

総 説

小児の肥満診断の現状と問題点

井ノ口美香子*

肥満は、「身体に脂肪が過剰に蓄積した状態」と定義される。したがって本来、肥満診断は、体脂肪の評価により行われるべきである。しかし、技術的に簡便な体脂肪の定量法がないため、通常、身長、体重のみから算出できる過体重の診断指標（body mass index: 以下 BMI, %標準体重, 肥満度など）で代用、診断される。

肥満は、全身性肥満および中心性肥満に大きく分類される。全身性肥満は、「単に身体の過剰な脂肪蓄積の状態」（蓄積部位を特定せず、通常、肥満とほぼ同義語として使われる）を表し、一般に上記の過体重の診断指標を用いて診断する。一方、中心性肥満は、「過剰な腹部の脂肪蓄積の状態」（内臓脂肪蓄積と腹部皮下脂肪蓄積の2つの要因がある）を表し、一般に腹囲を用いて診断する。

現在、国際的に汎用される小児の肥満診断指標は、成人と同様、BMI および腹囲である。根拠は、前者は体脂肪量との、後者は内臓脂肪量との高い相関性である^{1), 2)}。日本では、これらに加えて慣習的に肥満度が用いられている。本稿では、小児の肥満診断の現状と問題点について、特に肥満診断指標の観点から、国内外のこれまでの動向および成人との比較を含めて論じる。

BMI による肥満診断

1. 歴史と現状

BMI は、「体重／身長² (kg/m²)」で定義される。「身長により標準化された体重（体重／身長²）」のうち、BMI (p=2) は身長の影響が少なく、体脂肪量との密接な相関性を有する指標として確立され、統計学的証明により小児にも適用可能であることが明らかにされた^{1), 3)}。

BMI は、小児、成人を問わず、性および年齢に依存する。当初、成人でも性別年齢別 BMI 基準値が報告されたが定着せず、国際保健機関（以下 WHO）による単一の診断カットオフ値（BMI 25～30(kg/m²) を「前肥満」、 $\geq 30(\text{kg}/\text{m}^2)$ を「肥満」と診断）が汎用された。本基準は、当時よく利用されていたメトロポリタン生命保険会社による性別身長別標準体重表（死亡率が最低となる体重幅を「望ましい体重」として設定）⁴⁾を BMI 値へ変換することにより設定された⁵⁾。日本（成人）では、本基準に対応し、かつ日本人特有のリスクを勘案し設定された BMI 25 (kg/m²) を「肥満」の診断カットオフ値として採用している⁶⁾。

小児では、成人に比して BMI における性・年齢依存性の概念が受け入れやすく、各国から性別年齢別 BMI 基準値が多数報告された。特

* 慶應義塾大学保健管理センター

に1990年代以降、基準値作成法の国際的標準手法である LMS 法⁷⁾が普及したことにより加速され、日本でも2006年、筆者らが日本人小児 BMI 基準値を報告した⁸⁾。

BMI による小児肥満の診断カットオフ値はまだ確立されていない。米国 Center for Disease Control and Prevention (以下 CDC) をはじめ、「各国別に設定された性別年齢別 BMI 基準値の 95 パーセンタイル以上」と定めることが多い⁹⁾。著者らも、「日本人小児 BMI 基準値の 95 パーセンタイル値」を暫定的な診断カットオフ値として用い、その妥当性を現在検証中である。本カットオフ値は、性差はあるが、日本人小児 BMI 基準値における 18 歳時の BMI 25 (kg/m^2) にほぼ相当するパーセンタイル値であり、また、International Obesity Task Force (以下 IOTF) 方式の過体重のカットオフ値¹⁰⁾ (後述) に近似する¹¹⁾。

2000 年に報告された米国 CDC および IOTF による小児 BMI 基準値およびカットオフ値は、小児肥満の国際比較のために汎用される^{9), 10)}。CDC の基準値およびカットオフ値はもともと米国そのためのものであったが、他の国でも用いられ、「過体重のリスク」：85～95 パーセンタイル値、「過体重」： ≥ 95 パーセンタイル値と設定されている⁹⁾。IOTF のカットオフ値は、6 カ国 (ブラジル、英国、中国 (香港)、オランダ、シンガポール、米国) のデータに基づく合成 BMI 基準値から設定される。WHO による成人肥満の診断カットオフ値との対応から、18 歳時の BMI 25、および 30 (kg/m^2) に相当するパーセンタイル値を決定し、「過体重」：18 歳時の BMI 25～30 (kg/m^2) 相当パーセンタイル値、「肥満」： ≥ 18 歳時の BMI 30 (kg/m^2) 相当パーセンタイル値と設定されている¹⁰⁾。なお、2006 年、WHO も小児 BMI 基準値を報告しているが、対象が 6 歳未満の小児に限られてお

り、まだその使用も限定的である¹²⁾。

2. 問題点

1) 基準値とカットオフ値

小児の性別年齢別 BMI 基準値は多数報告されているが、基準値設定の基準（適切な調査年の設定、多数の標本数を有する全国データの使用、LMS 法⁷⁾による作成）を満たし、国際的評価が確立しているものは少数である。筆者らが作成した日本人小児 BMI 基準値は、1978～1981 年収集の各性別年齢別、約 700 人以上の標本数を有する全国データを基に、LMS 法により作成されており、上記の基準を満たす⁸⁾。BMI 基準値利用の際には、その十分な質の評価が必要である。

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、小児肥満で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¹³⁾。小児の各国固有の BMI カットオフ値の報告はまだ数少なく、その根拠は、小児肥満の健康リスク、小児肥満の成人肥満への移行リスク、体脂肪率との相関など様々で、明確にされていないものもある。IOTF のカットオフ値は、本来、小児における国際的統一 BMI カットオフ値を目指し設定されたが、実際は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ていない^{10), 14)}。

小児の肥満診断における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) 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」および「過体重」を、IOTF は「過体重」および「肥満」を用いる^{9), 10)}。それぞれ 2 段階のカットオフ値を設定したことは、

臨床上有意義と考えるが、国際的に多用されるこれら2つのカットオフ値の用語法が統一されていないことは、しばしば混乱を招くと考える。近年では、「過体重」および「肥満」への統一を提唱するものもある¹⁵⁾。

3) 縦断的データによる肥満診断

BMI縦断的データによる肥満診断法はまだ明確でない。しかし、各個人のBMI縦断的データを基準値グラフ上にプロットし、あるカットオフ値（例：95パーセンタイル値）以上を示した場合に肥満と判定する他、データがそのカットオフ値未満であっても、1年間のBMI増加が著しい場合（例：基準値曲線において2チャネル以上の上昇）を肥満予備軍と診断することで、早期介入できる可能性がある。一方、BMIは通常、2歳以前に一度ピーク値となり、3～7歳ごろに最低値となり、以降成人にいたるまで増加し続ける。BMIが一旦低下し、再上昇する現象は adiposity rebound（以下 AR）と呼ばれ、介入を考える場合の critical period の一つではないかとの仮説が主張されている。すなわち AR の時期が早いほど、小児肥満は重症化しやすく、成人肥満へ移行しやすいと考えられている¹⁶⁾。この説によれば、BMI縦断的データを年少児から評価することにより、早期の AR を示す幼児を肥満予備軍と評価し、早期介入できる可能性がある。

小児の肥満は、成人期の肥満やメタボリックシンドローム（以下 MS）、さらには動脈硬化疾患の予防という観点から、特に早期介入が望まれる。したがって縦断的データによる肥満予備軍の診断を含む小児の肥満診断法の確立は重要な課題である。

肥満度による肥満診断

1. 歴史と現状

肥満度は、「(実測体重 - 標準体重) / 標準体重 × 100 (%)」で定義される。歴史的には1900年代初頭には、肥満度算出の根拠となる標準体重（通常、基準集団における性別身長別平均体重と定義、小児の場合にはさらに年齢別に定義）の考え方方が存在した。WHOによる成人BMIカットオフ値設定の根拠となったメトロポリタン生命保険会社による性別身長別標準体重表⁴⁾はその代表である。%標準体重は、「実測体重 / 標準体重 (%)」と定義され、一般には120(%)（肥満度20(%)に相当）を肥満の診断カットオフ値とすることが多い。%標準体重および肥満度は、BMIの有用性が明らかになって以降、国際的にはほとんど使われない。

日本では、小児で現在も肥満度が使用されることが多い。小児肥満を「肥満度20(%)以上」により診断し、さらに肥満度20～30(%)を軽度肥満、30～50(%)を中等度肥満、50(%)以上を高度肥満と分類する。日本の小児における標準体重は、最新の「学校保健会方式」（後述）¹⁷⁾が比較的多く用いられるが、完全にまだ統一されていない。

2. 問題点

1) 基準値とカットオフ値

%標準体重（あるいは肥満度）における肥満の診断カットオフ値は主に120(%)（肥満度20(%)に相当）が多く用いられてきたが、それらを算出するための基準値ともいえる標準体重は、国内外で様々に報告してきた。標準体重は、もとになる基準集団が異なることにより変化し、標準体重が異なると同一個体に対しても複数の異なる%標準体重あるいは肥満度が算出

されることに注意が必要である。(現在、%標準体重あるいは肥満度はBMI普及後、国際的にはすでに淘汰された状況のため、以下、日本的小児における肥満度による肥満診断の問題点のみを論ずる)。

日本的小児における肥満度による肥満診断の最大の問題点は、標準体重の不統一、およびその事実に対する不十分な認識である。すなわち、国の指示のもと行われる大規模な統計調査でさえ、長年それぞれ異なる標準体重を用いており、それによる肥満診断の結果は様々な誤解を招くもとなってきた。具体的には、日本では少なくとも以下の3つの標準体重が用いられてきた。第1の「厚生労働省方式」(厚生労働省による国民栄養調査における肥満度算出に利用される方式)は、日比式とも呼ばれ、1967年、初の日本人小児の標準体重表として報告された「身長別標準体重および肥満度計算図表」に基づく方法である¹⁸⁾。第2の「文部科学省方式」(2006年まで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た方式)は、1977年、標準体重を「調査年度別の性別年齢別身長別平均体重」と定義して以降、調査年度ごとの基準集団データを用いることにより標準体重を毎年更新する方法である。本方式により算出される「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きた¹⁹⁾。2006年度以降は、「学校保健会方式」(後述)¹⁷⁾への変更により、上記の肥満傾向児の過小評価を避けられることになったが、2006年以前のデータ見直しは行われていない¹⁹⁾。第3の「学校保健会方式」(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掲載される方式)は、文部科学省の学校保健統計調査のある調査年のデータを基準集団とし作成された標準体重を用いる方式で、現在は2000年度データが採用されてい

る¹⁷⁾。近年、日本的小児の標準体重を、この2000年度データによる本方式で統一する動きがあるが、まだ十分ではない¹⁷⁻¹⁹⁾。

肥満度で肥満診断されたデータを解釈する際には、上記の状況を十分に考慮し、その根拠となる標準体重が何であるのかを必ず確認する必要がある。特に肥満頻度の推移などいわゆる経年変化については、途中の診断基準変更の有無などについての注意も必要である。小児保健、学校保健関係者において、このような統計学的問題点の認識の浸透が望まれる。

2) 成人との連続性

日本では、成人の肥満診断を国際的標準指標であるBMIで行うことがすでに一般的である。仮に小児の肥満診断を「学校保健会方式」の標準体重による肥満度で行う場合、小児肥満から成人肥満へのトラッキングの問題を考える場合に困難を生じる。すなわち、「学校保健会方式」をはじめ、通常、提示される標準体重は5~17歳のため、18歳の時点での肥満度からBMIへの切り替えの必要性が生じる(同様に、5歳未満の小児の肥満診断についても問題が生じる)¹⁷⁾。肥満度からBMIへの切り替えは単純な相関式などで変換されるものではなく、各個人の縦断的データを評価する場合、ある年齢で基準値あるいはカットオフ値が変更されることは不都合である。また先述の通り、小児の肥満診断の国際的標準指標はBMIであるため、日本の肥満度による肥満診断は肥満の国際比較をも困難にしている¹¹⁾。いずれの観点からも、日本的小児の肥満診断指標は、肥満度からBMIへと早期に転換させる必要がある。

腹囲による肥満診断

1. 歴史と現状

腹囲は、中心性肥満の指標(腹囲、腹囲/腰

囲比など)のうち、最も簡便で、かつ内臓脂肪量および心血管疾患リスクとより高い相関性を有する指標として確立され、同様の相関性により小児でも適用可能であることが明らかにされた^{2), 20)}。一方、腹囲の定義、すなわち計測法（計測位置）は明確でない。WHOによる測定位置（肋骨下端と腸骨稜上端の中点の高さ）⁵⁾が比較的汎用されているが、まだ統一されていない。日本のスタンダードである臍の高さの腹囲⁶⁾は、国際的にはほとんど用いられない。その他、胸の最も細い位置の腹囲（カナダなど）、および腸骨上縁の高さの腹囲（米国など）が使用されている。

腹囲は、BMIと同様、小児、成人を問わず、性および年齢に依存する。成人の性別年齢別腹囲基準値は存在するが数少なく、BMIと同様、定着しなかった。WHOがMSの診断基準を提唱して以降、各国別腹囲カットオフ値が多数報告され、現在でも統一されず人種別に設定されている²¹⁾。日本（成人）では、日本人MS診断基準の腹囲カットオフ値として、男性85(cm)、女性90(cm)（臍の高さの腹囲）が採用されている^{6), 21)}。

小児では、BMI同様、成人に比して腹囲における性・年齢依存性の概念が受け入れやすく、各国から性別年齢別腹囲基準値が多数報告された。日本でも2007年、筆者らが日本人小児腹囲基準値（胸の最も細い位置の腹囲：以下ウエスト囲、腸骨上縁の高さの腹囲：以下腸骨陵囲）を報告した²²⁾。

腹囲による小児肥満の診断カットオフ値はまだ確立されていない。International Diabetes Federation（以下IDF）は、小児MSの国際的診断基準を提唱し、腹囲基準値を各国別腹囲パーセンタイル基準値の90パーセンタイル値以上（10～16歳）と定義した²³⁾。一方、日本では、日本人小児MS診断基準の主たる腹囲カットオ

フ値として、男女とも80(cm)（臍の高さの腹囲）が採用されている²⁴⁾。

2. 問題点

1) 基準値とカットオフ値

小児の性別年齢別腹囲基準値は多数報告されているが、BMIの場合と同様の基準値設定の基準を満たし、国際的評価が確立しているものは少数である。筆者らが作成した日本人小児腹囲基準値は、1992～1994年収集の各性別年齢別、約100人以上の標本数を有する全国データを基に、LMS法により作成されており、上記の基準を満たす²²⁾。腹囲基準値の利用の際にも、BMI基準値と同様に、その十分な質の評価が必要である。

小児の各国固有の腹囲カットオフ値の報告はまだ数少なく、その根拠は、IOTFのBMIカットオフ値との相関、体脂肪率あるいは体幹脂肪量との相関、心血管疾患リスクとの相関など、様々である。また、そのすべてが腹囲基準値に基づくカットオフ値ではなく、それぞれの各カットオフ値利用の際にはそれぞれ注意が必要である。

成人の検討において、腹囲は健康者と非健康者における分布の重複が大きく、カットオフ値設定が困難であることが指摘されている²⁵⁾。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の報告はまだなく、したがって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。従来報告された腹囲カットオフ値についても、その意義、および疾患リスクの予測性について、再検討する必要がある。

2) 計測法（計測位置）

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）を基準に報告されているため、国際比較が困難である。このことは国

際的にも軽視されてきた根本的問題であり、腹囲の計測位置は早急に国際的に統一されるべきである。実際に、筆者らの2つの計測位置による腹囲（ウエスト囲および腸骨稜囲）の検討でも、男女とも計測位置による腹囲の差は明らかで、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かった。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かった。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し、測定位置の選定の重要性が再認識された²²⁾。

現時点における日本の腹囲による肥満診断は、計測データが臍の高さの腹囲であれば、日本人小児MS診断基準の腹囲カットオフ値（主に80cm）²⁴⁾に従うのが適当と考える。ウエスト囲あるいは腸骨稜囲の計測データが得られる場合には、筆者らは、暫定的なカットオフ値として、「日本人小児腹囲基準値の90パーセンタイル値」（IDFの提唱する小児MSの国際的診断基準の腹囲基準²³⁾に基づく）を用いて、肥満診断を行う。

3) 縦断的データによる肥満診断

腹囲縦断的データによる肥満診断法はまだ明確でない。しかし、腹囲もBMI同様、その縦断的データを基準値グラフ上にプロットし評価することで、肥満予備軍を診断し早期介入できる可能性がある。すなわち腹囲も、各個人のウエスト囲あるいは腸骨稜囲の縦断的データが得られる場合には、BMIの縦断的データ評価の場合とほぼ同様に利用できる可能性がある。しかし腹囲の縦断的データ評価に関してはBMI以上にまだ検証の必要がある。

おわりに

小児の肥満診断の意義は、主に早期介入による将来の生活習慣病の予防にある。生活習慣への介入が比較的容易な小児期に肥満を早期診断し介入することは、成人期MS、さらには動脈硬化性疾患の発症予防に重要である。今後、小児の肥満早期診断には、学校保健や小児科一般診療の現場における、身長、体重、さらにはBMI、腹囲の基準値グラフ上へのプロットおよび評価のルーチン化が重要と考える。特に縦断的データ評価は、肥満予備軍の段階での介入も期待できる。

現在、肥満診断の国際的標準指標（BMIおよび腹囲）、およびそれによる肥満診断法にも、まだ解決すべき問題点が残されている。しかし一方で、どんな指標でも全く欠点を有さないことは実際上不可能である。その指標の欠点を十分に理解し、さらにその欠点を可能な限り克服すべく利用し、臨床に役立てる努力が必要と考える。

総 括

1. BMIおよび腹囲は、成人、小児を問わず、肥満診断の国際的標準指標として確立された。日本的小児の肥満診断の指標においても、肥満度からBMIへの早期の転換が望まれる。
2. BMIおよび腹囲による肥満診断法には、基準値、カットオフ値の設定法を含め、まだ解決すべき問題点が存在し、さらなる改善が望まれる。
3. 小児肥満の早期診断および早期介入のためには、身長、体重だけでなくBMI、腹囲の縦断的データ評価のルーチン化が望まれる。

文献

- 1) Keys A, et al: Indices of relative weight and obesity. *J Chron Dis* 25: 329–343, 1972
- 2) Borkan GA, et al: Relationships between computed tomography tissue areas, thicknesses and total body composition. *Ann Hum Biol* 10: 537–546, 1983
- 3) Cole TJ: A method for assessing age-standardized weight-for-height in children seen cross-sectionally. *Ann Hum Biol* 6: 249–268, 1979
- 4) Metropolitan Life Insur Co: New weight standards for men and women. *Stat Bull* 40: 1–4, 1959
- 5) World Health Organization: Defining the Problem. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic*. World Health Organization, Geneva, p.6–15, 2000
- 6) 松沢祐次, 他: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
- 7) Cole TJ: The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr* 44: 45–60, 1990
- 8) Inokuchi M, et al: 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
- 9) Kuczmarski RJ, et al: CDC growth charts: United States. *Adv Data* 314: 1–28, 2000
- 10) Cole TJ, et al: Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 320: 1240–1243, 2000
- 11) Inokuchi M, et al: 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
- 12) WHO Multicentre Growth Reference Study Group: Construction of the body mass index-for-age standards: WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. World Health Organization, Geneva, p.229–300, 2006
- 13) Must A, Anderson SE: Childhood obesity: definition, classification and assessment. *Clinical Obesity in Adults and Children*. (Ed) Kopelman PG, et al, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, p.215–230, 2005
- 14) Reilly JJ, et al: 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
- 15) Krebs NF, et al: Assessment of child and adolescent overweight and obesity. *Pediatrics* 120: S193–S228, 2007
- 16) Taylor RW, et al: Early adiposity rebound: review of papers linking this to subsequent obesity in children and adults. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 8: 607–612, 2005
- 17) 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, p.38–42, 2006
- 18) 健康・栄養情報研究会:肥満の判定. 国民健康・栄養の現状—平成18年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より(健康栄養情報研究会編集), 東京, 第一出版, p.18–19, 2009
- 19) 文部科学省:肥満傾向児及び瘦身傾向児の出現率. 平成20年度学校保健統計調査報告書. 文部科学省, 東京, p.17–18, 2009
- 20) Freedman DS, et al: 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
- 21) Alberti KGMM, et al: Metabolic syndrome—a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med* 23: 469–480, 2006
- 22) Inokuchi M, et al: 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
- 23) Zimmet P, et al: International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention of Diabetes: The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet* 369: 2059–2061, 2007
- 24) 大関武彦, 他:小児のメタボリックシンドローム診断基準の各項目についての検討. 厚生労働科学研究費補助金 小児期メタボリック症候群の概念・病態・診断基準の確立及び効果的介入に関するコホート研究 平成18年度総合研究報告書: 5–7, 2007
- 25) Flegal KM: Waist circumference of healthy men and women in the United States. *Int J Obes* 31: 1134–1139, 2007