木 隆雄, 吉田 英世, 金 憲経, Osteoporosis Japan, **13** (1), 75-77 (2005)
- 9) 志賀 令明, 水野 兼志, 日本女性心身医学会雑誌, **10** (2), 76-84 (2005)
- 10) 角野 博之, 市川 秀一, 坂本 浩之助, 村上 正巳, 酒卷 哲夫, 倉林 正彦, 北関東医学会雑誌, **56** (2), 119-127 (2006)
- 11) 千々和 真理, 松尾 博哉, 丸尾 猛, 日本更年期医学雑誌, **10** (2), 207-215 (2002)
- 12) 揖場 和子, CILICAL CALCIUM, **4** (11), 9-13 (1994)
- 13) 折田 裕一, 山本 秀也, 杉原 正晃, Circulation Journal, **69**, 905 (2005)
- 14) Lehmann ED, Lancet, 354, 528-529 (1999)
- 15) Arnett DK, Evans GW, Riley WA, Am J Epidemiol, **140**, 669-682 (1994)
- 16) 小田 修爾, 松下 哲, 高橋 龍太郎, 伊藤 英喜, 江崎 宏典, 服部 明德, 戸部 源二, 岡部 紘明, 野間 昭夫, 杉浦 昌也, 蔵本 築, 豊倉 康夫, 動脈硬化, **13**, 1231-1236 (1985)
- 17) 衣笠 昭彦, 小児科 Mook47 (小児成人病), 金原出版, 30-40 (1987)
- 18) 南里清一郎, 木村 慶子, 米山 浩志, 井手 善顕, 木村 見枝, 佐藤 幸美子, 永野 志朗, 慶応保健研究, **14**, 55-62, 1996
- 19) 折茂 肇, 最新医学, **39**, 1772-1778, 1984
- 20) 厚生労働省大臣官房統計情報部: 人口動態統計平成 14 年, 厚生統計協会(2004)
- 21) 中元 純子, 川西 昌弘, 平岡 将隆, 日本老年医学会雑誌, **26**, 26-29 (1989)