

内臓肥満評価におけるBMIの位置づけ

—日本人肥満小児におけるBMIと内臓脂肪量・肥満合併症との関係—

井ノ口美香子^{*,**} 荒木 俊介^{***} 土橋 一重^{****}
朝山光太郎^{*****} 長谷川奉延^{**} 徳村 光昭^{***}
南里清一郎^{*,**}

日本人小児（6-15歳）の内臓肥満判定のカットオフ値は、2005年、Asayamaらにより、肥満合併症の発症を指標として検討され、内臓脂肪組織（visceral adipose tissue: VAT）の面積は55cm²、およびそれに相当する腹囲（臍高囲）は82cmと報告された。¹⁾ 一方、body mass index (BMI) は小児の肥満評価の国際的標準指標である。BMIは年齢依存性に変化するため、日本人小児においても性別年齢別の基準値が報告されており、年齢別BMI z-scoreを計算することが可能である。²⁾

我々は、内臓肥満評価におけるBMIの位置づけを考えるため、日本人肥満小児における内臓脂肪量（VAT面積）および肥満合併症と、4つの肥満評価指標、すなわちBMI、BMI z-score、腹囲、肥満度との関係を検討した。

対象と方法

日本人単純性肥満小児（6-15歳）317人（男性209人、女性108人）を対象とした（表1）。CTによるVAT面積、および、血中アラニンアミノトランスフェラーゼ（ALT）、中性脂肪

（TG）、インスリン（IRI）値を測定した。なお本データは「小児の肥満・代謝研究会」の多施設共同研究¹⁾、およびその後の産業医科大学医学部小児科により収集され、連結不可能匿名化されたものである。

1. 肥満評価指標とVAT面積との関係

各肥満評価指標について、VAT面積との相関係数およびp値を算出した。また相関の高い肥満評価指標（y）について、VAT面積（x）との相関関係から一次方程式（ $y = ax + b$ ）を算出し、VAT面積55cm²¹⁾に相当する値を算出した。

2. 肥満評価指標およびVAT面積と肥満合併症との関係

Asayamaらの報告にならい、血中ALT ≥ 35 U/l, TG ≥ 120 mg/l, IRI ≥ 15 U/lのうち、1項目以上を満たす場合を、肥満合併症（+）と定義した¹⁾。各肥満評価指標、およびVAT面積について、肥満合併症（+）群と（-）群との比較を行った。また肥満合併症検出指標とし

* 慶應義塾大学保健管理センター ** 慶應義塾大学医学部小児科 *** 産業医科大学医学部小児科
**** 昭和大学医学部小児科 ***** 東京家政学院大学家政学科

ての有用性を receiver operating characteristic (ROC) 曲線を用いて検討し、ROC 曲線下面積の比較を行った。2 群間の差の検定には t 検定を用い、 $p < 0.05$ を統計学的有意とした。

成 績

1. VAT 面積および血中 ALT, TG, IRI 値

VAT 面積が 55cm^2 を超える症例は男性 143 人 (68%), 女性 57 人 (53%) であった (表 2)。

2. 肥満評価指標と VAT 面積の関係

VAT 面積との相関係数は、BMI は腹囲とほぼ同等の値を示したが、BMI z-score は他と比較して低かった (表 3)。BMI と VAT 面積の相関関係から算出した一時方程式を用いて求めた VAT 面積 55cm^2 に相当する BMI 値は、男性 $23.3\text{kg}/\text{m}^2$ 、女性 $25.4\text{kg}/\text{m}^2$ であった (図 1)。

3. 肥満評価指標および VAT 面積と肥満合併症の関係

血中 ALT, TG, IRI 値のうち、1 項目以上が肥満合併症判定基準値 (血中 ALT $\geq 35\text{U}/\text{l}$, TG $\geq 120\text{mg}/\text{l}$, IRI $\geq 15\text{U}/\text{l}$)¹⁾ を超える肥満合併症 (+) 群は、男性 139 人 (67%), 女性 58 人 (54%) であった (表 4)。

「肥満合併症」(+) 群のすべての肥満評価指標および VAT 面積は、肥満合併症 (-) 群に比べて有意に高値であった (表 5)。また肥満合併症検出における肥満評価指標および VAT 面積の ROC 曲線 (図 2) から求めた ROC 曲線下面積 (表 6) では、BMI は男女ともに VAT 面積には劣るものの腹囲とほぼ同等の値を示した。BMI z-score の ROC 面積下面積は男女とも肥満度と同様に低値であった。

表 1 対 象

	男 性 (209人)	女 性 (108人)
年 齢 (歳)	10.9 (6.1~16.0)	10.5 (6.0~16.0)
身 長 (cm)	146.5 (114.7~176.9)	145.0 (114.4~171.0)
体 重 (kg)	56.6 (27.3~120.6)	53.2 (27.7~126.7)
BMI (kg/m^2)	26.8 (19.6~42.7)	26.1 (19.5~46.8)
BMI z-score (SD)	2.6 (1.1~4.1)	3.0 (1.2~4.7)
腹 囲 (cm)	86.8 (37.2~123.6)	83.0 (42.7~129.0)
肥満度 (%)	45.6 (14.6~128.3)	46.3 (13.4~136.8)

中央値 (範囲)

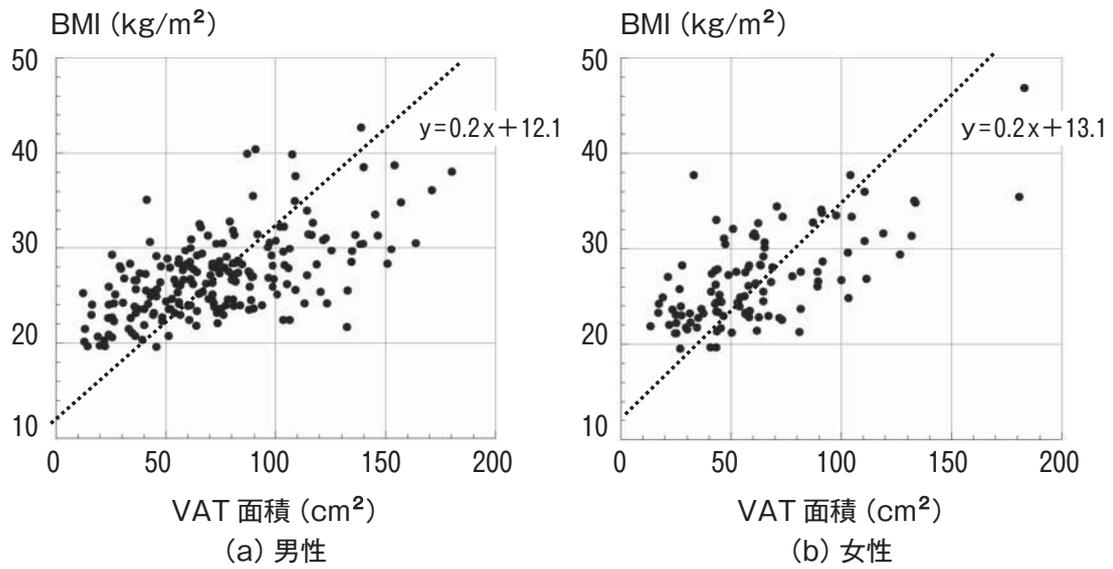
BMI; body mass index = 体重 / 身長² (kg/m^2),
肥満度 = (実測体重 - 標準体重) / 標準体重 $\times 100$ (%)

表 2 VAT 面積および血中 ALT, TG, IRI 値

	男 性 (209人)	女 性 (108人)
VAT 面積 (cm^2)	71.1 (12.4~180.1)	56.6 (13.6~183.2)
ALT (U/l)	32 (9~329)	23 (7~243)
TG (mg/l)	90 (24~451)	88 (35~334)
IRI (U/l)	13.5 (2.0~72.7)	13.9 (2.0~95.2)

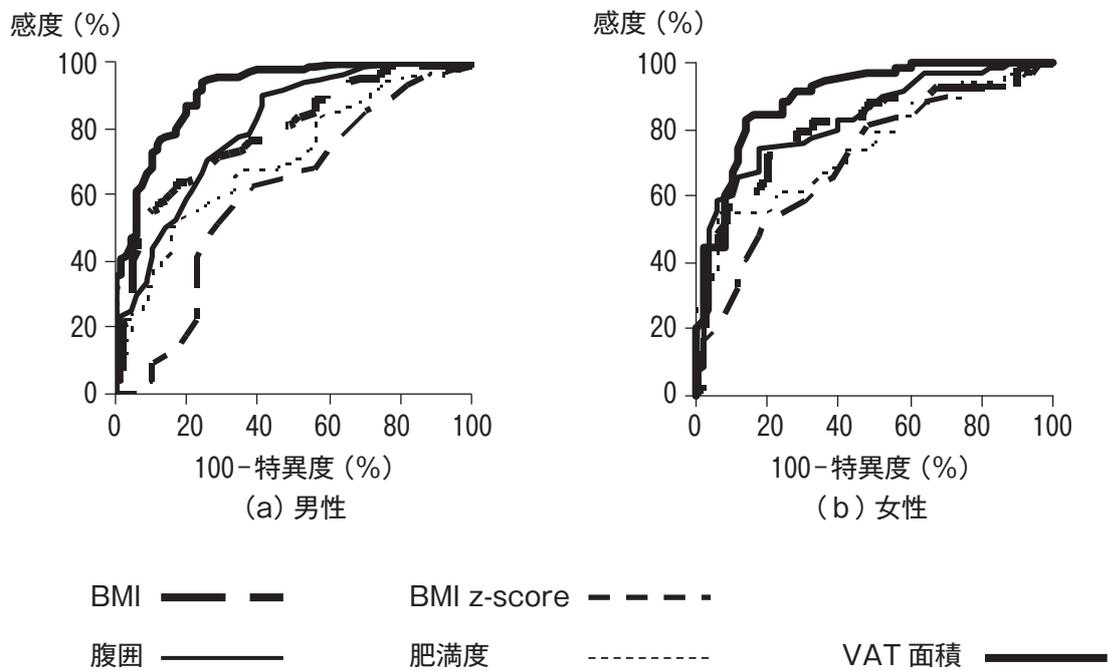
中央値 (範囲)

VAT; visceral adipose tissue, ALT; アラニンアミノトランスフェラーゼ,
TG; 中性脂肪, IRI; インスリン



BMI ; body mass index, VAT; visceral adipose tissue

図1 VAT面積とBMIの関係 (a) 男性 (b) 女性



ROC; receiver operating characteristic, BMI; body mass index, VAT; visceral adipose tissue

図2 「肥満合併症」検出における肥満評価指標およびVAT面積のROC曲線 (a) 男性 (b) 女性

表3 各肥満評価指標とVAT面積の関係

	VAT面積との相関係数	
	男 性	女 性
BMI	0.59	0.66
BMI z-score	0.27	0.46
腹 囲	0.62	0.63
肥満度	0.49	0.59

(すべて $p < 0.01$)

VAT; visceral adipose tissue, BMI; body mass index

表4 血中 ALT, TG, IRI 値が肥満合併症判定基準値を超える症例

	男 性 (209人)	女 性 (108人)
ALT \geq 35U/l	98人 (47%)	31人 (29%)
TG \geq 120mg/l	60人 (29%)	28人 (26%)
IRI \geq 15 U/l	88人 (42%)	48人 (44%)

ALT; アラニンアミノトランスフェラーゼ, TG; 中性脂肪, IRI; インスリン

表5 肥満合併症 (+) 群と (-) 群間における各肥満評価指標および VAT 面積の比較

	男 性			女 性		
	肥満合併症 (+) (139人)	肥満合併症 (-) (70人)	p	肥満合併症 (+) (58人)	肥満合併症 (-) (50人)	p
BMI (kg/m ²)	28.4	24.4	<0.01	29.1	24.2	<0.01
BMI z-score (SD)	2.6	2.5	0.04	3.2	2.7	<0.01
腹 囲 (cm)	91.4	78.1	<0.01	91.3	76.0	<0.01
肥満度 (%)	53.9	39.8	<0.01	58.1	39.5	<0.01
VAT 面積 (cm ²)	88.8	42.3	<0.01	79.9	40.5	<0.01

(平均値)

VAT; visceral adipose tissue, BMI; body mass index

表6 肥満合併症検出における肥満評価指標および VAT 面積の ROC 曲線下面積

	男 性 (209人)	女 性 (108人)
BMI	0.79	0.81
BMI z-score	0.61	0.71
腹 囲	0.80	0.83
肥満度	0.71	0.75
VAT面積	0.91	0.90

VAT; visceral adipose tissue, ROC; receiver operating characteristic, BMI; body mass index

考 察

日本人小児における内臓脂肪量との相関, および肥満合併症検出指標としての有用性の検討において, BMI (raw data) は腹囲と同様, 肥満評価指標として比較的良好な結果を得た。すなわち, 本検討では, 内臓肥満評価において, BMI (raw data) が腹囲の代替指標となりうる可能性が示された。しかし, 今回, BMI (raw data) が良好な結果を示した理由の一つとして, 内臓脂肪量および肥満合併症の発症に対する年齢による影響を考えなければならない。そのことは, 上記の年齢補正されていない指標 (BMI (raw data), 腹囲) の比較的良好な結果とは対照的に, 年齢補正された (すなわち年齢別基準値から算出された) 指標 (BMI z-score, 肥満度) で不良の結果を示したことから示唆される。

また, BMI はあくまでも過体重の指標であり, 内臓肥満評価において, 腹囲の方が BMI より有用性が高いことは言うまでもない。すなわち, 腹囲は BMI よりも VAT 面積を反映すること, 正常 (一般的に肥満判定されない) BMI であっても内臓脂肪量が増加すると過栄養による健康障害数が増加することがすでに日本人 (成人) の臨床研究によっても実証されている。⁴⁾

小児の VAT 面積に関する検討はまだ数少ない。今後は, 小児の腹囲, BMI および VAT 面積と, 肥満合併症との関係について, 年齢別・性別でさらに詳細に検討する必要がある。

総 括

1. 日本人小児における内臓脂肪量との相関, および肥満合併症検出指標としての有用性の検討において, BMI (raw data) は腹囲と同様, 肥満評価指標として比較的良好な成績を示した。
2. 小児の内臓肥満評価について, 腹囲, BMI および VAT 面積と, 肥満合併症との関係を, 年齢別・性別でさらに詳細に検討する必要がある。

文 献

- 1) Asayama K et al.: Threshold values of visceral fat and waist girth in Japanese obese children. *Pediatr Int* 47: 498-504, 2005
- 2) Inokuchi M et al.: Body mass index reference values (mean and SD) for Japanese children. *Acta Paediatr* 96: 1674-1676, 2007
- 3) 日本学校保健会: 栄養状態. 児童生徒の健康診断マニュアル (改訂版) (文部科学省スポーツ・青少年局学校健康教育課 監修). 日本学校保健会, 東京, p38-42, 2006
- 4) The Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan, Japan Society for the Study of Obesity: The New criteria for 'obesity disease' in Japan. *Circ J* 66: 987-992, 2002