

肥満小児の体脂肪分布と生活習慣病 リスクファクターに関する研究

三 重 大 学 富 樫 健 二
(共同研究者) 国 立 三 重 病 院 増 田 英 成
同 藤 沢 隆 夫
同 神 谷 齊
筑 波 大 学 征 矢 英 昭

Distribution of Body Fat and Risk Factors for Chronic Diseases in Obese Children

by

Kenji Togashi

Department of Health & Physical Education, Faculty of Education, Mie University

Hiddenari Masuda, Takao Fujisawa, Hitoshi Kamiya

Department of Pediatrics, Mie National Hospital

Hideaki Soya

Department of Exercise Biochemistry,

Institute of Health & Sports Science, University of Tsukuba

ABSTRACT

This study investigated the distribution of body fat in obese children as well as the relationship of fat distribution to risk factors for chronic diseases.

In 151 children with moderate to severe simple obesity (mean age 9.8 years, obesity index 45.8 %) CT imaging at umbilical level was performed, then the areas of subcutaneous fat and visceral fat were calculated. The ratio of the area of visceral fat to that of subcutaneous fat was

designated as the V/S ratio. Blood was collected in the fasting state early in the morning, and lipid metabolism parameters such as TG, FFA, T-Cho, LDL-C, HDL-C and VLDL, liver function indices such as GOT, GPT and cholinesterase, and hormones associated with fat accumulation or degradation such as IRI, GH and cortisol were determined.

The mean areas of subcutaneous fat and visceral fat were 203.1 cm² and 42.6 cm², respectively, showing a V/S ratio of 0.21. Many risk factors for chronic diseases were correlated with subcutaneous fat, but correlations with visceral fat were weak. However, GOT, GPT, Apo A1, Apo A2 and cholinesterase showed stronger correlations with visceral fat. The V/S ratio was correlated solely with cholinesterase.

Obese children demonstrated the subcutaneous fat type of obesity even in cases of severe obesity. In adults, the risk for chronic diseases becomes higher with accumulation of visceral fat, while in children, the absolute amount of visceral fat is smaller, and therefore, subcutaneous fat showed a tendency toward closer association with risk factors for chronic diseases. However, some children demonstrated an absolute amount of visceral fat of more than 100 cm². In such children, early weight-reduction measures are required.

要 旨

肥満小児の体脂肪分布の実態を明らかにするとともに、脂肪分布と血中の生活習慣病危険因子との関連を検討した。

中～高度単純性肥満児童151名（平均年齢9.8歳，平均肥満度45.8%）を対象に臍高部CT画像撮影を行い，皮下脂肪面積と内臓脂肪面積を算出した。皮下／内臓脂肪面積比をV／S比とした。採血は早朝空腹時，もしくは随時採血で行い，トリグリセライド，FFA，総コレステロール，LDL-C，HDL-C，VLDLなどの脂質代謝関連指標，GOT，GPT，コリンエステラーゼなどの肝機能指標，痛風と関わる血清尿酸値，インスリン，成長ホルモン，コルチゾールなどの脂肪蓄積・分解に関わるホルモン等を定量した。

皮下・内臓脂肪面積の平均値はそれぞれ203.1cm²，42.6cm²であり，V／S比は0.21であった。各生活習慣病危険因子の多くは皮下脂肪と強く関連し，内臓脂肪との相関は皮下脂肪に比べ低

かった。しかしながら，GOT，GPT，Apo A1，Apo A2，コリンエステラーゼに関しては内臓脂肪との相関の方が高かった。また，V／S比はコリンエステラーゼのみと相関が認められた。

小児肥満児は高度な肥満を呈していてもほとんどの者が皮下脂肪型であることが明らかとなった。成人では内臓脂肪の蓄積に伴い生活習慣病に対する危険度が高くなるが小児の場合，内臓脂肪の絶対量が少ないため生活習慣病危険因子との関連は皮下脂肪の方が強い傾向が認められた。しかし，内臓脂肪の絶対量が100cm²を越える児童も認められ，早期の対応が必要であると思われた。

緒 言

近年，肥満に伴う内臓脂肪の蓄積は，糖・脂質代謝異常や高血圧症，動脈硬化症の促進に関与し，新しい生活習慣病危険因子として注目を集めている^{3, 6, 13, 14)}。加齢に伴うこれらの形成機序は未だ明らかではないが，小児期においてすでに内臓脂肪の蓄積が生じつつあることも報告されている⁴⁾。

8, 21). 一方で, 小児期の肥満は他の疾患との合併や成人肥満への移行, 劣等感による不登校, いじめなどに結びつき早期対応・治療が望まれているにもかかわらず, 痛い, 苦しいなどの愁訴がないことや小児肥満, とくに体脂肪分布と生活習慣病との関連を示す基礎的データが少ない^{1, 2)} ため本人, 家庭, 学校などでも放置されているのが現状である. そこで, 本研究は1) 肥満小児における体脂肪分布の実態を明らかにすること, 2) 血液生化学検査から得られた生活習慣病リスクファクターと体脂肪分布との関連性をみることにより小児期における肥満形成の危険性について明らかにすることを目的とし, 将来の生活習慣病予防における基礎的データを収集することを目的とする.

1. 方 法

1. 1 対 象

被検者は, 国立三重病院に通院した単純性肥満児童 151 名 (男子 94 名, 女子 57 名, 平均年齢 9.8 ± 1.9 歳, 平均肥満度 $45.8 \pm 17.7\%$) とした (表 1). 受診時には保護者 (年齢によっては患児にも) に検査の内容を説明し, 同意を得られた者のみ以下の測定を実施した.

1. 2 形態測定

形態面として身長, 体重, 肥満度, 体脂肪率 (% Fat), 体脂肪量, 除脂肪体重 (LBM) を測定・算出した. 肥満度は村田ら¹⁵⁾ の作成した性別年齢別身長別体重表により各々の標準体重を求め, 現在の体重が標準体重に対して何%増加しているかを表す [(現在体重 - 標準体重) / 標準体

重 $\times 100$] の式を用いて算出した. 身体組成はインピーダンス法 (タニタ社製 BODY FAT ANALYZER TBF-102) を用いて % Fat, 体脂肪量, LBM を求めた.

1. 3 採血項目

採血は 10 時間以上絶食後の早朝空腹時, または午前 11 時前後の随時採血で肘正中皮静脈より行った. 採血項目は, 脂質代謝指標としてトリグリセライド (TG), 遊離脂肪酸 (FFA), 総コレステロール (T-Cho), リポ蛋白 (LDL-C, HDL-C, VLDL), アポ蛋白 (A1, A2, B), 肝機能の指標として GOT, GPT, コリンエステラーゼ (ChE), 痛風の原因物質としての尿酸 (UA) とした. また, 脂肪蓄積・分解と関わるホルモンとしてインスリン (IRI), 成長ホルモン (GH), コルチゾールを測定した. なお, LDL-C に関しては Friedewald の式⁵⁾ を用いた.

1. 4 画像解析処理

レントゲンフィルムに撮影された臍高部 CT 画像をイメージスキャナを用いてコンピュータ (Apple 社製 Macintosh) へ取り込み, 画像解析ソフト (NIH image) を用いて定量を行った. 脂肪面積は, CT 値を 0 階調から 255 階調の輝度に分類し, 明らかに脂肪組織と分かる皮下脂肪部分について, その平均値 (Mean) と標準偏差 (SD) を求め, Mean + 2SD の輝度をその被検者の脂肪組織の CT 値の範囲と設定する Tokunaga ら¹⁹⁾ の方法を用いて皮下脂肪面積と内臓脂肪面積を算出した. 皮下脂肪面積と内臓脂肪面積の和を総脂肪面積とし, 内臓脂肪面積を皮下脂肪面積で除したも

表 1 被検者の身体的特性

	全体 (n=151)		男児 (n=94)		女児 (n=57)	
年齢 (歳)	9.8 ±	1.86	9.8 ±	1.76	9.9 ±	2.03
身長 (cm)	139.6 ±	11.35	139.2 ±	10.67	140.2 ±	12.45
体重 (kg)	48.8 ±	13.12	48.0 ±	12.42	50.1 ±	14.20
肥満度 (%)	45.8 ±	17.70	45.0 ±	16.71	47.0 ±	19.30
% Fat (%)	30.2 ±	6.31	28.8 ±	6.13	32.6* ±	5.93
LBM (kg)	33.4 ±	7.94	33.7 ±	8.25	33.0 ±	7.45

* : $p < 0.001$ vs 男児

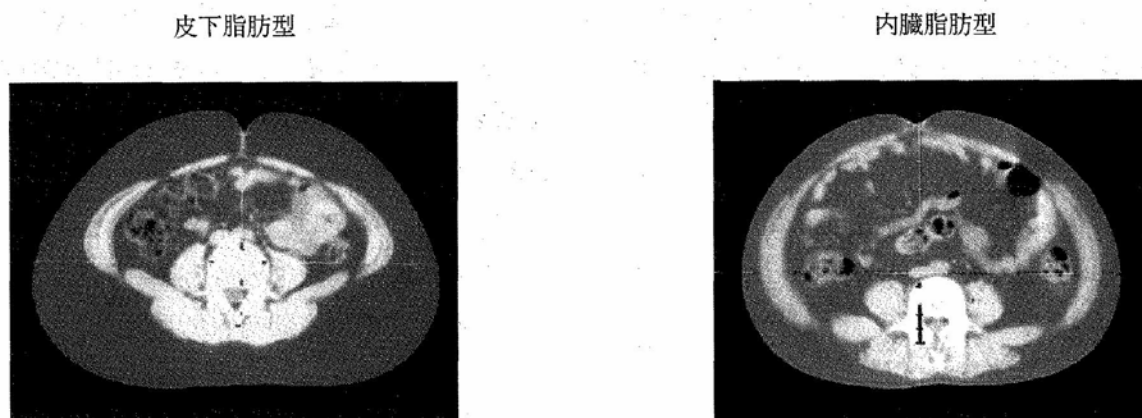


図1 肥満小児の典型的な体脂肪分布例

のをV/S比とした。なお、CT画像の解析は同一検者が行った。

1. 5 統計処理

数値は平均値±標準偏差とした。群間の比較には対応のないt検定を行い、相関はPearsonの相関係数を用いた。有意水準は、 $p<0.05$ を有意とした。

2. 結 果

2. 1 肥満小児の体脂肪分布の実態

肥満小児全体における臍高部CT画像から求めた皮下脂肪面積は $203.1 \pm 75.66\text{cm}^2$ 、内臓脂肪面

積は $42.6 \pm 23.33\text{cm}^2$ であり、V/S比は 0.21 ± 0.11 であった。総脂肪面積に占める皮下脂肪、内臓脂肪の割合はそれぞれ82.7%、17.3%でありほとんどが皮下脂肪型を示した。しかしながら、V/S比が成人領域で内臓脂肪型と判定される0.4を越える児童も9名みられ、また3例は内臓脂肪面積の絶対値が 100cm^2 を越えていた。肥満小児における皮下脂肪型、内臓脂肪型の典型例を図1に示した。体脂肪分布の性差に関しては皮下脂肪面積および内臓脂肪面積とも男女間に有意な差は認められなかった。しかしながら、V/S比は肥

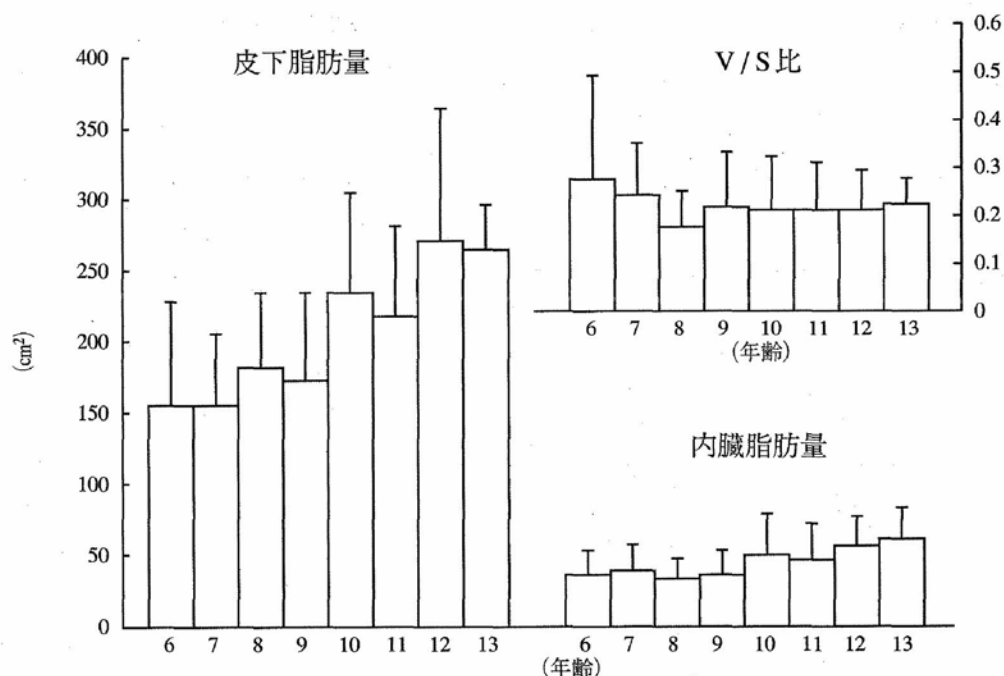


図2 発育に伴う肥満小児の体脂肪分布変化

表2 肥満小児の生活習慣病危険因子における性差

	男 児			女 児		
	Mean	SD	標準値	Mean	SD	標準値
TG (mg/dl)	71.9 ± 38.26		64.0	96.1 ± 46.52 ***		70.0
FFA (μEq/l)	735.1 ± 335.87		360.0	622.6 ± 304.74 *		410.0
T-Cho (mg/dl)	186.6 ± 28.35		167.0	180.3 ± 28.88		168.0
LDL-C (mg/dl)	113.8 ± 26.34			109.5 ± 27.84		
HDL-C (mg/dl)	58.5 ± 11.44			51.6 ± 10.92 ***		
VLDL (mg/dl)	112.3 ± 73.60			131.4 ± 76.44		
Apo A1 (mg/dl)	132.4 ± 20.62			123.4 ± 16.91 **		
Apo A2 (mg/dl)	35.0 ± 5.18			32.1 ± 3.95 ***		
Apo B (mg/dl)	81.0 ± 24.75			82.0 ± 21.53		
GOT (IU/l)	33.0 ± 15.42		23.0	24.1 ± 5.82 ***		21.0
GPT (IU/l)	40.6 ± 42.92		12.0	21.0 ± 9.97 ***		8.0
ChE (IU/l)	220.4 ± 34.77			214.4 ± 33.44		
UA (mg/dl)	6.0 ± 1.36		4.1	5.9 ± 1.06		3.9
IRI (mg/dl)	7.9 ± 3.87			13.9 ± 11.73 ***		
GH (ng/ml)	3.3 ± 3.45		2.8	2.5 ± 3.10		4.3
Cortisol (ug/dl)	9.3 ± 3.51			7.8 ± 2.40		

* : p<0.05, * : p<0.01, * : p<0.001, vs 男児
標準値は文献10より引用

満男児で平均0.23, 肥満女児で0.20と男児で有意に高値を示した (p<0.05). 肥満度別にみると皮下脂肪は軽度肥満児で141.4cm², 中等度肥満児で193.1cm², 高度肥満児で272.4cm²と肥満度が増すにつれ増大し, 同様に内臓脂肪も軽度26.6cm², 中等度40.1cm², 高度55.7cm²と有意に増大した. 次に肥満小児の発育に伴う体脂肪分布の推移を図2に示した. 6歳から13歳へと発育が進むにつれ皮下脂肪は平均156.0から263.8cm²へ169%の増加を, 内臓脂肪は34.6から59.9cm²へ173%の増加を示した. 一方, V/S比は6歳から13歳まで0.2前後のほぼ一定値を示した.

2. 2 肥満小児の生活習慣病危険因子

肥満小児の血中生化学値からみた生活習慣病危険因子について表2にまとめた. 統計的な処理は行えていないが, 日本人小児の基準値¹⁰⁾ に対し肥満小児の方が異常値を示す傾向が認められた. 性差をみると肥満男児の方が有意に高値を示した項目はFFA, HDL-C, Apo A1, Apo A2, GOT, GPTであり, 肥満女児の方が高値を示したのはトリグリセライド, インスリンであった. イ

ンスリンについては横軸に肥満の程度を示す総脂肪面積をとり男女差を図示した (図3).

2. 3 肥満小児の体脂肪分布と生活習慣病危険因子

肥満小児の臍高部CT画像より皮下脂肪面積, 内臓脂肪面積に分けて生活習慣病危険因子との関連を検討した (表3). 皮下脂肪, 内臓脂肪ともに強く関連した項目はトリグリセライド, 尿酸であった. 皮下脂肪の方が内臓脂肪より強く関連した項目はFFA, VLDL, Apo B, インスリン, 成長ホルモンであった. 内臓脂肪の方が皮下脂肪より強く関連した項目はGOT, GPT, コリンエステラーゼ, Apo A1, Apo A2であった.

3. 考 察

本研究は近年肥満研究において注目を集めている体脂肪分布について肥満小児を対象に生活習慣病危険因子との関連など様々な角度から検討を行った. 臍高部CT画像より定量した体脂肪分布は肥満度が平均45.8%の中～高度肥満小児であっても皮下脂肪面積が82.7%, 内臓脂肪面積が17.3%

表3 各脂肪面積と生活習慣病危険因子との相関関係

	皮下脂肪面積	内臓脂肪面積
TG	0.35 ***	0.35 ***
FFA	-0.22 **	-0.10
T-Cho	-0.01	-0.02
LDL-C	0.05	-0.01
HDL-C	-0.33 ***	-0.18 *
VLDL	0.37 ***	0.29 **
Apo A1	-0.23 **	-0.27 ***
Apo A2	0.04	0.14 #
Apo B	0.16 #	0.08
GOT	0.07	0.15 #
GPT	0.23 **	0.30 ***
ChE	0.16 #	0.39 ***
UA	0.42 ***	0.45 ***
IRI	0.43 ***	0.29 **
GH	-0.48 **	-0.42 *
Cortisol	-0.13	0.27

: $p < 0.1$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$,

を占め、V/S比は0.21を示す皮下脂肪型の肥満を呈していた。成人肥満者、とくに男性肥満者では加齢とともに、もしくは肥満の程度が増すとともに内臓脂肪の蓄積量が増え、糖・脂質代謝異常や高血圧、動脈硬化などの様々な生活習慣病を発症する可能性が高い^{3, 6, 13, 14}) ことが知られているが小児の段階では肥満が高度に進んでも内臓脂肪の蓄積は少ないことが明らかとなった。しかしながら、平均年齢6.4歳⁷⁾の非肥満児の内臓脂肪面積は8.3cm²、11歳⁴⁾では女児24.8cm²、男児

17.8cm²との報告もあり、本研究では6歳児34.5cm²、11歳児45.7cm²であったことから方法論上比較の難しさはあるものの肥満児において非肥満児よりも内臓脂肪の蓄積は多いものと考えられる。また、少数例ではあるが本研究の対象児のうちV/S比が0.4を越える者や内臓脂肪の蓄積量が100cm²を越える者もみられた(図1)。1998年の肥満学会においても体脂肪分布と生活習慣病の罹患との関係についてはV/S比などの各脂肪の相対的蓄積量でみるよりも内臓脂肪の絶対的蓄積量で検討の方が好ましいことが述べられており、100cm²という成人肥満者(非肥満者を含む)での基準値⁹⁾を超える肥満小児もいたことから遺伝的関与の検討や体脂肪率、肥満度のみならず体脂肪分布について検討する必要性が考えられた。肥満小児における体脂肪分布の性差に関しては皮下脂肪、内臓脂肪とも有意な男女差は認められなかった。しかしながら、V/S比では女児よりも男児の方が有意に高値を示した($p < 0.05$)。成人肥満者では男性型肥満(上半身型)、女性型肥満(下半身型)など明かな性差が認められる¹²⁾が小児期、とくに第二次性徴前では体脂肪分布に大きな性差は認められないことが明かとなった。体脂

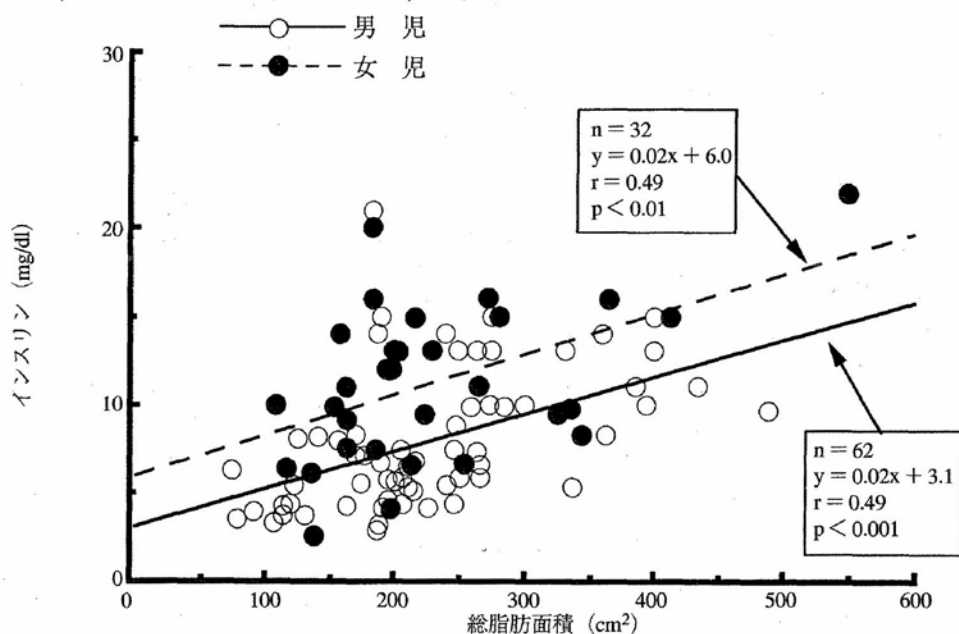


図3 肥満小児の総脂肪面積とインスリン値との関係

脂肪分布を規定する因子として、内分泌性因子、食事性因子、運動不足、加齢・性差、遺伝、生活習慣などがあげられるが¹¹⁾、Rosenbaumら¹⁶⁾は成人肥満者および肥満小児に対して脂肪生検を行い、アドレナリン受容体の反応性について検討した結果、有意な差が認められたことから、成長に伴い脂肪組織のアドレナリン受容体（とくに $\alpha 2$ リセプター）の数が増加することにより内臓脂肪部分での脂肪分解抑制が起こり男性型、女性型などの体脂肪分布に分化していくのであろうとしている。また、第二性徴を境に性ホルモンの分泌亢進が起こりテストステロンやエストロゲンが副腎皮質ホルモンの修飾などを受けながら内臓脂肪の蓄積などに関与する可能性も考えられている¹¹⁾。次に発育の面から体脂肪分布の変化を検討するため6歳から13歳の年齢別における皮下脂肪、内臓脂肪面積の推移を図2に示した。発育とともに肥満小児の皮下脂肪、内臓脂肪面積は増大し、放置しておくとな成人肥満へと移行していく過程が予想できた。増加の程度は皮下脂肪、内臓脂肪とも同程度であり、その結果V/S比もほぼ一定(0.2前後)の値を示した。成人肥満男性の約4割はV/S比が0.4を越える内臓脂肪型肥満を呈する²⁰⁾が、本研究で対象とした年齢の範囲ではV/S比の増加し始める年齢は把握できず内臓脂肪の過剰蓄積が開始する経過は観察することができなかった。

肥満小児の血液生化学値からみた生活習慣病危険因子は同年齢の標準値に比して逸脱する分析値を示し、将来の生活習慣病罹患が危惧された。性差に関しては肝機能を表すGOT、GPTなどで男児の方が有意に高く、また体脂肪率の高い女性ではトリグリセライド値やインスリン値が有意に高値を示した(表2)。一方、抗動脈硬化因子である、HDL-CやApo A1なども女性で低値を示した。図3に総脂肪量に対するインスリン値を示したが、ある一定の脂肪量あたりで明らかな性差が存在す

ることが分かる。体脂肪分布と生活習慣病危険因子に関して、皮下脂肪、内臓脂肪の両方とも高い相関を示したのはトリグリセライド、血清尿酸値であり体脂肪量の増加に伴う痛風や動脈硬化の危険性が示唆された。成人肥満者では内臓脂肪の蓄積量が多くなるほど糖・脂質代謝異常や高血圧、動脈硬化などの罹患率が高くなることが報告されている^{3, 6, 13, 14)}が、肥満小児の場合、皮下脂肪が優位であるため多くの項目(FFA, インスリン, Apo B, VLDL, 成長ホルモン)は皮下脂肪との相関関係の方が内臓脂肪との相関関係より強い結果となった(表3)。インスリンは脂肪量に対し正の相関を、成長ホルモンは負の相関を示し、肥満に伴う内分泌障害が肥満小児においても存在しており、より体脂肪を蓄積しやすい方向へ働いていることが分かる。インスリン分泌の増加に伴う高インスリン血症状態やインスリン抵抗性状態は将来糖尿病を誘発することや、成長ホルモン分泌の低下に伴う成長障害も報告されており¹⁸⁾、肥満が解消することにより分泌も正常化することから早期の肥満解消が必要であろう。一方、GOTやGPT、コリンエステラーゼと言った肝機能と関わるパラメータは内臓脂肪の方が相関度が高く、内臓脂肪の蓄積が肥満小児においても肝機能障害と関与していることが推察された。内臓脂肪は脂肪合成、脂肪分解能力が高く腸管膜脂肪量と門脈血のFFA濃度は正相関を示すことから、内臓脂肪の蓄積が門脈血のFFAなどの代謝産物濃度を増加させ、それらは直接肝に作用すると考えられ、その結果、増加したFFAは肝細胞でのトリグリセライド合成を亢進させるとともに、インスリン感受性を低下させるなどの作用によって高脂血症や糖代謝異常を発症させるものと考えられる¹⁴⁾。また、最近の分子生物学の進歩により、これまで単なる余剰エネルギーの貯蔵部位でしかないと考えられていた脂肪細胞も様々な生理活性物質(adipocytokine)を分泌することが明らかになって

きており、とくに内臓脂肪優位で分泌される線溶系の調節因子PAI-1 (plasminogen activator inhibitor type 1) は冠動脈疾患のような血栓形成に深く関わるものと考えられる¹⁷⁾。以上のような結果・知見から小児の場合、肥満に伴う内臓脂肪量の減少、のみならず皮下脂肪を含めた体脂肪量全体をできる限り早期に正常化させることが将来の生活習慣病を予防する上で重要であるものと考えられた。

4. 結 論

肥満の早期治療、生活習慣病予防を目的とし、成人肥満において問題視されている内臓脂肪型肥満が小児においてどの程度存在し、どのような病態生理学的意義を持つか検討した。その結果、

1. 肥満小児の体脂肪分布は中～高度肥満であつても皮下脂肪が平均82.7%，内臓脂肪が平均17.3%であり、皮下脂肪型の肥満を呈していることが明らかになった。しかしながら、少数ではあるが、内臓脂肪が過剰に蓄積している例も認められた。
2. 肥満小児の生活習慣病と関わる血液生化学値は標準値に比して逸脱する分析値を示しており、放置に伴う将来の生活習慣病発症が危惧された。
3. 体脂肪分布と生活習慣病危険因子について皮下脂肪と強く相関したのはFFA, VLDL, Apo B, インスリン, 成長ホルモンであり、内臓脂肪と強く相関したのはGOT, GPT, コリンエステラーゼ, Apo A1, Apo A2であった。皮下脂肪, 内臓脂肪の両方と同程度に相関したのはトリグリセライド, 血清尿酸値であった。

以上の結果より、皮下脂肪と多くの生活習慣病危険因子が相関したことや、加齢や性ホルモンの影響により内臓脂肪量が少ないにも関わらず肝機能障害と関連するパラメータと有意な相関関係が認められたことから、肥満小児にとっては早期に余剰な体脂肪量を減少させ適切な体重を維持できるような対策を取ることが将来の生活習慣病予防

の上で重要であることが示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり多大にご援助いただいた三重大学教育学部保健体育科、稲葉久美子、高橋 勉、重内庸司、各氏に心より感謝いたします。また、財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団より研究助成を賜りましたこと深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) Brambilla, P., P. Manzoni, S. Sironi, et al. ; Peripheral and abdominal adiposity in childhood obesity, *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 18 (12), 795-800 (1994)
- 2) Caprio, S., L. D. Hyman, C. Limb, et al. ; Central adiposity and its metabolic correlates in obese adolescent girls, *American Journal of Physiology*, 269, E118-26 (1995)
- 3) Despres, J. P., S. Moorjani, P. J. Lupien, et al. ; Regional distribution of body fat, plasma lipoproteins, and cardiovascular disease, *Arteriosclerosis*, 10 (4), 497-511 (1990)
- 4) Fox, K., D. Peters, N. Armstrong, et al. ; Abdominal fat deposition in 11-year-old children, *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 17 (1), 11-6 (1993)
- 5) Friedewald, W. T., R. I. Levy and D. S. Fredrickson ; Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge, *Clin. Chem.*, 18 (6), 499-502 (1972)
- 6) Fujioka, S., Y. Matsuzawa, K. Tokunaga, et al. ; Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity, *Metabolism*, 36 (1), 54-9 (1987)
- 7) Goran, M. I., M. Kaskoun and W. P. Shuman ; Intra-abdominal adipose tissue in young children, *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 19 (4), 279-83 (1995)
- 8) Iwata, F., K. Taniguchi, H. Yamazaki, et al. ; Intra-abdominal fat in obese children, *Acta Paediatr. Jpn.*, 37 (5), 617-20 (1995)
- 9) 金井秀行, 徳永勝人, 松沢佑次 ; 内臓脂肪症候群,

- Geriatric Medicine*, 30 (11), 1787-1792 (1992)
- 10) 河合忠, 日比逸郎, 飯田暢子 他; 日本人小児の臨床検査基準値, 日本公衆衛生協会 (1996)
 - 11) 毛野義明, 徳永勝人; 体内脂肪分布の調節因子, 日本臨床, 53, 121-126 (1995)
 - 12) Kotani, K., K. Tokunaga, S. Fujioka, et al.; Sexual dimorphism of age-related changes in whole-body fat distribution in the obese, *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 18 (4), 207-2 (1994)
 - 13) Matsuzawa, Y., I. Shimomura, T. Nakamura, et al.; Pathophysiology and pathogenesis of visceral fat obesity, *Ann. NY Acad. Sci.*, 748, 399-406 (1995)
 - 14) 宮岡宏治, 中村正; 内臓脂肪型肥満—分子機構と臨床—, 臨床科学, 34 (8), 1006-1015 (1998)
 - 15) 村田光範, 楠智一, 大國真彦 他; 幼児期における性別年齢別, 身長別標準体重について, 小児保健研究, 46 (1), 52-57 (1987)
 - 16) Rosenbaum, M., E. Presta, J. Hirsch, et al.; Regional differences in adrenoreceptor status of adipose tissue in adults and prepubertal children, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 73 (2), 341-347 (1991)
 - 17) Shimomura, I., T. Funahashi, M. Takahashi, et al.; Enhanced expression of PAI-1 in visceral fat: possible contributor to vascular disease in obesity, *Nature Medicine*, 2 (7), 800-3 (1996)
 - 18) 竹内慎, 内藤肇, 森哲夫; 肥満児 (単純性) にみられる疾病または疾病準備状態—内分泌異常—, 小児科Mook, 24, 81-92 (1982)
 - 19) Tokunaga, K., Y. Matsuzawa, K. Ishikawa, et al.; A novel technique for the determination of body fat by computed tomography, *Int. J. Obes.*, 7 (5), 437-45 (1983)
 - 20) 徳永勝人; 肥満の臨床医学, 肥満の臨床医学, 155-162 (1993)
 - 21) 鳥越克己, 沼田修, 須藤正二 他; 小児肥満における腹部CTによる内臓脂肪/皮下脂肪比と生体インピーダンス法による体組成, 成人病危険因子の検討, 日本小児科学会雑誌, 99 (3), 647-653 (1995)