

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
分担研究報告書

学校保健統計調査のデータ解析
～体格評価のための国際基準と国内基準の問題点～

研究分担者：清野 健 大阪大学大学院基礎工学研究科・教授

研究代表者：緒形 ひとみ 広島大学大学院人間社会科学研究科・准教授

研究分担者：永井 成美 兵庫県立大学環境人間学部・教授

能瀬 さやか ハイパフォーマンススポーツセンター・国立スポーツ

科学センター・スポーツ医学研究部門・産婦人科医

木村（萱場） 桃子 筑波大学医学医療系・日本学術振興会特別研究員
(RPD)

研究要旨

子どもの低体重や過体重を正確に評価することは、健康や発達の問題を発見するために非常に重要である。しかし、子どもの体格評価のための既存の基準は、その妥当性について十分に精査されていない。本研究では、国際肥満タスクフォース（International Obesity Task Force : IOTF）が設定した BMI（Body Mass Index）に基づく体格評価基準と、我が国の学校保健統計調査において用いられている体格評価基準について、その評価結果の特徴を調べた。ここでは、我が国の学校保健統計調査において、2008 年から 2019 年に計測された 5 から 17 歳の子どものデータ（7,863,520 人）について、分位回帰法（quantile regression）を用いて、年齢、性別、身長に対する体重の分布構造を詳細に分析した。分析の結果、低体重の評価において IOFT 基準を適用した場合、男性 11～13 歳、女性 10～11 歳において、顕著な身長依存性が見られた。BMI を用いた判定では、同性、同年齢の群において、身長が下位 25% の子どもは、上位 25% の子どもと比べて、5 倍も多い割合で低体重に分類された。同様に、過体重の評価では、男性 8 歳～11 歳、女性 7 歳～10 歳において、身長が下位 25% の子どもは、上位 25% の子どもと比べて、4～5 倍も多い割合で過体重に分類された。また、我が国の学校保健統計調査の基準を用いた場合、IOFT 基準の結果には見られない、強い年齢依存性があった。特に、7 歳未満の低体重・過体重の割合が非常に少ない傾向があった。しかし、学校保健統計基準の身長依存性は IOFT 基準より小さく、身長階級間の違いは 3 歳未満であった。本研究の結果は、子どもの低体重と過体重を評価するためのゴールドスタンダードが、依然として存在しないことを強調するものである。同年齢において、相対的に低身長や高身長の場合は、従来基準を用いた判定結果のみに頼るのではなく、他の検査結果を踏まえた慎重な判断が必要である。

A. 研究目的

本研究の目的は、国際肥満タスクフォース（International Obesity Task Force : IOTF）が設定した BMI（Body Mass Index）に基づく体格評価^{1, 2)}、および、我が国の学校保健統計調査において用いられている子どもの体格評価基準³⁾について、その妥当性を検証することである。我々は、本研究事業において、学校保健統計調査などで導入されている従来基準を用いて、子どもの痩身評価を行う過程で、その判定結果の妥当性に疑問を感じた。例えば、BMI を用いた国際基準を使用した場合、低体重や過体重の評価結果に年齢依存性は、ほぼ見られないが、学校保健統計調査の基準を用いた場合、低体重と過体重の両方に強い年齢依存性が見られた（国際基準と国内基準の判定結果の不一致）。さらに、体格評価指標には、身長依存性がないことが期待されるが、子どもの体格評価に用いられる従来基準（国際基準と国内基準の両方）には、強い身長依存性がみられた。分析に用いる痩身評価法の妥当性の根拠が不明のまま、分析結果を示せば、誤った結果を社会に示す危険性がある。そこで、本研究では、子どもの身長に対する体重分布の特性を調べることで、低体重および過体重の評価基準の問題点を考察した。

体格評価基準の妥当性を議論する場合、妥当性を裏付ける根拠とは何かについて、事前に明確にしておく必要がある。臨床診断などで用いられてきた一般的な判定基準の妥当性については、臨床判断値として疫学的根拠に基づいて定められたものか、あるいは、基準範囲のように、健常人（もしくは、一般人口）を対象とした出現確率に

基づき定められたものかで、その意味が異なる。現在、広く用いられている体格評価の国際基準値は、後者の立場で定められている。すなわち、一般人口において、ある程度出現確率が少ないと考えられる身長、体重、BMI などのパーセント点（センタイル点）あるいは、z 値に対応する値が判定基準値として採用されている^{1, 2)}。したがって、そのような基準の解釈は、一般人口において、そのような体型は希にしか見られないということであり、体型が希と評価されたのであれば、健康や栄養の問題が背後にないかを、標準体型の人よりも注意して観察する必要があるということである。以下では、一般人口において、出現頻度の大小を定量的に評価できる指標を、妥当な体格評価指標と判断する。

B. 研究方法

データ

本研究では、我が国の学校保健統計調査により収集されたデータを分析した。ここで分析したデータは、2008 年から 2019 年にかけて計測された、5 歳から 17 歳までの 7,863,520 人の子どもの性別、年齢、身長、体重である。元の学校保健統計調査データに含まれる 8,083,466 人の記録から、欠損値を含む 2.72% のデータを除外した。

低体重および過体重の評価基準

ここでは、IOFT が設定した BMI の国際基準と、学校保健統計調査で現在採用されている percentage of overweight (POW) を用いた国内基準について検討した。IOFT が設定した BMI の基準値は、1963 年から 1993 年の間に収集された 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(生後から25歳までの男性97,876人、女性94,851人)の分析に基づき設定されたものである^{1, 2)}。その基準は、成人のBMI基準値に対応するパーセント点が増持されるように、低年齢側に拡張されたものであり、性別、年齢別に、BMIの基準値が与えられている。すなわち、出現率の大小が、基準値設定の根拠となっている。この基準は、主に疫学的研究において国際的に広く利用されてきた⁴⁾。

日本の学校保健統計調査の体格判定基準の設定では、性別、年齢別の身長・体重分布が二変量正規分布で近似できると仮定されている⁵⁾。そして、標準的な体重と身長の関係は、その95%確率楕円内のデータに当てはめた回帰直線によってモデル化された。その線形モデルを用いて計算された標準体重と、実際の体重との乖離により、痩身傾向児と肥満傾向児が判定される。すなわち、以下で定義される肥満度(Percent of Overweight: POW)

$$\text{POW} = \frac{\text{実測体重 (kg)} - \text{標準体重 (kg)}}{\text{標準体重 (kg)}} \times 100$$

が、-20%以下の子どもは痩身傾向と判定され、+20%以上の子どもは肥満傾向と判定される。

分位回帰を用いたパーセンタイル曲線および体重パーセンタイル値の推定

本研究では、身長に対する体重分布の構造を詳細に特徴付けるために、身長に対する体重分布のパーセンタイル曲線を、実際のデータ分布に3次関数を当てはめること

で推定した⁶⁾。学校保健統計調査のデータでは、身長がセンチメートル(cm)、体重がキログラム(kg)単位の整数値で記録されている。離散化された整数値データでは、推定の精度が低くなるため、ここでは、元データにランダムデータを加算することで、推定結果の平滑化を行った。また、体重パーセンタイル値は、平滑化ブートストラップ複製を200個生成し、それらの中央値として推定した⁷⁾。

C. 研究結果

ここでは、女性の結果のみを紹介する。男性を含む結果については、文献⁸⁾において報告した。

BMIを用いたIOFT基準による低体重評価では、9~11歳の女性(図1(a, b))に顕著な身長依存性が見られた。特に、11歳女性では、低身長サブグループの女性は、高身長サブグループの女性に比べて、グレード1のやせで5倍程度、グレード2のやせで8倍程度多い割合となった。同様に、IOFT基準による過体重評価においても、7~10歳の女性において、身長依存性が見られた(図1(d, e))。図1に示した身長依存性は、2008年~2019年のすべての年に同様に見られた。BMIを用いたIOFT基準では、身長の違いを区別することなく全データを分析した場合に、年齢依存性は小さくなった。IOFT基準では、低体重(やせ)、あるいは、過体重(肥満)と判定される割合が、およそ、10%、あるいは、2%であった。

POWを用いた国内基準による評価では、身長の違いを区別することなく全データを分析した場合でも、顕著な年齢依存性が見られた。POWに基づく評価では、5歳時点

でのやせと肥満の割合が著しく低く、IOFT基準の評価結果と矛盾していた。低体重の評価については、12歳女性は、5歳女性の9倍、痩身傾向と判定される割合が多かった。同様の年齢依存性は2008～2019年の期間を通して観察された。従って、この年齢に依存したパターンは、痩身傾向児の割合を反映しているのではなく、基準値の設定自体が、年齢依存して変化していることを反映していると考えられる。国内基準でも、身長サブグループ間の違いが見られたが、その違いはIOFT基準よりも小さく、3倍未満に抑えられた。

低体重、過体重の基準値位置の年齢依存性をみるために、年齢毎の体重分布の基準値位置と対応する裾確率を推定した（図2）。ここで、裾確率とは、基準値に対し分布の裾側の領域が占める確率を表す。図2上段から、IOFT基準では、裾確率が2%程度、あるいは、10%程度の位置に基準が設定されていると推測できる。それに対し、図2下段から、国内基準の裾確率が、一定ではないことがわかる。POWを用いた学校保健統計調査の基準は、POW分布が年齢に依存せず一致することを前提としていると解釈するのが自然である。しかし、そのような前提は成り立っていなかった。POWを用いた学校保健統計調査の基準の欠点は、裾確率を調べることなく、基準値を設定したことにある。このことが、学校保健統計基準を用いた評価結果に、顕著な年齢依存性が見られる原因と考えられる。

IOFT基準、および、学校保健統計基準に見られる身長依存バイアスの原因を探るために、身長に対する体重分布のパーセンタイル（センタイル）曲線の推定結果を図

3に示す。図3中の、IOFT基準（青破線）、および、学校保健統計基準（緑破線）と、センタイル曲線（赤実線）が平行であれば、指標値が身長に対して調整されていることを意味する。17歳女性では（図3下段）、この条件がほぼ成り立つため、評価結果の身長依存性はほとんどない。しかし、9歳女性では（図3上段）、基準値曲線（破線）が、複数のセンタイル曲線（赤実線）を横切っているため、顕著な身長依存性が表れる。一般人口における出現率の大小評価の意味で、妥当な体格評価基準を確立するためには、センタイル曲線の構造を詳しく分析し、それを反映した体格指標を定義する必要がある。

D. 考察

POWを用いた学校保健統計調査の体格評価の問題点は、一般人口における身長に対する体重分布の構造を十分に考慮できていないことにある。図3に示したセンタイル曲線（赤実線）が、すべて直線である（曲がっていない）ことが、身長・体重分布が2変量正規分布で近似できることの必要条件である。17歳女性では（図3下段）、そのような近似がある程度妥当であるが、9歳女性では（図3上段）、身長・体重分布を2変量正規分布で近似できない。加えて、体重分布は正規分布に従わないこと⁹⁾が経験的に知られているため、2変量正規分布を仮定することは適切でない可能性がある。したがって、POWを定義する前提が崩れている場合がある。また、先行研究において、POWを用いた評価では、低身長児の肥満度が、過大評価される傾向が報告されている³⁾。以上を踏まえれば、POWを用い

た体格評価について、その妥当性を早急に再検証する必要がある。

ここでは、体格評価指標の基準の根拠を、一般人口における出現率においた。このような根拠に基づく体格評価指標では、体組成、栄養状態、健康・疾患の判定における妥当性が保証されていないことに注意していただきたい。それぞれの目的における体格評価指標の妥当性については、疫学的研究に基づき確立する必要があり、本研究のアプローチでは検証できない。

10歳前後の女性、あるいは、初経発来前の女性については、初経発来の有無（早発、遅延）を予測できる指標として、体格評価指標の妥当性が検証できる可能性がある。我々の予備調査では、月経発来の予測能は、BMIと比べて、POWの方が低い結果となった。女性の初経発来の遅延は、低骨量リスクなど、生涯にわたる健康リスクと関連する可能性がある。そのため、未成年女性の痩せ評価を適切に行うことは非常に重要である。

E. 結論

BMIを用いたIOFT基準、および、POWを用いた学校保健統計調査基準を用いた体格評価結果には、身長、あるいは、年齢に依存した無視できない判定バイアスが見られた。我々の結果は、従来基準の有用性を完全に否定するものではなく、現時点では、子どもの低体重と過体重を評価するためのゴールドスタンダードが、存在しないことに注意を促すものである。同年齢において、相対的に低身長や高身長の場合は、従来基準を用いた判定結果のみに頼るのではなく、他の検査結果を踏まえた慎重な判断が必要

である。

F. 健康危険情報

特記事項なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

- Isoyama, Yosuke, et al. "Age-and height-dependent bias of underweight and overweight assessment standards for children and adolescents." *Frontiers in Public Health* 12 (2024): 1379897.

2. 学会発表

特記事項なし。

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

特記事項なし。

2. 実用新案登録

特記事項なし。

3. その他

特記事項なし。

I. 引用文献

1. Cole, Tim J., et al. "Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey." *Bmj* 320.7244 (2000): 1240.
2. Cole, Tim J., et al. "Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey." *BMJ* 335.7612 (2007): 194.
3. Matsuda, Takuya, et al. "Percentage of

- overweight is overestimated in children of short stature." *Pediatrics International* 64.1 (2022): e14985.
4. Lister, Natalie B., et al. "Child and adolescent obesity." *Nature Reviews Disease Primers* 9.1 (2023): 24.
 5. 生魚(澤村)薫, 橋本令子, and 村田光範. "学校保健における新しい体格判定基準の検討." 新基準と旧基準の比較, および新基準による肥満傾向児並びに痩身傾向児の出現頻度にみられる 198 年から 2006 年にかけての年次推移について-小児保健研究 69.1 (2010): 6-13.
 6. Koenker, Roger, and Gilbert Bassett Jr. "Regression quantiles." *Econometrica: journal of the Econometric Society* (1978): 33-50.
 7. Silverman, B. W., and G. A. Young. "The bootstrap: to smooth or not to smooth?." *Biometrika* 74.3 (1987): 469-479.
 8. Isoyama, Yosuke, et al. "Age-and height-dependent bias of underweight and overweight assessment standards for children and adolescents." *Frontiers in Public Health* 12 (2024): 1379897.
 9. Silverman, Mark P. "Exact Statistical Distribution of the Body Mass Index (BMI): Analysis and Experimental Confirmation." *Open Journal of Statistics* 12.3 (2022).

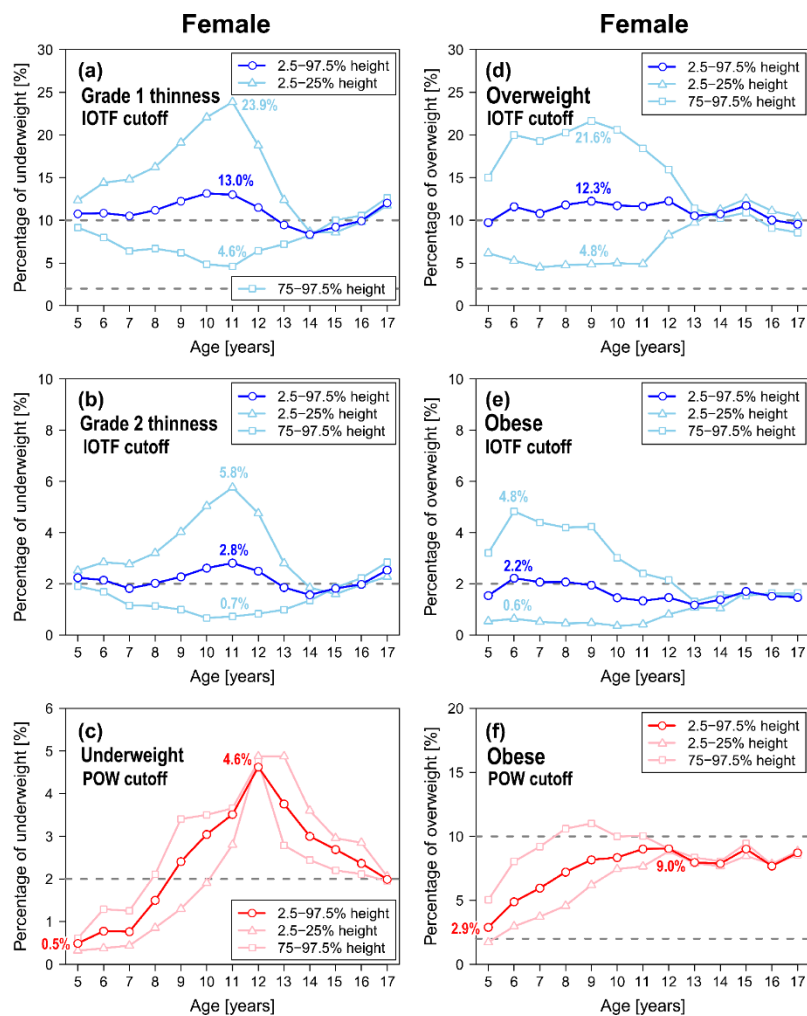


図1：女性（2018年）の低体重（左）と過体重（右）の割合の年齢依存性（各パネルの横軸）、および、身長依存性（各パネル中の3実線）。身長を2.5～97.5%（全体）、2.5～25%（低身長群）、75～97.5%（高身長群）に分けて、それぞれの年齢依存性を描いた。（上2段）IOFT基準を用いた場合。（下段）学校保健統計基準を用いた場合。年齢依存性がない場合は、各線が水平になり、身長依存性がない場合は、3本の実線が重なる。

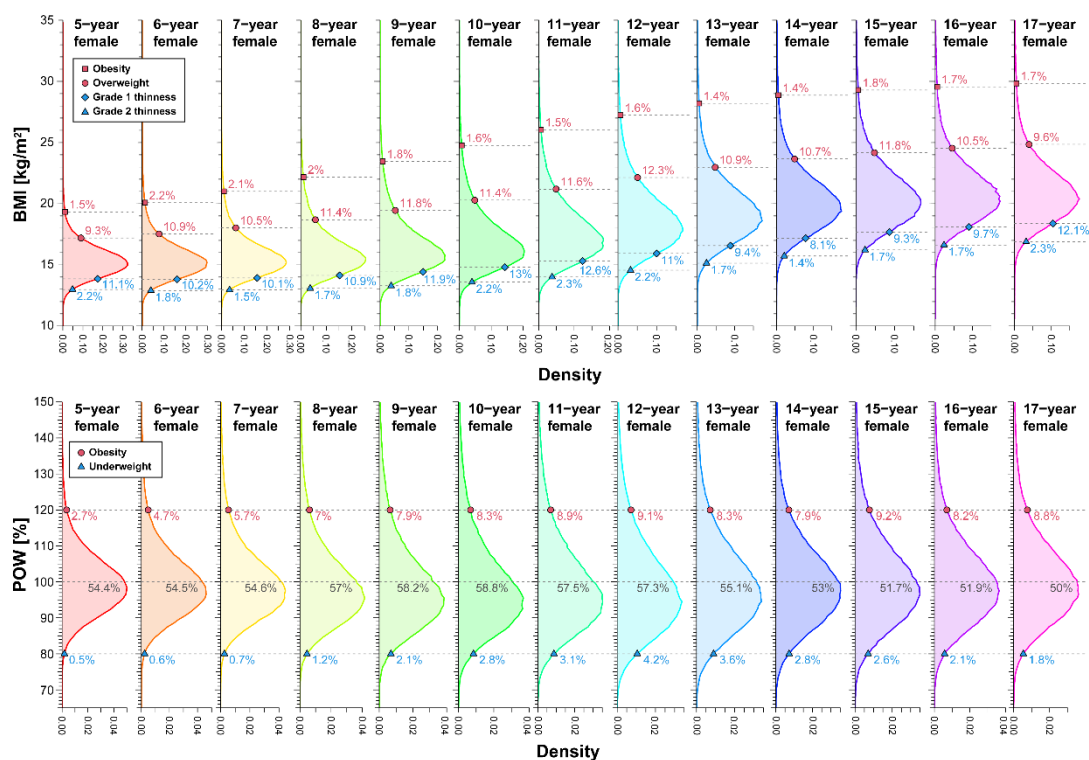


図 2：女性の年齢別の体格評価基準の上下裾確率（％）。（上段）IOFT 基準。図中の破線は、上から肥満、過体重、グレード 1 のやせ、グレード 2 のやせの基準位置。（下段）学校保健統計基準。破線は、上から、肥満傾向、標準体重、痩身傾向基準の位置。2008～2019 年のデータの分析結果。

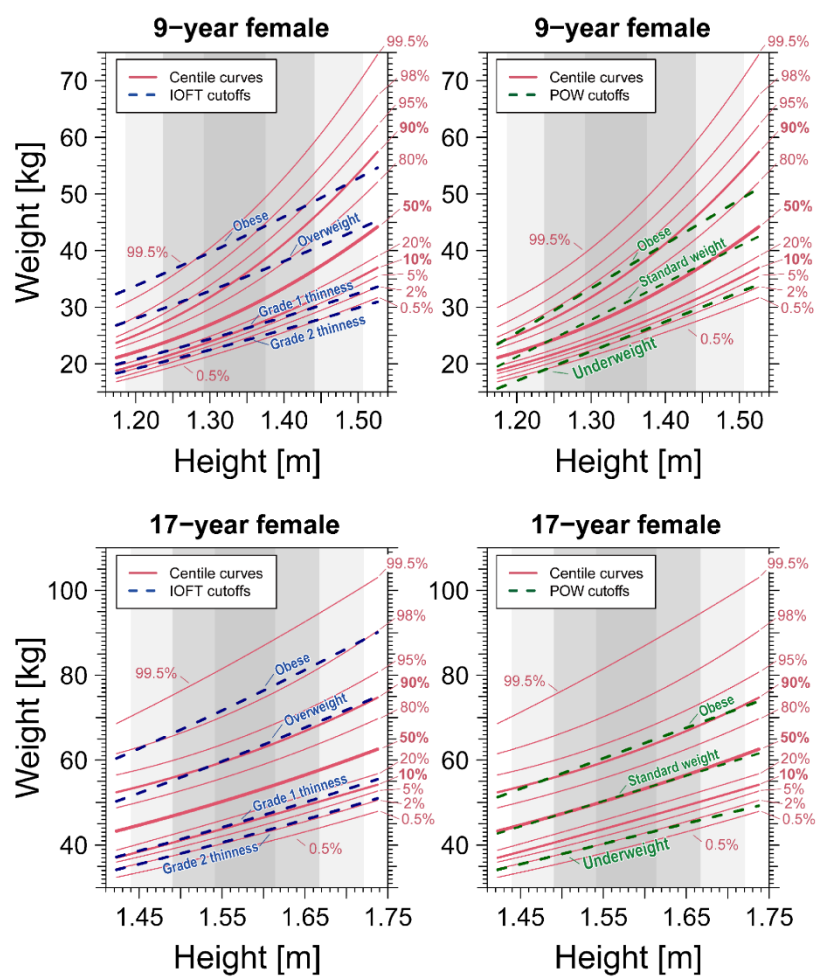


図 3：女性の低体重（左）と過体重（右）の割合の年齢依存性（各パネルの横軸）、および、身長依存性（各パネル中の 3 実線）。身長を 2.5～97.5%（全体）、2.5～25%（低身長群）、75～97.5%（高身長群）に分けて、それぞれの年齢依存性を描いた。（上 2 段）IOFT 基準を用いた場合。（下段）学校保健統計基準を用いた場合。年齢依存性がない場合は、各線が水平になる。身長依存性がない場合は 3 本の実線が重なる。