

pressure: SBP, diastolic blood pressure: DBP)として採用した。

2) 血清生化学的検査

前日夕食後より絶食にて当日午前中に採血し、尿酸 (UA)、血糖 (BS)、ALT、中性脂肪 (TG)、総コレステロール (TC)、HDL コレステロール (HDL)、LDL コレステロール (LDL)、インスリン (IRI)、グリコヘモグロビン (HbA1c)、レプチン、高感度 CRP (high sensitivity CRP: hsCRP)、アディポネクチンを測定した。

3) CAVI および内臓脂肪測定

CAVI は約 5 分間の臥位安静後、フクダ電子社製 VaSera を用いて測定した。内臓脂肪はオムロンコーリン社製の DUALSCAN を用いて測定した。

3. 統計学的検定

SPSS Ver.11 を用い、非肥満児の解析には *t* 検定と単回帰分析、全対象の解析には Pearson の相関係数検定を行い、すべての解析において $P < 0.05$ を有意とした。

(倫理面への配慮)

本健診の目的と内容を受診希望者とその保護者に口頭もしくは書面で説明し、同意書が得られた対象者のみに施行した。個人情報保護法を遵守し、データはすべて匿名化して解析を行った。

C. 研究結果

1. 身体計測、血圧、採血データ

今回の研究では 5 才～15 才の子供たちが対象となっているが、その年齢層別 POW 分布は男女とも、一部肥満児を除き正規分布に近い形態となった (Fig. 1)。各年齢層別の人数は少ないため、POW 20% 以上の肥満児を除いた男児 80 名 (9.9±2.5 才、POW -3.3±8.4%)、女児 87 名 (9.8±2.4 才、POW -3.3±7.8%) に関して全体での男女差を検討した (Table 1)。その結果年齢、体格、血圧においては男女差を認めず、採血データでは、BS と ALT、HbA1c で男児がやや高い値となった。アディポサイトカインでは、レプチンで女児が有意に高くなった (3.6±2.7 vs

6.0±4.5ng/ml, $P=0.035$)。これらの対象で年齢との関係を散布図と単回帰分析で検討した結果、特徴のあった測定項目を Fig. 2 に示す。UA は男児に年齢との相関を認めたが、10 才頃までは横ばいで、以降上昇して男女差が拡大する傾向がみられた。IRI は男女とも年齢とやや強く相関した。HbA1c も年齢と共に徐々に上昇した。レプチンは女児のみ年齢と共に上昇し、男児は 10 才頃までやや上昇後、下降に転じた (Fig. 2 A～E)。

次に全対象者の各計測値、採血データにおいて、POW や W/H、レプチンと $P < 0.05$ で有意であった相関係数を Table 2 に示す。体格関連指数の POW と W/H は、男女ともに強い相関を認めた ($r=0.937$, 0.850)。POW、W/H、レプチン三者は、ALT、TG や IRI と男児やや優位に相関した。アディポサイトカインでは、レプチンが男女とも POW ($r=0.817$, 0.506) や W/H ($r=0.850$, 0.550) と相関良好で、特に男児には強い相関が認められた。また hsCRP は男児のみ正相関、アディポネクチンは女児のみ弱い逆相関を認めた。

2. CAVI

CAVI に関しても、測定者中肥満児を除いた男児 67 名、女児 72 名につき男女差を検討した。年齢、体格に差はなく、CAVI 値は男児 4.8 ± 0.7 、女児 5.0 ± 0.6 、 $P=0.12$ と女児にやや高い傾向はあるものの、有意差を認めなかった。男女とも年齢とは弱い相関を認めたが (Fig. 2 F)、身長で調整すると関連はなくなった。また、全測定者においては男児で POW、W/H、レプチン、女児で POW と弱い逆相関を認めた (Table 2) が、血圧とは有意な相関が認められなかった。

3. 内臓脂肪

同様に測定者中肥満児を除いた腹囲 65cm 以上の男児 13 名、女児 18 名の内臓脂肪に関して解析した結果、内臓脂肪面積 (visceral fat area: VF)、皮下脂肪面積 (subcutaneous fat area: SCF) ともばらつきが大きく、男女差を認めなかった。全測定者においては POW や W/H は、男児では VF、SCF 両者と相関を認め、特に SCF と強い相関となったが、女児では VF との相関は認められず、SCF とのみ中等度の相関を認めた。レプチンは、男女とも SCF とのみ相関を認

めた(Table 2)。

D. 考察

今回の検診は、図書カードのプレゼント付きで近隣の幼稚園、保育園、小中学校を中心に「健康な子ども」という条件でボランティアを募集したところ、体格的には偏りの少ない集団となった。

このうち、肥満度20%未満の非肥満児を抽出して全体の男女差を検討した結果、男児でBS、HbA1cがやや高く、IRIが有意ではないものの低めとなった。この傾向は過去の高校生検診結果¹⁾でも認められており、それらの差がすでに小児期から存在することがわかった。またIRIやHbA1cは男女とも年齢と相関しており、小児の糖代謝やインスリン抵抗性に関しては成人と同様の基準で判断できないことが示唆された。また思春期を迎える高学年以降の男児でUAの上昇傾向やレプチンの下降傾向がみられ、高校生ではその差がより顕著となっており¹⁾、性ホルモンの影響と考えられた^{2,3)}。

体格を表す指標としては、一般的に肥満度(POW)やBody mass index (BMI)が用いられるが、小児のBMIは年齢によって異なるため、年齢を超えた比較には適さない。成人では内臓脂肪の代表的指標とされる腹囲も、小児では当然年齢とともに増大するため、近年は腹囲身長比(W/H)の有用性が注目されている⁴⁾。今回の対象において、男女ともW/HはPOWと強く相関し、両者ともアディポサイトカインであるレプチン⁴⁾やhsCRP⁶⁾、アディポネクチン⁷⁾と一部相関を認めた。特にレプチンとは相関が強く、体脂肪指標として一定の有用性が確認された。しかしデュアルインピーダンス法によるVF、SCF^{8,9)}とは、男児ではSCF優位ながらそれぞれ相関を認めたが、女児ではVFとは相関が認められず、特に女児においてはPOW、W/Hが必ずしも内臓脂肪の指標とはならないと考えられた。

今回は小児の動脈硬化を簡便に評価する方法としてCAVI測定を試みた。CAVI¹⁰⁾は約5分の臥位安静後、実際の計測は3分以内に終了し、熟練を要さず簡単に測定可能であった。成人同様年齢と弱く相関したが、身長で調整すると関連はなくなった。また成人では男性が女性より高い値を示すが、小児では

ほとんど男女差なく、むしろやや女児が高い傾向となった。同じく動脈硬化の指標であるpulse wave velocity (PWV)では血圧の影響を受けることが問題とされている¹¹⁾が、CAVIでは血圧の影響は認められなかった。しかしPOW、W/H、レプチンなど体格や体脂肪関連の指標と弱いながら逆相関を認めたことより、CAVI値が小児の動脈硬化度を表す指標となりうるかどうか、その解釈には慎重を要すると思われた。成人ではCAVIの算出過程に必要な血管長を身長一次式で予測しており、頭部比率の大きい小児に用いると過大評価となる可能性があることや、血液粘度の問題等、今後対象を増やした上で考察すべき点が多い。

デュアルインピーダンス法による内臓脂肪測定は、腹囲が65cm以上で腰部のくびれが少ない小児のみ安定した測定が可能であった。測定値は前述のように体格体脂肪関連指標と良好に相関し、一定の有用性が認められたが、より小柄な小児の測定を可能にするためには電極ベルト等の改良が必須と考えられた。

今回の検診では、同時に生活習慣、食習慣の質問紙調査や万歩計による活動度調査を行っており、今後これらとの関連についても検討の予定である。

E. 結論

健康小児に生活習慣病検診を行い、小児正常値を再考するための貴重なデータを得た。BSやHbA1c、レプチンなど男女差を認める項目が存在し、UAやIRI、レプチンなどに年齢特異性が認められ、今後各地のデータを集約する際に考慮すべき点と考えられた。同時に試行したCAVIや内臓脂肪測定に関しては、小児への適用に未だ課題が多く、さらに対象を増やして検討する必要がある。

謝辞

今回の検診実施にご協力いただいた高岡市小児科医会や社会保険高岡病院職員の方々に深謝いたします。

文献

1) 宮崎あゆみ, 吉永正夫, 深島丘也, 他. 高校生の生活

- 習慣病予防健診. 日児誌 2009; 113:1687-1694
- 2) Friedman JM, Halaas JL. Leptin and the regulation of body weight in mammals. Nature 1998; 395:763-770.
 - 3) Wabitsch M, Blum WF, Muche R, et al. Contribution of androgens to the gender difference in leptin production in obese children and adolescents. J Clin Invest. 1997; 100:808-813.
 - 4) 高谷竜三, 笠原俊彦, 井代学, 他. 小児期メタボリックシンドローム診断基準における腹囲、腹囲身長比の意義と解釈. 肥満研究 2008;14:31-35.
 - 5) 小林靖幸, 杉原茂孝, 田中葉子, 他. 小児生活習慣病検診における腹囲/身長比測定の有用性. 小児科学会雑誌 2007;101:1160-1166.
 - 6) Soriano-Guillen L, et al. High sensitivity C-reactive protein is a good marker of cardiovascular risk in obese children and adolescents. European J Endocr. 2008; 159:R1-R4
 - 7) Gilardin L, McTernan PG, Girola A, et al. Adiponectin is a candidate marker of metabolic syndrome in obese children and adolescents. Atherosclerosis 2006;189:401-407
 - 8) Shiga T, et al. A new simple measurement system of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance analysis. IFMBE proceeding. 2009; 25:338-341
 - 9) Huang TTK et al. Effect of changes in fat distribution on the rates of change of insulin response in children. Obes Res. 2002; 10:978-984
 - 10) 折茂 肇 他. 新しい動脈硬化指標 CAVI のすべて. 日経メディカル開発 東京 2009
 - 11) Urbina EM, et al. Noninvasive assessment of subclinical atherosclerosis in children and adolescents: Recommendations for clinical research: a scientific statement from American Heart Association. Hypertension 2009; 54:919-950

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 宮崎あゆみ、小栗絢子、市田露子. 小児における食後トリグリセリドおよびLDL コレステロール測定の意義 日本小児循環器学会雑誌 2012; 28(5):274-281

2. 学会発表

- 1) 宮崎あゆみ、小栗絢子、長谷田祐一、市田露子. 小児

生活習慣病健診における non-HDL コレステロールの有用性 第48回日本小児循環器学会 平成24年7月 京都市

- 2) 宮崎あゆみ、小栗絢子、宗玄俊一、稲尾次郎、長谷田祐一. 小児生活習慣病健診における食前、食後脂質値の比較 第33回日本肥満学会 平成24年10月 京都市
- 3) 宮崎あゆみ、小栗絢子、長谷田祐一、市田露子. 小児生活習慣病健診における non-HDL コレステロールの有用性 第12回富山小児循環器研究会 平成24年10月 富山市
- 4) 宮崎あゆみ、高岡市医師会小児生活習慣病小委員会. 脂質異常スクリーニングに有用なのはTCか、LDLC か、non-HDLC か 第306回日本小児科学会北陸地方会 平成24年12月 富山市

3. 特別講演・教育講演

- 1) 宮崎あゆみ. 教育講演「自分のからだをチェック！なぜ小児生活習慣病予防なのか？」 高岡市体育協会 華齡にサマーフェスタ in 高岡 平成24年7月8日 高岡市
- 2) 宮崎あゆみ. 特別講演「ワクチン接種の実際」 富山ワクチンフォーラム 平成24年10月15日 富山市
- 3) 宮崎あゆみ. 「検診」から「健診」へ 高岡市小児生活習慣病予防健診のこれまでと今から 第255回呉西小児科集談会 平成25年3月21日 高岡市

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

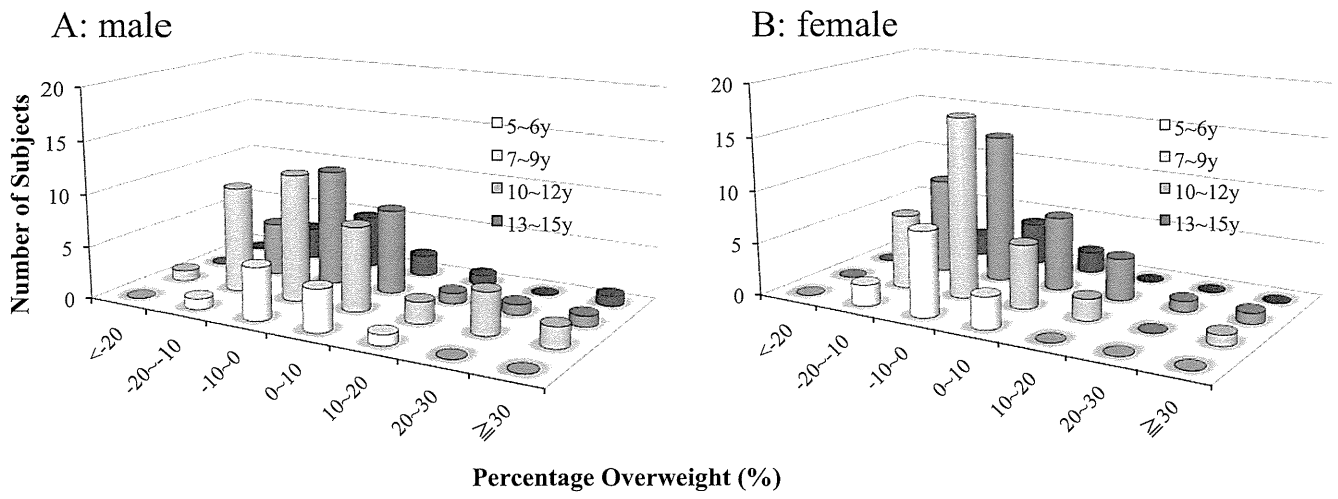


Fig. 1: Distribution of age and percentage overweight of all subjects

Table 1: Characteristics of non-obese subjects

	males	females	<i>P</i> value
n	80	87	
age (y)	9.9 ± 2.5	9.8 ± 2.4	0.94
Height (cm)	136.6 ± 15.7	136.7 ± 14.5	0.95
Weight (kg)	32.0 ± 10.1	32.2 ± 9.7	0.91
POW (%)	-3.3 ± 8.4	-3.3 ± 7.8	0.99
Waist (cm)	57.9 ± 7.2	58.2 ± 7.3	0.81
W/H	0.43 ± 0.03	0.43 ± 0.03	0.83
SBP (mmHg)	97 ± 9	95 ± 9	0.18
DBP (mmHg)	54 ± 7	55 ± 7	0.37
HR (beats/min)	78 ± 11	84 ± 11	0.001
UA (mg/dl)	4.5 ± 1.1	4.3 ± 0.8	0.093
BS (mg/dl)	88 ± 6	85 ± 4	<0.001
ALT (IU/ml)	16 ± 6	15 ± 6	0.020
TG (mg/dl)	67 ± 31	72 ± 30	0.28
TC (mg/dl)	169 ± 25	163 ± 23	0.83
HDLC (mg/dl)	63 ± 13	62 ± 11	0.41
LDLC (mg/dl)	94 ± 22	94 ± 22	0.97
IRI (μ IU/ml)	8.5 ± 4.9	9.8 ± 5.5	0.11
HbA1c (%)	5.0 ± 0.2	4.9 ± 0.2	0.035
Leptin (ng/ml)	3.6 ± 2.7	6.0 ± 4.5	<0.001
hsCRP (ng/ml)	136.6 ± 182.9	215.7 ± 324.1	0.058
Adiponectin (μ g/ml)	11.1 ± 4.8	10.2 ± 3.4	0.26

	males	females	<i>P</i> value
n	67	72	
age (y)	10.4 ± 2.3	10.4 ± 2.1	0.79
POW (%)	-3.4 ± 8.0	-3.6 ± 7.5	0.33
CAVI	4.8 ± 0.7	5.0 ± 0.6	0.12

	males	females	<i>P</i> value
n	13	18	
age (y)	12.8 ± 1.4	12.8 ± 1.4	0.99
POW (%)	0.3 ± 7.6	0.3 ± 9.1	0.99
VF (cm²)	33.6 ± 10.2	32.9 ± 9.7	0.85
SCF (cm²)	86.9 ± 50.7	91.5 ± 32.6	0.76

Student's *t*-test (bold; *P*<0.05)

Abbreviations:

POW; percentage overweight, W/H; waist height ratio, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure, HR; heart rate, UA; uric acid, BS; blood sugar, ALT; alanine aminotransferase, TG; triglyceride, TC; total cholesterol, HDLC; high-density lipoprotein cholesterol, LDLC; low-density lipoprotein cholesterol, IRI, immunoreactive insulin, HbA1c; glycohemoglobin A1c, hsCRP; high-sensitivity C-reactive protein, CAVI; cardio-ankle vascular index, VF; visceral fat area, SCF; subcutaneous fat area

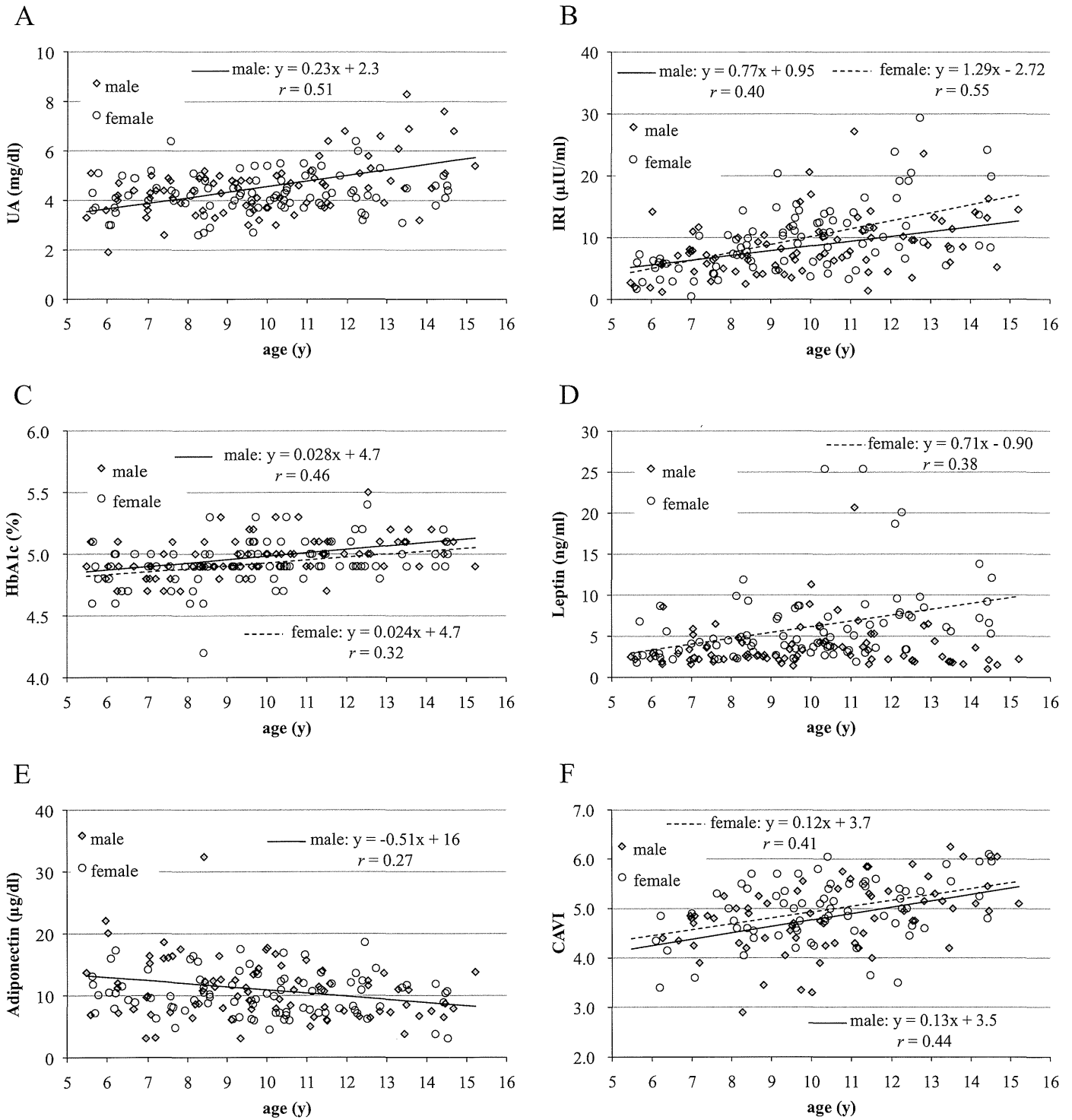


Fig. 2: Relationship between age of non-obese subjects and variables

Simple regression analysis (r ; all $P < 0.05$)

A: UA, B: IRI, C: HbA1c, D: leptin, E: Adiponectin, F: CAVI

Table 2: Correlation of variables with percentage overweight, waist height ratio, and serum leptin levels of all subjects

	male (n=89)			female (n=90)		
	POW	W/H	Leptin	POW	W/H	Leptin
W/H	0.937^{***}	-	0.855^{***}	0.805^{***}	-	0.550^{***}
SBP	NS	NS	NS	0.272*	0.244*	0.450^{***}
DBP	NS	NS	0.236*	NS	NS	0.251*
UA	NS	NS	NS	0.301**	0.292**	0.275**
BS	NS	NS	NS	0.217*	NS	NS
ALT	0.497^{***}	0.524^{***}	0.484^{***}	0.397 ^{***}	0.376 ^{***}	0.307 ^{**}
TG	0.403^{***}	0.426^{***}	0.379 ^{***}	0.226*	0.232*	NS
TC	0.210*	NS	0.224*	NS	NS	NS
HDLC	NS	NS	NS	NS	NS	NS
LDLC	0.257*	0.286**	0.287**	0.256*	NS	NS
IRI	0.370 ^{***}	0.390 ^{***}	0.487^{***}	0.227*	0.211*	0.518^{***}
HbA1c	NS	NS	NS	0.268*	NS	0.249*
Lep	0.817^{***}	0.855^{***}	-	0.506^{***}	0.550^{***}	-
hsCRP	0.510^{***}	0.535^{***}	0.685^{***}	NS	NS	NS
Adipo	NS	NS	NS	-0.242*	-0.257*	NS

	male (n=73)			female (n=75)		
	POW	W/H	Leptin	POW	W/H	Leptin
CAVI	-0.336**	-0.355**	-0.326**	-0.322**	NS	NS

	male (n=19)			female (n=21)		
	POW	W/H	Leptin	POW	W/H	Leptin
VF	0.658^{**}	0.589^{**}	NS	NS	NS	NS
SCF	0.885^{***}	0.873^{***}	0.800^{***}	0.743^{***}	0.682^{**}	0.697^{**}

Pearson's correlation coefficient test

(* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, bold; $r > 0.4$, NS; not significant)

Abbreviations: see Table 1

未成年者、特に幼児、小・中学生の糖尿病等の生活習慣病予防のための 総合検診のあり方に関する研究（福岡地区）

分担研究者 青木真智子¹⁾、吉永正夫²⁾、徳川 健¹⁾、園田紀子³⁾、香月きょう子⁴⁾
所 属 青木内科循環器科小児科クリニック¹⁾、国立病院機構鹿児島医療センター小児科²⁾
福岡市健康づくりセンター³⁾、池田医院⁴⁾

研究要旨

【目的】小児肥満は、30年前の約3倍に増加しているが、平成18年頃より、社会の啓蒙などにより増加が止まっている。しかし尚も増加しているのは、重症の肥満と痩せである。DOHAD説¹⁾からも伺いしれるように、その体質は三世代継続されると言われている。それを阻止するために重要なのは、幼児・小学生・中学生などの早期介入による健康教育である。今回幼児・小学生・中学生の空腹時採血を伴う大規模なデータを集めることにより1次・2次予防のためのガイドラインが作製できると考える。【対象と方法】平成24年8月に福岡県北九州市門司区で101名、平成24年10月に福岡県福岡市中央区で90名の健康な幼児（年長児）・小学生・中学生にボランティアを呼びかけ計191名が、小児生活習慣病検診を受診し、対象とした。受診者のデータは①身体計測値、血圧、②血液生化学測定値（一般生化学、糖代謝関連項目、アディポカイン、炎症性マーカー等）③食習慣・生活習慣データ、④出生時～現在の縦断的身長/体重値、一部に⑤内臓脂肪測定⑥血管硬化度（脈波）を測定した。【結果】小学生低学年と高学年の差が、男子ではアディポネクチンに、女子では、腹囲、ヘモグロビン、インスリン、高感度CRPにみられた。小学生の肥満群（肥満度20%以上）と非肥満群（肥満度20%未満）では、多数の生化学的測定値で有意差を認めた。腹囲身長比の0.5以上群と0.5未満群との有意差と同じ傾向であった。成長曲線では、3歳から体重のばらつきがみられ、計測値での介入は3歳ごろがよいのではと思われた。ABI、PWV、内臓脂肪面積・皮下脂肪面積は、年齢との相関はみられなかったが、小学生での皮下脂肪面積が、ALT、Leptinに高い相関を示した。対象に小児メタボリックシンドロームの症例はいなかった。【結論】身体計測値のみならず採血を伴う検診を行うことが、動脈硬化や糖尿病合併症進展阻止のための早期発見に繋がると考えられた。予防検診を行うことはきわめて重要であり、さらには親子同時に行われることが望ましいと考えた。

A. 研究目的

近年、各自治体で小児生活習慣病検診が行われているが、北九州市、福岡市では、自治体による幼児・小学生・中学生の生活習慣病検診は行われておらず、市民の小児生活習慣病に対する認識が低いことが考えられる。今回、地区の市民センターおよび健康づくりセンターで希望者による詳細な検診をおこなった。また全員による血管硬化度（脈波）も測定し、年齢的差を検討した。また放射線被ばくもなく安全に、一部の小児の内臓脂肪量も測定した。生活習慣病の一次予防のために、健常ボランティア幼児・小学生・中学生の動脈硬化・糖尿病予備軍の実態を解明し、体格値、生化学値、アディポカイン値、内臓脂肪との関係を明らかにする目的で検討を行なった。

B. 研究方法

1. 対象

北九州市と福岡市の医師会及び教育委員会のご協力により、福岡県北九州市門司区東郷市民センターと福岡県福岡市中央区福岡市健康づくりセンター（あいれふ）でそれぞれ検診説明会を行い参加者を募った。各年齢分布は表1による。

2. 検査項目

1) 身長・体重・腹囲・血圧・脈拍数の測定

身長と体重を測定して記録。腹囲は臍高で測定した。血圧は本研究班の検診においては同一の機種（A&D社製TM-2571 II）を用いて測定した。座位で3回測定して2回目と3回目の測定値の平均

を血圧値として採用した。

2) 血清生化学的検査

当日朝絶食にて採血した。末梢血（白血球数、赤血球数、血色素、ヘマトクリット、血小板数）、AST、ALT、 γ -GTP、総コレステロール (TC)、LDL-コレステロール(LDL-C)、HDL-コレステロール (HDL-C)、中性脂肪 (TG)、空腹時血糖、空腹時インスリン (FIRI)、ヘモグロビン A1c (HbA1c)、尿酸 (UA) を測定した。インスリン抵抗性の指標として Homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) ($=\text{FPG} \times \text{FIRI} / 405$) を算出した。

3) アディポカイン

アディポネクチン、レプチン、高感度 CRP (hsCRP)、をキットで測定した。

4) 内臓脂肪測定装置 HDS-2000 DUALSCAN で内臓脂肪面積を測定した。測定のためには腹囲が 65cm ある必要があり、対象に限られた。内臓脂肪面積の 60cm² 以上を内臓脂肪型肥満と判定した。

5) 血管硬化度（上腕—足首脈波伝搬速度）を form PWV/ABI（オムロンヘルスケア）で測定した。

6) 出生時～現在の縦断的身長／体重値：質問票で聞き取りし、不明なところは、保護者より学校へ確認した。

7) 食習慣・生活習慣データ：質問票で検討した。

3. 肥満の定義

肥満の定義には、肥満度を用いた。肥満度は 2000 年度学校保健統計の性別年齢別身長別標準体重から算出した。また、内臓脂肪の評価として腹囲身長比を計算した。²⁾

4. 統計学的検定

Stat View Ver. 5.0 を用い、測定値の比較には Student's-t 検定、全対象の解析には Pearson の相関係数検定を行い、すべての解析において $p < 0.05$ を有意とした。正規分布に従わないデータは、対数正規分布に変換して検定を行った。

（倫理面への配慮）

本検診のすべての項目について意味と意義を学校・受診者とその保護者に行い、希望者のみに施行

した。個人情報保護法を遵守し、解析は匿名化して行った。

C. 研究結果

計測値・血液検査値・内臓脂肪測定値・脈波検査の結果について述べる。

1. 肥満度

対象の年齢分布を表 1 に示す。小学 3～6 年生にやや希望者が多かった。対象の肥満度分布を表 2 に示す。小学生では、正常体格が 71.4～86% であり、中等度以上の肥満が軽度肥満より多い傾向だった。

2. 小学生の測定値の性差（表 3）

今回は、小学生に限って検討した。表 3 の項目では、小学生に男女差はみられなかった。小学校低学年（小 1, 2, 3 年生）と、小学校高学年（小 4, 5, 6 年生）の 2 群にわけて検討したところ、男子では、アディポネクチン (AN) のみが小学校高学年で有意に低かった。小学生女子では、腹囲、ヘモグロビン、インスリンが低学年に比べ、高学年が有意に増加していたが、高感度 CRP は低下していた。

3. 小学生の非肥満群（肥満度 20%未満）と肥満群（肥満度 20%以上）の測定値の比較

身長、ヘモグロビン、総コレステロールを除く表 6 の項目全てで有意差を認めた。

4. 小学生の腹囲身長比 0.5 未満群と 0.5 以上群の測定値の比較

腹囲身長比は内臓脂肪を反映し、肥満度とも相関すると言われている²⁾ が、身長、ヘモグロビン、総コレステロールを除く、表 7 の項目で有意差を認めた。肥満度の比較と同じ傾向であった。

5. Adiposity rebound(AR)の比較

AR は 6 歳前後でおこなうのが一般的である。AR が早期に起これば、将来肥満症になりやすいと言われている。³⁾ 1 歳半と 3 歳の BMI を比較し、1 歳半 > 3 歳 BMI 群 (n=92・正常経過群) と、3 歳 \geq 1 歳半 BMI 群 (n=57・AR が早期に起こっていると考えられる群)

とで比較したが、小学生現在の腹囲身長比には、有意差を認めなかった。(p=0.06) (図1)

6. 北九州市・福岡市における成長曲線 (図2・3・4・5・6・7・8・9)

北九州市・福岡市とも身長は成長曲線に沿って成長がみられており、ばらつきが少なかった。一方体重は、3歳頃からばらつきが見られた。従って、肥満も単純性肥満であることが示唆され、成長曲線を検討しながら、3歳ごろからの介入の必要性が考えられた。

7. 腹囲/身長比の年齢分布 (図10)

全症例では、16.2%に腹囲身長比が0.5以上であった。北九州市では9.9%、福岡市では23.3%であり、集団としては、福岡市が内臓脂肪の多い子ども達が集めたか、潜在的に内臓脂肪に地域差があるのか判定しにくかった。小学生での年齢と腹囲身長比の相関係数は、 $r = -0.103$ 、 p 値=0.2 で年齢によっての変動が少なかった。

8. 高感度CRPの年齢分布 (図11)

全症例では、各年齢でばらつきがみられた。小学生の年齢と高感度CRPとの相関係数は、 $r = -0.1$ 、 p 値=0.23 だった。

9. アディポネクチンの年齢分布 (図12)

年齢があがるにつれ減少する傾向にあった。小学生では、 $r = -0.27$ 、 p 値=0.001 であった。

10. インスリン抵抗性の年齢分布 (図13)

インスリン抵抗性を homeosis model assessment insulin resistance : HOMA-IR で判定した。空腹時血糖 140 mg/mg 以下の場合 (今回の症例はすべてあてはまる)、HOMA-IR が、1.6 以下のときは正常、2.5 以上のときは、インスリン抵抗性の存在が示唆される。8名(4.2%)が、2.5 以上であった。小学生では、 $r = 0.36$ 、 p 値=<.0001 でやや相関があった。

11. ABI の年齢分布 (図14) ⁴⁾

ABI は血管の狭窄ないし閉塞を反映する指標と考

えられている。成人の評価基準⁴⁾は、0.9 以下が、動脈閉塞の疑いがあると考えられている。右 ABI で 12.4% (5歳~15歳)、左 ABI で 14.5% (5歳~14歳) が 0.9 以下であり、実際の動脈閉塞の指標としては難しいことが考えられた。

12. PWV の年齢分布 (図24) ⁴⁾

PWV は、動脈硬化に関連した指標である。右 PWV は 671~1228、左 PWV は 345~1283 であり、年齢によって低下していた。小学生では、 $r = -0.097$ 、 p 値=0.24 と年齢との相関はほとんどなかった。データは、個人経過を追うことにより、動脈硬化の推移をみることができると考えられた。

13. 内臓脂肪測定装置 (DUALSCAN) を用いた内臓脂肪と皮下脂肪の年齢分布 (図16) を示す。小児内臓脂肪増加の指標とされる 60cm² 以上は 2名 (1%) に見られた。ばらつきが多く、内臓脂肪面積も皮下脂肪面積も年齢との相関はほとんどなかった。

14. メタボリックシンドローム⁶⁾

腹囲が小学生 75cm 以上、中学生 80cm 以上は、24名(12.5%)おり肥満度の平均は、31.2%であった。そのうち中性脂肪 120mg/dl 以上が 9名で、HDL-コレステロール、血圧、空腹時血糖は、メタボリックシンドロームの基準をみたしておらず、メタボリックシンドローム予備軍が、9名(4.7%)だったが、メタボリックシンドロームの対象はいなかった。

15. 小学生の内臓脂肪面積との単相関 (表8)

小学生では、腹囲 ($r = 0.41$ 、 $p = 0.015$) と体重 ($r = 0.54$ 、 $p = 0.001$) にかなり相関があった。

16. 小学生の皮下脂肪面積との単相関 (表9)

肥満度、腹囲、体重、中性脂肪、ALT、HOMA-IR、Leptin、高感度CRP、AN にかんりの相関があった。

17. 小学生の腹囲身長比との単相関 (表10)

皮下脂肪面積、肥満度、腹囲、中性脂肪、ALT、Leptin に正の相関があり、HDL-コレステロール、AN に負の相関があった。内臓脂肪面積にはなかつ

た。

D. 考察

1. 全般的考察

今回対象となった小児は、北九州市では、学校医の積極的支援があり、地域の市民センターで検診を行った。参加者が多く各学年にわたり参加希望があり、定数のため参加できない小児もいた。そのためごく一般的な集団を代表しているものとする。一方福岡市では、地域の健康づくりセンターで学校案内の下、検診をおこなったので、肥満傾向の小児の参加が多く、それが腹囲身長比 ≥ 0.5 の%が福岡市で高かった原因と考えられた。

一般的生化学検査は、今回小学生で検討した。小学生男女での統計学的有意差は認めなかった。ANが全年齢で負の相関がややみられたが、男子では、小学校低学年から高学年に移るときに有意に低下していた。女子では、高学年でインスリンが有意に増加していた。年齢・性差によって変化があり、これについては、多数の対象が解析されることで明らかになると考えられる。

インスリン抵抗性については、小学3-4年生で増加してきており、糖尿病等の生活習慣病予防のためには、検診年齢は、この年代で開始することが、早期介入につながるのではないかと考えられた。

出生時～現在の縦断的身長、体重を経過が追えた。BMIを1歳半と3歳で比較したところ、3歳 ≥ 1 歳半BMI(早期adiposity rebound)の対象は、37%であり、そのうち22%が現在腹囲身長比 ≥ 0.5 か、もしくは肥満度 $\geq 20\%$ になっていた。一方、1歳半 > 3 歳BMIの対象は62%(正常群)あり、そのうち13.2%が腹囲身長比 ≥ 0.5 か、肥満度 $\geq 20\%$ になっていた。早期adiposity rebound例が、肥満傾向が強いかと思われたが、小学生に限って腹囲身長比との2群間検定をおこなったが、有意差はなかった。今後の検討が必要と思われた。また北九州市と福岡市での成長曲線では、体重が3歳よりバラツキが多くなっており、この時点での体格値に対するコメントを幼稚園や保育園の園医が提言するべきと考えた。

レプチン、アディポネクチン、高感度CRPについては、対象例を多くし検討が必要と考えられた

が、レプチン、インスリン、HOMA-IR、ALTが、肥満群で高く鋭敏な指標になりうる事が考えられた。DUALSCANによる内臓脂肪分布は、被ばくもなく、正確であるが、ウエストの大きさに測定限界があり、検討の必要があると考えられた。小学生で、内臓脂肪面積より、皮下脂肪面積のほうが、各種動脈硬化の指標に相関があった理由が不明であったが、脂肪のつきかたが、先に皮下脂肪が増加し、動脈硬化を表す指標と相関することも考えられた。

全年齢で小児メタボリックシンドロームの症例は認めず、多数の生化学的異常が小学生から生じていることを考えると、採血を伴う検診を行うことが、小児生活習慣病予防検診の意義を持つと考える。

また検診結果を報告後、小児科外来での小児肥満治療に継続できた例もあり、子どもの検診異常によって、親が生活習慣の改善に真剣に取り組む例も多くみられ、小児への介入がしいては、親の生活習慣病改善に繋がると考えられる。親子同時の検診システムの構築を期待したい。

今後症例をかさね、肥満度と動脈硬化を判定する特殊検査の関係、生活習慣・食習慣との関係に対する検討を進めていきたいと思っている。

E. 結論

健康小児でも年齢・性差によって動脈硬化の指標となる基準値が変動することが考えられた。また、肥満度20%以上もしくは腹囲身長比0.5を境に、各種動脈硬化の指標が大きく変化していることが考えられた。身体計測値のみならず採血を伴う検診を行うことが、動脈硬化や糖尿病合併症進展阻止のための早期発見に繋がると考えられる。予防検診を行うことはきわめて重要であり、さらには親子同時に行われることが望ましいと考えた。

謝辞

今回の検診にご協力いただきました生徒、保護者、学校関係者、福岡市・北九州市教育委員会、福岡市・北九州市医師会、福岡市健康づくりセンター・青木内科循環器科小児科クリニックのスタッフに深謝いたします。

参考文献

- 1) Godfrey KM, Lillycrop KA, Burdge GC et al : Epigenetic mechanisms and the mismatch concept of the developmental origins of health and disease. *Pediatr Res* 61 :5R-10R, 2007
- 2) 原 光彦. 小児メタボリックシンドロームと腹囲身長比 肥満研究 17(1):27-34, 2011
- 3) Eriksson JG, Forsen T, Tuomilehto J. Early adiposity rebound in childhood and risk of Type 2 diabetes *Diabetologia* 46:190-194 2003
- 4) 小平真理、富山博史、山科章. 動脈硬化を診る リスク評価と病態の検査. *Medical technology* 38(13) 1422-1429 2010
- 5) 雨宮 伸. 小児におけるインスリン抵抗性 コンセンサス、展望および将来の方向性 日本小児科学会雑誌 115:20-32 2011
- 6) 大関武彦. メタボリックシンドローム 小児科臨床 65:902-908 2012

F. 研究発表

1. 論文発表 なし
2. 学会発表 なし
3. 特別講演・教育講演 なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

表 1. 平成 24 年度 福岡地区小児生活習慣病検診の人数

	北九州市		福岡市		計	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子
幼児	4	4	0	1	4	5
小学 1～2 年	7	12	7	11	14	23
小学 3～4 年	18	17	9	13	27	30
小学 5～6 年	12	10	15	25	27	35
中学生	8	9	7	2	15	11
計	49	52	38	52	87	104

表 2. 平成 24 年度 福岡地区小児生活習慣病検診の肥満度分布(%)

	やせ	正常	軽度肥満	中等度肥満	重症肥満
幼児	0	100	0	0	0
小 1～2 男	0	86	14	0	0
小 1～2 女	0	87	4.3	8.7	0
小 3～4 男	0	74	3.7	22.3	0
小 3～4 女	6.7	80	0	10	3.3
小 5～6 男	3.7	85.2	3.7	7.4	0
小 5～6 女	5.7	71.4	8.6	14.3	0
中学男	0	73.4	13.3	13.3	0
中学女	0	90.9	9.1	0	0

表 3. 小学生の計測値の性差

	男 (n=68)	女 (n=88)	p-value
身長 (cm)	136±10.4	135.8±12.5	0.89
体重 (kg)	33.3±8.3	33±10.7	0.86
BMI	17.8±3.0	17.4±3.4	0.57
肥満度 (%)	3.3±16.7	2.64±17.5	0.8
腹囲 (cm)	61.3±9.0	60.6±10.1	0.63
収縮期血圧 (mmHg)	99.4±9.9	96.6±9.2	0.07
拡張期血圧 (mmHg)	56.3±9.2	54.6±8.5	0.22
ヘモグロビン (g/dl)	13.7±0.63	13.6±0.85	0.6
尿酸 (mg/ml)	4.5±1.0	4.3±0.87	0.15
空腹時血糖 (mg/dl)	86.1±7.1	85.7±5.8	0.68
総コレステロール (mg/dl)	174.8±29.5	174.8±27.9	0.99
HDL-C (mg/dl)	62.3±10.6	62.6±12.9	0.86
LDL-C (mg/dl)	100.2±27.6	99.4±26.2	0.86
HbA1c (%)	4.9±0.2	4.9±0.35	0.9
TG	63.6±41.0	63.9±34.2	0.48
ALT	18.4±11.5	16.5±13.2	0.08
Insulin	4.5±3.6	4.9±4.0	0.46
HOMA-IR	0.96±0.79	1.05±0.89	0.49
Leptin	6.6±5.9	7.7±6.6	0.14
CRP	383.5±938.7	276.4±377	0.96
AN	9.86±3.6	9.64±3.73	0.56

表 4. 小学生男児の低学年（1～3年生）と小学高学年（4～6年生）の測定値の比較

	小学低学年 (n=87)	高学年 (n=69)	p-value
腹囲 (cm)	59.2±9.4	63.3±8.4	0.06
収縮期血圧 (mmHg)	99.4±9.8	99.4±10.1	0.97
拡張期血圧 (mmHg)	57.4±11.3	55.4±6.7	0.37
ヘモグロビン (g/dl)	13.6±0.73	13.7±0.52	0.23
尿酸 (mg/ml)	4.3±0.85	4.7±1.2	0.16
空腹時血糖 (mg/dl)	86.2±6.7	86±7.5	0.93
総コレステロール (mg/dl)	171.4±23.6	177.9±33.9	0.37
HDL-C (mg/dl)	62±7.2	62.6±12.9	0.81
LDL-C (mg/dl)	98.1±21.1	102±32.4	0.58
HbA1c (%)	4.89±0.16	4.92±0.24	0.6
LnTG	3.98±0.53	3.95±0.73	0.83
LnALT	2.82±0.36	2.77±0.53	0.57
LnInsulin	0.93±1.1	1.2±0.86	0.2
LnLeptin	1.7±0.84	1.5±0.67	0.3
LnCRP	5±1.45	4.7±1.3	0.3
LnAN	2.37±0.34	2.1±0.35	0.002

表 5. 小学生女児の低学年（1～3年生）と小学高学年（4～6年生）の測定値の比較

	小学低学年 (n=37)	高学年 (n=51)	p-value
腹囲 (cm)	57±9.2	63.1±10.1	0.005
収縮期血圧 (mmHg)	95.6±9.4	97.3±9.1	0.4
拡張期血圧 (mmHg)	53.4±7.2	55.4±9.3	0.28
ヘモグロビン (g/dl)	13.3±0.67	13.8±0.93	0.03
尿酸 (mg/ml)	4.4±0.74	4.3±0.96	0.62
空腹時血糖 (mg/dl)	84.9±5.1	86.2±6.2	0.32
総コレステロール (mg/dl)	175.1±24.8	174.6±30.2	0.94
HDL-C (mg/dl)	63.3±12.5	62.1±13.3	0.67
LDL-C (mg/dl)	99.5±23.4	99.4±28.3	0.99
HbA1c (%)	5.0±0.15	4.9±0.44	0.2
LnTG	3.96±0.53	4.1±0.48	0.25
LnALT	2.74±0.58	2.61±0.36	0.2
LnInsulin	0.87±1.1	1.45±0.81	0.004
LnLeptin	1.7±0.75	1.8±0.69	0.4
LnCRP	5.2±1.19	4.6±1.3	0.03
LnAN	2.2±0.4	2.1±0.43	0.24

表 6. 小学生の非肥満群（肥満度 20%未満）と肥満群（肥満度 20%以上）の測定値の比較

	非肥満群 (n=129)	肥満群 (n=27)	p-value
身長 (cm)	135.3±12	139.0±8.9	0.14
体重 (kg)	30.6±7.6	45.3±8.8	<.0001
BMI	16.4±1.96	23.2±1.97	<.0001
肥満度 (%)	-3.4±10.5	33.0±8.3	<.0001
腹囲 (cm)	57.6±6.3	76.5±7.3	<.001
収縮期血圧 (mmHg)	96.6±9.6	103.7±7.4	0.0004
拡張期血圧 (mmHg)	54.5±7.8	59.6±12.0	0.0061
ヘモグロビン (g/dl)	13.6±0.76	13.8±0.73	0.09
尿酸 (mg/ml)	4.3±0.8	4.8±1.4	0.01
空腹時血糖 (mg/dl)	85.3±6.5	88.5±5.2	0.017
総コレステロール (mg/dl)	174.2±29.4	177.8±24.0	0.55
HDL-C(mg/dl)	64.1±11.6	54.6±10.3	0.0001
LDL-C(mg/dl)	97.5±26.3	110.6±26.6	0.02
HbA1c(%)	4.9±0.3	5±0.2	0.008
TG	59±32.5	86.5±49.2	0.006
ALT	15.2±6.3	28.0±24.8	<.0001
Insulin	3.9±3.0	8.7±4.5	<.0001
HOMA-IR	0.83±0.69	1.9±1.0	<.0001
Leptin	5.1±3.3	17.5±7.3	<.0001
CRP	262.2±695.3	609.1±526.5	<.0001
AN	10.3±3.6	7.0±2.5	<.0001

表 7. 小学生の腹囲身長比 0.5 未満群と 0.5 以上群の測定値の比較

	0.5 未満 (n=129)	0.5 以上 (n=27)	p-value
身長 (cm)	135.4±12.1	138.7±8.4	0.18
体重 (kg)	30.7±8.0	44.6±8.9	<.0001
BMI	16.5±2.1	23.0±2.3	<.0001
肥満度 (%)	-3.1±11.2	31.5±10.4	<.0001
腹囲 (cm)	57.6±6.2	76.9±6.7	<.0001
収縮期血圧(mmHg)	96.5±9.3	104.1±8.7	0.0001
拡張期血圧 (mmHg)	54.6±7.8	58.7±12.2	0.029
ヘモグロビン (g/dl)	13.6±0.78	13.8±0.67	0.24
尿酸 (mg/ml)	4.3±0.8	4.8±1.4	0.015
空腹時血糖 (mgdl)	85.4±6.5	88.0±5.5	0.05
総コレステロール (mg/dl)	173.4±28.4	181.7±28.5	0.17
HDL-C (mg/dl)	63.8±11.5	56.3±11.8	0.003
LDL-C (mg/dl)	97.2±26.2	112±26.5	0.009
HbA1c (%)	4.9±0.3	5±0.2	0.003
TG	58.6±30.9	88.3±52.9	0.005
ALT	15.0±6.2	28.7±24.5	<.0001
Insulin	3.9±3.1	8.6±4.7	<.0001
HOMA-IR	0.84±0.69	1.9±1.0	<.0001
Leptin	5.2±3.5	17.5±7.5	<.0001
CRP	256.3±684.3	636.5±574.7	<.0001
AN	10.3±3.6	7.0±2.6	<.0001

図 1. 小学生における、1歳半 BMI>3歳 BMI の群と
3歳 BMI \geq 1歳半 BMI 群のウエスト身長比の比較

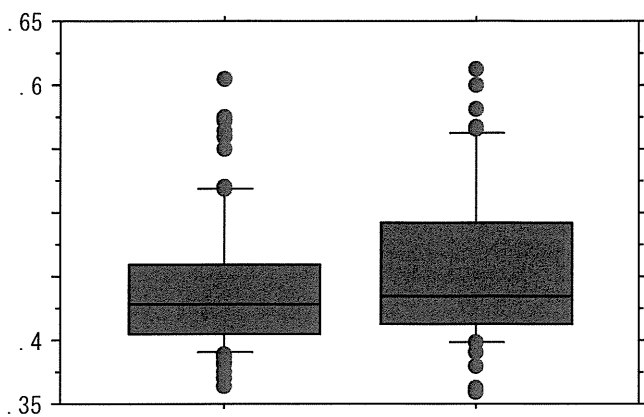


図 2. 身長 成長曲線 (男子) 北九州市

(cm)

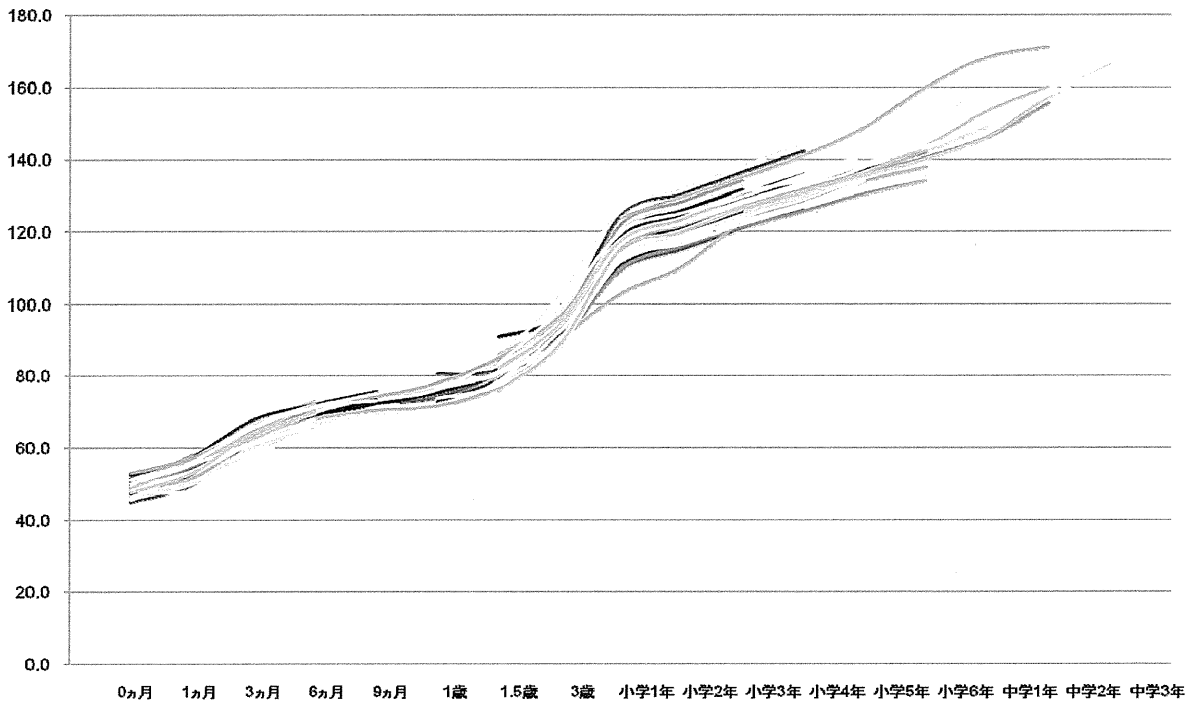


図 3. 身長 成長曲線 (女子) 北九州市

(cm)

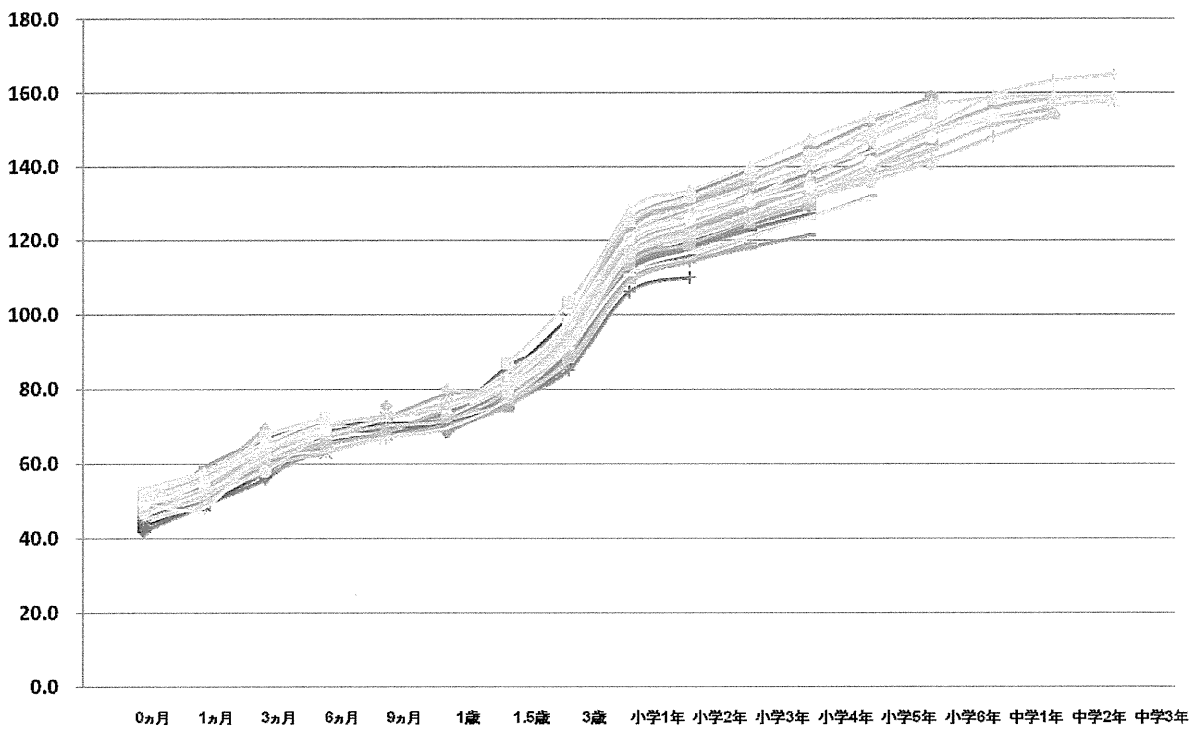


図4. 体重 成長曲線 (男子) 北九州市

(kg)

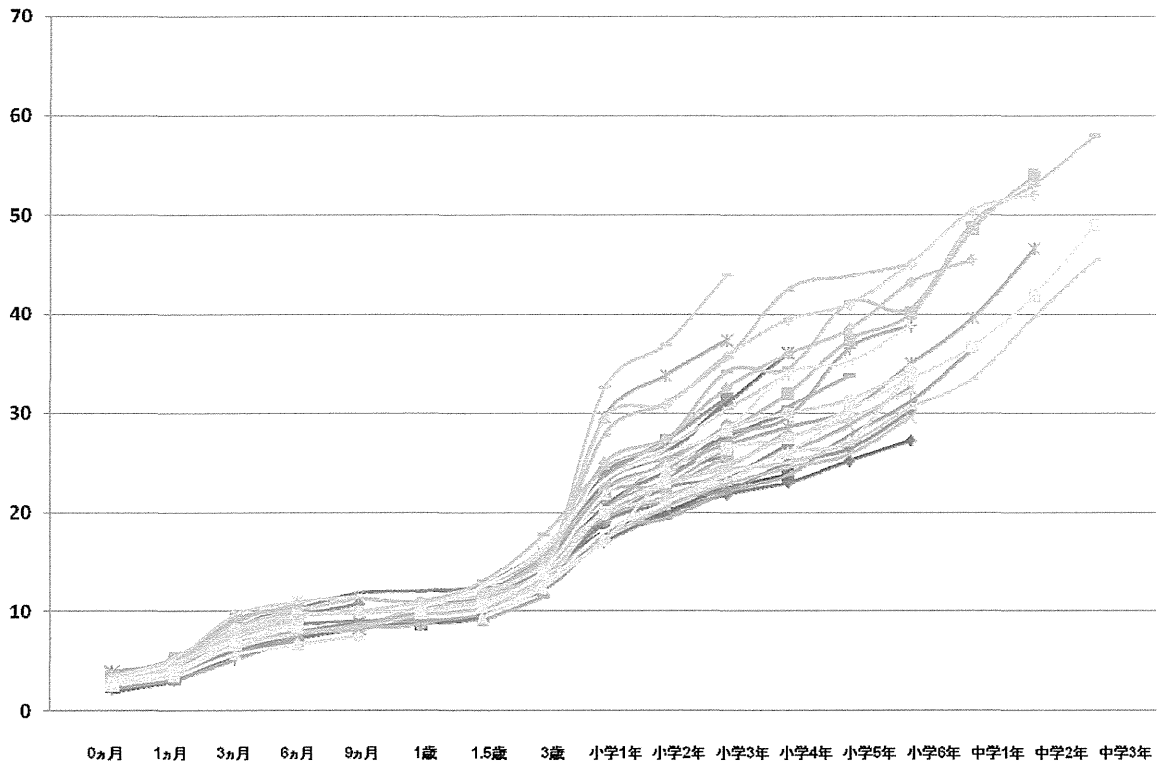


図5. 体重 成長曲線 (女子) 北九州市

(kg)

