

Title	日本人小児の肥満：診断・頻度・国際比較
Sub Title	
Author	井ノ口, 美香子(Inokuchi, Mikako) 高橋, 孝雄(Takahashi, Takao)
Publisher	慶應医学会
Publication year	2009
Jtitle	慶應医学 (Journal of the Keio Medical Society). Vol.85, No.2 (2009. 4) ,p.T53- T85
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	学位論文
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069296-20090400-0233

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

学位論文

日本人小児の肥満 —診断・頻度・国際比較—

慶應義塾大学医学部小児科学教室・慶應義塾大学保健管理センター

(指導：高橋孝雄教授)

いのくちみかこ
井ノ口美香子

Key Words : childhood obesity, body mass index, waist circumference, national references

緒言

肥満は、年齢、性、人種を問わず、全世界的問題である。わが国も例外でない。客観的根拠に基づく肥満の診断が臨床的、疫学的に、国内外において一層重要な意義をもつ所以である。現在、全身性肥満の指標として body mass index (=体重/身長² kg/m², 以下 BMI) が、中心性肥満 (過剰な腹部の脂肪蓄積、内臓脂肪蓄積と腹部皮下脂肪蓄積の2つの要因がある) の指標として腹囲が、国際的に頻用されている。前者は体脂肪量と¹⁻⁴⁾、後者は内臓脂肪量と⁵⁻⁸⁾高い相関性を示す。

わが国において、これらの指標の臨床的・疫学的実用化をはかるためには、日本人基準集団における BMI・腹囲の基準値を設定する必要がある。また肥満の診断には、これらの基準値に基づく肥満と非肥満のカットオフ値を設定する必要がある。しかし、わが国において、これら関連データの整備は、欧米諸国に比べ、成人、小児を問わず、著しく立ち遅れている。

日本人小児の肥満診断には、肥満度が広く用いられてきた。肥満度は、(実測体重-標準体重)/標準体重×100 (%) で定義される。しかし、肥満度算出の根拠となる標準体重は、未確立である。現在、厚生労働省方式、学校保健会方式、文部科学省方式の3つの標準体重が使用され (付記1参照)、同一児の肥満度が3つの方式のいずれを採用するかにより異なる。この事実は、小児保健、学校保健関係者により、十分に認識されていない。一方、BMIによる小児の肥満診断は、わが国を除くすべての先進諸国において、標準的手法として採用されている。わが国においては、2006年、著者らがはじめて日本人小児 BMI 基準値を設定し、肥満度から BMI への転換をはかった⁹⁾。

小児の肥満の BMI カットオフ値設定は残された最も重要な課題である。2000年、米国の Center for Disease Control and Prevention (以下、CDC)¹⁰⁾、および International Obesity Task Force (以下、IOTF)¹¹⁾ により提唱されたカットオフ値は国際的に広く用いられ、小児肥満の国際比較を促進した。しかし、著者らの preliminary study によれば、米国 CDC 方式、および IOTF 方式による BMI カットオフ値は、いずれも日本人小児集団に適合しない。著者は、現在、日本人小児に最適なカットオフ値の設定について検討中である。

以下、1. BMI、腹囲による肥満診断、2. 日本人小児の基準値 (BMI・腹囲)、3. 日本人小児のカットオフ値 (BMI・腹囲)、4. 日本人小児の肥満頻度について言及し、日本人小児の肥満診断の国際化を目指す。

1. BMI、腹囲による肥満診断

成人、小児それぞれにおいて、年齢、性、人種、変動トレンドが BMI および腹囲の基準値やカットオフ値に与える影響を考慮する必要がある。しかし、様々な問題が未解決のまま、BMI、腹囲による肥満診断が臨床に供されている。以下、成人、小児における BMI、腹囲による肥満診断の問題点に言及する。

1) BMI

a) 成人

成人における肥満診断は、現在、身長により標準化された体重を用いる方法が主流である。身長により標準化された体重 (体重/身長^p, 体重/身長², 体重/身長³, 身長/体重^{0.3}) のうち、体重/身長^pは集団特性により変動する身長の影響を最小にする p 値に

準拠する指標である。しかし、煩雑なため、臨床には適さない。体重/身長²は体重/身長³と共に身長の影響の少ない指標で、体脂肪量(皮下脂肪厚、体密度法による%脂肪)との密接な相関性を有する^{1-4, 12-14}。それゆえ、体重/身長²は、BMI (body mass index) と命名され¹⁾、肥満診断の指標として臨床に供されることとなった。

BMIによる肥満診断が定石となる以前には、1. %標準体重(年齢、性、身長別平均体重を「標準体重」とする)や、2. メトロポリタン生命保険会社の性、身長別体重表(死亡率が最低となる体重幅を「望ましい体重」とする)¹⁵⁾ が利用された。後者は、健康リスクに準拠する肥満診断という画期的な考え方に基づいているが、基礎となる標本サンプリング、身体計測法、望ましい体重幅の設定法のいずれについても、説明性に欠ける¹³⁾。

1970年代後半、BMIとメトロポリタン方式との統合が図られた。すなわち、1. 同社の「望ましい体重」表に示された、身長別の体重幅から体重の最大値と最小値について、BMIを算出する、2. 算出したBMI最大値を肥満のカットオフ値(BMI 25 kg/m²に相当)、BMI最小値をやせのカットオフ値(BMI 20 kg/m²に相当)とする。その結果、健康リスクに準拠するBMIのカットオフ値の概念が確立した⁴⁾。

小児、成人を包括する年齢、性、人種別のBMI基準値は、1982年、Cronk, Rocheによる6-50歳米国人白人、黒人14,000人を対象とする横断的調査成績を嚆矢とする¹⁶⁾。以後、0-87歳フランス人¹⁷⁾、0-45歳デンマーク人¹⁸⁾のBMI基準値が報告されている。上述のすべての成績は、BMIが成人後も加齢とともに増加し続けること、したがって成人という括りで単一のBMI基準値を設定することが不適切であることを明らかにした。成人の年齢別BMI基準値の必要性は、BMIと死亡率との相関性が年齢により異なることから裏付けられた¹⁹⁾。しかし、基準値作成の基礎となる基準集団(reference population)の設定が困難であるため、成人の年齢別BMI基準値は、実用化に至らなかった。成人の肥満評価に個人のBMIの経時的変化(tracking)という視点が欠如する理由でもある。

BMIによる成人肥満の国際的統一カットオフ値は、国際保健機構(World Health Organization, 以下、WHO)により設定された。BMIとメトロポリタン方式との統合に基づき、BMI 25 kg/m²以上30 kg/m²未満を「前肥満(preobese)」、30 kg/m²以上を「肥満(obese)」とされた²⁰⁾。このBMIカットオフ値は、米国を中心に国際的に普及しつつある²¹⁾。しかし、あらゆる成人年齢、性、人種への適用性は十分に検討されてい

ない。わが国では日本肥満学会がBMI 25 kg/m²を成人の「肥満(obese)」診断のBMIカットオフ値としている²²⁾。吉池らの30-79歳男女15万人を対象とするコホルト研究により、BMI 24-25.9 kg/m²群(中央値25 kg/m²)では、BMI 20-23.9 kg/m²群(中央値22 kg/m²)に比して、生活習慣病の出現頻度が有意に増加することが示されたことによる²³⁾。

以上、成人における肥満診断において、BMIを用いる方式が確立し、WHOが設定したBMIカットオフ値に従う方式が、国際的に次第に普及しつつある。しかし、年齢、性、人種別のBMI基準値やBMIカットオフ値は、十分に検討されていない。特に、日本人と白人の同一BMI値が異なる体脂肪量を表現する可能性は、検討されなければならない。

b) 小児

BMIによる小児の肥満診断は、成人に約20年遅れて臨床に導入された^{24, 25)}。1979年、Coleが栄養状態の異なる5カ国0-22歳4,631人のデータを分析し、肥満の指標として体重/身長²が小児に適用可能であることを統計学的に明らかにしたことによる²⁶⁾。

現在、小児の年齢、性、国別BMI基準値は、米国、フランス、英国、オランダの4カ国を含め、多数報告されている(第1表)。これら4カ国の基準値は、適切な調査年の設定、多数の標本数を有する全国データ、基準値作成法の国際的標準手法であるLMS法(付記2参照)により得られたものであり、国際的評価が確立している^{10, 17, 24, 27)}。わが国では著者らが2006年、1978-1981年収集の各年齢、性別700人以上の標本数を有する全国データを基に、LMS法により、はじめて日本人小児(2-18歳)のBMI基準値を設定した⁹⁾。

小児におけるBMIカットオフ値の設定は、成人に比して難しい。その理由は、小児肥満においては、肥満による短期的な健康リスクが低いこと、肥満による長期的な健康リスクの把握が困難なことによる²⁸⁾。

現在、各国固有の小児のBMIカットオフ値が設定されているのは米国、英国、フランスに限られる。米国(CDC)では、小児肥満の健康リスク、および小児肥満の成人肥満への移行リスクとの相関から、BMI 85パーセンタイル値以上95パーセンタイル値未満を「過体重のリスク(risk for overweight)」、95パーセンタイル値以上を「過体重(overweight)」と定義している^{10, 29, 30)}。これらのBMIカットオフ値は、本来、米国固有のカットオフ値であるが、国際的に広く用いられる。英国ではReillyらが、インピーダンス法による体脂肪

第1表 既報のBMI基準値

国名	報告年	データ収集年	年齢(歳)	データ数	データ収集法	基準値作成法	表記法
フランス ^{38, 17)}	1982	1953 生	0-16	494	縦断的	詳細不明	パーセンタイル値
	1991	1953-1985	0-87	40,538 (?)	横断的 (一部縦断的)	LMS 法	パーセンタイル値・SD 値
米国 ^{16, 39, 40, 10, 41)}	1982	1971-1974	6-50	14,118	横断的	フーリエ変換	パーセンタイル値
	1991	1971-1974	1-19	5,679	横断的	二次方程式モデル	パーセンタイル値
	1991	1971-1974	6-74	20,839	横断的	LOWESS 法	パーセンタイル値
	2000	1963-1994	2-20	詳細不明	横断的	LMS 法	パーセンタイル値
英国 ^{24, 42, 43)}	1995	1978-1990	0-23	30,535	横断的	LMS 法	パーセンタイル値
	1995	1989-1991	3-16	34,533	横断的	LMS 法	パーセンタイル値
スウェーデン ^{44, 45, 46)}	1995	1955・1967 生	男性 6-19, 女性 6-16	3,633	縦断的	LMS 法	パーセンタイル値
	2000, 2001	1973-1975 生	0-18	3,650	縦断的	Box-Cox 法	パーセンタイル値・SD 値
イタリア ^{47, 48)}	1997	1986-1987	3-19	41,869	横断的	LMS 法	パーセンタイル値・SD 値
	2002	1994-2000	6-20	54,795	横断的	LMS 法	パーセンタイル値
ドイツ ⁴⁹⁾	1998	1989-1990	6-19	2,554	横断的	LMS 法	パーセンタイル値
中国 ^{50, 51)}	1998	1993	0-18	23,965	横断的	LMS 法	パーセンタイル値
	2004	2000	7-18	>244,200	横断的	スプライン平滑化法	パーセンタイル値
イラン ⁵²⁾	1999	1990-1992	2-18	3,301	横断的	修正 Healy 法	パーセンタイル値
オランダ ^{27, 53)}	1999	1979-1980	0-20	42,000	横断的	LMS 法	パーセンタイル値
	2000	1996-1997	0-21	14,500	横断的	LMS 法	SD 値
ニュージーランド ⁵⁴⁾	2000	1972-1973 生	3-21	1,037	縦断的	LMS 法	パーセンタイル値・SD 値
デンマーク ¹⁸⁾	2001	1965-1994	0-45	35,105	横断的	LMS 法	パーセンタイル値
メキシコ ⁵⁵⁾	2002	1992-1993	6-12	649	横断的	詳細不明	SD 値
日本 ^{9, 56)} (本研究)	2006, 2007	1978-1981	1.5-18.5	27,793	横断的	LMS 法	パーセンタイル値・SD 値

率を gold standard として、利用目的に応じた BMI カットオフ値の設定を提案した。研究および疫学的目的では、BMI 85 パーセントイル値以上を「過体重 (overweight)」, 95 パーセントイル値以上を「肥満 (obesity)」と定義、臨床的目的では、BMI 91 パーセントイル値以上を「過体重 (overweight)」, 98 パーセントイル値以上を「肥満 (obesity)」と定義する³¹⁻³³⁾。フランスでは 97 パーセントイル値以上を「肥満を含む過体重 (overweight including obesity)」と定義しているが、その根拠は明確にされていない^{17, 34)}。

2000 年、IOTF は、WHO による成人の「前肥満 (preobese)」, 「肥満 (obese)」の BMI カットオフ値に対応させた、小児における BMI の国際的統一カットオフ値の設定を試みた。6 カ国 (ブラジル、英国、香港、オランダ、シンガポール、米国) のデータから合成された BMI 基準値を用い、18 歳時の BMI 25, および 30 kg/m² に相当するパーセントイル値を決定した。これらのパーセントイル値により「過体重 (overweight: 18 歳時の BMI 25-30 kg/m² に相当)」, および「肥満 (obesity: 18 歳時の BMI 30 kg/m² 以上に相当)」を定義した^{11, 35-37)}。この IOTF 方式による BMI カットオフ値は国際比較の目的で広く使用されているが、肥満診断の感度が低いため、国際的統一カットオフ値としては認められなかった³²⁾。

小児を対象とする IOTF 方式と CDC 方式の用語法は異なる。IOTF 方式による「過体重 (overweight)」は CDC 方式による「過体重のリスク (risk for overweight)」, IOTF 方式による「肥満 (obesity)」は CDC 方式による「過体重 (overweight)」に相当する (付記 3 参照)。

以上、小児における BMI による肥満診断は、各国固有の基準値の設定により急速に普及した。今後の最も重要な課題は、人種差を考慮した将来の肥満リスクに基づく各国固有の BMI カットオフ値の設定である。

2) 腹囲

a) 成人

腹囲は主として中心性肥満の指標、ときに全身性肥満の指標として利用される。1982-1984 年、Kissebach らは、中心性肥満の指標として腹囲/腰囲比 (ウエスト/ヒップ比) に着目し、腹囲/腰囲比が脂質代謝異常やインスリン抵抗性と相関することを報告⁵⁷⁻⁵⁹⁾。1985 年、Ashwell らは、腹囲/腰囲比と CT による推測内臓脂肪量との相関を明らかにした⁶⁰⁾。一方、1988 年、Seidell らは、腹囲自体が腹囲/腰囲比に比して、CT による推

測内臓脂肪量とより高い相関性を示すことを報告した⁶⁾。1994 年以降、Pouliot らは、腹囲自体が腹囲/腰囲比に比して、体密度法による体脂肪量、CT による推測内臓脂肪量、および心血管疾患リスク (高トリグリセライド血症、低 HDL コレステロール血症、高血糖、高インスリン血症) とより高い相関性を示すことを報告した⁶¹⁻⁶³⁾。これらの成績により腹囲は、中心性肥満のもたらす健康リスクの臨床指標として広く用いられることとなった。

腹囲基準値は、米国、スウェーデンから報告されている。Flegal は、米国の 1988-1994 年調査データ (20-80 歳以上) から、厳密に定義された健康者および非健康者の年齢群別、性別腹囲基準値 (パーセントイル値) を報告した⁶⁴⁾。Okosun らは、米国の 1960-2000 年調査データ (20-79 歳) から、Lilja らは、北スウェーデンの 1986-2004 年調査データ (25-74 歳) から、調査年別、年齢群別、性別腹囲基準値 (平均値、SD 値) を報告した^{65, 66)}。これらの成績は、腹囲基準値が基準集団 (reference population) の設定方法 (対象の選定、調査年、年齢) により大きく異なること、したがって成人という括りで単一の腹囲基準値を設定することが不適切であることを明らかにした。

腹囲カットオフ値は、①全身性肥満の診断、②中心性肥満 (内臓肥満) の診断、③疾患リスクの予測に供される。成人においては、1990 年代から、それぞれを目的とした腹囲カットオフ値の報告が相次いだ。

全身性肥満の診断を目的として、1995 年、Lean らは、2 段階の腹囲カットオフ値を設定した (男性 94 cm, および 102 cm, 女性 80 cm, および 88 cm)。これら 2 段階の腹囲カットオフ値は、25-74 歳英国人の BMI 25 kg/m², および 30 kg/m² に対応する⁶⁷⁾。

中心性肥満 (内臓肥満) の診断を目的として、1996 年、Lemieux らは、18-67 歳カナダ人を対象として腹囲カットオフ値 (40 歳以上 90 cm, 40 歳未満 100 cm) を設定した。これらの腹囲カットオフ値は、2 つの年齢群別に、内臓脂肪量 130 cm² に対応する腹囲として設定された⁶⁸⁾。内臓脂肪量 130 cm² 以上では糖および脂質代謝異常が増加することに基づく⁶⁹⁾。

中心性肥満 (内臓肥満) の診断、および疾患リスクの予測を目的として、1994 年、Pouliot は、腹囲カットオフ値 (男女とも 100 cm) を設定した。この腹囲カットオフ値は、前述のように、カナダ人成人ボランティア (男性 81 人, 女性 70 人) において、腹囲が内臓脂肪量および糖、脂質代謝異常に強く相関することに基づく⁶¹⁾。

1998 年、WHO は、メタボリックシンドロームの診

断基準を提唱し、腹囲/腰囲比のカットオフ値を設定した⁷⁰⁾。爾来、メタボリックシンドロームの診断基準の1つとして、多数の腹囲カットオフ値が報告されている。European Group for the Study of Insulin Resistance：男性 94 cm，女性 80 cm^{67, 71)}，National Cholesterol Education Program -Third Adult Treatment Panel：男性 102 cm，女性 88 cm^{67, 72)}，International Diabetes Federation（以下，IDF）：男性 94 cm，女性 80 cm（ヨーロッパ・アフリカ・東地中海・中東），男性 90 cm，女性 80 cm（南アジア・中国・中南米）^{67, 73, 74)}。IDF は、日本人の腹囲カットオフ値として、日本肥満学会による男性 85 cm，女性 90 cm を採用している⁷³⁻⁷⁵⁾。日本人の腹囲カットオフ値は、内臓脂肪量 100 cm² に対応する腹囲として設定された。日本人では内臓脂肪量 100 cm² 以上で肥満に伴う健康障害（耐糖能異常，高血圧，高脂血症，高尿酸血症，心疾患）の合併数が増加することに基づく^{22, 75)}。

以上，腹囲カットオフ値は国際的に不統一である。2007 年，Flegal は米国人成人ボランティア（男性 7,403 人，女性 8,051 人）を 1. 主観的健康度，2. 既往歴，3. 血圧，4. 糖・脂質代謝臨床検査データにより，5 段階の健康水準に分類し，健康水準と腹囲との関係を検討した。すなわち健康者（健康水準 4 以上）と非健康者（健康水準 3 以下）の腹囲分布の重複が大きいことをはじめて報告した。このことは腹囲により疾患リスクを予測することが困難であることを示唆した⁶⁴⁾。従来報告された腹囲カットオフ値の意味，疾患リスクの予測性を見直す必要がある。

腹囲の計測位置の不統一は，国際的に軽視されてきた重要な問題である。計測位置の選定は各国，各研究者により異なるが，WHO は腹囲の計測位置（高さ）を，肋骨下端と腸骨稜上端の midpoint の高さ²⁰⁾に設定し，英国，スウェーデンの研究者をはじめ，比較的多く利用されている^{66, 67)}。しかし，米国では右腸骨稜上端の高さ²¹⁾，カナダでは胴の最も細い位置の高さ⁶⁸⁾，わが国では臍の高さ^{22, 75)}を基準とすることが一般的である。この計測位置の不統一は国際比較を困難にしている。

以上，成人における腹囲による肥満診断は，基準値，カットオフ値，計測位置，それぞれについて多くの問題点を有している。特に健康者と非健康者の腹囲分布は大きく重複するため，どのようなカットオフ値を設定しても，単独では肥満診断の精度を高めることは期待できない。また計測位置の不統一という根本的問題の早急な解決は，今後の最も重要な課題である。

b) 小児

小児における腹囲による肥満診断は，1999-2000 年，Freedman ら，Tayler らがそれぞれ，腹囲と種々の疾患リスク，および腹囲と体幹脂肪量（二重 X 線法による）との密接な相関性を，小児を対象に明らかにしたことにより発展した。また，これらの成績は，成人の場合と同様，腹囲自体が腹囲/腰囲比に比して，肥満による健康リスクの臨床指標として優れていることを示唆した^{76, 77)}。

小児の年齢別性別腹囲基準値は，イタリア⁷⁸⁾，スペイン⁷⁹⁾，英国⁸⁰⁾，オランダ⁸¹⁾，中国（香港）⁸²⁾ を含め，多数報告されている（第 2 表）。これらの小児腹囲基準値のうち，英国，オランダの基準値は，適切な調査年の設定，多数の標本数を有する全国データ，基準値作成法の国際的標準手法である LMS 法（付記 2 参照）により得られた基準値である^{80, 81)}。わが国では 2007 年，著者らが 1992-1994 年収集の各年齢，性別それぞれ約 100 例以上の標本数を有する全国データを基に，LMS 法により，はじめて日本人小児（6-18 歳）の腹囲基準値を設定した⁸³⁾。

小児の腹囲カットオフ値は，オランダ⁸¹⁾，スペイン⁸⁴⁾，ニュージーランド⁷⁷⁾，イタリア⁸⁵⁾，中国（香港）⁸²⁾ から報告されている。成人の場合と同様，①全身性肥満の診断，②中心性肥満（内臓肥満）の診断，③疾患リスクの予測に供される。

オランダ，スペインの腹囲カットオフ値は全身性肥満の診断を目的とする。オランダの腹囲カットオフ値（男女とも 1.3 SD 値，2.3 SD 値）は IOTF 方式による「過体重（overweight）」、「肥満（obesity）」の BMI カットオフ値との相関⁸¹⁾，スペインの腹囲カットオフ値（男性のみ，70 パーセンタイル値）は体密度法による体脂肪率（85 パーセンタイル値）との相関⁸⁴⁾に基づく。

ニュージーランドの腹囲カットオフ値（80 パーセンタイル値）は中心性肥満（内臓肥満）の診断を目的とする。二重 X 線法による体幹脂肪量（z スコア = 1）との相関に基づく⁷⁷⁾。

イタリアの腹囲カットオフ値（90 パーセンタイル値）は，中心性肥満（内臓肥満）の診断，および心血管疾患リスクの予測を目的とする。ニュージーランドの Tayler らによる腹囲カットオフ値⁷⁷⁾との近似，および心血管疾患リスク（高血圧，高 LDL コレステロール血症，低 HDL コレステロール血症）との相関に基づく⁸⁵⁾。中国（香港）の腹囲カットオフ値（85 パーセンタイル値）は心血管疾患リスク（高血圧，高 LDL コレステロール血症，高トリグリセライド血症，低 HDL コレステロー

第2表 既報の腹囲基準値 (Inokuchi M et al : Eur J Pediatr 166 : 655-661, 2007 の Table 5 を許可を得て転載, 改変)

国名	報告年	データ収集年	年齢 (歳)	対象数	データ収集法	基準値作成法	表記法	腹囲の計測位置
イタリア ⁷⁸⁾	1996	詳細不明	6-14	2,858	横断的	詳細不明	パーセンタイル値	臍の高さ
スペイン ⁷⁹⁾	1999	詳細不明	6.0-14.9	1,360	横断的	詳細不明	パーセンタイル値・SD 値	肋骨最下端と腸骨稜の間の中点の高さで ほぼ臍の高さ (≒ウエスト囲)
英国 ⁸⁰⁾	2001	1988	5.0-16.9	8,355	横断的	LMS 法	パーセンタイル値・SD 値	第10肋骨と腸骨稜の間の中点の高さ (自然なウエストの位置) (≒ウエスト囲)
キプロス ⁸⁷⁾	2001	1999-2000	6-17	2,472	横断的	詳細不明	パーセンタイル値	臍の高さ
カナダ ⁸⁸⁾	2004	1981	10.5-18.5	3,064	横断的	LMS 法	パーセンタイル値・SD 値	見ただ目で細くなっているウエストの高さ (=ウエスト囲)
米国 ⁸⁹⁾	2004	1988-1994	2-18	9,713	横断的	回帰直線法	パーセンタイル値	右腸骨の外側縁最上部直上の高さ (≒腸骨稜囲)
オランダ ⁸¹⁾	2005	1996-1997	0-21	14,500	横断的	LMS 法	SD 値	肋骨最下端と腸骨稜最上部の間の中点の 高さ (≒ウエスト囲)
メキシコ ⁹⁰⁾	2005	詳細不明	6-10	833	横断的	詳細不明	パーセンタイル値	肋骨下部と腸骨稜最上部の間で最も腹部が 前に膨隆している位置の高さ
中国 (香港) ⁸²⁾	2007	2002-2004	6.0-13.0	2,593	横断的	LMS 法	パーセンタイル値・SD 値	肋骨最下端と腸骨稜最上部の間の中点の 高さ (≒ウエスト囲)
日本 ⁸³⁾ (本研究)	2007	1992-1994	6.0-18.0	10,614	横断的	LMS 法	パーセンタイル値	胸の最も細い位置の高さ (=ウエスト囲) 腸骨稜の高さ (=腸骨稜囲)

ル血症、高血糖、高インスリン血症）との相関に基づく⁸²⁾。なお、IDFによる小児メタボリックシンドローム暫定診断基準の腹囲カットオフ値（各国別腹囲基準値の90パーセントイル値）は、上記イタリアの報告⁸⁵⁾に倣っている⁸⁶⁾。

しかし、これらの腹囲カットオフ値のうち、腹囲基準値（reference value）に基づくカットオフ値は、オランダと中国（香港）の報告に限られる^{81, 82)}。また、小児において健常対象を明確に定義した腹囲分布の検討はない。健常対象を定義した腹囲基準値の作成、およびそれに基づくカットオフ値の検討も試みられていない。

小児においても腹囲の計測位置の不統一は重要な問題である。腹囲基準値およびカットオフ値は、各国から様々な計測位置（高さ）を基準に報告され、国際比較を困難にしている（第2表）。

以上、小児における腹囲による肥満診断は、成人同様、基準値、カットオフ値、計測位置、それぞれについて多くの問題点を有している。腹囲のカットオフ値の概念の明確化、および計測位置の統一が、今後の最も重要な課題である。

2. 日本人小児の基準値

著者らは、日本人小児のBMI・腹囲の基準値を設定した。本基準値は、1. 肥満が現在よりも低水準の標本集団を利用したこと、2. 全国データ（nationally representative data）を使用したこと、3. 基準値作成法の国際的標準手法であるLMS法を使用したことにより、国際的標準を満たすものである⁹¹⁾。以下、BMI・腹囲の基準値設定の過程と成績について述べる。

1) BMI

a) 基準集団データ

BMI基準値作成用の基準集団データとして、「1978-1981年データ」⁹²⁾を用いた。「1978-1981年データ」は、同年、通商産業省（現在の経済産業省）、および日本規格協会により既製の採寸を目的として調査され、現在入手可能な小児のBMI算出に必要な身長、および体重の個人別データとして、最も古い年代に収集された。日本全国の13都道府県（北海道、岩手、福島、新潟、石川、東京、静岡、愛知、京都、大阪、広島、高知、鹿児島）の各居住者ボランティアに対し、身長、体重を含む33-35箇所の身体部分の計測が行われた。これらのデータは、日本人小児（1.5-18.5歳）、男性14,019例、女性13,788例の身長および体重計測値の個人別データ

を含む。

基準集団データ（身長・体重）から算出されたBMIの分布は、男女とも各年齢群において正の偏りを示した（第1図）。しかし、そのBMI分布の偏りは、3つの全国代表データ（nationally representative data：「1978-1981年データ」、「1992-1994年データ」（後述）、「2001年データ」（後述））の中で最も小さい（第2図）。

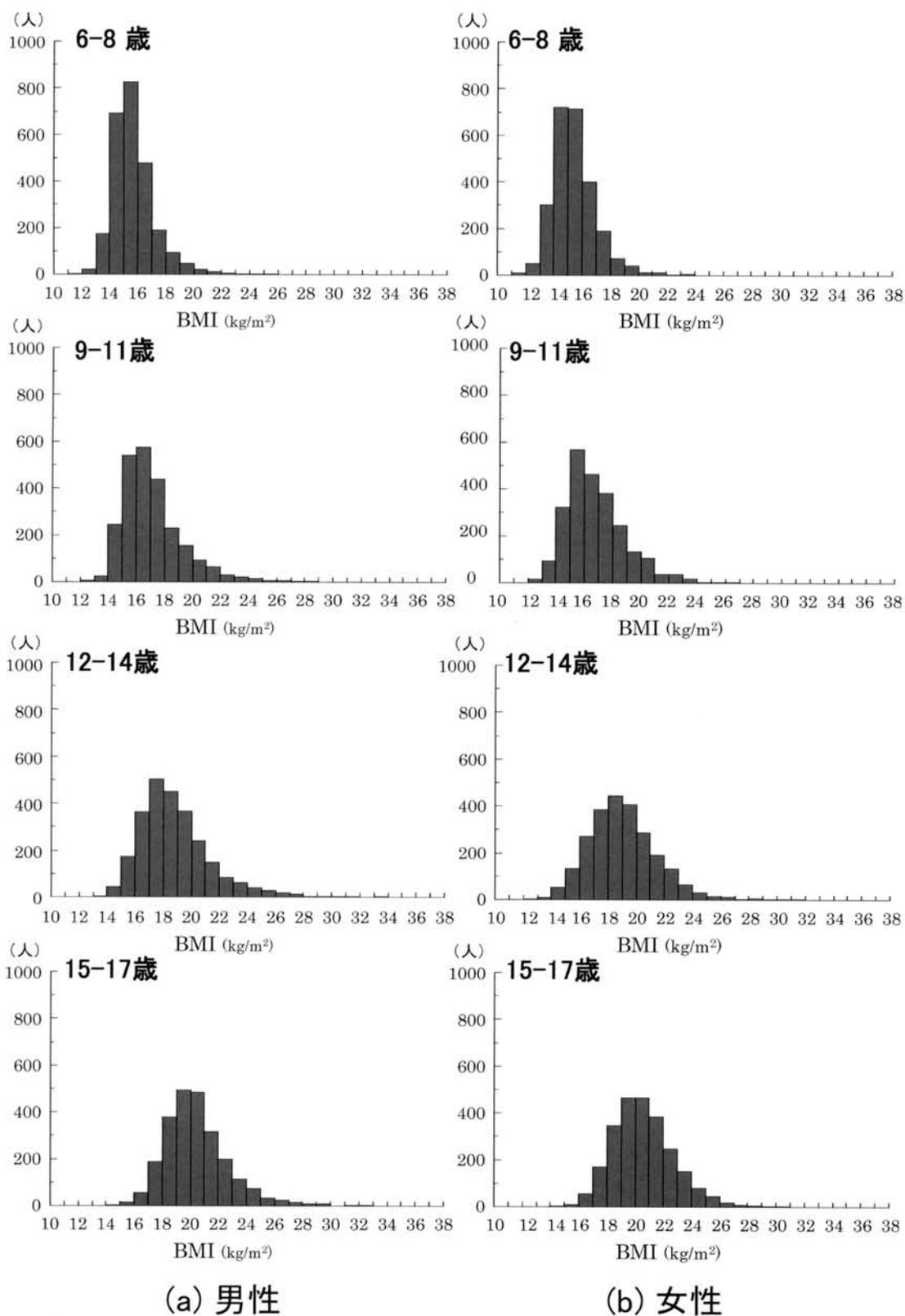
b) 基準値作成法

全対象者の性、年齢、身長計測値、体重計測値（年齢は6.5歳未満：0.01歳単位、6.5歳以上：0.1歳単位、身長計測値は2歳未満：臥位、2歳以上：立位、0.1cm単位、体重計測値は0.1kg単位で記載）をMicrosoft Excelに読み込み、BMI（=体重/身長² kg/m²）を計算した。データを性別で分類後、それぞれ外れ値（M±5SDの枠外のデータ）（男性7例、女性7例）を除外し⁹³⁾、最終的に男性14,012例、女性13,781例（1.5-18.5歳）のBMI値を用いた（第3表）。男女各例の年齢および対応するBMI値を、ColeによるLMS法（付記2参照）により、性別年齢別のパーセントイル値、SD値に変換した。変換にはPCソフトlmsChartMaker Pro version 2.0⁹³⁾を用いた。

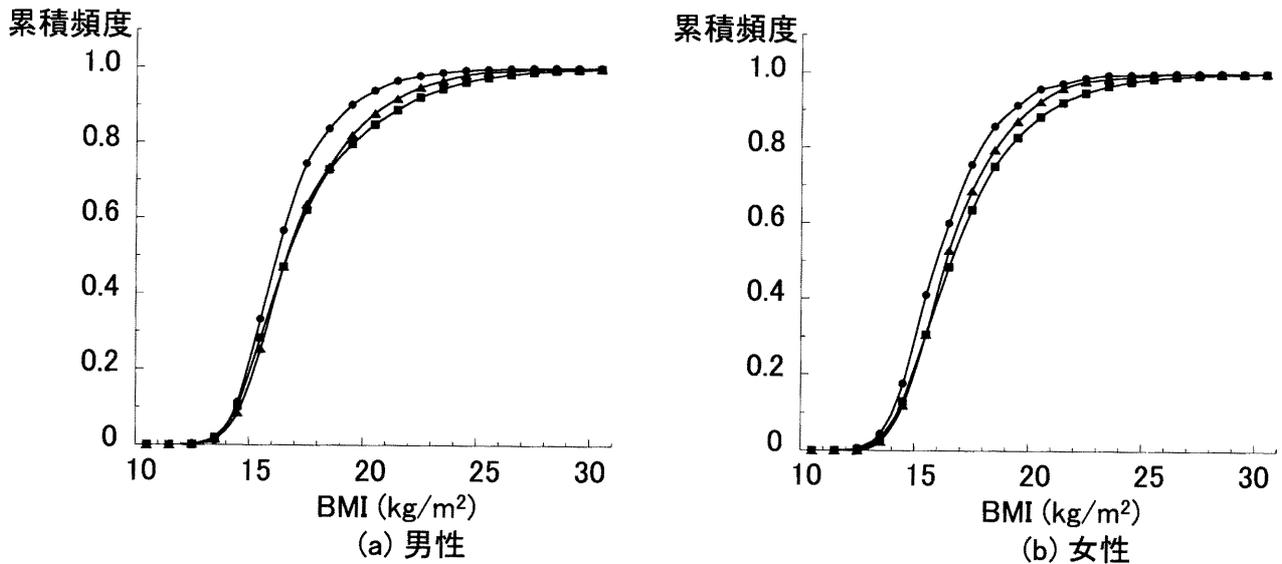
c) 基準値

本研究の成績である日本人1.5-18.5歳におけるBMIのL、M、S値、およびパーセントイル値、SD値を示す（第4表、第3図、第4図）。

- (1) BMIは、男女とも、高パーセントイル値、あるいは高SD値（例：97パーセントイル値、+2.5SD値）において、大きな広がりを示す。この傾向は、男性においてより明らかであり、本基準集団の男性の肥満頻度および肥満程度が、女性に比して高いことを示唆する。
- (2) BMIは、adiposity rebound（BMIが一旦低下し、再度上昇する現象）を示す。adiposity reboundは、高パーセントイル値、あるいは高SD値（例：97パーセントイル値、+2.5SD値）ほど、低年齢（男性4-5歳、女性5歳）、逆に、低パーセントイル値、あるいは低SD値（例：3パーセントイル値、-2.5SD値）ほど、高年齢（男性6-7歳、女性7-8歳）である。本基準集団日本人のadiposity reboundは、男性において女性に比して低年齢で出現する可能性を示唆する。



第1図 BMI基準値作成用基準集団データ(「1978-1981年データ」)のBMI分布
 (a) 男性 (b) 女性
 (Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 33 : 444-453, 2006のFigure 1を許可を得て転載, 改変)



第2図 「1978-1981年データ」(●), 「1992-1994年データ」(▲), 「2001年データ」(■) のBMI累積頻度 (9-11歳)
(a) 男性 (b) 女性

第3表 BMI基準値作成用基準集団データ (「1978-1981年データ」⁹²⁾) の対象数 (Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 33 : 444-453, 2006 の Table I, Inokuchi M et al : Acta Paediatr 96 : 1674-1676, 2007 の Table S1 を許可を得て転載, 改変)

年齢 (歳)	男性	女性
1.5- 2.0	234	221
2.0- 3.0	867	840
3.0- 4.0	1,018	950
4.0- 5.0	743	738
5.0- 6.0	803	772
6.0- 7.0	900	880
7.0- 8.0	867	854
8.0- 9.0	808	802
9.0-10.0	840	839
10.0-11.0	821	807
11.0-12.0	797	792
12.0-13.0	904	886
13.0-14.0	794	767
14.0-15.0	855	812
15.0-16.0	776	819
16.0-17.0	832	846
17.0-18.0	824	807
18.0-18.5	329	349
計	14,012	13,781

2) 腹囲

a) 基準集団データ

腹囲基準値作成用の基準集団データとして, 「1992-1994年データ」⁹⁴⁾ を用いた. 「1992-1994年データ」は, 同年, 通商産業省 (現在の経済産業省), および日本人間生活工学センターにより衣料品などの生活製品の設計資料収集を目的として調査され, 現在入手可能な小児の腹囲個人別データとして, 最も古い年代に収集された (腹囲データは「1978-1981データ」にも含まれるが, 現在その個人別データは破棄されて使用不可能である). 日本全国の45都道府県 (島根, 徳島を除く47都道府県) の各居住者ボランティアに対し, 身長, 体重, 腹囲を含む178箇所の身体部分の計測が行われた. これらのデータは日本人小児 (6.0-18.0歳), 男性5,851例, 女性4,763例の腹囲の個人別データを含む (小児の腹囲個人別データは28都道府県から収集されたものである) (第5表). 腹囲は, 胸の最も細い位置の高さの周囲径 (以下, ウエスト囲), および腸骨稜の高さの周囲径 (以下, 腸骨稜囲) の2箇所を計測点とした.

基準集団データの腹囲 (ウエスト囲・腸骨稜囲) の分布は, 男女とも各年齢群において正の偏りを示す (ウエスト囲のデータのみ提示) (第5図). 腹囲の個別データは, 3つの全国代表データ (「1978-1981年データ」, 「1992-1994年データ」, 「2001年データ」 (後述)) の中で「1992-1994年データ」に限られる. したがって他の2つの全国代表データとの腹囲分布の比較は不可能である.

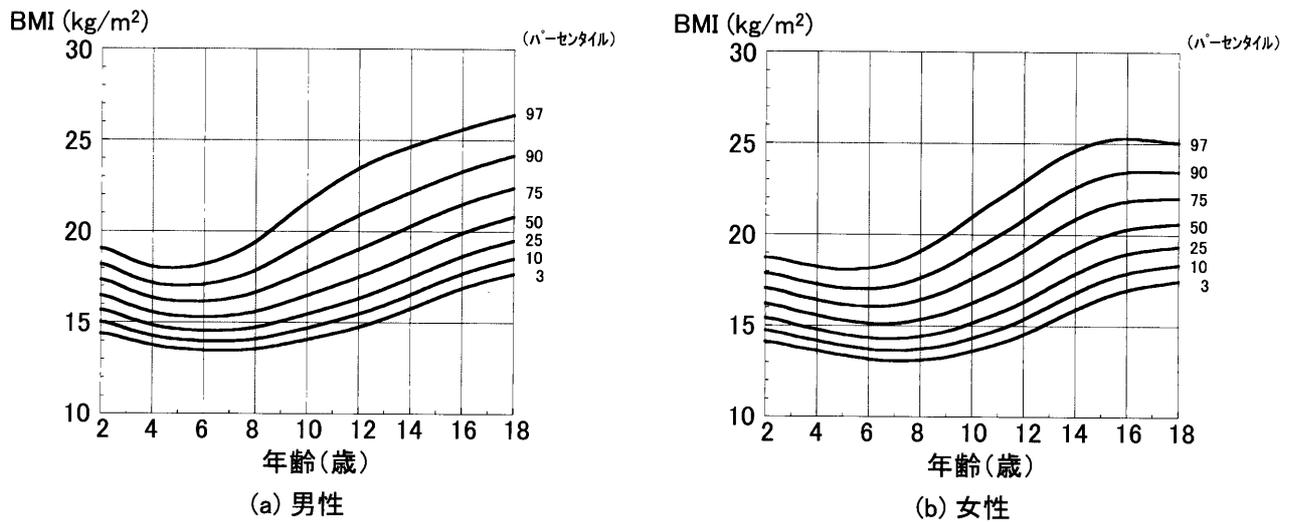
第4表(a) BMIのL, M, S値, およびパーセンタイル値, SD値 (1.5-18.5歳, 男性)

(Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 33 : 444-453, 2006 の Table II, Inokuchi M et al : Acta Paediatr 96 : 1674-1676, 2007 の Table S2, Table S3 を許可を得て転載, 改変)

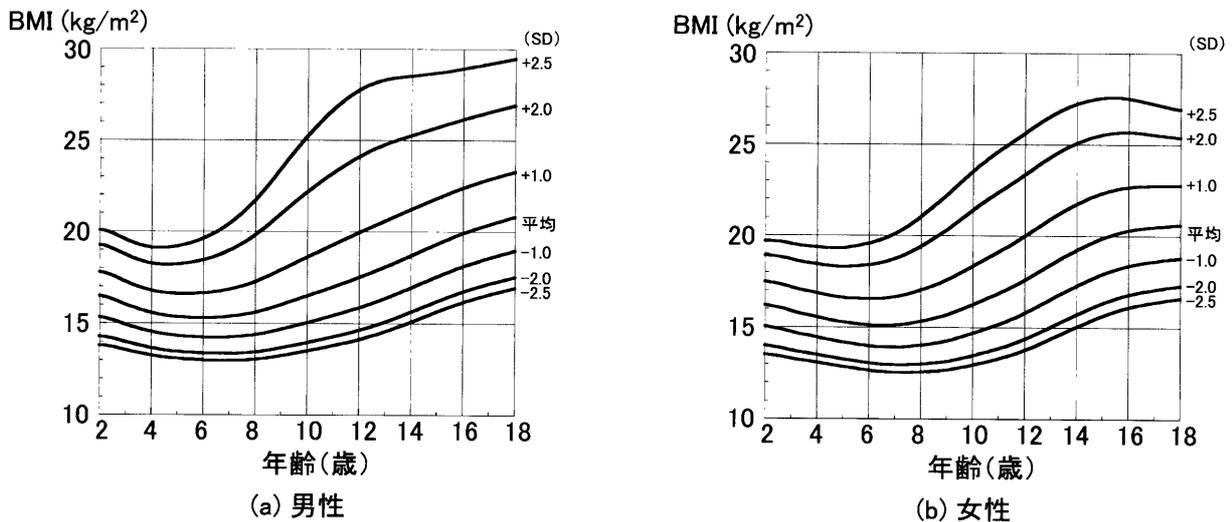
年齢 (歳)	L	M	S	BMI (パーセンタイル)										BMI (SD)						
				3	5	10	25	50	75	85	90	95	97	-2.5	-2.0	-1.0	平均	+1.0	+2.0	+2.5
1.5	-0.29	16.57	0.075	14.4	14.7	15.1	15.8	16.6	17.4	17.9	18.3	18.8	19.1	13.8	14.3	15.4	16.6	17.9	19.3	20.1
2.0	-0.55	16.49	0.075	14.4	14.6	15.0	15.7	16.5	17.3	17.8	18.2	18.7	19.1	13.8	14.3	15.3	16.5	17.8	19.3	20.1
2.5	-0.78	16.29	0.074	14.3	14.5	14.9	15.5	16.3	17.1	17.6	18.0	18.5	18.9	13.7	14.2	15.2	16.3	17.6	19.1	19.9
3.0	-0.99	16.01	0.072	14.1	14.3	14.6	15.3	16.0	16.8	17.3	17.6	18.2	18.5	13.6	14.0	14.9	16.0	17.3	18.7	19.5
3.5	-1.20	15.77	0.072	13.9	14.1	14.5	15.0	15.8	16.6	17.0	17.4	17.9	18.3	13.4	13.8	14.7	15.8	17.0	18.4	19.3
4.0	-1.41	15.57	0.072	13.8	14.0	14.3	14.9	15.6	16.4	16.8	17.2	17.7	18.1	13.3	13.7	14.5	15.6	16.8	18.3	19.1
4.5	-1.61	15.43	0.072	13.6	13.8	14.2	14.7	15.4	16.2	16.7	17.1	17.6	18.0	13.2	13.5	14.4	15.4	16.7	18.2	19.1
5.0	-1.81	15.35	0.074	13.6	13.8	14.1	14.6	15.4	16.2	16.7	17.0	17.6	18.0	13.1	13.5	14.3	15.4	16.6	18.2	19.2
5.5	-1.99	15.31	0.075	13.5	13.7	14.0	14.6	15.3	16.1	16.7	17.0	17.6	18.1	13.1	13.4	14.3	15.3	16.6	18.3	19.4
6.0	-2.14	15.30	0.077	13.5	13.7	14.0	14.6	15.3	16.2	16.7	17.1	17.7	18.2	13.0	13.4	14.2	15.3	16.6	18.5	19.6
6.5	-2.27	15.32	0.080	13.5	13.7	14.0	14.6	15.3	16.2	16.8	17.2	17.9	18.4	13.0	13.4	14.2	15.3	16.7	18.7	20.0
7.0	-2.38	15.37	0.083	13.5	13.7	14.0	14.6	15.4	16.3	16.9	17.4	18.1	18.7	13.0	13.4	14.3	15.4	16.9	19.0	20.4
7.5	-2.45	15.46	0.086	13.5	13.7	14.0	14.6	15.5	16.5	17.1	17.6	18.4	19.0	13.0	13.4	14.3	15.5	17.0	19.4	21.0
8.0	-2.51	15.60	0.090	13.6	13.8	14.1	14.7	15.6	16.7	17.3	17.9	18.8	19.4	13.1	13.5	14.4	15.6	17.3	19.8	21.7
8.5	-2.55	15.79	0.094	13.7	13.9	14.2	14.9	15.8	16.9	17.7	18.2	19.2	20.0	13.1	13.5	14.5	15.8	17.6	20.4	22.6
9.0	-2.56	16.02	0.097	13.8	14.0	14.4	15.1	16.0	17.2	18.0	18.6	19.7	20.5	13.3	13.7	14.7	16.0	17.9	21.0	23.5
9.5	-2.56	16.26	0.101	13.9	14.2	14.5	15.3	16.3	17.5	18.4	19.0	20.2	21.1	13.4	13.8	14.9	16.3	18.3	21.6	24.4
10.0	-2.54	16.50	0.104	14.1	14.3	14.7	15.5	16.5	17.8	18.7	19.4	20.6	21.6	13.5	14.0	15.0	16.5	18.6	22.2	25.2
10.5	-2.51	16.75	0.107	14.2	14.5	14.9	15.7	16.7	18.1	19.1	19.8	21.1	22.1	13.7	14.1	15.2	16.7	19.0	22.7	26.0
11.0	-2.47	17.00	0.109	14.4	14.7	15.1	15.9	17.0	18.4	19.4	20.2	21.5	22.6	13.8	14.3	15.4	17.0	19.3	23.2	26.7
11.5	-2.42	17.25	0.111	14.6	14.8	15.3	16.1	17.3	18.7	19.7	20.5	21.9	23.1	14.0	14.4	15.6	17.3	19.6	23.7	27.3
12.0	-2.38	17.51	0.112	14.8	15.0	15.5	16.3	17.5	19.0	20.1	20.9	22.3	23.5	14.1	14.6	15.9	17.5	19.9	24.1	27.8
12.5	-2.33	17.79	0.112	15.0	15.3	15.7	16.6	17.8	19.3	20.4	21.2	22.7	23.8	14.3	14.8	16.1	17.8	20.3	24.5	28.1
13.0	-2.28	18.09	0.112	15.2	15.5	16.0	16.9	18.1	19.7	20.7	21.5	23.0	24.1	14.6	15.1	16.4	18.1	20.6	24.8	28.3
13.5	-2.24	18.39	0.111	15.5	15.8	16.3	17.2	18.4	20.0	21.0	21.8	23.3	24.4	14.8	15.4	16.7	18.4	20.9	25.0	28.4
14.0	-2.20	18.71	0.110	15.8	16.1	16.5	17.5	18.7	20.3	21.3	22.1	23.6	24.7	15.1	15.6	17.0	18.7	21.2	25.3	28.5
14.5	-2.16	19.02	0.108	16.1	16.4	16.8	17.8	19.0	20.6	21.6	22.4	23.8	24.9	15.4	15.9	17.3	19.0	21.5	25.5	28.6
15.0	-2.12	19.34	0.107	16.4	16.7	17.1	18.1	19.3	20.9	21.9	22.7	24.1	25.1	15.6	16.2	17.6	19.3	21.8	25.7	28.7
15.5	-2.09	19.64	0.106	16.6	16.9	17.4	18.4	19.6	21.2	22.2	23.0	24.4	25.4	15.9	16.5	17.9	19.6	22.1	25.9	28.8
16.0	-2.05	19.92	0.104	16.9	17.2	17.7	18.6	19.9	21.5	22.5	23.3	24.6	25.6	16.2	16.7	18.1	19.9	22.4	26.2	28.9
16.5	-2.02	20.17	0.103	17.1	17.4	17.9	18.9	20.2	21.7	22.8	23.5	24.8	25.8	16.4	17.0	18.4	20.2	22.6	26.4	29.1
17.0	-1.99	20.40	0.103	17.3	17.6	18.1	19.1	20.4	22.0	23.0	23.8	25.1	26.0	16.6	17.2	18.6	20.4	22.9	26.6	29.2
17.5	-1.97	20.61	0.102	17.5	17.8	18.3	19.3	20.6	22.2	23.2	24.0	25.3	26.2	16.8	17.4	18.8	20.6	23.1	26.7	29.3
18.0	-1.94	20.82	0.101	17.7	18.0	18.5	19.5	20.8	22.4	23.4	24.2	25.5	26.4	16.9	17.5	19.0	20.8	23.3	26.9	29.5
18.5	-1.91	21.02	0.101	17.9	18.2	18.7	19.7	21.0	22.6	23.6	24.4	25.6	26.6	17.1	17.7	19.2	21.0	23.5	27.1	29.6

第4表(b) BMIのL, M, S値, およびパーセンタイル値, SD値 (1.5-18.5歳, 女性)
 (Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 33 : 444-453, 2006 の Table II, Inokuchi M et al : Acta Paediatr 96 : 1674-1676, 2007 の Table S2, Table S3 を許可を得て転載, 改変)

年齢 (歳)	L	M	S	BMI (パーセンタイル)										BMI (SD)						
				3	5	10	25	50	75	85	90	95	97	-2.5	-2.0	-1.0	平均	+1.0	+2.0	+2.5
1.5	-0.17	16.39	0.073	14.3	14.6	14.9	15.6	16.4	17.2	17.7	18.0	18.5	18.8	13.7	14.2	15.2	16.4	17.6	19.0	19.7
2.0	-0.40	16.20	0.075	14.1	14.4	14.7	15.4	16.2	17.1	17.5	17.9	18.4	18.7	13.5	14.0	15.1	16.2	17.5	18.9	19.7
2.5	-0.62	16.07	0.076	14.0	14.3	14.6	15.3	16.1	16.9	17.4	17.8	18.3	18.7	13.4	13.9	14.9	16.1	17.4	18.8	19.7
3.0	-0.83	15.88	0.076	13.9	14.1	14.5	15.1	15.9	16.7	17.2	17.6	18.1	18.5	13.3	13.8	14.8	15.9	17.2	18.7	19.5
3.5	-1.04	15.70	0.076	13.7	14.0	14.3	14.9	15.7	16.6	17.1	17.4	18.0	18.3	13.2	13.6	14.6	15.7	17.0	18.5	19.4
4.0	-1.24	15.56	0.077	13.6	13.8	14.2	14.8	15.6	16.4	16.9	17.3	17.8	18.2	13.1	13.5	14.5	15.6	16.9	18.4	19.4
4.5	-1.40	15.41	0.078	13.5	13.7	14.0	14.6	15.4	16.3	16.8	17.1	17.7	18.1	13.0	13.4	14.3	15.4	16.7	18.4	19.3
5.0	-1.54	15.28	0.079	13.4	13.6	13.9	14.5	15.3	16.2	16.7	17.1	17.7	18.1	12.9	13.3	14.2	15.3	16.6	18.3	19.3
5.5	-1.65	15.20	0.081	13.3	13.5	13.8	14.4	15.2	16.1	16.6	17.0	17.7	18.1	12.8	13.2	14.1	15.2	16.6	18.3	19.4
6.0	-1.73	15.13	0.083	13.2	13.4	13.7	14.3	15.1	16.0	16.6	17.0	17.7	18.2	12.7	13.1	14.0	15.1	16.6	18.4	19.6
6.5	-1.79	15.10	0.086	13.1	13.3	13.7	14.3	15.1	16.1	16.6	17.1	17.8	18.3	12.6	13.0	13.9	15.1	16.6	18.5	19.8
7.0	-1.83	15.13	0.089	13.1	13.3	13.6	14.3	15.1	16.1	16.7	17.2	17.9	18.5	12.6	13.0	13.9	15.1	16.7	18.7	20.1
7.5	-1.85	15.21	0.092	13.1	13.3	13.7	14.3	15.2	16.2	16.9	17.4	18.2	18.7	12.6	13.0	14.0	15.2	16.8	19.0	20.5
8.0	-1.85	15.33	0.096	13.1	13.4	13.7	14.4	15.3	16.4	17.1	17.6	18.5	19.1	12.6	13.0	14.0	15.3	17.0	19.4	21.0
8.5	-1.84	15.49	0.100	13.2	13.4	13.8	14.5	15.5	16.6	17.4	17.9	18.8	19.5	12.6	13.1	14.1	15.5	17.3	19.9	21.6
9.0	-1.80	15.69	0.103	13.3	13.5	13.9	14.7	15.7	16.9	17.7	18.3	19.2	19.9	12.7	13.2	14.3	15.7	17.6	20.3	22.2
9.5	-1.76	15.96	0.107	13.4	13.7	14.1	14.9	16.0	17.2	18.0	18.7	19.7	20.4	12.8	13.3	14.5	16.0	18.0	20.9	22.9
10.0	-1.70	16.25	0.110	13.6	13.9	14.3	15.2	16.3	17.6	18.4	19.1	20.2	21.0	13.0	13.5	14.7	16.3	18.4	21.4	23.5
10.5	-1.63	16.56	0.112	13.8	14.1	14.6	15.4	16.6	18.0	18.8	19.5	20.6	21.5	13.1	13.7	14.9	16.6	18.8	21.9	24.1
11.0	-1.56	16.88	0.114	14.0	14.3	14.8	15.7	16.9	18.3	19.2	19.9	21.1	21.9	13.3	13.9	15.2	16.9	19.1	22.4	24.6
11.5	-1.49	17.21	0.116	14.3	14.6	15.1	16.0	17.2	18.7	19.6	20.4	21.5	22.4	13.5	14.1	15.5	17.2	19.5	22.9	25.1
12.0	-1.41	17.60	0.117	14.5	14.8	15.4	16.3	17.6	19.1	20.1	20.8	22.0	22.9	13.8	14.4	15.8	17.6	20.0	23.4	25.6
12.5	-1.34	18.02	0.117	14.9	15.2	15.7	16.7	18.0	19.6	20.6	21.3	22.5	23.4	14.1	14.7	16.2	18.0	20.5	23.9	26.1
13.0	-1.28	18.45	0.117	15.2	15.5	16.1	17.1	18.4	20.0	21.0	21.8	23.0	23.9	14.4	15.0	16.6	18.4	20.9	24.3	26.6
13.5	-1.23	18.86	0.115	15.6	15.9	16.5	17.5	18.9	20.5	21.5	22.2	23.4	24.3	14.7	15.4	16.9	18.9	21.4	24.7	26.9
14.0	-1.18	19.24	0.114	15.9	16.2	16.8	17.9	19.2	20.9	21.9	22.6	23.8	24.6	15.1	15.7	17.3	19.2	21.7	25.1	27.2
14.5	-1.14	19.59	0.112	16.2	16.6	17.2	18.2	19.6	21.2	22.2	22.9	24.1	24.9	15.4	16.0	17.6	19.6	22.1	25.4	27.4
15.0	-1.10	19.89	0.110	16.5	16.9	17.5	18.5	19.9	21.5	22.5	23.2	24.3	25.1	15.7	16.3	17.9	19.9	22.4	25.6	27.5
15.5	-1.06	20.13	0.107	16.8	17.1	17.7	18.8	20.1	21.7	22.7	23.3	24.5	25.2	15.9	16.6	18.2	20.1	22.6	25.7	27.6
16.0	-1.02	20.30	0.105	17.0	17.3	17.9	19.0	20.3	21.8	22.8	23.4	24.5	25.3	16.1	16.8	18.4	20.3	22.7	25.7	27.5
16.5	-0.99	20.42	0.102	17.1	17.5	18.1	19.1	20.4	21.9	22.8	23.5	24.5	25.3	16.3	17.0	18.5	20.4	22.7	25.6	27.4
17.0	-0.95	20.50	0.100	17.3	17.6	18.2	19.2	20.5	22.0	22.8	23.5	24.5	25.2	16.4	17.1	18.6	20.5	22.8	25.6	27.2
17.5	-0.92	20.56	0.097	17.4	17.7	18.3	19.3	20.6	22.0	22.9	23.5	24.4	25.1	16.5	17.2	18.7	20.6	22.8	25.5	27.1
18.0	-0.89	20.61	0.095	17.5	17.8	18.4	19.4	20.6	22.0	22.8	23.4	24.4	25.0	16.6	17.3	18.8	20.6	22.8	25.4	26.9
18.5	-0.86	20.66	0.093	17.6	17.9	18.4	19.4	20.7	22.0	22.8	23.4	24.3	25.0	16.7	17.4	18.9	20.7	22.8	25.3	26.8



第3図 BMIのパーセンタイル値 (a) 2-18歳 男性 (b) 2-18歳 女性
 (Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 33 : 444-453, 2006 の Figure 2, Figure 3 を許可を得て転載, 改変)

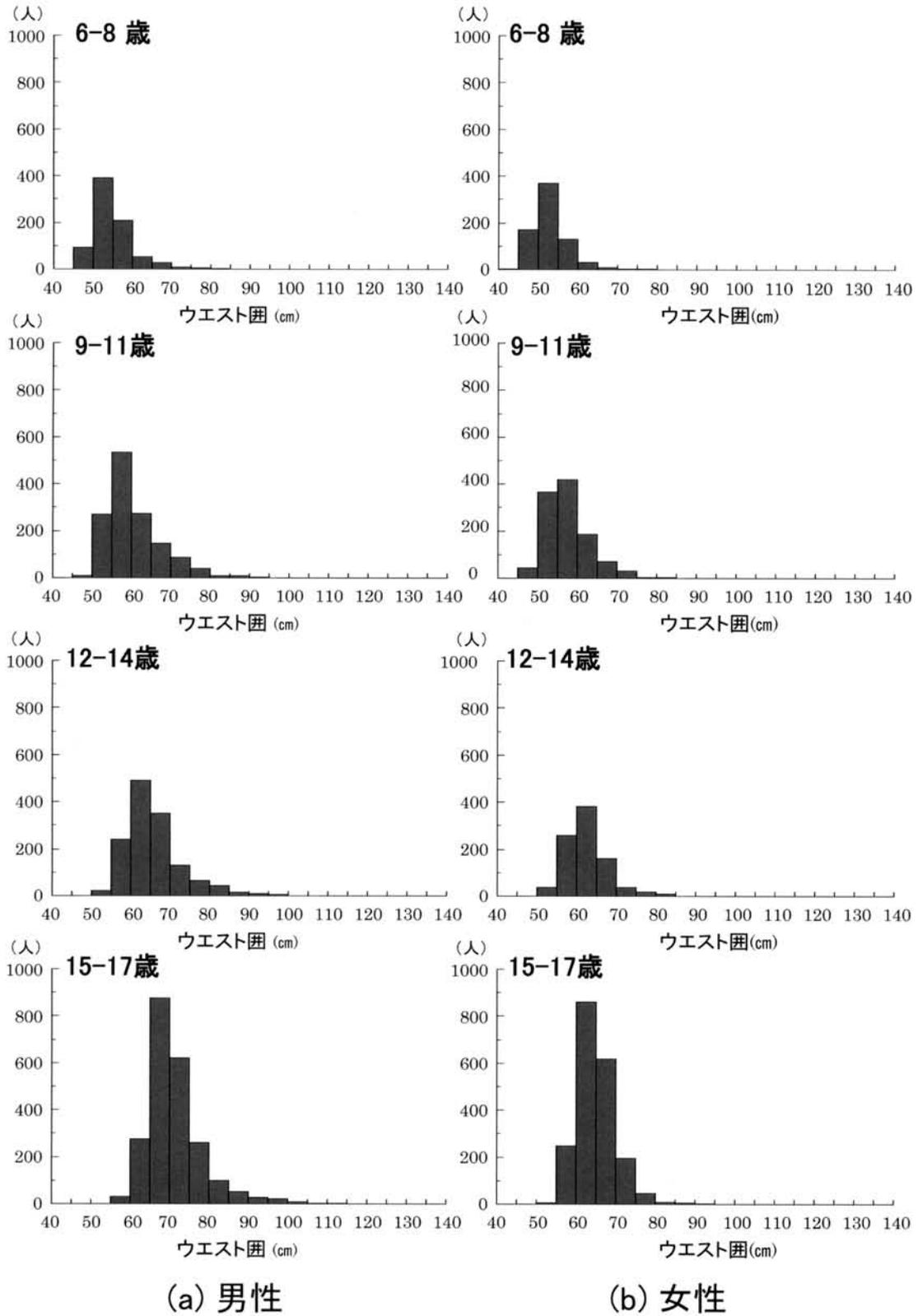


第4図 BMIのSD値 (a) 2-18歳 男性 (b) 2-18歳 女性
 (Inokuchi M et al : Acta Paediatr 96 : 1674-1676, 2007 の Figure 1, Figure 2 を許可を得て転載, 改変)

b) 基準値作成法

全対象者の性, 年齢, 腹囲 (ウエスト囲・腸骨稜囲) 計測値 (年齢は 0.001 歳単位, 腹囲計測値は 0.1 cm 単位で記載) を Microsoft Excel に読み込んだ。データを性別で分類後, それぞれ欠損値 (男性ウエスト囲 12 例, 男性腸骨稜囲 8 例, 女性ウエスト囲 8 例, 女性腸骨稜囲 12 例), および外れ値 ($M \pm 5SD$ の枠外のデータ) (男性ウエスト囲, 男性腸骨稜囲, 女性ウエスト囲, 女性腸骨稜囲, すべて各 1 例) を除外し⁹³⁾, 最終的に男性

ウエスト囲 5,838 例, 腹囲 5,842 例, 女性ウエスト囲 4,754 例, 腹囲 4,750 例 (6.0-18.0 歳) の腹囲計測値を用いた。男女各例の年齢および対応する腹囲計測値を, Cole による LMS 法 (付記 2 参照) により, 性別年齢別のパーセンタイル値, SD 値に変換した。変換には PC ソフト lmsChartMaker Pro version 2.0⁹³⁾を用いた。



第5図 腹囲基準値作成用基準集団データ（「1992-1994年データ」）のウエスト囲分布 (a) 男性 (b) 女性

第5表 腹囲基準値作成用基準集団データ (「1992-1994年データ」⁹⁴⁾) の対象数 (Inokuchi M et al: Eur J Pediatr 166: 655-661, 2007 の Table 1 を許可を得て転載, 改変)

年齢 (歳)	男性	女性
6.0- 7.0	98	119
7.0- 8.0	311	282
8.0- 9.0	383	323
9.0-10.0	470	401
10.0-11.0	475	386
11.0-12.0	439	340
12.0-13.0	459	308
13.0-14.0	570	318
14.0-15.0	358	281
15.0-16.0	608	489
16.0-17.0	965	871
17.0-18.0	715	645
計	5,851	4,763

c) 基準値

本研究の成績である日本人6-18歳における腹囲 (ウエスト囲・腸骨稜囲) の L, M, S 値, およびパーセンタイル値, SD 値を示す (第6表, 第7表, 第6図, 第7図).

- (1) 腹囲 (ウエスト囲・腸骨稜囲) は, 男女とも, 高パーセンタイル値, あるいは高 SD 値 (例: 97 パーセンタイル値, +2.5 SD 値) において, 大きな広がりを示す. この傾向は, 男性においてより明らかであり, BMI と同様, 本基準集団の男性の肥満頻度および肥満程度が, 女性に比して高いことを示唆する.
- (2) 腹囲 (ウエスト囲・腸骨稜囲) は, 男女とも計測位置により異なる. 腸骨稜囲はウエスト囲に比して明らかに大きく, その差は有意に女性の方が大きい. またウエスト囲の性差は存在するが, 腸骨稜囲の性差は有意でない. ウエスト囲は骨盤の大きさの影響を受けにくく, 腸骨稜囲に比して肥満診断に適する指標であることを示唆する.
- (3) 腹囲 (ウエスト囲・腸骨稜囲) は, 男女ともすべての年齢において BMI と密接な正の相関を示す (12歳男女のデータのみ提示). またウエスト囲は腸骨稜囲に比して BMI とより強い相関を示す (第8表). この所見は, ウエスト囲が腸骨稜囲に比して肥満診断に適する指標であることを示唆する.

3. 日本人小児のカットオフ値

日本人小児の BMI・腹囲カットオフ値は設定されていない. BMI については, 国際的に①各国別基準値によるカットオフ値, ②CDC 方式によるカットオフ値, ③IOTF 方式によるカットオフ値の3方式が利用されている. 腹囲については, 現在国際的に広く利用されるカットオフ値は存在しない. 以下, 著者が考える日本人小児における BMI・腹囲カットオフ値設定の基本構想について述べる.

1) BMI

著者が現在検討中の BMI カットオフ値は, もっぱら小児科の診療や学校保健現場における肥満のスクリーニングなど, 臨床応用を目的とするカットオフ値である. 主に人体計測学的手法 (auxological assessment) を用いたカットオフ値設定を目指す.

BMI カットオフ値は肥満診断のスクリーニングに供するものであり, 肥満診断を確定するものではない. 相互に矛盾する感度および特異度を調整するため, 中等度の感度 (moderate sensitivity) と高い特異度 (high specificity) を有するカットオフ値を模索する. 具体的には ROC 曲線 (receiver operating characteristic curve) 上の変曲点から最適の感度, 特異度を求め, BMI による肥満診断の適中率 (陽性適中率: positive predictive value, および陰性適中率: negative predictive value) を検討する.

以上の手法の実現には, (1)一般小児集団における肥満頻度と BMI の分布, (2)肥満, 非肥満の判定不能例の頻度, (3)BMI の縦断的データによる肥満診断, (4)副次的診断指標による肥満診断, の検討が必要である.

(1) 一般小児集団における肥満頻度と BMI の分布

一般小児集団の縦断的計測データを用い, 肥満頻度および BMI のパーセンタイル値の分布を検討する. 肥満頻度は診断適中率の評価に, BMI のパーセンタイル値の分布は肥満, 非肥満の判定不能例の推測に, 必要である.

(2) 肥満, 非肥満の判定不能例の頻度

複数の小児集団の横断的 BMI データを用い, 肥満, 非肥満の判定不能例の頻度を推測する. 判定不能例の頻度を最小限にするため, 判定不能例を対象に(3)BMI の縦断的データによる肥満診断, および(4)副次的診断指標による肥満診断を行う. 判定不能例は原則として非肥満と診断する.

第6表 (a) ウェスト囲のL, M, S値, およびパーセンタイル値, SD値 (6.0-18.0歳, 男性)
 (Inokuchi M et al : Eur J Pediatr 166 : 655-661, 2007 の Table 2 を許可を得て転載, 改変)

年齢 (歳)	L	M	S	ウェスト囲 (パーセンタイル)										ウェスト囲 (SD)						
				3	5	10	25	50	75	85	90	95	97	-2.5	-2.0	-1.0	平均	+1.0	+2.0	+2.5
6.0	-3.98	50.57	0.063	45.9	46.3	47.1	48.6	50.6	53.0	54.6	55.8	57.9	59.5	44.7	45.6	47.8	50.6	54.4	60.3	65.0
6.5	-3.94	51.45	0.067	46.5	47.0	47.8	49.4	51.5	54.1	55.8	57.1	59.4	61.1	45.3	46.2	48.5	51.5	55.6	62.1	67.4
7.0	-3.89	52.34	0.070	47.1	47.6	48.5	50.1	52.3	55.1	57.0	58.4	60.9	62.9	45.8	46.8	49.2	52.3	56.8	64.0	70.1
7.5	-3.85	53.25	0.073	47.7	48.2	49.1	50.9	53.2	56.2	58.2	59.8	62.6	64.8	46.4	47.4	49.9	53.2	58.0	66.1	73.1
8.0	-3.81	54.18	0.077	48.3	48.9	49.8	51.7	54.2	57.4	59.6	61.3	64.4	66.8	46.9	48.0	50.6	54.2	59.3	68.3	76.5
8.5	-3.76	55.13	0.080	48.9	49.5	50.5	52.5	55.1	58.6	60.9	62.8	66.2	68.9	47.5	48.6	51.4	55.1	60.7	70.6	80.2
9.0	-3.72	56.10	0.084	49.6	50.2	51.3	53.3	56.1	59.8	62.3	64.4	68.1	71.1	48.0	49.2	52.2	56.1	62.0	73.0	84.2
9.5	-3.68	57.09	0.087	50.2	50.9	52.0	54.1	57.1	61.0	63.7	65.9	69.9	73.3	48.7	49.9	52.9	57.1	63.4	75.3	88.3
10.0	-3.63	58.05	0.089	50.9	51.6	52.7	55.0	58.1	62.1	65.0	67.3	71.7	75.3	49.3	50.6	53.7	58.1	64.7	77.5	92.1
10.5	-3.59	58.97	0.091	51.6	52.3	53.5	55.8	59.0	63.2	66.2	68.7	73.2	77.1	49.9	51.2	54.5	59.0	65.9	79.4	95.2
11.0	-3.55	59.86	0.093	52.3	53.0	54.2	56.6	59.9	64.2	67.3	69.8	74.5	78.5	50.5	51.9	55.3	59.9	67.0	80.9	97.3
11.5	-3.50	60.73	0.093	53.0	53.7	55.0	57.4	60.7	65.2	68.3	70.9	75.6	79.6	51.2	52.6	56.0	60.7	68.0	82.1	98.3
12.0	-3.46	61.62	0.093	53.8	54.5	55.8	58.2	61.6	66.1	69.3	71.8	76.6	80.5	52.0	53.4	56.9	61.6	68.9	82.9	98.6
12.5	-3.43	62.54	0.092	54.6	55.4	56.6	59.1	62.5	67.1	70.2	72.7	77.4	81.3	52.8	54.2	57.7	62.5	69.9	83.7	98.4
13.0	-3.40	63.52	0.091	55.5	56.3	57.6	60.1	63.5	68.0	71.2	73.7	78.3	82.0	53.7	55.1	58.7	63.5	70.8	84.3	98.2
13.5	-3.38	64.53	0.089	56.5	57.3	58.6	61.1	64.5	69.0	72.1	74.6	79.1	82.7	54.6	56.1	59.7	64.5	71.8	84.9	97.9
14.0	-3.36	65.55	0.088	57.5	58.3	59.6	62.1	65.5	70.0	73.1	75.5	79.9	83.4	55.6	57.1	60.7	65.5	72.7	85.5	97.7
14.5	-3.36	66.54	0.086	58.5	59.2	60.6	63.1	66.5	71.0	74.0	76.4	80.7	84.1	56.6	58.1	61.7	66.5	73.7	86.1	97.7
15.0	-3.35	67.48	0.085	59.4	60.2	61.5	64.0	67.5	71.9	74.9	77.3	81.5	84.8	57.5	59.0	62.6	67.5	74.6	86.7	97.8
15.5	-3.35	68.32	0.084	60.2	61.0	62.3	64.9	68.3	72.7	75.7	78.0	82.2	85.5	58.3	59.8	63.5	68.3	75.4	87.4	98.0
16.0	-3.35	69.06	0.083	60.9	61.7	63.1	65.6	69.1	73.5	76.4	78.8	82.9	86.2	59.0	60.5	64.2	69.1	76.1	88.0	98.5
16.5	-3.35	69.74	0.083	61.5	62.4	63.7	66.3	69.7	74.2	77.1	79.5	83.6	86.9	59.6	61.2	64.8	69.7	76.8	88.7	99.1
17.0	-3.36	70.39	0.082	62.1	62.9	64.3	66.9	70.4	74.8	77.8	80.2	84.3	87.6	60.2	61.7	65.4	70.4	77.5	89.5	99.9
17.5	-3.36	71.01	0.082	62.7	63.5	64.9	67.5	71.0	75.5	78.5	80.9	85.1	88.4	60.7	62.3	66.0	71.0	78.2	90.3	100.8
18.0	-3.36	71.62	0.083	63.2	64.0	65.4	68.1	71.6	76.2	79.2	81.6	85.8	89.2	61.2	62.8	66.6	71.6	78.9	91.1	101.8

第6表 (b) ウエスト囲のL, M, S値, およびパーセンタイル値, SD値 (6.0-18.0歳, 女性)
 (Inokuchi M et al : Eur J Pediatr 166 : 655-661, 2007のTable 2を許可を得て転載, 改変)

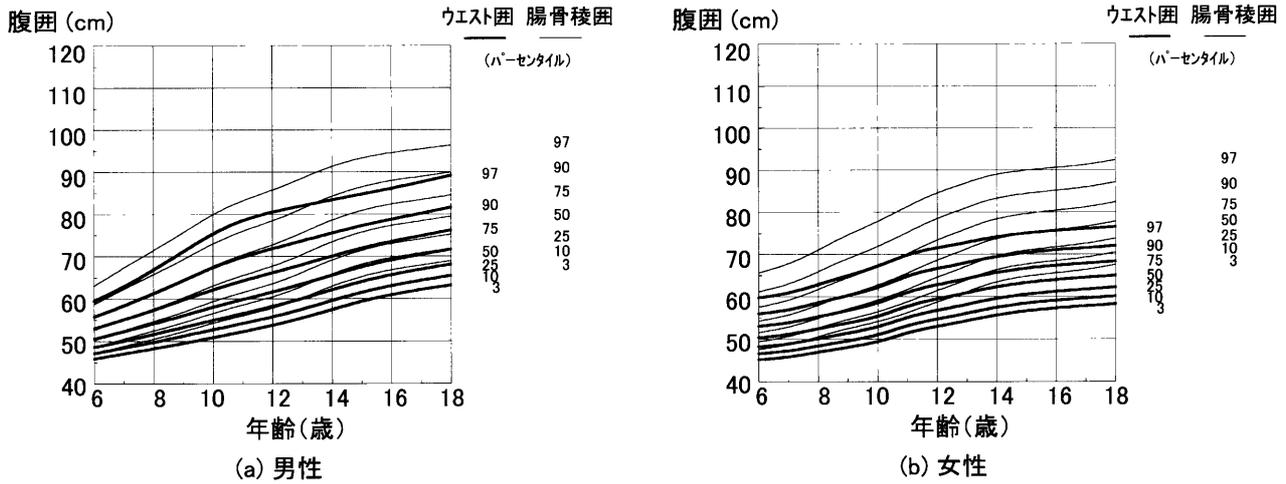
年齢 (歳)	L	M	S	ウエスト囲 (パーセンタイル)										ウエスト囲 (SD)						
				3	5	10	25	50	75	85	90	95	97	-2.5	-2.0	-1.0	平均	+1.0	+2.0	+2.5
6.0	-3.24	50.38	0.070	45.2	45.7	46.6	48.2	50.4	53.0	54.7	56.0	58.2	59.8	43.9	44.9	47.3	50.4	54.5	60.7	65.1
6.5	-3.27	50.72	0.070	45.5	46.0	46.9	48.5	50.7	53.4	55.1	56.4	58.6	60.3	44.2	45.2	47.6	50.7	54.9	61.2	65.9
7.0	-3.32	51.15	0.071	45.8	46.4	47.3	48.9	51.2	53.9	55.6	57.0	59.2	60.9	44.5	45.6	48.0	51.2	55.4	61.9	66.7
7.5	-3.37	51.76	0.071	46.3	46.9	47.8	49.5	51.8	54.6	56.4	57.7	60.1	61.9	45.0	46.1	48.6	51.8	56.2	62.9	68.0
8.0	-3.43	52.45	0.072	46.9	47.5	48.4	50.1	52.4	55.3	57.2	58.6	61.0	62.9	45.6	46.7	49.2	52.4	57.0	63.9	69.3
8.5	-3.48	53.12	0.073	47.5	48.1	49.0	50.8	53.1	56.0	58.0	59.4	62.0	63.9	46.2	47.2	49.8	53.1	57.8	65.0	70.8
9.0	-3.52	53.81	0.073	48.1	48.7	49.6	51.4	53.8	56.8	58.8	60.3	62.9	65.0	46.7	47.8	50.4	53.8	58.6	66.1	72.2
9.5	-3.54	54.53	0.074	48.7	49.3	50.3	52.1	54.5	57.6	59.6	61.2	63.9	66.0	47.3	48.4	51.1	54.5	59.4	67.2	73.6
10.0	-3.52	55.42	0.074	49.5	50.1	51.0	52.9	55.4	58.6	60.6	62.2	65.0	67.2	48.0	49.2	51.9	55.4	60.4	68.4	75.0
10.5	-3.45	56.56	0.075	50.4	51.0	52.1	54.0	56.6	59.8	61.9	63.5	66.4	68.6	49.0	50.1	52.9	56.6	61.7	69.8	76.4
11.0	-3.34	57.73	0.075	51.4	52.1	53.1	55.1	57.7	61.0	63.2	64.8	67.7	69.8	49.9	51.1	54.0	57.7	62.9	71.1	77.5
11.5	-3.23	58.71	0.075	52.3	52.9	54.0	56.0	58.7	62.0	64.2	65.8	68.7	70.8	50.7	52.0	54.9	58.7	64.0	72.0	78.2
12.0	-3.14	59.48	0.074	53.0	53.6	54.7	56.8	59.5	62.8	65.0	66.6	69.4	71.5	51.4	52.7	55.6	59.5	64.7	72.7	78.6
12.5	-3.08	60.18	0.074	53.6	54.3	55.4	57.5	60.2	63.5	65.7	67.3	70.1	72.1	52.0	53.3	56.3	60.2	65.4	73.3	79.1
13.0	-3.05	60.92	0.073	54.3	55.0	56.1	58.2	60.9	64.3	66.4	68.0	70.8	72.8	52.7	54.0	57.0	60.9	66.2	73.9	79.6
13.5	-3.04	61.66	0.072	55.0	55.7	56.8	58.9	61.7	65.0	67.1	68.8	71.5	73.5	53.4	54.7	57.8	61.7	66.9	74.6	80.2
14.0	-3.03	62.30	0.072	55.6	56.3	57.4	59.5	62.3	65.6	67.8	69.4	72.1	74.1	54.0	55.3	58.4	62.3	67.5	75.2	80.7
14.5	-3.02	62.85	0.071	56.2	56.9	58.0	60.1	62.9	66.2	68.3	69.9	72.6	74.6	54.5	55.8	58.9	62.9	68.1	75.7	81.1
15.0	-3.01	63.31	0.071	56.6	57.3	58.4	60.6	63.3	66.6	68.8	70.4	73.0	75.0	55.0	56.3	59.4	63.3	68.5	76.1	81.4
15.5	-3.01	63.68	0.070	57.0	57.7	58.8	60.9	63.7	67.0	69.1	70.7	73.4	75.3	55.3	56.6	59.8	63.7	68.9	76.4	81.7
16.0	-3.00	63.98	0.070	57.3	58.0	59.1	61.2	64.0	67.3	69.4	71.0	73.7	75.6	55.6	56.9	60.1	64.0	69.2	76.7	81.9
16.5	-3.00	64.25	0.069	57.5	58.2	59.4	61.5	64.3	67.6	69.7	71.3	73.9	75.8	55.9	57.2	60.3	64.3	69.5	76.9	82.1
17.0	-2.99	64.50	0.069	57.8	58.5	59.6	61.7	64.5	67.8	69.9	71.5	74.1	76.1	56.1	57.4	60.6	64.5	69.7	77.1	82.3
17.5	-2.99	64.74	0.069	58.0	58.7	59.9	62.0	64.7	68.1	70.2	71.7	74.4	76.3	56.3	57.7	60.8	64.7	69.9	77.3	82.5
18.0	-2.98	64.99	0.069	58.3	59.0	60.1	62.2	65.0	68.3	70.4	72.0	74.6	76.5	56.6	57.9	61.1	65.0	70.2	77.5	82.7

第7表 (a) 腸骨綾囲のL, M, S値, およびパーセンタイル値, SD値 (6.0-18.0歳, 男性)
 (Inokuchi M et al : Eur J Pediatr 166 : 655-661, 2007 の Table 3 を許可を得て転載, 改変)

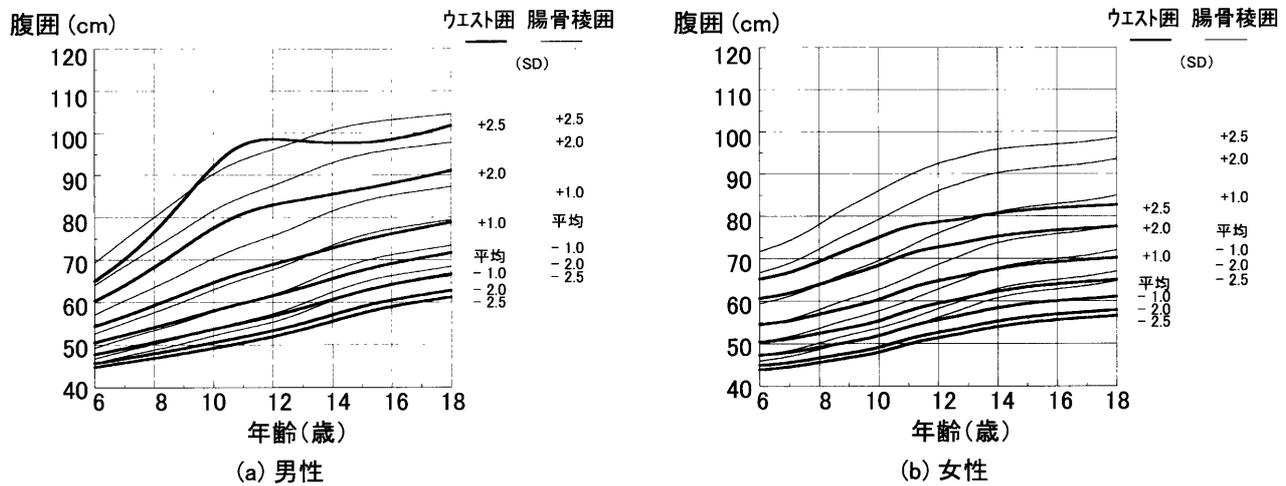
年齢 (歳)	L	M	S	腸骨綾囲 (パーセンタイル)										腸骨綾囲 (SD)						
				3	5	10	25	50	75	85	90	95	97	-2.5	-2.0	-1.0	平均	+1.0	+2.0	+2.5
6.0	-3.33	52.59	0.072	47.0	47.6	48.5	50.3	52.6	55.5	57.3	58.7	61.2	63.0	45.7	46.7	49.3	52.6	57.1	64.0	69.3
6.5	-3.21	53.90	0.075	48.0	48.6	49.6	51.4	53.9	57.0	59.0	60.5	63.1	65.1	46.5	47.7	50.4	53.9	58.8	66.2	72.0
7.0	-3.09	55.20	0.079	48.9	49.5	50.6	52.6	55.2	58.5	60.6	62.3	65.1	67.3	47.3	48.6	51.4	55.2	60.4	68.5	74.7
7.5	-2.98	56.44	0.082	49.7	50.4	51.5	53.6	56.4	60.0	62.2	64.0	67.0	69.3	48.1	49.4	52.5	56.4	62.0	70.6	77.4
8.0	-2.86	57.67	0.085	50.6	51.3	52.5	54.7	57.7	61.4	63.8	65.7	68.9	71.4	48.8	50.2	53.4	57.7	63.6	72.8	80.0
8.5	-2.75	58.91	0.088	51.4	52.1	53.4	55.8	58.9	62.9	65.4	67.4	70.9	73.5	49.6	51.0	54.4	58.9	65.2	75.0	82.6
9.0	-2.63	60.25	0.091	52.3	53.1	54.4	56.9	60.2	64.4	67.2	69.3	72.9	75.7	50.4	51.9	55.5	60.2	66.9	77.2	85.3
9.5	-2.52	61.66	0.094	53.3	54.1	55.5	58.1	61.7	66.1	68.9	71.1	75.0	77.9	51.3	52.9	56.7	61.7	68.6	79.5	87.9
10.0	-2.42	63.05	0.096	54.3	55.2	56.6	59.4	63.1	67.7	70.7	73.0	76.9	79.9	52.2	53.9	57.8	63.1	70.3	81.6	90.3
10.5	-2.33	64.31	0.098	55.2	56.1	57.6	60.5	64.3	69.1	72.2	74.6	78.6	81.7	53.0	54.7	58.9	64.3	71.8	83.4	92.2
11.0	-2.25	65.46	0.099	56.1	57.0	58.6	61.5	65.5	70.3	73.5	76.0	80.1	83.2	53.8	55.6	59.9	65.5	73.2	84.9	93.8
11.5	-2.17	66.56	0.099	56.9	57.9	59.5	62.5	66.6	71.6	74.8	77.2	81.4	84.5	54.6	56.4	60.8	66.6	74.4	86.3	95.0
12.0	-2.11	67.68	0.099	57.8	58.8	60.5	63.6	67.7	72.7	76.0	78.5	82.7	85.8	55.4	57.3	61.8	67.7	75.6	87.5	96.1
12.5	-2.05	68.94	0.099	58.9	59.9	61.6	64.8	68.9	74.1	77.3	79.8	84.0	87.1	56.5	58.4	63.0	68.9	77.0	88.8	97.3
13.0	-2.00	70.42	0.098	60.2	61.2	63.0	66.2	70.4	75.6	78.9	81.4	85.5	88.6	57.7	59.7	64.4	70.4	78.5	90.3	98.5
13.5	-1.96	71.95	0.096	61.6	62.7	64.4	67.7	72.0	77.1	80.4	82.9	87.0	90.0	59.1	61.1	65.9	72.0	80.1	91.7	99.7
14.0	-1.93	73.40	0.095	63.0	64.0	65.8	69.1	73.4	78.6	81.8	84.3	88.4	91.3	60.4	62.4	67.3	73.4	81.5	93.0	100.8
14.5	-1.90	74.64	0.093	64.2	65.2	67.0	70.3	74.6	79.8	83.1	85.5	89.5	92.4	61.5	63.6	68.5	74.6	82.7	94.0	101.6
15.0	-1.88	75.71	0.092	65.2	66.3	68.1	71.4	75.7	80.9	84.1	86.5	90.4	93.3	62.5	64.7	69.6	75.7	83.7	94.8	102.2
15.5	-1.86	76.60	0.091	66.1	67.2	69.0	72.3	76.6	81.7	84.9	87.3	91.2	94.0	63.4	65.5	70.5	76.6	84.6	95.5	102.8
16.0	-1.85	77.31	0.090	66.8	67.9	69.7	73.0	77.3	82.4	85.6	87.9	91.8	94.6	64.1	66.2	71.2	77.3	85.3	96.1	103.2
16.5	-1.84	77.87	0.089	67.3	68.4	70.2	73.6	77.9	83.0	86.1	88.5	92.3	95.0	64.7	66.8	71.7	77.9	85.8	96.5	103.5
17.0	-1.83	78.40	0.088	67.9	69.0	70.8	74.1	78.4	83.5	86.6	88.9	92.7	95.5	65.2	67.3	72.3	78.4	86.3	96.9	103.8
17.5	-1.82	78.94	0.087	68.4	69.5	71.3	74.7	78.9	84.0	87.1	89.4	93.2	95.9	65.7	67.9	72.8	78.9	86.8	97.3	104.2
18.0	-1.81	79.47	0.086	68.9	70.0	71.8	75.2	79.5	84.5	87.6	89.9	93.7	96.3	66.2	68.4	73.3	79.5	87.3	97.8	104.5

第7表 (b) 腸骨綾囲のL, M, S値, およびパーセンタイル値, SD値 (6.0-18.0歳, 女性)
 (Inokuchi M et al : Eur J Pediatr 166 : 655-661, 2007 の Table 3 を許可を得て転載, 改変)

年齢 (歳)	L	M	S	腸骨綾囲 (パーセンタイル)										腸骨綾囲 (SD)						
				3	5	10	25	50	75	85	90	95	97	-2.5	-2.0	-1.0	平均	+1.0	+2.0	+2.5
6.0	-2.34	54.27	0.082	47.6	48.3	49.4	51.5	54.3	57.6	59.6	61.2	63.8	65.6	45.9	47.3	50.4	54.3	59.4	66.7	71.6
6.5	-2.34	54.95	0.083	48.1	48.8	50.0	52.1	54.9	58.3	60.4	62.0	64.7	66.6	46.4	47.8	51.0	54.9	60.2	67.7	72.8
7.0	-2.33	55.75	0.084	48.8	49.5	50.7	52.9	55.7	59.2	61.4	63.1	65.8	67.8	47.0	48.4	51.6	55.7	61.2	68.9	74.2
7.5	-2.32	56.80	0.085	49.6	50.3	51.6	53.8	56.8	60.4	62.7	64.4	67.2	69.3	47.8	49.2	52.6	56.8	62.4	70.4	76.0
8.0	-2.30	58.01	0.086	50.6	51.3	52.6	54.9	58.0	61.7	64.1	65.9	68.9	71.0	48.7	50.2	53.6	58.0	63.9	72.2	78.1
8.5	-2.28	59.30	0.088	51.6	52.4	53.7	56.1	59.3	63.2	65.6	67.5	70.6	72.9	49.7	51.2	54.7	59.3	65.4	74.1	80.3
9.0	-2.24	60.46	0.089	52.4	53.3	54.6	57.2	60.5	64.5	67.1	69.0	72.2	74.6	50.5	52.1	55.7	60.5	66.8	75.9	82.3
9.5	-2.19	61.57	0.091	53.3	54.1	55.5	58.1	61.6	65.7	68.4	70.4	73.7	76.2	51.2	52.9	56.7	61.6	68.1	77.5	84.2
10.0	-2.11	62.77	0.092	54.1	55.0	56.5	59.2	62.8	67.1	69.8	71.9	75.3	77.9	52.0	53.7	57.7	62.8	69.5	79.2	86.0
10.5	-2.00	64.09	0.093	55.1	56.0	57.6	60.4	64.1	68.6	71.4	73.5	77.0	79.6	52.9	54.7	58.8	64.1	71.1	81.0	87.8
11.0	-1.89	65.54	0.094	56.2	57.2	58.8	61.7	65.5	70.1	73.0	75.2	78.8	81.3	53.9	55.8	60.1	65.5	72.7	82.8	89.5
11.5	-1.76	67.12	0.095	57.5	58.5	60.1	63.2	67.1	71.8	74.8	76.9	80.5	83.1	55.1	57.0	61.5	67.1	74.4	84.5	91.2
12.0	-1.65	68.60	0.094	58.7	59.8	61.4	64.6	68.6	73.4	76.3	78.5	82.1	84.6	56.2	58.2	62.8	68.6	76.0	86.0	92.5
12.5	-1.56	69.94	0.093	59.9	61.0	62.7	65.9	69.9	74.7	77.7	79.8	83.3	85.8	57.3	59.4	64.1	69.9	77.4	87.2	93.4
13.0	-1.49	71.30	0.092	61.2	62.2	64.0	67.2	71.3	76.1	79.0	81.1	84.6	87.0	58.5	60.6	65.4	71.3	78.7	88.3	94.4
13.5	-1.42	72.63	0.090	62.4	63.5	65.3	68.5	72.6	77.4	80.3	82.4	85.8	88.1	59.8	61.9	66.7	72.6	80.0	89.4	95.2
14.0	-1.38	73.69	0.088	63.5	64.6	66.3	69.6	73.7	78.4	81.3	83.3	86.6	89.0	60.8	62.9	67.8	73.7	81.0	90.2	95.9
14.5	-1.34	74.43	0.087	64.2	65.3	67.1	70.3	74.4	79.1	81.9	84.0	87.3	89.5	61.5	63.7	68.6	74.4	81.6	90.7	96.3
15.0	-1.32	74.97	0.086	64.7	65.8	67.6	70.9	75.0	79.6	82.4	84.5	87.7	89.9	62.0	64.2	69.1	75.0	82.1	91.1	96.6
15.5	-1.30	75.41	0.085	65.2	66.3	68.1	71.3	75.4	80.1	82.8	84.9	88.1	90.3	62.5	64.6	69.6	75.4	82.6	91.5	96.8
16.0	-1.28	75.80	0.085	65.6	66.7	68.5	71.7	75.8	80.4	83.2	85.2	88.4	90.6	62.8	65.0	69.9	75.8	82.9	91.8	97.1
16.5	-1.26	76.17	0.084	65.9	67.0	68.8	72.1	76.2	80.8	83.6	85.6	88.7	90.9	63.2	65.4	70.3	76.2	83.3	92.1	97.3
17.0	-1.24	76.62	0.084	66.4	67.5	69.3	72.5	76.6	81.2	84.0	86.0	89.1	91.3	63.6	65.8	70.7	76.6	83.7	92.4	97.6
17.5	-1.22	77.18	0.083	66.9	68.0	69.8	73.1	77.2	81.8	84.5	86.5	89.6	91.8	64.1	66.3	71.3	77.2	84.2	92.9	98.1
18.0	-1.19	77.83	0.082	67.5	68.6	70.5	73.7	77.8	82.4	85.2	87.1	90.2	92.4	64.7	66.9	71.9	77.8	84.9	93.5	98.6



第6図 腹囲(ウエスト囲・腸骨稜囲)のパーセンタイル値 (a) 6-18歳男性 (b) 6-18歳女性 (Inokuchi M et al : Eur J Pediatr 166 : 655-661, 2007 の Fig. 1 を許可を得て転載, 改変)



第7図 腹囲(ウエスト囲・腸骨稜囲)のSD値 (a) 6-18歳男性 (b) 6-18歳女性

第8表 腹囲(ウエスト囲・腸骨稜囲)とBMIとの相関(12歳男女) (Inokuchi M et al : Eur J Pediatr 166 : 655-661, 2007 の Table 4 を許可を得て転載, 改変)

	相関係数 (95% CI)	
	男性	女性
ウエスト囲	0.93 (0.92-0.94)	0.90 (0.87-0.92)
腸骨稜囲	0.87 (0.84-0.89)	0.80 (0.75-0.83)

(3) BMIの縦断的データによる肥満診断

小児のBMIは基準値曲線に沿う成長を示すと仮定する。BMIが短期間に基準値曲線を上方に横切る、いわゆる上方シフト例は肥満と診断する。

(4) 副次的診断指標による肥満診断

1. 腹囲計測値, 2. 臨床検査データの異常, 3. 社会的不適応, 行動異常の有無, による肥満の副次的診断の有用性, 意義を検討する。副次的診断の主たる対象は肥満, 非肥満の判定困難例の小児である。

BMIカットオフ値は、「肥満のリスク」および「肥満」の2段階とする。その理由は、1. 「肥満」のカットオ

フ値により、非肥満児と誤診される肥満児を「肥満のリスク」のカットオフ値により拾い上げること、2. 国際的なBMIカットオフ値 (CDC方式, IOTF方式) との互換性を確保すること、である。著者の用いる「肥満のリスク」はCDC方式による「過体重のリスク」、IOTF方式による「過体重」に、著者の用いる「肥満」はCDC方式による「過体重」、IOTF方式による「肥満」に、相当する (付記3参照)。

2) 腹囲

腹囲計測値は、BMIカットオフ値設定に際し重要な副次的診断指標になる。しかし、著者らが腹囲基準値を作成した基準集団データ (「1992-1994年データ」)⁹⁴⁾ は、BMI基準値を作成した基準集団データ (「1978-1981年データ」)⁹²⁾ に比して約10年後のものであり、この間、肥満頻度は有意に増加した。したがって、1978-1981年の肥満頻度に近似する集団を想定し、その修正腹囲基準値 (1978-1981年) に基づくカットオフ値を設定する必要がある。

4. 日本人小児の肥満頻度

日本人小児の肥満頻度算出の過程と成績について述べる。本研究では、国際的に用いられる3種類のBMIカットオフ値により肥満頻度を算出し、比較した。またBMIと肥満度による肥満診断の差異を、文部科学省方式による肥満頻度の報告との対比から検討した。さらに日本人小児の肥満頻度と外国人小児の肥満頻度とを比較した。

1) 日本人小児の肥満頻度

a) 標本集団データ

日本人小児の肥満頻度算出用の標本集団データとして、「2001年データ」⁹⁵⁾ を用いた。「2001年データ」は、同年、文部科学省により学校保健統計調査の一部として収集された。日本全国 (47都道府県) の幼稚園1,645園、小学校2,820校、中学校1,880校、高等学校2,820校の園児、児童、生徒に対し行われた園あるいは学校の健診時計測値 (身長、体重、座高) を収集されている (各年齢全人口に対する抽出率は、幼稚園児、小学生、中学生、高校生でそれぞれ異なる)。本研究で肥満頻度算出に使用した日本人小児 (5.0-18.0歳) の男性334,939例、女性335,204例の身長、体重の個人別データを含む (第9表)。

標本集団データ (身長・体重) から算出されたBMI

第9表 肥満頻度算出用標本集団データ (「2001年データ」⁹⁵⁾) の対象数 (Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 36 : 139-145, 2009のTable I, Table IIを許可を得て転載, 改変)

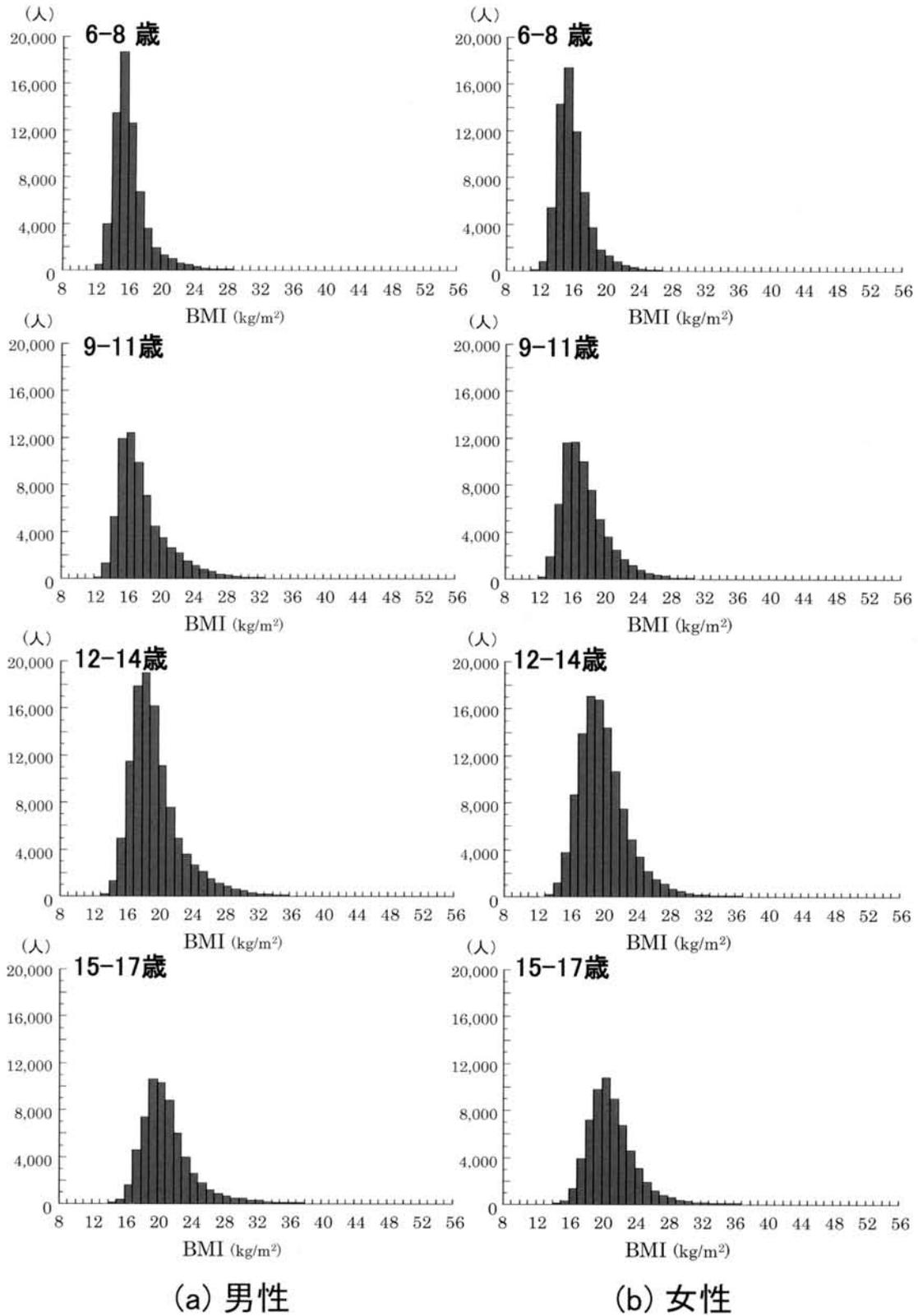
年齢 (歳)	男性	女性
5.0- 6.0	31,313	31,090
6.0- 7.0	21,869	21,777
7.0- 8.0	21,894	21,905
8.0- 9.0	21,920	21,969
9.0-10.0	21,971	21,967
10.0-11.0	21,978	21,950
11.0-12.0	22,002	22,024
12.0-13.0	36,229	36,506
13.0-14.0	36,277	36,526
14.0-15.0	36,375	36,538
15.0-16.0	21,017	20,979
16.0-17.0	21,077	20,988
17.0-18.0	21,017	20,985
計	334,939	335,204

の分布は、男女とも各年齢群において正の偏りを示した (第8図)。この「2001年データ」のBMI分布の偏りは、3つの全国代表データ (「1978-1981年データ」、 「1992-1994年データ」、 「2001年データ」) の中で最も大きい (第2図)。

b) 肥満頻度算出法

全対象者の性、年齢、身長計測値、体重計測値 (年齢は5.5歳、6.5歳…の1歳ごとの分類、身長計測値は立位、1cm単位、体重計測値は1kg単位で記載) をMicrosoft Excelに読み込み、BMI (=体重/身長² kg/m²) を計算した。以下の3つのBMIカットオフ値により、日本人小児の肥満頻度を算出した。

- ① 日本人の暫定的BMIカットオフ値：著者らが作成した日本人BMI基準値⁹⁾ 95パーセンタイル値以上を「肥満」と定義
- ② CDC方式によるBMIカットオフ値：CDCによるBMI基準値85パーセンタイル値以上、95パーセンタイル値未満を「過体重のリスク」、95パーセンタイル値以上を「過体重」と定義¹⁰⁾
- ③ IOTF方式によるBMIカットオフ値：IOTFによるBMI基準値の18歳時のBMI 25 kg/m²に相当するパーセンタイル値以上、BMI 30 kg/m²に相当するパーセンタイル値未満を「過体重」、18歳時のBMI 30 kg/m²に相当するパーセンタイル値以上を「肥満」と定義¹¹⁾



第8図 肥満頻度算出用標本集団データ（「2001年データ」）のBMI分布 (a) 男性 (b) 女性

c) 肥満頻度

本研究の成績である、2001年における日本人小児の肥満頻度(5-18歳, 男女)を示す(第10表)。

- (1) 日本人の暫定的BMIカットオフ値による日本人小児の肥満頻度は、男性7.6-15.1%, 女性7.8-13.8%であった。この所見は、2001年の日本人小児の肥満頻度が1978-1981年に比して男性1.5-3.0倍、女性1.6-2.8倍に増加していることを示す(第11表)。
- (2) 日本人小児の肥満頻度は、用いるBMIカットオフ値により異なる。日本人小児の肥満頻度は、CDC方式による「過体重」頻度、およびIOTF方式による「肥満」頻度で評価した場合、日本人の暫定的BMIカットオフ値による「肥満」頻度で評価した場合に比して、過小評価される。この所見は、CDC方式、あるいはIOTF方式による国際的なBMIカットオフ値の臨床適用が、日本人小児には不相当であることを示す。
- (3) 日本人の暫定的BMIカットオフ値を用いた「肥満」頻度と、IOTF方式によるBMIカットオフ値を用いた「過体重」頻度は近似する。また両方式による肥満頻度の男女差は近似する。この所見は、両方式のカットオフ値のBMIパターンの相似性を示唆する。

2) BMIと肥満度による肥満診断の差異

BMIと肥満度の両指標による、肥満頻度、および肥満頻度増加率の差異を、1978-1981年、2001年の日本人小児の全国調査成績により比較検討した^{92, 95, 96)}(第11表)。日本人小児の肥満頻度、および肥満頻度増加率は、評価に用いる指標(BMI・肥満度)により大きく異なる。すなわち、文部科学省の肥満度による評価は、肥満頻度、および肥満頻度増加率を過小評価する(主として、調査年度別標準体重の増加による。付記1(3)参照)。特にBMIと肥満度による評価の差異は、男女とも低年齢で大きい。文部科学省の肥満度による評価が、特に低年齢の肥満頻度、および肥満頻度増加率の過小評価を招く可能性を示唆する。

上記、2001年における日本人小児の肥満頻度を算出する際に用いた、日本人の暫定的BMIカットオフ値と文部科学省による肥満度カットオフ値との相互関係について、性、年齢(6, 10, 14歳)、および身長別に検討した(第9図)。BMIと肥満度を同じ座標軸で比較するために、文部科学省による肥満度をBMIに変換した。すなわち、文部科学省の2001年度、性別、年齢別の「身長別平均体重」⁹⁵⁾を用い、身長別に肥満度(0%, +20%)に相当する体重からBMIを算出した。日本人小児BMI基準値の身長別の50パーセンタイル値、お

よび95パーセンタイル値(日本人の暫定的BMIカットオフ値)と、上記の肥満度0%, および+20%(文部科学省による肥満度カットオフ値)から算出した2つのBMI推測値とを、比較した。日本人小児BMI基準値と、肥満度から算出したBMI推測値との差は、性、年齢、身長により多様であるが、低年齢および高身長例において目立つ。このことが、文部科学省の肥満度による肥満診断が特に低年齢および高身長例において過小評価を招く所以である。

3) 肥満頻度の国際比較

2000年以降のデータを標本集団とした外国人小児の肥満頻度と、著者らが算出した「2001年データ」を標本集団とした日本人小児の肥満頻度とを比較した。対象とした外国人データは、肥満診断のためのBMIカットオフ値(各国別、CDC方式¹⁰⁾、IOTF方式¹¹⁾によるカットオフ値)が明確な報告である。各国小児の肥満頻度の報告は、データ収集年だけでなく、対象年齢、対象数、カットオフ値において多様である(第12表)。すなわち、これらの成績から小児の肥満頻度の国際比較を行うことは極めて困難である。

IOTF方式によるBMIカットオフ値¹¹⁾は、国際比較を目的として広く利用される。著者らはIOTF方式によるBMIカットオフ値を用い、外国人(米国人、英国人、フランス人、スウェーデン人、中国(北京)人)小児の肥満頻度と、年齢を一致させた日本人小児の肥満頻度(各対象年齢の肥満頻度の平均値)とを比較した(第13表)。IOTF方式によるBMIカットオフ値を用いた日本人の「肥満」頻度は、①米国人に比して、男女とも明らかに低い、②英国人に比して、男性でほぼ同程度、女性で低い、③フランス人に比して、男女ともほぼ同程度、④スウェーデン人に比して、男性で高く、女性で低い、⑤中国(北京)人に比して、男性で低く、女性でほぼ同程度、である。これらの所見は、日本人小児の肥満頻度が、米国人小児を除く外国人小児の肥満頻度に比して必ずしも低くない可能性を示唆する。アジア人小児(日本人および中国人)の肥満頻度の性差が白人小児の肥満頻度の性差と異なる原因を明らかにすることは、今後の課題である。

第10表 (a) 2001年における日本人小児の肥満頻度 (5-18歳, 男性)
(Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 36 : 139-145, 2009 の Table I, Table II を許可を得て転載, 改変)

年齢 (歳)	日本人の暫定方式	CDC方式 ¹⁰⁾		IOTF方式 ¹¹⁾	
	「肥満」 (\geq 基準値 ⁹⁾ の95パーセンタイル) % (95%CI)	「過体重のリスク」 (基準値の85-95パーセンタイル) % (95%CI)	「過体重」 (\geq 基準値の95パーセンタイル) % (95%CI)	「過体重」 (18歳時 BMI 25-30 kg/m ² の基準値) % (95%CI)	「肥満」 (\geq 18歳時 BMI 30 kg/m ² の基準値) % (95%CI)
5.0- 6.0	7.6 (7.3- 7.8)	8.9 (8.6- 9.2)	5.3 (5.0-5.5)	6.2 (6.0- 6.5)	2.4 (2.2-2.6)
6.0- 7.0	10.6 (10.1-11.0)	9.4 (9.0- 9.7)	7.1 (6.7-7.4)	8.9 (8.6- 9.3)	3.4 (3.2-3.7)
7.0- 8.0	11.1 (10.7-11.6)	10.5 (10.1-10.9)	6.3 (6.0-6.6)	8.4 (8.1- 8.8)	3.7 (3.5-4.0)
8.0- 9.0	13.6 (13.2-14.1)	10.9 (10.5-11.3)	8.3 (8.0-8.7)	11.0 (10.6-11.4)	4.4 (4.2-4.7)
9.0-10.0	14.5 (14.0-15.0)	11.6 (11.2-12.0)	9.2 (8.8-9.6)	13.5 (13.0-13.9)	4.9 (4.6-5.2)
10.0-11.0	15.1 (14.6-15.6)	13.4 (12.9-13.8)	9.3 (8.9-9.6)	15.4 (14.9-15.8)	4.6 (4.3-4.8)
11.0-12.0	14.7 (14.2-15.2)	12.7 (12.2-13.1)	8.3 (7.9-8.7)	15.1 (14.6-15.6)	4.3 (4.0-4.6)
12.0-13.0	13.9 (13.5-14.2)	12.5 (12.1-12.8)	7.7 (7.4-7.9)	14.5 (14.1-14.8)	4.4 (4.2-4.6)
13.0-14.0	11.3 (11.0-11.6)	10.0 (9.7-10.3)	5.7 (5.4-5.9)	11.7 (11.4-12.0)	3.5 (3.3-3.7)
14.0-15.0	11.1 (10.7-11.4)	8.8 (8.6- 9.1)	5.3 (5.0-5.5)	10.7 (10.4-11.1)	3.4 (3.2-3.6)
15.0-16.0	14.2 (13.7-14.6)	10.2 (9.8-10.7)	6.5 (6.1-6.8)	13.3 (12.9-13.8)	4.4 (4.1-4.6)
16.0-17.0	11.4 (11.0-11.8)	7.6 (7.3- 8.0)	4.9 (4.6-5.2)	10.4 (10.0-10.8)	3.6 (3.4-3.9)
17.0-18.0	9.8 (9.4-10.2)	6.1 (5.8- 6.5)	3.7 (3.4-3.9)	9.1 (8.7- 9.5)	2.8 (2.6-3.1)
平均	12.2	10.2	6.7	11.4	3.8

第10表 (b) 2001年における日本人小児の肥満頻度 (5-18歳, 女性)
(Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 36 : 139-145, 2009 の Table I, Table II を許可を得て転載, 改変)

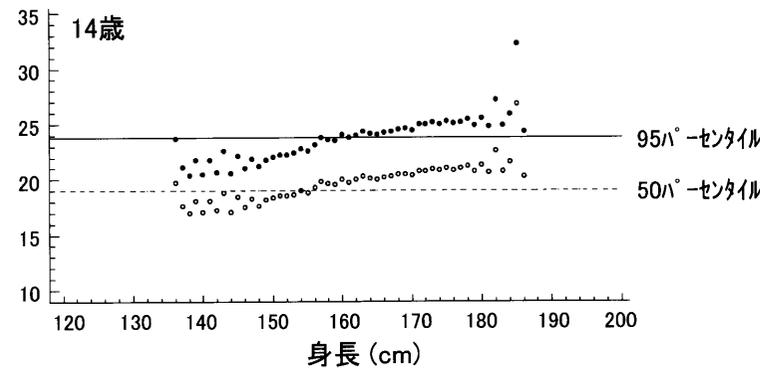
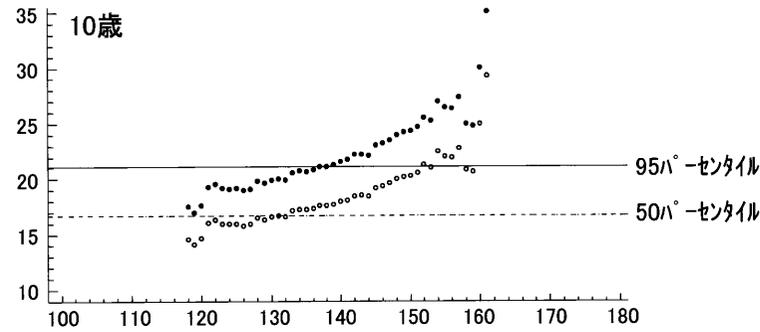
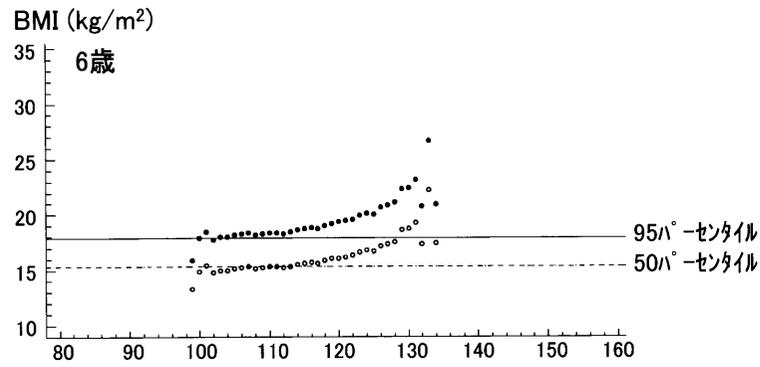
年齢 (歳)	日本人の暫定方式	CDC方式 ¹⁰⁾		IOTF方式 ¹¹⁾	
	「肥満」 (\geq 基準値 ⁹⁾ の95パーセンタイル) % (95%CI)	「過体重のリスク」 (基準値の85-95パーセンタイル) % (95%CI)	「過体重」 (\geq 基準値の95パーセンタイル) % (95%CI)	「過体重」 (18歳時 BMI 25-30 kg/m ² の基準値) % (95%CI)	「肥満」 (\geq 18歳時 BMI 30 kg/m ² の基準値) % (95%CI)
5.0- 6.0	7.8 (7.5- 8.1)	10.7 (10.3-11.0)	4.2 (4.0-4.5)	9.0 (8.7- 9.3)	2.4 (2.2-2.6)
6.0- 7.0	11.1 (10.7-11.5)	10.1 (9.7-10.5)	4.7 (4.4-5.0)	10.3 (9.9-10.7)	3.1 (2.9-3.4)
7.0- 8.0	11.2 (10.8-11.6)	8.5 (8.2- 8.9)	4.5 (4.2-4.7)	9.9 (9.5-10.2)	2.8 (2.6-3.0)
8.0- 9.0	13.6 (13.2-14.1)	9.1 (8.7- 9.5)	4.9 (4.6-5.2)	10.8 (10.4-11.3)	3.1 (2.9-3.4)
9.0-10.0	13.7 (13.3-14.2)	10.4 (10.0-10.8)	4.7 (4.4-5.0)	12.3 (11.9-12.8)	2.8 (2.6-3.0)
10.0-11.0	12.8 (12.3-13.2)	9.9 (9.5-10.3)	4.0 (3.8-4.3)	12.2 (11.8-12.6)	2.3 (2.1-2.5)
11.0-12.0	13.4 (13.0-13.9)	10.2 (9.8-10.6)	4.2 (3.9-4.4)	12.8 (12.3-13.2)	2.4 (2.2-2.6)
12.0-13.0	13.8 (13.4-14.1)	11.8 (11.5-12.2)	4.2 (4.0-4.4)	13.7 (13.3-14.0)	2.4 (2.2-2.5)
13.0-14.0	11.8 (11.5-12.1)	11.0 (10.6-11.3)	3.4 (3.2-3.6)	11.7 (11.4-12.0)	2.1 (1.9-2.2)
14.0-15.0	11.1 (10.7-11.4)	10.1 (9.8-10.4)	3.0 (2.8-3.1)	11.1 (10.8-11.4)	1.9 (1.8-2.1)
15.0-16.0	12.0 (11.6-12.4)	9.8 (9.4-10.2)	2.9 (2.7-3.1)	10.8 (10.4-11.2)	2.3 (2.1-2.5)
16.0-17.0	12.3 (11.8-12.7)	8.0 (7.6- 8.4)	2.6 (2.4-2.8)	10.0 (9.6-10.4)	2.3 (2.1-2.5)
17.0-18.0	11.8 (11.3-12.2)	6.1 (5.8- 6.4)	1.6 (1.5-1.8)	8.2 (7.8- 8.6)	1.7 (1.5-1.9)
平均	12.0	9.7	3.8	11.0	2.4

第11表 (a) BMIと肥満度による2001年度日本人小児の肥満頻度および肥満頻度増加率 (5-18歳, 男性)
 (Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 36 : 139-145, 2009 の Table I を許可を得て転載, 改変)

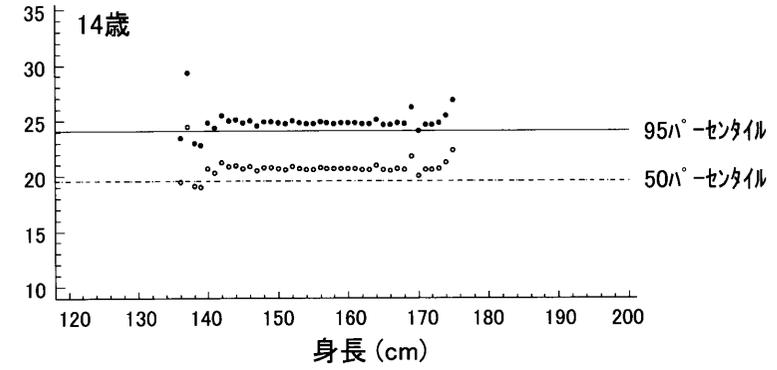
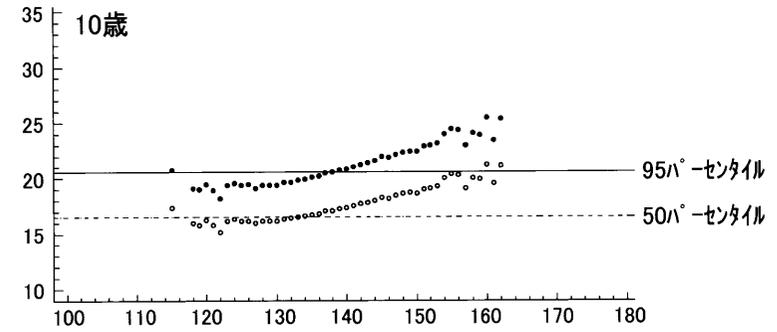
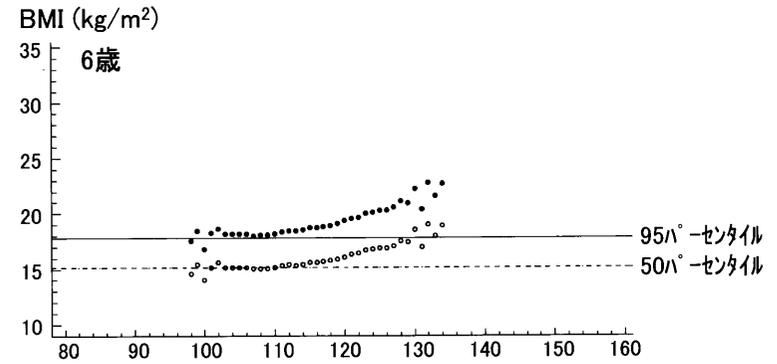
年齢 (歳)	BMI 基準値 (≥95 パーセントイル) を用いた肥満頻度 (本研究)			肥満度 (≥+20%) を用いた肥満頻度 (文部科学省データ)		
	1978-1981 (%)	2001 (%)	増加率 (倍)	1978-1981 平均 (%) ⁹⁶⁾	2001 (%) ^{95, 96)}	増加率 (倍)
5.0- 6.0	5.0	7.6	1.5	—	—	—
6.0- 7.0	5.0	10.6	2.1	2.6	4.7	1.8
7.0- 8.0	5.0	11.1	2.2	3.3	5.7	1.7
8.0- 9.0	5.0	13.6	2.7	4.6	7.9	1.7
9.0-10.0	5.0	14.5	2.9	5.8	10.0	1.7
10.0-11.0	5.0	15.1	3.0	7.0	10.8	1.5
11.0-12.0	5.0	14.7	2.9	7.4	11.8	1.6
12.0-13.0	5.0	13.9	2.8	7.1	11.9	1.7
13.0-14.0	5.0	11.3	2.3	6.5	10.4	1.6
14.0-15.0	5.0	11.1	2.2	6.0	9.6	1.6
15.0-16.0	5.0	14.2	2.8	—	—	—
16.0-17.0	5.0	11.4	2.3	—	—	—
17.0-18.0	5.0	9.8	2.0	—	—	—
6.0-15.0 歳平均	5.0	12.9	2.6	5.6	9.2	1.7

第11表 (b) BMIと肥満度による2001年度日本人小児の肥満頻度および肥満頻度増加率 (5-18歳, 女性)
 (Inokuchi M et al : Ann Hum Biol 36 : 139-145, 2009 の Table I を許可を得て転載, 改変)

年齢 (歳)	BMI 基準値 (≥95 パーセントイル) を用いた肥満頻度 (本研究)			肥満度 (≥+20%) を用いた肥満頻度 (文部科学省データ)		
	1978-1981 (%)	2001 (%)	増加率 (倍)	1978-1981 平均 (%) ⁹⁶⁾	2001 (%) ^{95, 96)}	増加率 (倍)
5.0- 6.0	5.0	7.8	1.6	—	—	—
6.0- 7.0	5.0	11.1	2.2	2.8	4.8	1.7
7.0- 8.0	5.0	11.2	2.2	3.3	5.2	1.6
8.0- 9.0	5.0	13.6	2.7	4.7	7.7	1.6
9.0-10.0	5.0	13.7	2.7	5.6	8.6	1.5
10.0-11.0	5.0	12.8	2.6	6.2	9.1	1.5
11.0-12.0	5.0	13.4	2.7	6.8	9.4	1.4
12.0-13.0	5.0	13.8	2.8	7.1	10.2	1.4
13.0-14.0	5.0	11.8	2.4	6.4	9.1	1.4
14.0-15.0	5.0	11.1	2.2	5.6	8.1	1.4
15.0-16.0	5.0	12.0	2.4	—	—	—
16.0-17.0	5.0	12.3	2.5	—	—	—
17.0-18.0	5.0	11.8	2.4	—	—	—
6.0-15.0 歳平均	5.0	12.5	2.5	5.4	8.0	1.5



(a) 男性



(b) 女性

第9図 BMIへ変換された肥満度(0%:○, +20%:●)とBMI(50パーセンタイル値(---), 95パーセンタイル値(—))との比較(a)6, 10, 14歳男性(b)6, 10, 14歳女性(Inokuchi M et al: Ann Hum Biol 36: 139-145, 2009のFigure 1を許可を得て転載, 改変)

第12表 2000年以降のデータを標本集団とした外国人小児の肥満*頻度と、著者らが算出した「2001年データ」を標本集団とした日本人小児の肥満*頻度との比較

国名	データ収集年	年齢(歳)	対象数	カットオフ値**	肥満*頻度(%)	
					男性	女性
米国 ^{97, 98)}	2003-2004	2-19	3,958	CDC	18.2	16.0
		6-17	2,613	IOTF	13.1	13.6
英国 ⁹⁹⁾	2002-2003	5-10	3,492	英国	6.0	6.6
				IOTF	4.6	6.8
フランス ³⁴⁾	2000	7- 9	1,582	フランス	14.9	17.8
				CDC	7.5	5.2
				IOTF	3.9	3.6
スウェーデン ¹⁰⁰⁾	2001	6-13	1,115	IOTF	2.8	6.9
アイルランド ¹⁰¹⁾	2002	4-16	17,499	IOTF	6	7
メキシコ ¹⁰²⁾	2000	10-17	16,809	CDC	11.6	9.5
				IOTF	7.7	6.9
チリ ¹⁰³⁾	2000	6	199,444	CDC	14.7	15.8
				IOTF	7.2	7.5
中国(北京) ¹⁰⁴⁾	2004	2-18	21,198	中国	12.4 (7-18歳)	7.1 (7-18歳)
				CDC	12.9	5.1
				IOTF	8.0	3.2
韓国 ¹⁰⁵⁾	2001	10-18	860	CDC	11.6	10.9
台湾 ¹⁰⁶⁾	2001-2002	6-13	2,405	台湾	14.7	9.1
日本 ¹⁰⁷⁾ (本研究)	2001	5-18	670,143	日本	12.2	12.0
				CDC	6.7	3.8
				IOTF	3.8	2.4

* 明らかな肥満(狭義肥満)を意味する。

**各カットオフ値の定義は以下の通りである。CDC: CDCによるBMI基準値の95パーセンタイル値以上(CDC方式による「過体重」)¹⁰⁾, IOTF: IOTFによるBMI基準値の18歳時のBMIが30 kg/m²に相当するパーセンタイル値以上(IOTF方式による「肥満」)¹¹⁾, 英国: 英国人小児BMI基準値^{24, 108)}の19.5歳時のBMIが30 kg/m²に相当するパーセンタイル値以上¹⁰⁹⁾, フランス: フランス人小児BMI基準値¹⁷⁾の97パーセンタイル値以上, 中国: 中国 Working Group on Obesity for Children (WGOC)による肥満のBMIカットオフ値以上⁵¹⁾, 台湾: 台湾人小児BMI基準値の95パーセンタイル値以上¹¹⁰⁾, 日本: 日本人小児BMI基準値⁹⁾の95パーセンタイル値以上(日本人の暫定方式による「肥満」)

第13表 IOTF方式による「肥満」のBMIカットオフ値を用いた、
外国人小児の肥満頻度と、年齢を一致させた日本人小児の肥満頻度との比較

国名	データ収集年	年齢区分 (歳)	外国人小児の IOTF 方式 ¹¹⁾ による 「肥満」頻度 (%)		日本人小児 (2001) の IOTF 方式 ¹¹⁾ による 「肥満」頻度 (%) (各対象年齢を一致させ た「肥満」頻度の平均値)	
			男性	女性	男性	女性
米国 ⁹⁸⁾	2003-2004	6-17	13.1	13.6	4.0	2.4
		6-11	10.7	14.0	4.2	2.8
		12-17	15.4	13.3	3.7	2.1
英国 ⁹⁹⁾	2002-2003	5-10	4.6	6.8	3.9	2.8
		5-7	4.1	6.6	3.2	2.8
		8-10	5.2	7.1	4.6	2.7
フランス ³⁴⁾	2000	7-9	3.9	3.6	4.3	2.9
スウェーデン ¹⁰⁰⁾	2001	6-13	2.8	6.9	4.2	2.6
中国 (北京) ¹⁰⁴⁾	2004	2-18	8.0	3.2	—	—
		2-5	3.9	3.1	—	—
		6-9	8.9	3.7	4.1	3.0
		10-12	10.3	4.0	4.4	2.4
		13-15	7.8	2.8	3.8	2.1
		16-18	5.2	2.3	—	—

総 括

本研究の最終目標は、国際標準に基づく日本人小児肥満の診断システムを確立することである。その最大の課題は、日本人小児固有のBMI、および腹囲のカットオフ値を設定することである。肥満児と非肥満児のBMI、腹囲値は相当程度重複することから、ROC曲線を用い、中等度の感度と高い特異度を持つ人体計測学的カットオフ値 (auxological cut-off) を見出すことが現実的な方策である。また、日本人小児のBMIが同じレベルの白人小児のBMIに比してより多い体脂肪量を反映するかどうかを明らかにする必要がある。いいかえれば、日本人小児固有のBMI、腹囲のカットオフ値の設定、およびその国際的互換性の確保は、日本人小児の肥満診断システムの核心である。

付 記

1. 現在、日本で用いられる小児の標準体重 (肥満度) による評価法

現在、日本では、小児に対して、厚生労働省方式、学校保健会方式、文部科学省方式の3つの標準体重 (肥満度) による評価が無秩序に行われている。学校保健会や

文部科学省は、標準体重を調査年毎に更新し、標準体重の増加により日本人小児の肥満の過小評価を招いている。以下に各方式の成り立ちと現状を示す。

(1) 厚生労働省方式

現在、厚生労働省による国民栄養調査の「小児の栄養状態評価」における肥満度算出に利用される方式である¹¹⁾。1967年、日本人小児の標準体重表としてはじめて報告された日比による「身長別標準体重および肥満度計算図表」に基づく^{112, 113)}。本図表は、2004年の改訂までの「学校医の手引き (東京都医師会編集)」にも提示された¹¹⁴⁾。2000年、吉池により本図表の標準体重を性別の身長から算出できる多項式が報告されたことにより、利用法がより簡便となり¹¹⁵⁾、厚生労働省方式として採用されることになった。

(2) 学校保健会方式

現在、日本学校保健会による「児童生徒の健康診断マニュアル」に「身長別標準体重を求める係数と計算式」として掲載されている方式である¹¹⁶⁾。1980年、村田らのグループは、文部科学省収集による1975年度データを基に作成した「性別年齢別身長別体重」を報告した¹¹⁷⁾。1923-1925年、Baldwin, Woodにより報告さ

れた, 小児の標準体重表の原型, 米国人学童期男女の身長別年齢別標準体重 (「Baldwin-Wood weight-height-age tables」)¹¹⁸⁻¹²⁰⁾ に倣ったものと考えられる. 村田らによる標準体重 (身長と性別年齢別の係数から標準体重を算出できる回帰直線式: 「身長別標準体重を求める係数と計算式」) は, 以後, 文部科学省収集による 1977 年度, 1990 年度, 2000 年度データを基に次々と更新され, 現在では, 2000 年度データによる標準体重が, 学校保健会方式として採用されている^{116, 121, 122)}. なお 2004 年の改訂以降の「学校医のてびき (日本医師会編集)」にも提示されている¹²³⁾.

(3) 文部科学省方式

現在, 文部科学省による, 学校保健統計調査の「肥満傾向児の頻度」算出のために利用される方式である. 1977 年, 文部科学省は, 標準体重を「調査年度別の性別年齢別身長別平均体重」と定義した. 以降, 「肥満傾向児」を「標準体重の 120% 以上 (肥満度 + 20% 以上に該当)」と定義し, 「肥満傾向児の頻度」を現在まで毎年報告している. しかし, 標準体重を調査年度で毎年更新するため, 「肥満傾向児の頻度」は, 近年の肥満児増加に伴う標準体重の増加により, 年々過小評価されつづけている (2006 年度については, 上記, 村田らの 2000 年度データによる標準体重¹¹⁶⁾ を用いた「肥満傾向児の頻度」が併記されている)⁹⁶⁾.

2. LMS 法^{42, 93, 108, 124, 125)}

LMS 法は, 1990 年代初頭から後半にかけて, Cole により確立された, 身体計測値 (身長, 体重, 腹囲など), および身体指標 (BMI など) の基準値作成に有用な統計学的手法である. 現在では基準値作成法の国際的標準手法となっている (第 1 表, 第 2 表). 体重, 腹囲, BMI などの正規分布しない身体計測値あるいは身体指標の性別年齢別パーセンタイル値, および SD 値を算出できる. 集団データから, 性別年齢別に算出される L 値 (正規分布化するための Box-Cox 変換指数), M 値 (中央値), S 値 (変動係数) を基に, それぞれ算出する. 各 SD 値 (C_i) は, 公式「 $C_i = M(1 + LSZ_i)^{1/L}$ 」に, 各 L, M, S 値, および求めたい「 Z_i (SD スコア)」を代入することにより算出できる. 各パーセンタイル値 (C_i) は, 同公式に各 L, M, S 値, および求めたいパーセンタイルと正規分布表上で対応する「 Z_i (SD スコア)」(例: 3 パーセンタイル → -1.881 SD, 50 パーセンタイル → 0 SD, 90 パーセンタイル → 1.282 SD など) を代入することにより算出できる.

3. 小児肥満の用語法

小児肥満を意味する用語として, CDC は「過体重のリスク」と「過体重」を¹⁰⁾, IOTF は「過体重」と「肥満」を¹¹⁾ 用いる. このため, CDC の「過体重のリスク」は「過体重」に比して, IOTF の「過体重」は「肥満」に比して, 比較的軽度の肥満を意味する用語と誤解される. しかし, CDC の「過体重のリスク」, IOTF の「過体重」はいずれも比較的軽度の肥満を意味する用語ではなく, BMI による肥満診断の不確実さを反映する用語である. Dietz, Bellizzi らは, CDC 方式について, 「過体重のリスク」を医学的評価を要する状態, 「過体重」を治療的介入を要する状態と規定^{36, 37)}, Himes, Barlow らは, IOTF 方式について, 同様に, 「過体重」を医学的評価を要する状態, 「肥満」を治療的介入を要する状態と規定^{29, 30)}している.

BMI は肥満診断の指標であり, 過体重診断の指標ではない. 著者は, 用語の混乱を避けるため, BMI による肥満診断において, 「肥満のリスク」と「肥満」という一対の用語を用いることを提案する.

謝 辞

本稿を終えるにあたり, 御指導御校閲をいただきました慶應義塾大学医学部小児科学教室高橋孝雄教授に深甚なる謝意を表します. 本研究に際し, 直接, 御指導御校閲をいただきました慶應義塾大学医学部小児科学教室松尾宣武名誉教授, 慶應義塾大学医学部小児科学教室長谷川奉延准教授に深謝いたします.

本論文は, Inokuchi M, Hasegawa T, Anzo M, Matsuo N: Standardized centile curves of body mass index for Japanese children and adolescents based on the 1978-1981 national survey data. *Ann Hum Biol* 33: 444-453, 2006 の一部, Inokuchi M, Matsuo N, Anzo M, Hasegawa T: Body mass index reference values (mean and SD) for Japanese children. *Acta Paediatr* 96: 1674-1676, 2007 の一部, Inokuchi M, Matsuo N, Anzo M, Takayama JI, Hasegawa T: Age-dependent percentile for waist circumference for Japanese children based on the 1992-1994 cross-sectional national survey data. *Eur J Pediatr* 166: 655-661, 2007 の一部, および Inokuchi M, Matsuo N, Takayama JI, Hasegawa T: Official Japanese reports significantly underestimate prevalence of overweight in school children: Inappropriate definition of standard weight and calcu-

lation of excess weight. *Ann Hum Biol* 36 : 139-145, 2009 の一部を含む。

本研究の一部は、平成 16, 17 年度文部科学省科学研究費による。

文 献

- 1) Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL : Indices of relative weight and obesity. *J Chron Dis* 25 : 329-343, 1972
- 2) Womersley J, Durnin JVGA : A comparison of the skinfold method with extent of 'overweight' and various weight-height relationships in the assessment of obesity. *Br J Nutr* 38 : 271-284, 1977
- 3) Norgan NG, Ferro-Luzzi A : Weight-height indices as estimators of fatness in men. *Hum Nutr : Clin Nutr* 36 : 363-372, 1982
- 4) Garrow JS : Indices of adiposity. *Nutr Abstr Rev Clin Nutr-Series A* 53 : 697-708, 1983
- 5) Borkan GA, Hulth DE, Gerzof SG, Burrows BA, Robbins AH : Relationships between computed tomography tissue areas, thicknesses and total body composition. *Ann Hum Biol* 1983 : 10 : 537-546, 1983
- 6) Seidell JC, Oosterlee A, Deurenberg P, Hautvast JGAJ, Ruijs JHJ : Abdominal fat depots measured with computed tomography : effects of degree of obesity, sex, and age. *Eur J Clin Nutr* 42 : 805-815, 1988
- 7) Ferland M, Després JP, Tremblay A, Pinault S, Nadeau A, Moorjani S, Lupien PJ, Thériault G, Bouchard C : Assessment of adipose tissue distribution by computed axial tomography in obese women : association with body density and anthropometric measurements. *Br J Nutr* 61 : 139-148, 1989
- 8) Després JP, Prud'homme D, Pouliot MC, Tremblay A, Bouchard C : Estimation of deep abdominal adipose-tissue accumulation from simple anthropometric measurements in men. *Am J Clin Nutr* 54 : 471-477, 1991
- 9) Inokuchi M, Hasegawa T, Anzo M, Matsuo N : Standardized centile curves of body mass index for Japanese children and adolescents based on the 1978-1981 national survey data. *Ann Hum Biol* 33 : 444-453, 2006
- 10) Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, Mei Z, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL : CDC growth charts : United States. *Adv Data* 314 : 1-28, 2000
- 11) Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH : Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide : international survey. *BMJ* 320 : 1240-1243, 2000
- 12) Benn RT : Some mathematical properties of weight-for-height indices used as measures of adiposity. *Brit J Prev Soc Med* 25 : 42-50, 1971
- 13) Keys A : Overweight and the risk of heart attack and sudden death. *Obesity in Perspective*. (Ed) Bray GA, DHEW Publ No (NIH) 75-708, Maryland, p. 215-223, 1973
- 14) Lee J, Kolonel LN, Hinds MW : The use of an inappropriate weight-height derived index of obesity can produce misleading results. *Int J Obes* 6 : 233-239, 1982
- 15) Metropolitan Life Insur Co : New weight standards for men and women. *Stat Bull* 40 : 1-4, 1959
- 16) Cronk CE, Roche AF : Race- and sex-specific reference data for triceps and subscapular skinfolds and weight/stature². *Am J Clin Nutr* 35 : 347-354, 1982
- 17) Rolland-Cachera MF, Cole TJ, Sempé M, Tichet J, Rossignol C, Charraud A : Body mass index variations : centiles from birth to 87 years. *Eur J Clin Nutr* 45 : 13-21, 1991
- 18) Nysom K, Mølgaard C, Hutchings B, Michaelsen KF : Body mass index of 0 to 45-y-old Danes : reference values and comparison with published European reference values. *Int J Obes* 25 : 177-184, 2001
- 19) Andres R, Elahi D, Tobin JD, Muller DC, Brant L : Impact of age on weight goals. *Ann Intern Med* 103 : 1030-1033, 1985
- 20) World Health Organization : Defining the Problem. *Obesity : Preventing and Managing the Global Epidemic*. World Health Organization, Geneva, p. 6-15, 2000
- 21) National Institutes of Health : Treatment Guidelines. *The Practical Guide. Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults*. National Institutes of Health, Maryland, p. 7-24, 2000
- 22) 松沢祐次, 井上修二, 池田義雄, 坂田利家, 斎藤康, 佐藤祐造, 白井厚治, 大野誠, 宮崎滋, 徳永勝人, 深川光司, 山之内国男, 中村正 : 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準. *肥満研究* 6 : 18-28, 2000
- 23) 吉池信男, 西信雄, 松島松翠, 伊藤千賀子, 池田義雄, 櫻原英俊, 吉永英世, 小倉浩, 小峰慎吾, 佐藤祐造, 佐藤則之, 佐々木陽, 藤岡滋典, 奥淳治, 雨宮禎子, 坂田利家, 井上修二 : Body Mass Index に基づく肥満の程度と糖尿病, 高血圧, 高脂血症の危険因子との関連—多施設共同研究による疫学的検討—. *肥満研究* 6 : 4-17, 2000
- 24) Cole TJ, Freeman JV, Preece MA : Body mass index reference curves for the UK, 1990. *Arch Dis Child* 73 : 25-9, 1995
- 25) Hall DMB, Cole TJ : What use is the BMI? *Arch Dis Child* 91 : 283-296, 2006
- 26) Cole TJ : A method for assessing age-standardized weight-for-height in children seen cross-sectionally. *Ann Hum Biol* 6 : 249-268, 1979
- 27) Cole TJ, Roede MJ : Centiles of body mass index for Dutch children aged 0-20 years in 1980 -a baseline to assess recent trends in obesity. *Ann Hum Biol* 26 :

- 303-308, 1999
- 28) Must A, Anderson SE : Childhood obesity : definition, classification and assessment. *Clinical Obesity in Adults and Children*. (Ed) Kopelman PG, Caterson ID, Dietz WH, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, p. 215-230, 2005
 - 29) Himes JH, Dietz WH : Guidelines for overweight in adolescent preventive services : recommendations from an expert committee. *Am J Clin Nutr* 59 : 307-316, 1994
 - 30) Barlow SE, Dietz WH : Obesity evaluation and treatment : Expert committee recommendations. The Maternal and Child Health Bureau, Health Resources and Services Administration and the Department of Health and Human Services. *Pediatrics* 102 : E29, 1998
 - 31) Reilly JJ, Dorosty AR, Emmett PM : Prevalence of overweight and obesity in British children : cohort study. *BMJ* 319, 1039, 1999
 - 32) Reilly JJ, Dorosty AR, Emmett PM ; Avon Longitudinal Study of Pregnancy and Childhood Study Team : Identification of the obese child : adequacy of the body mass index for clinical practice and epidemiology. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24, 1623-1627, 2000
 - 33) Reilly JJ, Wilson D : Childhood obesity. *BMJ* 333 : 1207-1210, 2006
 - 34) Rolland-Cachera MF, Castetbon K, Arnault N, Bellisle F, Romano MC, Lehingue Y, Frelut ML, Hercberg S : Body mass index in 7-9-y-old French children : frequency of obesity, overweight and thinness. *Int J Obes* 26 : 1610-1616, 2002
 - 35) Cole TJ : Assessment of growth. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 16 : 383-398, 2002
 - 36) Dietz WH, Robinson TN : Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. *J Pediatr* 132 : 191-193, 1998
 - 37) Bellizzi MC, Dietz WH : Workshop on childhood obesity : summary of the discussion. *Am J Clin Nutr* 70 : 173S-175S, 1999
 - 38) Rolland-Cachera MF, Sempé M, Guillaud-Bataille M, Patois E, Péquignot-Guggenbuhl F, Fautrad V : Adiposity indices in children. *Am J Clin Nutr* 36 : 178-184, 1982
 - 39) Hammer LD, Kraemer HC, Wilson DM, Ritter PL, Dornbusch SM : Standardized percentile curves of body-mass index for children and adolescents. *Am J Dis Child* 145 : 259-263, 1991
 - 40) Must A, Dallal GE, Dietz WH : Reference data for obesity : 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 53 : 839-846, 1991
 - 41) Ogden CL, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Mei Z, Guo S, Wei R, Grummer-Strawn LM, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL : Centers for Disease Control and Prevention 2000 growth charts for the United States : improvements to the 1977 National Center for Health Statistics version. *Pediatrics* 109 : 45-60, 2002
 - 42) Cole TJ, Pan H : ImsGrowth program version 2.12. Medical Research Council, UK. December 2005 (accessed 9 December 2005). Available online from : <http://homepage.mac.com/tjcole/FileSharing1.html>, 2005
 - 43) White EM, Wilson AC, Greene SA, McCowan C, Thomas GE, Cairns AY, Ricketts IW : Body mass index centile charts to assess fatness of British children. *Arch Dis Child* 72 : 38-41, 1995
 - 44) Lindgren G, Strandell A, Cole T, Healy M, Tanner J : Swedish population reference standards for height, weight and body mass index attained at 6 to 16 years (girls) or 19 years (boys). *Acta Paediatr* 84 : 1019-1028, 1995
 - 45) He Q, Albertsson-Wikland K, Karlberg J : Population-based body mass index reference values from Göteborg, Sweden : birth to 18 years of age. *Acta Paediatr* 89 : 582-592, 2000
 - 46) Karlberg J, Luo ZC, Albertsson-Wikland K : Body mass index reference values (mean and SD) for Swedish children. *Acta Paediatr* 90 : 1427-1434, 2001
 - 47) Luciano A, Bressan F, Zoppi G : Body mass index reference curves for children aged 3-19 years from Verona, Italy. *Eur J Clin Nutr* 51 : 6-10, 1997
 - 48) Cacciari E, Milani S, Balsamo A, Dammacco F, Luca FD, Chiarelli F, Pasquino AM, Tonini G, Vanelli M : Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (6-20y). *Eur J Clin Nutr* 56 : 171-180, 2002
 - 49) Schaefer F, Georgi M, Wühl E, Schäfer K : Body mass index and percentage fat mass in healthy German schoolchildren and adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord* 22 : 461-469, 1998
 - 50) Leung SSF, Cole TJ, Tse LY, Lau JTF : Body mass index reference curves for Chinese children. *Ann Hum Biol* 25 : 169-174, 1998
 - 51) Group of China Obesity Task Force : Body mass index reference norm for screening overweight and obesity in Chinese children and adolescents. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 25, 97-102, 2004
 - 52) Hosseini M, Carpenter RG, Mohammad K : Body mass index reference curves for Iran. *Ann Hum Biol* 26 : 527-535, 1999
 - 53) Fredriks AM, van Buuren S, Wit JM, Verloove-Vanhorick SP : Body index measurements in 1996-7 compared with 1980. *Arch Dis Child* 82 : 107-112, 2000
 - 54) Williams S : Body Mass Index reference curves derived from a New Zealand birth cohort. *N Z Med J* 28 : 308-311, 2000
 - 55) Reyes MEP, Barahona EEC, Cahuich MB, Barragán A,

- Malina RM : Growth status of children 6-12 years from two different geographic region of Mexico. *Ann Hum Biol* 29 : 11-25, 2002
- 56) Inokuchi M, Matsuo N, Anzo M, Hasegawa T : Body mass index reference values (mean and SD) for Japanese children. *Acta Paediatr* 96 : 1674-1676, 2007
- 57) Kissebah AH, Vydellingum N, Murray R, Evans DJ, Hartz AJ, Kalkhoff RK, Adams PW : Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 54 : 254-260, 1982
- 58) Kalkhoff RK, Hartz AH, Rupley D, Kissebah AH, Kelber S : Relationship of body fat distribution to blood pressure, carbohydrate tolerance, and plasma lipids in healthy obese women. *J Lab Clin Med* 102 : 621-627, 1983
- 59) Evans DJ, Hoffman RG, Kalkhoff RK, Kissebah AH : Relationship of body fat topography to insulin sensitivity and metabolic profiles in premenopausal women. *Metabolism* 33 : 68-75, 1984
- 60) Ashwell M, Cole TJ, Dixon AK : Obesity : new insight into the anthropometric classification of fat distribution shown by computed tomography. *BMJ* 290 : 1692-1694, 1985
- 61) Pouliot MC, Després JP, Lemieux S, Moorjani S, Bouchard C, Tremblay A, Nadeau A, Lupien PJ : Waist circumference and abdominal sagittal diameter : Best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol* 73 : 460-468, 1994
- 62) Han TS, van Leer EM, Seidell JC, Lean MEJ : Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors : prevalence study in a random sample. *BMJ* 311 : 1401-1405, 1995
- 63) Lean MEJ, Han TS, Seidell JC : Impairment of health and quality of life in people with large waist circumference. *Lancet* 351 : 853-856, 1998
- 64) Flegal KM : Waist circumference of healthy men and women in the United States. *Int J Obes* 31 : 1134-1139, 2007
- 65) Okosun IS, Chandra KMD, Boev A, Boltri JM, Choi ST, Parish DC, Dever GEA : Abdominal adiposity in U.S. adults : prevalence and trends, 1960-2000. *Prev Med* 39, 197-206, 2004
- 66) Lilja M, Eliasson M, Stegmayr B, Olsson T, Söderberg S : Trends in obesity and its distribution : data from the Northern Sweden MONICA Survey, 1986-2004. *Obesity* 16 : 1120-1128, 2008
- 67) Lean MEJ, Han TS, Morrison CE : Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* 311 : 158-161, 1995
- 68) Lemieux S, Prud'homme D, Bouchard C, Tremblay A, Després JP : A single threshold value of waist girth identifies normal-weight and overweight subjects with excess visceral adipose tissue. *Am J Clin Nutr* 64 : 685-693, 1996
- 69) Després JP, Lamarche B : Effects of diet and physical activity on adiposity and body fat distribution : Implications for the prevention of cardiovascular disease. *Nutr Res Rev* 6 : 137-159, 1993
- 70) Alberti KG, Zimmet PZ : Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1 : diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med* 15 : 539-553, 1998
- 71) Balkau B, Charles MA : Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). *Diabet Med* 16 : 442-443, 1999
- 72) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults : Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 285 : 2486-2497, 2001
- 73) Alberti KG, Zimmet P, Shaw J ; IDF Epidemiology Task Force Consensus Group : The metabolic syndrome -a new worldwide definition. *Lancet* 366 : 1059-1062, 2005
- 74) Alberti KGMM, Zimmet P, Shaw J : Metabolic syndrome -a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med* 23 : 469-480, 2006
- 75) Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan ; Japan Society for the Study of Obesity : New Criteria for 'Obesity Disease' in Japan. *Circ J* 66 : 987-992, 2002
- 76) Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS : Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents : the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 69 : 308-317, 1999
- 77) Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A : Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19y. *Am J Clin Nutr* 72 : 490-495, 2000
- 78) Zannolli R, Morgese G : Waist percentiles : a simple test for atherogenic disease? *Acta Paediatr* 85 : 1368-1369, 1996
- 79) Moreno LA, Fleta J, Mur L, Rodríguez G, Sarría A, Bueno M : Waist circumference values in Spanish children -Gender related differences. *Eur J Clin Nutr* 53 : 429-433, 1999
- 80) McCarthy HD, Jarrett KV, Crawley HF : The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9y. *Eur J Clin Nutr* 55 : 902-907, 2001
- 81) Fredriks AM, van Buuren S, Fekkes M, Verloove-

- Vanhorick SP, Wit JM : Are age references for waist circumference, hip circumference and waist-hip ratio in Dutch children useful in clinical practice? *Eur J Pediatr* 164 : 216-222, 2005
- 82) Sung RYT, Yu CCW, Choi KC, McManus A, Li AMC, Xu SLY, Cahn D, Lo AFC, Chan JCN, Fok TF : Waist circumference and body mass index in Chinese children : cutoff values for predicting cardiovascular risk factors. *Int J Obes* 31 : 550-558, 2007
- 83) Inokuchi M, Matsuo N, Anzo M, Takayama JJ, Hasegawa T : Age-dependent percentile for waist circumference for Japanese children based on the 1992-1994 cross-sectional national survey data. *Eur J Pediatr* 166 : 655-661, 2007
- 84) Sarría A, Moreno LA, García-Llop LA, Fleta J, Morellón MP, Bueno M : Body mass index, triceps skinfold and waist circumference in screening for adiposity in male children and adolescents. *Acta Paediatr* 90 : 387-392, 2001
- 85) Maffeis C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tatò L : Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res* 9 : 179-187, 2001
- 86) Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, Wong G, Bennett P, Shaw J, Caprio S ; International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention of Diabetes : The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet* 369 : 2059-2061, 2007
- 87) Savva SC, Kourides Y, Tornaritis M, Epiphaniou-Savva M, Tafouna P, Kafatos A : Reference growth curves for Cypriot children 6 to 17 years of age. *Obes Res* 9 : 754-762, 2001
- 88) Katzmarzyk PT : Waist circumference percentiles for Canadian youth 11-18y of age. *Eur J Clin Nutr* 58 : 1011-1015, 2004
- 89) Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB : Waist circumference percentiles in nationally representative sample of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 145 : 439-444, 2004
- 90) Gómez-Díaz RA, Martínez-Hernández AJ, Aguilar-Salinas CA, Violante R, López-Alarcón M, Jiménez-Villarruel M, Wachter-Rodarte N, Solórzano-Santos F : Percentile distribution of the waist circumference among Mexican pre-adolescents of a primary school in Mexico City. *Diabetes Obes Metab* 7 : 716-721, 2005
- 91) Cole TJ : The international growth standard for pre-adolescent and adolescent children : statistical considerations. *Food Nutr Bull* 27 : S237-243, 2006
- 92) 日本規格協会 : 日本人の体格調査報告書. 日本規格協会, 1984
- 93) Cole TJ, Pan H : ImsChartMaker Pro version 2.0. Medical Research Council, UK. September 2005 (accessed 9 December 2005). Available online from : <http://homepage.mac.com/tjcole/FileSharing1.html>, 2005
- 94) 人間生活工学研究センター : 日本人の人体計測データ. 人間生活工学研究センター, 1997
- 95) 文部科学省 : 平成13年度学校保健統計調査報告書. 文部科学省, 2002
- 96) 文部科学省 : 年齢別肥満傾向児の出現率の推移 (昭和52年度~平成18年度). 平成18年度学校保健統計調査報告書. 文部科学省, p 158-160, 2007
- 97) Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM : Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA* 295 : 1549-1555, 2006
- 98) Lobstein T, Jackson-Leach R : Child overweight and obesity in the USA : Prevalence rates according to IOTF definitions. *Int J Pediatr Obes* 2 : 62-64, 2007
- 99) Stamatakis E, Primatesta P, Chinn S, Rona R, Falaschetti E : Overweight and obesity trends from 1974 to 2003 in English children : what is the role of socioeconomic factors? *Arch Dis Child* 90 : 999-1004, 2005
- 100) Petersen S, Brulin C, Bergström E : Increasing prevalence of overweight in young schoolchildren in Umeå, Sweden, from 1986 to 2001. *Acta Paediatr* 92 : 848-853, 2003
- 101) Whelton H, Harrington J, Crowley E, Kelleher V, Cronin M, Perry IJ : Prevalence of overweight and obesity on the island of Ireland : results from the North South Survey of Children's Height, Weight and Body Mass Index, 2002. *BMC Public Health* 7 : 187, 2007
- 102) del Río-Navarro BE, Valázquez-Monroy O, Sánchez-Castillo CP, Lara-Esqueda A, Berber A, Violante GFR, Tapia-Conyer R, James WP ; Encuesta Nacional de Salud (ENSA) 2000 Working Group, National Health Survey 2000 : The high prevalence of overweight and obesity in Mexican Children. *Obes Res* 12 : 215-223, 2004
- 103) Kain J, Uauy R, Vio F, Albala C : Trends in overweight and obesity prevalence in Chilean children : comparison of three definitions. *Eur J Clin Nutr* 56 : 200-204, 2002
- 104) Mi J, Cheng H, Hou DQ, Duan JL, Teng HH, Wang YF : Prevalence of overweight and obesity among children and adolescents in Beijing in 2004. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 27 : 469-474, 2006
- 105) Kim HM, Park J, Kim HS, Kim DH, Park SH : Obesity and cardiovascular risk factors in Korean children and adolescents aged 10-18 years from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 1998 and 2001. *Am J Epidemiol* 164 : 787-793, 2006
- 106) Chu NF, Pan WH : Prevalence of obesity and its comorbidities among schoolchildren in Taiwan. *Asia Pac J Clin Nutr* 16 : 601-607, 2007

- 107) Inokuchi M, Matsuo N, Takayama JI, Hasegawa T : Official Japanese reports significantly underestimate prevalence of overweight in school children : Inappropriate definition of standard weight and calculation of excess weight. *Ann Hum Biol* 36 : 139-145, 2009
- 108) Cole TJ, Freeman JV, Preece MA : British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Stat Med* 17 : 407-429, 1998
- 109) Chinn S, Rona RJ : Re : international definitions of overweight and obesity for children : a lasting solution? *Ann Hum Biol* 31 : 695-696, 2004
- 110) Department of Health, Executive Yuan, Taiwan, ROC. URL : <http://www.doh.gov.tw>
- 111) 厚生労働省：肥満の判定. 平成 16 年国民健康栄養調査報告 (健康栄養情報研究会編集). 第一出版, p. 17, 2006
- 112) 日比逸郎：肥満の有無とその程度の判定基準. 小児肥満症とその臨床 (日比逸郎著). 金原出版, p. 8-20, 1967
- 113) 日比逸郎：肥満症. 現代小児科学大系 第 4 巻 栄養障害と代謝障害. 中山書店 p. 330-343, 1968
- 114) 東京都医師会：肥満児検診. 学校医の手引き (東京都医師会編集). p. 75-78, 1996
- 115) 吉池信男：学童, 生徒における肥満者頻度の経年変化—健康日本 21 の数値目標と各種指標—. 栄養学雑誌 58 : 177-180, 2000
- 116) 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, p. 38-42, 2006
- 117) 山崎公恵：小児 (6~15歳) の身体的成長評価についての研究 第 1 編 年齢別身長別体重について. 日本小児科学会雑誌 84 : 889-896, 1980
- 118) Baldwin BT, Wood TD : Weight-Height-Age Tables. *Mother and Child*, July 23 : supplement, American Child Health Association, New York, 1923
- 119) Baldwin BT : The use and abuse of weight-height-age tables as indexes of health and nutrition. *J Am Med Assoc* 82 : 1-4, 1924
- 120) Baldwin BT : Weight-height-age standards in metric units for American-born children. *Am J Phys Anthropol* 8 : 1-10, 1925
- 121) 村田光範：肥満とやせ. 新小児医学大系 第 18 巻 小児栄養障害. 中山書店 p. 87-126, 1984
- 122) 山崎公恵, 松岡尚史, 川野辺重之, 藤田幸子, 村田光範：1990 年版性別年齢別身長別体重の検討. 日本小児科学会雑誌 98 : 96-102, 1994
- 123) 村田光範：栄養状態. 学校医の手引き (日本医師会編集). 日本医師会, p. 38-40, 2004
- 124) Cole TJ : The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr* 44 : 45-60, 1990
- 125) Cole TJ, Green PJ : Smoothing reference centile curves : the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 11 : 1305-1319, 1992