

原

著

幼児期の BMI およびその変化と 10 歳時の肥満との関連

田 島 孝 子

新潟大学大学院医歯学総合研究科地域疾病制御医学専攻
地域予防医学講座小児保健学分野
(主任：齋藤昭彦教授)

The Study of the Relationship between Body Mass Index During Preschool Period and Obesity at 10 years of Age

Takako TAJIMA

*Division of Child health, Department of Community Preventive Medicine,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
(Director: Prof. Akihiko SAITOU)*

要 旨

本研究は、乳幼児健康診査時の BMI およびその変化が、小学校高学年の体格に関連することを明らかにし、小児期からの生活習慣病予防対策に資することを目的とした。新潟県五泉市の小学校 5 年生、男子 307 名、女子 297 名を対象に、独立変数として、出生体重、出生体重 SD スコア、出生時 BMI、1.5 歳時 BMI、3 歳時 BMI、6 歳時 BMI、従属変数として小学校 5 年生 4 月時の肥満度を用い検討した。10 歳時の肥満とやせは、男子でそれぞれ 56 名 (18.2%)、4 名 (1.3%)、女子で 32 名 (10.8%)、9 名 (3.0%) であった。4 分位法による検討では、1.5 歳時～6 歳時 BMI の第 4 分位は、第 1～第 3 分位に比し 10 歳時の肥満度の平均が高く、肥満の頻度も多かった。3 歳時から 6 歳時の BMI 分位の推移の検討では、3 歳時 BMI 第 4 分位かつ 6 歳時 BMI 第 4 分位で、10 歳時に肥満であった者は、男子 25 名 (44.6%)、女子 21 名 (65.6%) であった。男子では、3 歳 BMI 第 1～第 3 分位かつ 6 歳時 BMI 第 4 分位で、10 歳時に肥満であった者は、21 名 (37.5%) と女子に比し多かった。一方、10 歳時のやせの者は、ほぼ 3 歳時 BMI 第 1 分位かつ 6 歳時 BMI 第 1 分位であった。10 歳時に肥満であるオッズ比は、3 歳時 BMI - 1.5

Reprint requests to: Takako TAJIMA
Division of Child health
Department of Community Preventive Medicine
Niigata University Graduate School of Medical
and Dental Sciences
1 - 757 Asahimachi - dori Chuo - ku,
Niigata 951 - 8510 Japan

別刷請求先：〒951-8510 新潟市中央区旭町通 1-757
新潟大学大学院医歯学総合研究科地域疾病制御医学
専攻地域予防医学講座小児保健学分野 田島孝子

歳時 BMI (Δ BMI (3歳, 1.5歳)) 減少群かつ6歳時 BMI - 3歳時 BMI (Δ BMI (6歳, 3歳)) 減少群を1とすると, Δ BMI (3歳, 1.5歳) 減少群かつ Δ BMI (6歳, 3歳) 増加群で男子 8.94, 女子 4.38, Δ BMI (3歳, 1.5歳) 増加群かつ Δ BMI (6歳, 3歳) 増加群で男子 26.27, 女子 28.19であった。小学校高学年の肥満予防には, 3歳児健診時に Δ BMI (3歳, 1.5歳) 増加者に対して, 適切な生活習慣や体重測定を指導し, BMIの増加を抑えることが有用と考えられた。1歳6か月児健診, 3歳児健診, 就学時健診は, ほとんどの小児が保護者とともに受診する健診である。日常生活習慣が確立する前であり適切な生活習慣の指導には適した時期と考えられる。幼児期の BMI およびその変化をもとに, 介入すべき例に対して適切な生活習慣を指導することは, 生活習慣病予防対策として有用と考えられた。

キーワード: 乳幼児健診, BMI, 肥満, やせ, 小学生

緒 言

我が国の大きな健康問題である肥満, 高血圧, 脂質異常症などの生活習慣病の発症は, 遺伝的体質と小児期からの生活習慣によって発症すると考えられている。また, 小児期の肥満度, BMI, 血圧, コレステロールは, 成人期にかけてトラッキングする¹⁾²⁾³⁾。したがって, 生活習慣病対策は小児期から開始されるべきである。

さらに, 胎児期から乳幼児期の成長とその後の生活習慣病との密接な関連が指摘されており, 成人病胎児起源説 (Barker 説) と Adiposity rebound という考えが提唱されている。成人病胎児起源説は, 低出生体重児ほど, 後の生活習慣病の発症が多いという概念である⁴⁾。また, Body mass index (kg/m^2 , BMI) は, 乳児期から幼児期にかけて減少し, 6歳前後で最低値となり, その後成長が終了するまで増加する。Adiposity rebound とは, BMI が最低となる年齢が早いほど, 将来肥満になりやすいという概念である⁵⁾。いずれの概念も, 国内外における疫学研究で肯定的な報告がなされており⁶⁾⁷⁾, 胎児期や乳幼児期からの生活習慣病予防対策が重要と考えられている。

現在, 小児期における生活習慣病予防対策は, 多くの場合, 小学校高学年以降の児童生徒を対象にした生活習慣病健診が行われている。しかし, ①小児の生活習慣病健診は, すべての自治体で実

施されておらず, 受診率が低い健診もある。②すでに生活習慣病が発症している児童生徒が少なく, その事後指導が困難である。という問題もあり, 実効ある生活習慣病予防対策がなされているとは言い難い⁸⁾。

一方, 1歳6か月児健康診査 (健診), 3歳児健診, 就学時健診は, ほとんどの小児が保護者と共に受診する。また, この時期は小学校高学年ほど生活習慣が確立しておらず, かつ, 生活習慣病の発症も少ない。したがって, 生活習慣病予防対策を開始する時期として優れていると考えられる。

本研究の目的は, 出生体重, 1歳6か月児健診, 3歳児健診, 小学校入学時の BMI と小学校高学年の肥満とやせの関連を検討し, 乳幼児健診時に, 将来の肥満のリスク因子を明らかにすることである。本研究の結果は, 乳幼児健診から始まる生活習慣病予防対策の疫学的根拠となり, 実効性のある小児期からの生活習慣病予防対策の進展の一端となると推測される。

対象と方法

対象は, 平成18年度および20年度, 新潟県五泉市立小学校5年生に在籍する児童生徒, 男子307名, 女子297名であり, 総在籍数の54.5%である。小学校の記録から, 小学校5年生4月時(10歳時)の身長, 体重および小学校入学時の身

長、体重を調査した。また、母子健康手帳から在胎週数、出生身長、出生体重、1歳6ヶ月児健診時の身長と体重、3歳児健診時の身長と体重を調査した。さらに、在胎週数相当の出生体重 SD スコア、出生時 BMI、1歳6ヶ月児健診時 BMI、3歳児健診時 BMI、小学校入学時 BMI、小学校5年生4月時の肥満度を算出した。体格の指標として、肥満度と BMI による肥満の評価は、6.5歳未満、男子で16.5歳以降、女子で14.5歳以降では、身長に関わらずよく一致する⁹⁾。したがって、本研究では、小学校入学時までの体格評価には、算出が容易な BMI を用い、小学校5年生4月の体格評価には性別・年齢別・身長別標準体重を用いた肥満度を用いた。肥満度の判定は、肥満度 - 20.0 以下をやせ、-19.9% ~ +19.9% を標準、+20.0% 以上を肥満と判定した¹⁰⁾。

調査の実施にあたっては、五泉市教育委員会および対象者の保護者に対して本調査研究について説明し、文書で同意を得た。また、本研究は、新潟大学医学部倫理委員会の承認を得ている（平成21年1月7日、受付番号808）。

出生体重および幼児期の BMI と 10 歳時の肥満との関連の検討

出生体重、出生体重 SD スコア、出生時 BMI、1歳6ヶ月児健診時（1.5歳時）BMI、3歳児健診時（3歳時）BMI、小学校入学時（6歳時）BMI を4分位法で4群に分け、各群の10歳時の肥満度の平均を一元配置分散分析および post hoc test として Tukey - Kramer の HSD 検定で比較検討した。また、各群の10歳時の肥満度の判定（標準、肥満、やせ）の頻度を尤度カイ2乗検定で比較検討し、ロジスティック解析を用いて、各群の10歳時に肥満であるオッズ比を求めた。

また、3歳児健診時 BMI および6歳時 BMI をそれぞれ4分位法で4群ずつに分け、10歳時の肥満度の平均を二元配置分散分析および post hoc test として Tukey - Kramer の HSD 検定で検討した。また、肥満度の判定（標準、肥満、やせ）の頻度を、尤度カイ2乗検定で検討した。

1.5 歳時～3 歳時～6 歳時の BMI の変化と 10 歳時の肥満との関連の検討

小児期の BMI は、乳児期から減少し、6歳前後に最低値となり、その後増加する。したがって、一般的には1.5歳時 BMI > 3歳時 BMI > 6歳時 BMI となる。一方、早期に Adiposity rebound が起こった例では、1.5歳時 BMI < 3歳時 BMI < 6歳時 BMI あるいは1.5歳時 BMI > 3歳時 BMI < 6歳時 BMI というパターンをとる。したがって、早期の adiposity rebound と10歳時の肥満との関連を検討するために、以下の方法で検討した。

3歳時 BMI - 1.5歳時 BMI (Δ BMI (3歳, 1.5歳)) と6歳時 BMI - 3歳時 BMI (Δ BMI (6歳, 3歳)) を算出した。 Δ BMI (3歳, 1.5歳) および Δ BMI (6歳, 3歳) を増加群、あるいは減少群の群ずつに分け、10歳時の肥満度の平均を二元配置分散分析および post hoc test として Tukey - Kramer の HSD 検定で検討した。また、各群の肥満度の判定（標準、肥満、やせ）を尤度カイ2乗検定で検討し、ロジスティック解析を用いて、各群の10歳時に肥満であるオッズ比を求めた。

統計解析は、JMP 9.02 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.) を使用した。

結 果

表1に、対象のプロフィールを示す。身長 SD スコア、肥満度とも全国平均よりも大きい傾向のある対象であった。10歳時の肥満度の判定は、男子で、やせ4名 (1.3%)、標準247名 (80.5%)、肥満56名 (18.2%)、女子でやせ9名 (3.0%)、標準256名 (86.2%)、肥満32名 (10.8%) であった。各体格指標の25パーセンタイル値、50パーセンタイル値、75パーセンタイル値は、男子でそれぞれ、出生体重では2873g, 3195g, 3475g, 出生体重 SD スコアでは -0.54SD, +0.11SD, +0.75SD, 出生時 BMI では12.0, 12.8, 13.7, 1.5歳時 BMI では15.5, 16.4, 17.2, 3歳時 BMI では、

表1 対象のプロフィール

	男子(n=307)			女子(n=297)		
	平均 ± s	(最小値 - 中央値 - 最大値)	平均 ± SD	(最小値 - 中央値 - 最大値)		
年齢(歳)	10.5 ± 0.3	(10.0 - 10.5 - 11.0)	10.6 ± 0.3	(10.0 - 10.6 - 11.0)		
出生時身長(cm)	49.7 ± 2.2	(43.5 - 50.0 - 56.0)	49.2 ± 2.2	(38.0 - 49.5 - 54.7)		
出生時体重(g)	3183 ± 450	(1740 - 3195 - 4875)	3096 ± 436	(1340 - 3122 - 4204)		
出生体重SDスコア	+0.15 ± 1.03	(-2.60 - +0.11 - +3.97)	+0.18 ± 0.96	(-2.80 - +0.13 - +2.70)		
出生時BMI(kg/m ²)	12.8 ± 1.3	(8.8 - 12.8 - 16.6)	12.7 ± 1.2	(7.9 - 12.7 - 17.4)		
1歳6ヶ月健診身長(cm)	81.3 ± 2.8	(73.2 - 81.3 - 89.2)	80.2 ± 2.6	(71.7 - 80.2 - 87.5)		
1歳6ヶ月健診体重(kg)	10.9 ± 1.2	(8.0 - 10.8 - 14.5)	10.3 ± 1.1	(7.4 - 10.3 - 15.9)		
1歳6ヶ月健診BMI(kg/m ²)	16.5 ± 1.3	(13.8 - 16.4 - 21.1)	16.0 ± 1.3	(12.5 - 15.9 - 20.8)		
3歳健診身長(cm)	95.5 ± 3.6	(84.0 - 95.3 - 105.6)	94.5 ± 3.5	(85.4 - 94.5 - 105.1)		
3歳健診体重(kg)	14.5 ± 1.7	(10.4 - 14.5 - 22.2)	14.0 ± 1.8	(10.2 - 13.8 - 22.6)		
3歳健診身長SDスコア	+0.23 ± 1.02	(-2.58 - +0.22 - +2.89)	+0.36 ± 0.99	(-2.33 - +0.33 - +3.89)		
3歳健診肥満度(%)	+0.8 ± 8.5	(-21.8 - -0.1 - +44.2)	+1.6 ± 8.5	(-20.9 - +0.9 - +39.1)		
3歳健診BMI(kg/m ²)	15.9 ± 1.3	(12.3 - 15.7 - 22.6)	15.7 ± 1.3	(12.2 - 15.6 - 21.4)		
小学1年身長(cm)	117.7 ± 5.1	(105.2 - 118.0 - 132.0)	117.2 ± 5.2	(104.2 - 117.0 - 133.9)		
小学1年体重(kg)	22.2 ± 3.8	(14.7 - 21.8 - 41.4)	21.7 ± 3.7	(14.6 - 21.0 - 38.6)		
小学校1年4月・身長SDスコア	+0.23 ± 1.02	(-2.31 - +0.21 - +3.29)	+0.27 ± 1.01	(-1.96 - +0.16 - +3.85)		
小学校1年・4月肥満度(%)	+2.2 ± 12.4	(-24.4 - -0.3 - +73.9)	+1.0 ± 12.0	(-21.9 - -1.0 - +57.9)		
小学校1年生・BMI(kg/m ²)	15.9 ± 2.0	(11.9 - 15.6 - 27.0)	15.7 ± 1.9	(11.9 - 15.3 - 25.0)		
小学5年4月身長(cm)	140.1 ± 6.5	(122.2 - 140.1 - 160.0)	141.3 ± 7.1	(121.8 - 140.9 - 160.3)		
小学5年4月体重(kg)	35.7 ± 8.1	(21.2 - 33.8 - 65.2)	35.1 ± 7.4	(22.6 - 33.4 - 65.1)		
小学校5年4月・身長SDスコア	+0.25 ± 1.08	(-2.52 - +0.19 - +3.69)	+0.25 ± 1.03	(-2.38 - +0.23 - +3.58)		
小学校5年・4月肥満度(%)	+3.9 ± 17.4	(-25.1 - -0.7 - +83.3)	+0.9 ± 14.5	(-25.6 - -2.1 - +59.2)		
小学5年4月BMI(kg/m ²)	18.1 ± 3.2	(13.0 - 17.1 - 31.1)	17.4 ± 2.6	(12.9 - 17.0 - 26.6)		
ΔBMI(3歳, 1.5歳)	-0.6 ± 1.1	(-4.8 - -0.6 - +5.8)	-0.3 ± 1.1	(-3.2 - -0.4 - +4.1)		
ΔBMI(6歳, 3歳)	+0.1 ± 1.5	(-4.3 - -0.3 - +6.7)	+0.0 ± 1.2	(-2.7 - -0.2 - +6.0)		

15.0, 15.7, 16.8, 6歳時BMIでは, 14.6, 15.6, 16.6であった。女子でそれぞれ, 出生体重では2850g, 3122g, 3370g, 出生体重SDスコアでは-0.49SD, +0.13SD, +0.85SD, 出生時BMIでは12.0, 12.7, 13.4, 1.5歳時BMIでは15.1, 15.9, 16.7, 3歳時BMIでは, 14.8, 15.6, 16.4, 6歳時BMIでは, 14.5, 15.3, 16.6であった。以上をもとに, 4群に分けた。

表2に, 出生体重, 出生体重SDスコア, 各年齢のBMI4分位ごとの10歳時の肥満度の平均±標準偏差を示す。一元配置分散分析により男女とも1.5歳時BMI, 3歳時BMI, 6歳時BMIでの解析モデル全体で肥満度の平均値に有意な違いがあった。post hoc testによる各群間の比較は以下のとおりである。1.5歳時BMIでは, 男子で第4分位が第1分位および第2分位より有意に高く, 女子では, 第1分位が, 第2～第4分位に比し有意に低かった。3歳時BMIでは, 男子で第3分位が

第1分位より, 第4分位が第1～第3分位に比し有意に高かった。女子では, 第2～第3分位が第1分位に比し有意に高く, 第4分位が第1～第3分位に比し有意に高かった。6歳時BMIでは, 男女とも第1分位<第2分位<第3分位<第4分位と階段状に有意に高かった。出生体重, 出生体重SDスコア, 出生時BMIでは, 4群間に有意な差はなかった。

表3に, 出生体重, 出生体重SDスコア, 各年齢のBMI4分位ごとの10歳時の肥満度の判定を示す。男子では, 3歳時BMI, 6歳時BMIの第4分位で肥満の頻度が高く, 6歳時BMI第1分位, 第2分位で肥満になったのは1例のみであった。女子では, 1.5歳時BMI, 3歳時BMI, 6歳時BMIで, 第4分位の10歳時の肥満の頻度が高かった。3歳時あるいは6歳時BMI第1分位, 第2分位で肥満になったのは, 2例のみであった。また, 10歳時にやせであったすべての例(男子4名, 女子

表 2 各年齢の体格指標の 4 分位ごとの 10 歳時の肥満度の平均の比較

		第1分位			第2分位			第3分位			第4分位			ANOVA P
		平均	± SD	(n)	平均	± SD	(n)	平均	± SD	(n)	平均	± SD	(n)	
男子 (307名)	出生体重	+3.1	± 18.1	(77)	+3.4	± 18.7	(80)	+4.2	± 16.2	(73)	+4.8	± 16.7	(77)	0.937
	出生体重SDスコア	+1.4	± 16.0	(77)	+4.5	± 18.3	(76)	+3.9	± 18.1	(77)	+5.7	± 17.2	(77)	0.469
	出生時BMI	+4.6	± 16.0	(77)	+2.4	± 18.7	(77)	+4.2	± 18.1	(76)	+4.3	± 16.9	(77)	0.856
	1.5歳BMI	-1.8	± 18.1	(77)	+2.4	± 16.7	(77)	+4.3	± 15.2	(76)	+10.5	± 17.4	(77) * †	0.0001
	3歳BMI	-4.7	± 16.7	(77)	+0.8	± 13.1	(76)	+6.2	± 16.4	(77) *	+13.1	± 18.1	(77) * † ‡	<0.0001
	6歳BMI	-10.3	± 7.5	(77)	-3.7	± 7.0	(76) a)	+5.8	± 12.6	(77) * †	+23.5	± 17.3	(77) * † ‡	<0.0001
女子 (297名)	出生体重	-2.7	± 13.0	(75)	+0.3	± 15.5	(74)	+4.5	± 15.7	(74)	+1.7	± 12.9	(74)	0.021
	出生体重SDスコア	-1.4	± 14.5	(74)	-0.8	± 14.8	(74)	+2.9	± 14.4	(74)	+3.0	± 14.2	(75)	0.120
	出生時BMI	-1.2	± 14.7	(74)	+0.9	± 15.9	(74)	+1.7	± 14.2	(75)	+2.4	± 13.2	(74)	0.477
	1.5歳BMI	-4.9	± 13.2	(73)	+0.8	± 13.2	(75) a)	+1.0	± 14.3	(75) *	+6.7	± 15.3	(74) *	<0.0001
	3歳BMI	-9.0	± 9.5	(75)	-2.6	± 9.0	(72) a)	+2.4	± 12.9	(75) *	+12.8	± 15.8	(75) * † ‡	<0.0001
	6歳BMI	-10.8	± 9.2	(75)	-4.3	± 7.3	(73) a)	+2.3	± 8.4	(74) * †	+16.3	± 15.1	(75) * † ‡	<0.0001

Tukey-KramerのHSD検定;*、p<0.05 vs 第1分位、†、p<0.05 vs 第2分位、‡、p<0.05 vs 第3分位

表 3 各年齢の体格指標の 4 分位ごとの 10 歳時の肥満度評価の比較

		第1分位			第2分位			第3分位			第4分位			χ ²	P
		やせ	標準	肥満	やせ	標準	肥満	やせ	標準	肥満	やせ	標準	肥満		
男子 (307名)	出生体重	1	64	12	2	62	16	0	59	14	1	62	14	3.2	0.780
	出生体重SDスコア	2	64	11	1	59	16	1	63	13	0	61	16	4.3	0.634
	出生時BMI	1	60	16	2	63	12	0	63	13	1	61	15	3.6	0.732
	1.5歳時BMI	2	67	8	1	62	14	1	63	12	0	55	22	11.2	0.082
	3歳時BMI	3	66	8	1	67	8	0	64	13	0	50	27	25.4	0.0003
	6歳時BMI	4	73	0	0	75	1	0	68	9	0	31	46	131.5	<0.0001
女子 (297名)	出生体重	2	69	4	5	60	9	1	60	13	1	67	6	11.0	0.087
	出生体重SDスコア	3	64	7	4	62	8	1	64	9	1	66	8	3.5	0.751
	出生時BMI	3	65	6	2	64	8	3	62	10	1	65	8	2.5	0.874
	1.5歳時BMI	5	63	5	4	65	6	0	68	7	0	60	14	18.7	0.0046
	3歳時BMI	9	66	0	0	70	2	0	68	7	0	52	23	69.3	<0.0001
	6歳時BMI	9	65	1	0	72	1	0	72	2	0	47	28	89.3	<0.0001

応答の等質性に対する検定(尤度カイ2乗検定)

9名)は、男子では、6歳時 BMI 第1分位、女子では3歳時と6歳時に BMI 第1分位であった。女子の6歳時 BMI 第2分位、第3分位147名の内、3名(2.0%)のみ、10歳時に肥満であり、その他は標準体格であった。

各年齢の BMI 第1分位を基準とした10歳時に肥満であるオッズ比は、男子では、1.5歳時 BMI 第4分位で3.45(95% CI: 1.48 - 8.81)、3歳時

BMI 第4分位で4.66(2.03 - 11.76)であった。女子では、1.5歳時 BMI 第4分位で3.17(1.14 - 10.29)、6歳時 BMI 第4分位で44.09(8.94 - 798.60)と有意に高値であった。男子の6歳時 BMI および女子の3歳時 BMI では第1分位から10歳で肥満になった例がいなかったため、男子では、6歳時、女子では3歳時でのオッズ比はもとめなかった。

表4 3歳時および6歳時BMI4分位の10歳時の肥満度の平均の比較

性別	分位	6歳時BMI				計	
		第1分位	第2分位	第3分位	第4分位		
男子 (307名)	3歳時BMI	第1分位	-11.6 ± 7.6 (48)	-5.9 ± 6.2 (18)	+23.8 ± 8.7 (3)	+28.4 ± 24.1 (8)	-4.7 ± 16.7 (77)
		第2分位	-7.5 ± 7.5 (23)	-2.7 ± 7.3 (29)	+7.0 ± 11.7 (15)	+22.8 ± 13.2 (9)	+0.8 ± 13.1 (76)
		第3分位	-11.6 ± 3.5 (5)	-3.2 ± 7.8 (22)	+5.1 ± 13.5 (33)	+25.5 ± 14.6 (17)	+6.2 ± 16.4 (77)
		第4分位	-6.6 (1)	-4.2 ± 4.2 (7)	+4.0 ± 11.2 (26)	+22.0 ± 17.9 (43)	+13.1 ± 18.1 (77)
	計	-10.3 ± 7.5 (77)	-3.7 ± 7.0 (76)	+5.8 ± 12.6 (77)	+23.5 ± 17.3 (77)		
女子 (297名)	3歳時BMI	第1分位	-12.0 ± 7.3 (54)	-3.8 ± 8.6 (16)	+7.2 ± 12.0 (5)	(0)	-9.0 ± 9.5 (75)
		第2分位	-9.6 ± 5.8 (16)	-5.7 ± 5.6 (25)	+1.0 ± 7.0 (24)	+11.9 ± 10.0 (7)	-2.6 ± 9.0 (72)
		第3分位	-1.0 ± 24.1 (5)	-3.7 ± 8.1 (27)	+1.2 ± 7.5 (21)	+11.9 ± 13.9 (22)	+2.4 ± 12.9 (75)
		第4分位	(0)	-1.3 ± 5.9 (5)	+3.7 ± 9.6 (24)	+19.2 ± 15.9 (46)	+12.8 ± 15.8 (75)
	計	-10.8 ± 9.2 (75)	-4.3 ± 7.3 (73)	+2.3 ± 8.4 (74)	+16.3 ± 15.1 (75)		

上段:平均±標準偏差

下段:範囲

二元配置分散分析

男子:モデル全体: $F=59.3, p<0.0001$, 3歳時BMI: $F=0.9, p=0.410$, 6歳時BMI: $F=87.0, p<0.0001$, 交互作用: $F=1.2, p=0.324$

女子:モデル全体: $F=47.8, p<0.0001$, 3歳時BMI: $F=2.63, p=0.0502$, 6歳時BMI: $F=36.8, p<0.0001$, 交互作用: $F=1.3, p=0.230$

TukeyのHSD検定 ($\alpha=0.050$)

男子:3歳時BMI:有意差なし、6歳時BMI:第1分位<第2分位<第3分位<第4分位

女子:3歳時BMI:有意差なし、6歳時BMI:第1分位<第2分位<第3分位<第4分位

表5 3歳時および6歳時BMI4分位ごとの10歳時の肥満度評価の比較

性別	分位	6歳時BMI												計			
		第1分位			6歳時BMI 2分位			6歳時BMI 3分位			6歳時BMI 4分位						
		やせ	標準	肥満	やせ	標準	肥満	やせ	標準	肥満	やせ	標準	肥満	やせ	標準	肥満	
男子 (307名)	3歳時 BMI	第1分位	3	45	0	0	18	0	0	1	2	0	2	6	3	66	8
		第2分位	1	22	0	0	28	1	0	13	2	0	4	5	1	67	8
		第3分位	0	5	0	0	22	0	0	30	3	0	7	10	0	64	13
		第4分位	0	1	0	0	7	0	0	24	2	0	18	25	0	50	27
	計	4	73	0	0	75	1	0	68	9	0	31	46	4	247	56	
女子 (297名)	3歳時 BMI	第1分位	9	45	0	0	16	0	0	5	0	0	0	0	9	66	0
		第2分位	0	16	0	0	25	0	0	24	0	0	5	2	0	70	2
		第3分位	0	4	1	0	26	1	0	21	0	0	17	5	0	68	7
		第4分位	0	0	0	0	5	0	0	22	2	0	25	21	0	52	23
	計	9	65	1	0	72	1	0	72	2	0	47	28	9	256	32	

応答の等質性に対する検定(尤度カイ2乗検定)

男子: $\chi^2=110.2, p<0.0001$

女子: $\chi^2=125.8, p<0.0001$

表 6 Δ BMI (3 歳時 - 1.5 歳時) および Δ BMI (6 歳時 - 3 歳時) と 10 歳時の肥満度の平均の比較

			Δ BMI(6歳, 3歳)				計	
			減少		増加			
			平均 ± SD	(n)	平均 ± SD	(n)	平均 ± SD	(n)
男子 (307名)	Δ BMI (3歳, 1.5歳)	減少	-2.7 ± 12.0	(150)	+9.3 ± 18.6	(92)	+1.8 ± 15.9	(242)
		増加	-0.6 ± 12.2	(33)	+23.8 ± 19.9	(32)	+11.4 ± 20.4	(65)
	計	-2.4 ± 12.0	(183)	+13.0 ± 20.0	(124)	+3.9 ± 17.4	(307)	
女子 (297名)	Δ BMI (3歳, 1.5歳)	減少	-6.1 ± 10.7	(114)	+3.0 ± 13.8	(85)	-2.2 ± 12.9	(199)
		増加	+1.0 ± 10.6	(61)	+17.7 ± 17.0	(37)	+7.3 ± 15.6	(98)
	計	-3.6 ± 11.2	(175)	+7.5 ± 16.2	(122)	+0.9 ± 14.5	(297)	

上段:平均±標準偏差

二元配置分散分析

Δ BMI(3歳, 1.5歳)=3歳時BMI-1.5歳時BMI、Δ BMI(6歳, 3歳)=6歳時BMI-3歳時BMI

男子:モデル全体; $F=43.6, p<0.0001$ 、Δ BMI(3歳, 1.5歳); $F<13.6, p<0.0001$ 、Δ BMI(6歳, 3歳); $F=67.3, p<0.0001$ 、交互作用; $F=8.3, p=0.0043$

女子:モデル全体; $F=48.5, p<0.0001$ 、Δ BMI(3歳, 1.5歳); $F<41.7, p<0.0001$ 、Δ BMI(6歳, 3歳); $F=59.7, p<0.0001$ 、交互作用; $F=5.9, p=0.0160$

TukeyのHSD検定 ($\alpha=0.050$)

男子: Δ BMI(3歳, 1.5歳); 減少<増加、Δ BMI(6歳, 3歳); 減少<増加

女子: Δ BMI(3歳, 1.5歳); 減少<増加、Δ BMI(6歳, 3歳); 減少<増加

表 7 Δ BMI (3 歳時 - 1.5 歳時) および Δ BMI (6 歳時 - 3 歳時) と 10 歳時の肥満度評価の比較

			Δ BMI(6歳, 3歳)								計			
			減少				増加							
			やせ	標準	肥満	計	やせ	標準	肥満	計	やせ	標準	肥満	計
男子 (307名)	Δ BMI (3歳, 1.5歳)	減少	4	139	7	150	0	64	28	92	4	203	35	242
		増加	0	30	3	33	0	14	18	32	0	44	21	65
	計	4	169	10	183	0	78	46	124	4	247	56	307	
女子 (297名)	Δ BMI (3歳, 1.5歳)	減少	8	103	3	114	1	75	9	85	9	178	12	199
		増加	0	57	4	61	0	21	16	37	0	78	20	98
	計	8	160	7	175	1	96	25	122	9	256	32	297	

Δ BMI(3歳, 1.5歳)=3歳時BMI-1.5歳時BMI、Δ BMI(6歳, 3歳)=6歳時BMI-3歳時BMI

応答の等質性に対する検定(尤度カイ2乗検定)

男子: $\chi^2=62.6, p<0.0001$

女子: $\chi^2=48.1, p<0.0001$

表8 Δ BMI (3歳, 1.5歳) および Δ BMI (6歳, 3歳) を減少群あるいは増加群で2群ずつに分類した場合の10歳時に肥満であるオッズ比 (95%信頼区間)

			Δ BMI (6歳, 3歳)	
			減少群	増加群
Δ BMI (3歳, 1.5歳)	男子 (307名)	減少群	1.00	8.94 (3.90 - 23.20)
		増加群	2.04 (0.42 - 7.82)	26.27 (9.77 - 78.40)
	女子 (297名)	減少群	1.00	4.38 (1.26 - 20.23)
		増加群	2.60 (0.55 - 13.55)	28.19 (8.51 - 129.12)

Δ BMI (3歳, 1.5歳) = 3歳時BMI - 1.5歳時BMI, Δ BMI (6歳, 3歳) = 6歳時BMI - 3歳時BMI

Δ BMI (3歳, 1.5歳) 減少群かつ Δ BMI (6歳, 3歳) 減少群をオッズ比 1 とした。

表4に3歳時および6歳時 BMI 4分位ごとの10歳時の肥満度の平均土標準偏差を示す。二元配置分散分析により、男女とも解析モデル全体および6歳時 BMI で有意な偏りがみられた。3歳時 BMI と6歳時 BMI の間に交互作用はなかった。post hoc testにより、男女とも6歳時 BMI で第1分位 < 第2分位 < 第3分位 < 第4分位と階段状に有意に高くなっていた。

表5に3歳時および6歳時 BMI 4分位ごとの10歳時の肥満度の評価の度数を示す。尤度カイ2乗検定により解析モデル全体で有意な偏りがみられた。男子では、3歳時 BMI 第4分位77名の内、43名(55.8%)が6歳時 BMI 第4分位になり、その内25名(58.1%)が10歳時に肥満になった。3歳時 BMI 第1~第3分位230名の内、34名(14.8%)が6歳時 BMI 第4分位になり、その内21名(61.8%)が10歳時に肥満になった。また、3歳時 BMI 第1分位で6歳時 BMI 第3分位になった3例中2名が10歳時に肥満になった。女子では、3歳時 BMI 第4分位75名の内、46名(61.3%)が6歳時 BMI 第4分位になり、その内21名(45.7%)が10歳時に肥満になった。3歳時 BMI 第1~第3分位222名の内、29名(13.1%)が6歳時 BMI 第4分位になり、その内7名(24.1%)が10歳時に肥満になった。3歳時 BMI 第1分位で6歳時 BMI 第3分位、第4分位になった例はいなかった。10歳時にやせであった

例は、男子では、3歳時 BMI 第1分位あるいは第2分位で6歳時 BMI 第1分位の場合のみであった。女子では、3歳時 BMI 第1分位で6歳時 BMI 第1分位の場合のみであった。

表6に、 Δ BMI (3歳, 1.5歳) および Δ BMI (6歳, 3歳) を減少群あるいは増加群で2群ずつに分類した10歳時の肥満度の平均土標準偏差を示す。二元配置分散分析により、男女とも解析モデル全体、 Δ BMI (3歳, 1.5歳) および Δ BMI (6歳, 3歳) で有意な偏りがみられた。 Δ BMI (3歳, 1.5歳) と Δ BMI (6歳, 3歳) の間に有意な交互作用がみられた。post hoc testにより、男女とも Δ BMI (3歳, 1.5歳) かつ Δ BMI (6歳, 3歳) の増加群の肥満度の平均が最も高かった。

表7に、 Δ BMI (3歳, 1.5歳) および Δ BMI (6歳, 3歳) を減少群あるいは増加群で2群ずつに分類した10歳時の肥満度の評価の度数を示す。尤度カイ2乗検定により解析モデル全体で有意な偏りがみられた。男女とも Δ BMI (3歳, 1.5歳) かつ Δ BMI (6歳, 3歳) の増加群に最も肥満が多かった。また、 Δ BMI (3歳, 1.5歳) かつ Δ BMI (6歳, 3歳) の減少群に最もやせが多かった。

表8に、 Δ BMI (3歳, 1.5歳) および Δ BMI (6歳, 3歳) を減少群あるいは増加群で2群ずつに分類し、10歳時に肥満であるオッズ比を、 Δ

BMI (3 歳, 1.5 歳) かつ Δ BMI (6 歳, 3 歳) の減少群をオッズ比 1 として示した. Δ BMI (3 歳, 1.5 歳) 減少群かつ Δ BMI (6 歳, 3 歳) 増加群で男子 8.94, 女子 4.38, Δ BMI (3 歳, 1.5 歳) 増加群かつ Δ BMI (6 歳, 3 歳) 増加群で男子 26.27, 女子 28.19 と有意に増加した.

考 案

出生体重と 10 歳時の肥満との関連

Yu らは, 出生体重と肥満発症との関する 13 の論文のメタアナリシスをし, 出生体重 4000g 以下に比し, 4000g 超えでは, 肥満になるオッズ比は 2.07 倍であり, 2500g 未満の低出生体重児と, 肥満発症の関連はなかったと報告した¹¹⁾. 我が国におけるこれまでの疫学研究でも, 出生体重と肥満関連の代謝異常あるいは 2 型糖尿病の発症との関連は報告されているが, 肥満自体の発症との関連は報告されていない⁶⁾. 本研究でも, 出生体重, 出生体重 SD スコア, 出生体重 BMI との関連はみられなかった. 今後, さらに規模の大きい研究に期待したい.

乳幼児期の BMI と 10 歳時の肥満とやせとの関連

これまで多くの日本人を対象にした肥満の乳幼児期から思春期以降へのトラッキング現象に関する研究が報告されている. 中村らは, 愛媛県で 3 歳児健診から中学校 3 年生まで 484 名を前方視的に検討し, 肥満のある 3 歳時が中学 3 年生で肥満になる危険率は 4.9 倍と報告した¹²⁾. Yoshinaga らは, 鹿児島市で男子 12,588 名, 女子 12,264 名を小学校 1 年生から 6 年生まで調査し, 小学校 1 年生時に BMI が 95 パーセントイル値以上群が小学校 6 年生に BMI が 95 パーセントイル値以上になるオッズ比は, 小学校 1 年生時の 45 ~ 55 パーセントイル値群に比し, 男子 35 倍, 女子 64 倍であったと報告した¹³⁾. 塚田らは, 石川県で 20 歳を対象にした成年健康調査を受診した男子 1,080 名, 女子 1,234 名を 3 歳児健診まで後方視的に検討し, 3 歳時 BMI 18 以上では, 15 未満の者に比し, 20 歳時に BMI 25 以上になる割合は, 男子で 6.3 倍,

女子 29.5 倍であったと報告した¹⁾. 数馬らは, 首都圏の高校 1, 2 年生, 男子 196 名, 女子 261 名を 3 歳, 6 歳, 9 歳, 15 ~ 16 歳と後方視的に調査し, 以下のように報告している¹⁴⁾. 3 歳時あるいは 6 歳時に肥満群であったものは普通群に比し, それぞれ男子で約 4 倍, 約 9 倍, 女子で約 7 倍, 7 倍の高率で 15 ~ 16 歳時に肥満になった. 3 歳時あるいは 6 歳時にやせ群であった例から 15 ~ 16 歳時に肥満になったものは 1 名もいなかった.

本研究では, 1.5 歳時 BMI と 3 歳時 BMI, 6 歳時 BMI の第 4 分位では, 10 歳時の肥満度の平均が明らかに高かった. 特に, 6 歳時 BMI では, 10 歳時の肥満度の平均が第 1 分位 < 第 2 分位 < 第 3 分位 < 第 4 分位となっており, トラッキング現象がみられた. また, 男子では, 3 歳時 BMI, 6 歳時 BMI の第 4 分位で他の群よりも肥満になる頻度が高かった. 特に 6 歳時 BMI 第 4 分位では, 59.7% が 10 歳時に肥満になっていた. 逆に, 10 歳時の肥満だった 56 名の内, 46 名 (82.1%) が 6 歳時 BMI 第 4 分位であった. また, 6 歳時 BMI 第 1 分位, 第 2 分位で 10 歳時肥満になったものは 1 例のみであった. 10 歳時にやせであった 4 例はすべて, 6 歳時 BMI 第 1 分位であった. 女子では, 1.5 歳時 BMI と 3 歳時 BMI, 6 歳時 BMI の第 4 分位他の群よりも肥満になる頻度が高かった. 女子では, 3 歳時 BMI, 6 歳時 BMI の第 4 分位では, 10 歳時に同程度の頻度は, 30.7% と 37.3% と男子ほど差がなかった. 10 歳時の肥満だった 32 名の内, 28 名 (87.5%) が 6 歳時 BMI 第 4 分位であった. また, 6 歳時 BMI 第 1 分位, 第 2 分位で 10 歳時肥満になったものは 2 例のみであった. 10 歳時にやせであった 9 例はすべて, 6 歳時 BMI 第 1 分位であった. BMI 第 1 分位に比し, 第 4 分位は, 1.5 歳以降, 有意にオッズ比が高い. 1.5 歳時第 4 分位よりも 3 歳時第 4 分位, さらに 6 歳時の BMI 第 4 分位の方が, 10 歳時の肥満に移行したすい. したがって, 男子では, 3 歳児健診以降, 女子では 1 歳 6 か月児健診以降の体重増加に気をつけ, 6 歳時に BMI 第 4 分位に移行しないようにすることが, 学童期の肥満を予防することになると考えられた.

3歳時から6歳時のBMI4分位の推移と10歳時の肥満とやせとの関連

男子では、3歳時、6歳時ともBMI第4分位の例だけでなく、3歳時BMI1～第3分位から6歳時第4分位へ移行した例でも61.2%は、10歳時に肥満になっている。すなわち、10歳時の肥満予防には、6歳時BMI第4分位にならないように3歳児健診から注意することが有用と考えられる。一方、女子では、10歳時に肥満である例は、3歳時、6歳時ともBMI第4分位の例が多い。3歳時BMI2～第3分位から6歳時第4分位へ移行した例の24.1%が肥満になっているが、男子に比し少ない。したがって、女子では、3歳時BMI第4分位にならないように、1歳6か月児健診から注意することが有用と考えられる。一方、10歳時のやせのほとんどは、3歳時、6歳時ともBMI第1分位である。3歳児健診時からの注意が有用と考えられる。

ΔBMI(3歳, 1.5歳)およびΔBMI(6歳, 3歳)と10歳時の肥満との関連

市川らは、274名を出生時から12歳まで前方視的に検討し、ΔBMI(3歳, 1.5歳)増加群では、12歳時の動脈硬化指数や高血圧のオッズ比が高いと報告した¹⁵⁾。松下らは、小学生73名を対象に後方視的に検討し、ΔBMI(3歳, 1.5歳)およびΔBMI(6歳, 3歳)増加群では、小学生時の腹囲/身長比が高いと報告した¹⁶⁾。

本研究でも、ΔBMI(3歳, 1.5歳)あるいはΔBMI(6歳, 3歳)増加群の方が、低、群に比し10歳時の肥満度の平均も高く、肥満の頻度も高い。特にΔBMI(6歳, 3歳)増加群の方が、ΔBMI(3歳, 1.5歳)増加群よりも10歳時肥満との関連が強い。adiposity reboundの時期では、ΔBMI(3歳, 1.5歳)増加の方が、ΔBMI(6歳, 3歳)増加よりも早い。したがって、adiposity reboundの概念からは、ΔBMI(3歳, 1.5歳)増加がΔBMI(6歳, 3歳)増加より、その後の肥満と関連することになる。ところが、本研究の結果は、その逆であったが、adiposity reboundが早期に起きてもΔBMI(6歳, 3歳)を減少させる

ことで、将来の肥満を予防できる可能性を示唆している。

結 論

小学校高学年での肥満を予防するためには、ΔBMI(6歳, 3歳)を減少させることが重要であることが明らかになった。特に、3歳児健診時にΔBMI(3歳, 1.5歳)が増加している例に対して、生活習慣や体重測定を指導し、その後の急激な体重増加、BMIの増加を抑えることが重要と思われる。西田らも、小学校1年生の体格、生活習慣との3歳時のそれと強い相関を示しており、より早期からの介入が効果的であろうと報告している¹⁷⁾。3歳児健診での生活習慣指導により、適正な体重増加を実現することにより、6歳時BMIを25～75パーセンタイルにできれば、小学校高学年で肥満ややせである危険性が少ないと考えられる。また、6歳時BMIが75パーセンタイル以上あるいは25パーセンタイル未満であっても、保護者に対して、肥満ややせになるリスクが高いことを説明し、その後の生活習慣の改善により、肥満ややせを予防することも可能と思われる。

従来の小児期からの生活習慣病予防対策は、小学校高学年や中学生を対象にした生活習慣病健診を契機に実施されることが多い。しかし、その時期の小児は、すでに肥満をはじめとした生活習慣病を発症していることが少なくない。また、すでに生活習慣が確立しかけており、その修正が困難である。したがって、多くの肥満が思春期から成人に移行するといわれている。一方、1歳6か月児健診、3歳児健診、就学時健診は、ほとんどの小児が保護者とともに受診する健診である。この健診の受診者全体に対し生活習慣病予防対策を実施すると共に、BMIおよびその変化をもとに介入すべき例に対して適切な生活習慣を指導することは、生活習慣病予防対策として有用と考えられる。従来の生活習慣病予防対策に加え、幼児期からの対策を加えることで、小児期からの生活習慣病予防対策が、さらに実効性のあるものに前進すると期待できる。

謝 辞

本研究において御指導賜りました内山聖教授（現新潟大学医歯学総合病院長）、齋藤昭彦教授、菊池透講師に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 塚田久恵, 三浦克之, 城戸照彦, 佐伯和子, 川島ひろ子, 伊川あけみ, 西 正美, 森河裕子, 西条旨子, 中西由美子, 由田克士, 中川秀昭: 乳幼児期肥満と成人時肥満との関連—石川県における出生後 20 年間の縦断研究—. 日本公衆誌 50: 1125 - 1133, 2003.
- 2) Uchiyama M: Risk factors for the development of essential hypertension: long-term follow-up study in junior high school students in Niigata, Japan. *J Hum Hypertens* 8: 323 - 325, 1994.
- 3) 大村外志隆, 滝沢行雄, 児島三郎, 船本章悦, 沢部光一, 高桑克子, 小野洋子, 岸 マサ, 山崎タエ子, 飯田 稔, 小町喜男: 中学生時と 5 年後の血圧値および血清総コレステロール値の推移に関する研究. 日本公衆衛生雑誌, 38: 417 - 424, 1991.
- 4) Barker D and Osmond C: Infant mortality, childhood nutrition, and ischemic heart disease in England and Wales. *Lancet* 1: 1077 - 1081, 1986.
- 5) Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempé M, Guilloud-Bataille M and Patois E: Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr* 39: 129 - 135, 1984.
- 6) Kikuchi T and Uchiyama M: Epidemiological studies of the developmental origins of adult health and disease in Japan: A pediatric perspective in present day Japan. *Clinical Pediatric Endocrinology* 19: 83 - 90, 2010.
- 7) 有阪 治, 菅野善子: Adiposity Rebound について, 乳幼児期の BMI の変動と肥満・代謝症候群との関連. 肥満研究 10: 138 - 146, 2004.
- 8) 菊池 透, 長崎啓祐, 小川洋平, 阿部裕樹, 樋浦 誠, 田中幸恵, 佐藤英利, 内山 聖: 小児生活習慣病健診の現状と課題. 小児保健研究 70: 201 - 205, 2011.
- 9) 橋本令子, 村田光範: 思春期小児の体格評価としての肥満度と BMI の比較検討. 成長会誌 16: 59 - 67, 2010.
- 10) 田中敏章, 横谷 進, 加藤則子, 伊藤善也, 立花克彦, 杉原茂孝, 長谷川奉延, 大関武彦, 村田光範: 日本人小児の体格評価に関する基本的な考え方. 日児誌 115: 1705 - 1709, 2011.
- 11) Yu ZB, Han SP, Zhu GZ, Zhu C, Wang XJ, Cao XG and Guo XR: Birth weight and subsequent risk of obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 12: 525 - 542, 2011.
- 12) 中村慶子, 伊藤卓夫, 戒能幸一, 平井洋生, 喜田嘉一: 肥満のトラッキングに関する研究—幼児期から思春期まで—. 体質学誌 60: 65 - 70, 1998.
- 13) Yoshinaga M, Koriyama C, Shimago A, Miyata K, Hashiguchi J and Imamura M: Who is becoming overweight during the elementary school years? *Int J Obes Relat Metab Disord* 26: 1317 - 1322, 2002.
- 14) 数馬雅子: 幼児期の肥満に関する研究 第 II 編: 幼児期の体格, ことに肥満の推移について. 日児誌 95: 1819 - 1827, 1991.
- 15) 市川 剛, 有阪 治, 西連地利巳, 武藤孝司, 山崎 弦, 小山さとみ: 幼児期の adiposity rebound と 12 歳時の肥満・代謝異常との関係. ホルモンと臨床 57: 1007 - 1012, 2009.
- 16) 松下理恵, 中川祐一, 橘田一輝, 永田絵子, 佐竹栄一郎, 佐野伸一郎, 藤澤泰子, 中西俊樹, 大関武彦: 母子健康手帳の記録による小児メタボリックシンドロームのリスク因子の評価. 日児誌 115: 44 - 49, 2011.
- 17) 西田美佐, 川南勝彦: 小児の体格とライフスタイルに関する追跡的研究—都市における小学校 1 年生の体格, ライフスタイルの 3 歳時からの追跡結果—. 順天堂医学 45: 75 - 92, 1999.
(平成 23 年 12 月 12 日受付)