

都市部大学に通う女子大生の体型と体構成評価に関する研究 —BMI（体型）と体脂肪率（体構成）の評価の妥当性について—

1. はじめに
2. 方法
3. 結果
4. 考察

梶井 康子*
 星 旦 二**
 渡辺 順子***
 真下 みどり***
 浜野 美代子***

要 約

近年、ライフスタイルの変化に伴い、健康状態、疾病構造にも影響を及ぼしてきた。特に、若年女性の間では「やせ志向」からくる食生活の乱れが社会問題としてあげられている。

研究目的は、都市部に位置する大学に通う女子学生（20～21歳）の身体特性の現状を明らかにするとともに、体型（BMI）と体構成（栄研式キャリパーによる皮下脂肪厚・インピーダンス法による体脂肪率）の肥満判定との関連性を明確にして、体構成評価のための基礎資料を得ることである。

対象者は、20～21歳の女子学生291名である。測定項目は、体型を示す身長・体重、ここからBMI（肥満判定指数）を算出した。体構成は、皮下脂肪厚測定〔計算値〕、インピーダンス法による体脂肪率測定〔実測値〕を行い、体型と体構成の評価の妥当性、信頼性について検討した。

主な結果は以下の通りである。

- (1) 対象者の身体特性は、体型及び皮下脂肪厚はともに「基準値」であったが、体脂肪率の実測値は「肥満」の一手手前であり、「隠れ肥満」であることが明らかになった。
- (2) BMIと体脂肪率の実測値の肥満判定との間には、統計上有意な差が認められ（ χ^2 検定 $P < 0.001$ ）、敏感度10.3%、特異度45.4%であった。
- (3) 体脂肪率の計算値と実測値の肥満判定との間には、統計上有意な差が認められ（ χ^2 検定 $P < 0.001$ ）、敏感度54.7%、特異度86.7%であった。
- (4) 体構成（体脂肪率、体脂肪量、除脂肪体重）の計算値と実測値の間には、統計上有意

* 東京都立大学大学院都市科学研究科（博士課程）

** 東京都立大学都市研究所

*** 東京家政学院大学家政学部

な正の相関が認められた ($P < 0.001$) が、体脂肪率、除脂肪体重の相関係数 ($r = 0.34 \sim 0.38$) は低い値であった。

(5) BMIは実測値の体脂肪率と有意な正の相関があり ($r = 0.689$ $P < 0.001$)、計算から求めた体脂肪率より相関係数が高かった ($r = 0.438$ $P < 0.001$)。

(6)「隠れ肥満」が指摘されている若い年代の身体評価には、体型と体構成両者の評価の必要性が認められた。また、体構成の評価にはインピーダンス法を用いることがより効果的であることが示唆された。

1. はじめに

近年、急激なライフスタイルの変化に伴い食生活、余暇時間などが多様化し、その結果、健康状態、疾病構造にも影響を及ぼしてきた。特に、若い女性の間では、「やせ志向」からくる欠食・偏食の食生活の乱れ、拒食症・過食症の摂食障害、運動不足が社会問題として取り上げられている。また、「やせ願望」の強いこの年代の女性が体重・体型を気にするのは、テレビに映るタレントやスーパーモデルのスタイルへの憧れや、ダイエット情報を掲載している情報雑誌などのマスコミの影響と言えよう(中嶋ら, 1994)。

体重は、脂肪と除脂肪体重(筋肉、骨)に大別される。「肥満」とは、体重の中でも脂肪が過剰に蓄積した状態を指し(箕輪, 1982; 長嶺, 1972)、単に体重が重い、筋肉が発達しているというのは「肥満」とはいえない。このことから、外見で肥満判定を行うことは極めて困難である。「肥満」の発生には、遺伝的素因、食習慣、運動などが関わり、糖尿病、動脈硬化、高血圧、痛風の合併症を起こすことが知られている。甲田ら(1994)は、今後、生活習慣病の危険因子を排除するためにも、身体測定特に、体脂肪評価を用いた健康管理が必須であると報告している。

身体特性の代表的な測定方法は、体型を示す肥満度、標準体重(箕輪, 1982; 長嶺, 1972)の他に、体構成を測定する水中体重法(Lukaski, 1987)、電気抵抗法(Lukaski, 1985; Lukaski, 1986; 中嶋ら, 1990)、超音波法(豊川ら, 1984)、皮下脂肪厚法があり、測定の実用性、妥当性、再

現性について検討が行われている。

本研究は、都市に位置する大学に通う女子大生を対象として、女子学生の身体特性の現状を明らかにするとともに体型を示すBMI、体構成を示す皮下脂肪厚、インピーダンス法による体脂肪率の肥満判定の差異について検討を行い、その関連性と評価方法の妥当性と信頼性を明らかにしたので報告する。

2. 方法

(1) 対象者

対象者は、東京家政学院大学家政学部管理栄養士専攻(各年度1クラス約50名)に1990~1995年に入学した20~21歳の健康な女子学生291名である。各年度毎の母数が少ないため、1990~1992年、1993~1995年の3年間ずつをひとまとめにして分析した。

(2) 測定項目と方法

測定項目は、体型を示す身長と体重、体構成を示す体脂肪について行った。

体型を示す身長、体重の測定は、国民栄養調査(厚生省)に準じた方法を用い、身長計、体重計で行った。体重は身軽な服装で測定し、後日着ていた服装の重量を自己申告してもらい、測定値より差し引いた。また、体型の評価として、身長、体重から肥満判定指数(BMI; Body Mass Index: 体重 kg /身長 m^2)を算出した。

体脂肪の評価としては、皮下脂肪厚とインピーダンス法による体脂肪率の2つの方法から検討を行った。皮下脂肪厚の測定は、栄研式皮下脂肪厚計

(キャリパー)を用い、国民栄養調査(厚生省)に準じた方法で行った。ただし、この皮下脂肪厚の測定は、原則として同一人物が行うことが望ましいとされているが、今回は1クラス(約50名)の測定を各班(約7名前後)で分担したため、同一人物ではなかったということが国民栄養調査と相違する点である。測定部位は、上腕背部と肩胛骨下端部の2点を測定し、合計した。また、測定した皮下脂肪厚から体脂肪率を求める際は、「長嶺の皮下脂肪厚からの体密度推定式(1972)」を用いて体密度を求めてから、BROZKE(1963)の計算式に代入し、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪体重を算出した。

1) 成人女子(20歳以上)の体密度推定式

$$D = 1.0897 - 0.00133X \quad ※ D = \text{体密度}$$

$X = \text{皮下脂肪厚 (mm)} (\text{肩甲骨下端部} + \text{上腕背部})$

2) 体脂肪 BROZKE(1963)の式

$$\text{体脂肪率}(\%) = (4.570/D - 4.142) \times 100$$

$$\text{体脂肪量(kg)} = \text{体重(kg)} \times \text{体脂肪率}(\%) / 100$$

3) 除脂肪体重 (Lean Body Mass : LBM)

$$\text{LBM (kg)} = \text{体重(kg)} - \text{体脂肪量(kg)}$$

体構成の評価として、皮下脂肪厚の他にインピーダンス法 (Body Composition Analyzer : セントウェル社 BIA-103) での体脂肪測定を行った。インピーダンス法を本研究で用いた理由は、水中体重法と高い相関を示したという研究報告が示唆されているからである (Lukaski, 1985 : Lukaski, 1986 : 中塘ら, 1990 : 国井ら, 1989)。測定方法は、右手、右足に電極を貼付して身体の抵抗値を測定し、性別、年齢、身長、体重をコンピューターに入力することにより計測するものであり、除脂肪組織は水分に富んでいるため伝導性がよく、脂肪組織は伝導性が悪いという原理を利用している。そのため測定に際し、体内水分量を標準に保つため、対象者には次の4つの指示をした。①測定前の食事および運動はしないこと、②24時間以内の飲酒はしないこと、③測定時、金属類は身につけな

いこと、④測定時、安静にすることである。

(3) 分析方法

統計処理は、統計ソフトSTATFLEXを用いた。測定値は平均値±SDで示し、統計学的手法は、t検定、ピアソンの積率相関、 χ^2 検定を用いた。体脂肪率の結果は、皮下脂肪厚から体密度、BROZKE(1963)の計算式に代入した結果を「計算値」、インピーダンス法で測定した結果を「実測値」として検討を行った。

また、体型と体構成の肥満判定の妥当性を評価する項目として、敏感度 (sensitivity)、特異度 (specificity)、陽性反応的中率 (predictive value of positive test)、陰性反応的中率 (predictive value of negative test) を算出した (柳, 1995)。

3. 結果

3. 1 対象者の体型と体構成の実態

対象者の身体特性の結果を表1に示した。対象者の身長、体重から算出したBMI(20~24 基準値)は、それぞれ 20.7 ± 2.2 、 20.6 ± 2.2 を示し、「基準値」の体型であり各年度毎での有意差は認められなかった。

体構成の結果は、キャリパーを用いた皮下脂肪厚(成人女性 50mm以上 肥満)は、それぞれ $35.8 \pm 11.9\text{mm}$ 、 $43.8 \pm 20.4\text{mm}$ と「基準値」範囲で

表1 対象者の身体特性およびインピーダンス法による体脂肪率

年		1990~1992	1993~1995
身長	cm	158.0 ± 4.6	158.0 ± 5.4
体重	kg	51.8 ± 6.5	51.5 ± 6.4
BMI		20.7 ± 2.2	20.6 ± 2.2
皮下脂肪厚	mm	35.8 ± 11.9	43.8 ± 20.4
体脂肪率	%	27.7 ± 4.3	26.1 ± 3.8
体脂肪量	kg	14.4 ± 3.7	13.7 ± 3.5
除脂肪体重	kg	37.3 ± 3.6	38.1 ± 4.1
水分	%	55.0 ± 4.4	56.5 ± 4.1

※皮下脂肪厚：上腕背部+肩胛骨下端部

※BMI：体重kg/身長 m^2

表2 BMIからみた体構成の肥満判定差異について

n	BMI		皮下脂肪厚		体脂肪率 %			
	判定		mm	判定	計算値	判定	実測値	判定
95	18.5±0.7	やせ	32.7±14.4		22.8±8.3		24.0±3.5	基準
177	21.2±1.2	基準	41.7±13.4		27.8±7.7		27.7±3.4	境界
19	26.4±1.8	やや肥満以上	59.9±20.9	肥満	38.6±12.6	肥満	33.6±2.3	肥満

※BMIの肥満者が1名だったため、やや肥満以上にまとめた

表3 BMI肥満判定（日本肥満学会）

やせ	<20
基準	≥20<24
肥満傾向	≥24<26.5
肥満	26.5

表4 皮下肥満厚（mm）と計算式から求めた体脂肪率（%）による肥満判定

対象：成人女性
 皮脂厚_{mm} = 上腕背部 + 肩胛骨下端部

軽度の肥満		肥満		極度の肥満	
mm	%	mm	%	mm	%
45	30	55	35	60	40

※厚生省は皮下脂肪厚50mm以上を肥満としている（成人女性）

※軽度の肥満を境界とした

表5 BMIと体脂肪率（実測値）の独立性の検定

体脂肪率	BMI			計
	やせ	基準	やや肥満以上	
やせ	6	0	0	6
基準	55	46	0	101
境界	32	101	2	135
肥満	2	30	17	49
計	95	177	19	291

BMIの肥満者が1名だったため、やや肥満以上にまとめた

自由度 6
 χ^2 値 122.26
 $P < 0.001$

はあったが、増加傾向を示し、統計学上有意差が認められた（ $P < 0.001$ ）。

一方、インピーダンス法で測定した体脂肪率（成人女性 20～25%；基準値 25～30%；基準と肥満の境界域 30%以上；肥満）は、それぞれ27.7±4.3%、26.1±3.8%であり、「基準値」と「肥

満」の境界域にあることが明らかになった。

対象者の体型は「スリム」ではあったが、皮下脂肪厚が増加傾向にあることや、インピーダンス法での体脂肪率の結果が「肥満」の一步手前であることから、「隠れ肥満」であることが指摘された。また、同時にBMIとインピーダンス法による体脂肪率の結果において肥満判定の相違が認められた。

3. 2 BMI（体型）からみた体構成における肥満判定の差異

表2には、BMIの肥満判定から分類した体脂肪率の「計算値」、「実測値」の結果を示した。BMIの肥満判定は「やせ」「基準値」「やや肥満」「肥満」に分類される（表3）が、BMIの肥満者が1名だったため、「やや肥満以上」としてまとめた。皮下脂肪厚の肥満判定は表4に示した。その結果、BMIと体脂肪率の「計算値」の肥満判定は一致するが、体脂肪率の「実測値」による判定の相違がみられた。

そこで、BMIと体脂肪率の「実測値」の肥満判定差異を χ^2 検定により検討した（表5）。体脂肪率（実測値）の肥満判定は「やせ」「基準値」「境界」「肥満」とした。その結果、両者の肥満判定には統計学上有意な差が認められた（ $P < 0.001$ ）。BMIによる肥満判定で「基準値」は177/291（60.8%）、体脂肪率による判定で「基準値」は101/291（34.7%）となり、その数は約1/2に減少した。BMIで「やや肥満以上」は19/291（6.5%）に対して、体脂肪率の判定では「肥満の境界」は135/291（46.4%）、「肥満」は49/291（16.8%）であり、体構成からみると全体の約6割以上の人々が「肥満の一步手前」あるいは「肥満」であった。また、BMIで「やせ」と判定された95人中、体脂肪率が「基準値」だったのが55人（57.8%）、「境界」が32人（33.6%）、「肥満」という人は2人（2%）も

存在していた。

3. 3 BMI (体型) と体構成 (インピーダンス法による体脂肪率) の評価の妥当性

次に、BMIと体脂肪率の「実測値」の肥満判定を用いて、見かけの体型と体構成の評価の妥当性について検討した。妥当性を評価するため、感度 (sensitivity)、特異度 (specificity)、陽性反応的中率 (predictive value of positive test)、陰性反応的中率 (predictive value of negative test) を算出した。ここでの「スクリーニングテスト」をBMI、「診断結果」を体脂肪率の「実測値」とした。

感度とは、「疾患を有している者が検査で異常とされる割合」の意味であり、今回は体脂肪率の「実測値」で「肥満の境界・肥満」と判定された者が、BMIでも「やや肥満以上」と判定される割合をさす。特異度とは、「疾患を有していない者が検査で異常なしとされる割合」であり、今回は体脂肪率の「実測値」で「基準値」と判定された者がBMIでも「基準値」と判定される割合をさす。「陽性反応的中率」とは、検査陽性中の疾病異常ありの割合であり、BMIで「やや肥満以上」と判定された者が体脂肪率も「肥満の境界・肥満」である割合を指す。陰性反応的中率は検査陰性中の疾病異常なしの割合であり、BMIで「基準値」と判定された者が体脂肪率も「基準値」と判定される割合を指す。これらの項目がともに高い値ならば、BMIは有効性の高い「スクリーニングテスト」で

あると判断される。

感度の結果は10.3%、特異度は45.5%、陽性反応的中率は100.0%、陰性反応的中率は26.0%であった (表6)。

表6 BMI、体脂肪率実測値の肥満判定の妥当性

	%
感度	10.3
特異度	45.5
陽性反応的中率	100.0
陰性反応的中率	26.0

陽性反応的中率が100.0%なので、BMIで「肥満の境界・肥満」と判定された者は、体構成も「肥満」である確率が極めて高い。しかし、感度が10.3%なので、体脂肪率が「肥満」であってもBMIで「肥満」と判定される確率は極めて低いことが明らかになった。よって、スリムな体型である若年女性を対象とした場合、「肥満」判定をBMIのみで行う有効性は低いことが示唆された。

3. 4 体構成の計算値と実測値の評価と妥当性

体構成の評価において、体脂肪率の「計算値」と「実測値」の肥満判定について検討を行った。体脂肪率の「計算値」の肥満判定は「基準値」「境界」「肥満」「極度の肥満」に分類した (表4)。その結果、両者の肥満判定は統計学上有意差が認められた (表7 χ^2 検定 $P < 0.001$)。

全体から見た体脂肪率の「計算値」、「実測値」による判定で「肥満」は、それぞれ32/291 (11.0

表7 体脂肪率の実測値と計算値の独立性の検定

実測値	計算値				計
	30%未満 基準	30~35%未満 境界	35~40%未満 肥満	40%以上 極度の肥満	
20~25% 基準	78	9	0	3	90
26~30% 境界	105	13	6	13	137
31~35% 肥満	14	10	14	5	43
36%以上 極度肥満	3	2	12	4	21
計	200	34	32	25	291

自由度 9
 χ^2 値 108.85
 $P < 0.001$

%)、43/291 (14.8%)、「極度の肥満」は、25/291 (8.6%)、21/291 (7.2%) と大きな差は認められなかった。しかし、「基準値」の判定に関しては、「計算値」は200/291 (68.1%)、「実測値」は90/291 (30.9%) であり、その数は1/2に減少した。また、肥満の一步手前である「基準値と肥満の境界」に関しても、「計算値」34/291 (11.7%)、「実測値」137/291 (47.1%) と大きな差が認められた。

3. 5 体脂肪率からみた肥満判定の妥当性

次に、体脂肪率評価の妥当性について、「スクリーニングテスト」を「計算値」、「診断結果」を「実測値」として検討を行った。その結果、敏感度は54.7%、特異度は86.7%、陽性反応的中率は61.4%、陰性反応的中率は39.0%であった(表8)。

表8 体脂肪率の実測値と計算値の肥満判定の妥当性

	%
敏感度	54.7
特異度	86.7
陽性反応的中率	61.4
陰性反応的中率	39.0

特異度が86.7%なので体脂肪率の実測値で「基準値」と判定すれば、皮下脂肪厚も「基準値」と判定する確率がやや高いこと、陰性反応的中率が39.0%なので、皮下脂肪厚で「基準値」と判定しても、体脂肪率は「肥満」である確率が高いことが明らかになった。つまり、若年女性を対象に体構成を測定する場合、皮下脂肪が「基準値」範囲であっても、体構成は「肥満」であることがあるので、体脂肪率の測定にはインピーダンス法を用いる必要性が示唆された。

そこで、体構成の両者(体脂肪率の「実測値」と「計算値」)の相関関係を図1-1、1-2、1-3に示した。検討した項目は、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪体重である。それぞれの項目について、両者の間には正の相関が認められ、統計上有意なものであった(P<0.001)。しかし、相関係数をみると、体脂肪量に関しては0.6以上を示したが、体脂肪率、除脂肪体重は0.4未満と低い結果であった。

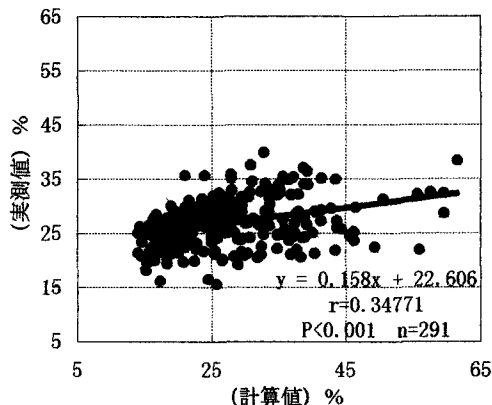


図1-1 体脂肪率(計算値と実測値)の相関関係

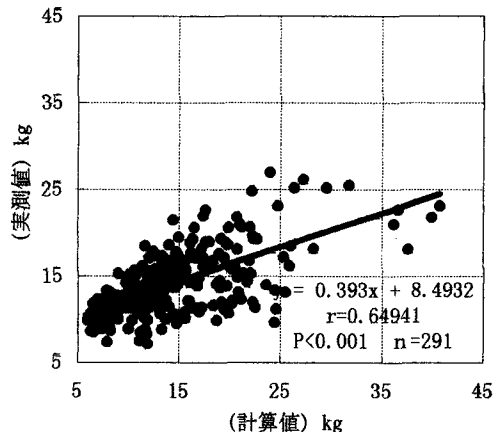


図1-2 体脂肪量(計算値と実測値)の相関関係

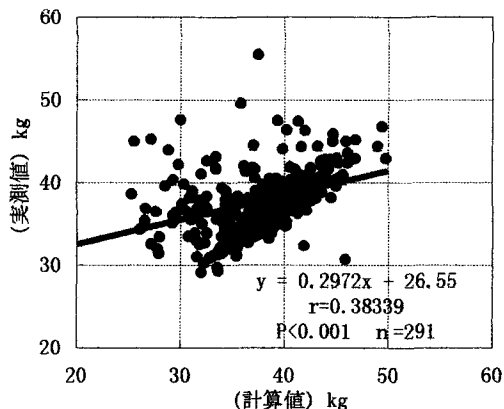


図1-3 除脂肪体重(計算値と実測値)の相関関係

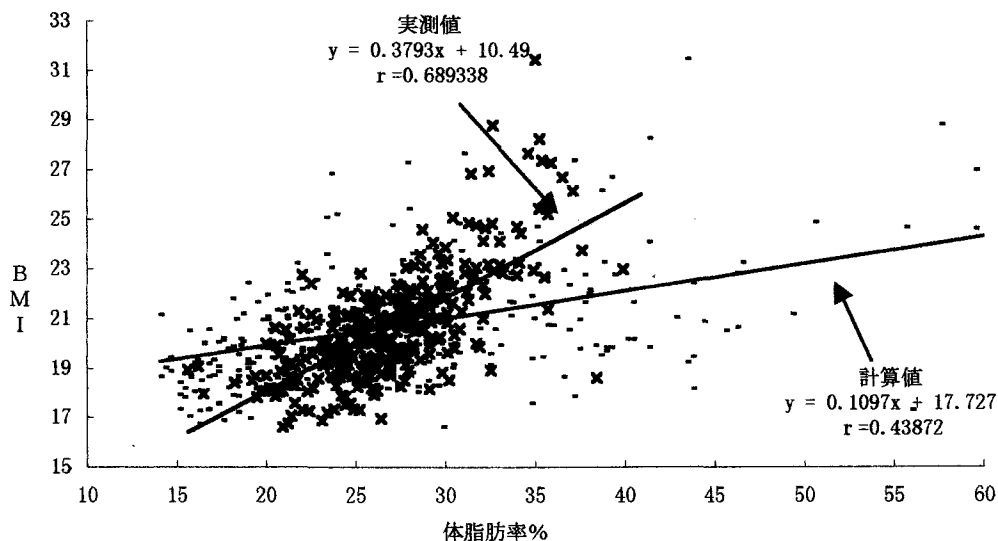


図2 BMIと体脂肪率%の相関 $n = 291$ $P < 0.001$

次に、どちらの方法がより精度の高い測定法かを検討するために、BMIを指標に検討を行った。図2は体脂肪率の「計算値」とBMI、体脂肪率の「実測値」とBMIの相関を示したものである。どちらも統計上有意味な正の相関を示した ($P < 0.001$)。

このことから、どちらの方法を用いても、体構成の評価が可能であることが示唆されたが、「実測値」とBMIの相関係数が0.6以上を示し、「計算値」とBMIの相関図より高い結果が得られたので、体脂肪評価は、インピーダンス法を用いることが効果的であることが示唆された。

4. 考察

近年のライフスタイルの変化により、若年女性を中心に生活リズムの乱れや、美容のための極端なダイエット、摂食障害といった問題点が挙げられている。若い年代からの健康管理は、今後迎える成熟期、高齢期に備え重要になってくるが、女性の「やせ志向」を強調する情報があふれ、食事制限、疾病につながることを懸念される。今井ら(1994)は、青年期女子261名を対象に「やせ願望」について調査した結果、自己の体重が普通であると評価しながらもさらに「やせたい」と希望している者が47.8%もみられたと報告している。し

かしながら、江田ら(1995)の報告によると、「やせたい」と考えているものの、コーヒーやインスタント食品の摂取が多く、食に対する意識・認識が低いことが明らかになっており、正しい健康教育の必要性を示唆している。

特に、成長期の身体計測は、発育を知る上で重要であり、成人から中高年にかけては生活習慣病予防、健康の維持・増進のためには欠かせない評価である。田原ら(1990:1992:1993:1995:1995:1995)、渡辺ら(1993)、佐伯ら(1990)は小学生・中学生の男女を対象に、わが国独自の身体密度推定式や肥満の評価について検討を行っている。

栄養状態を評価・判定するために、身体計測は一般的な方法である。従来、身体組成の評価は、体重、身長から算出する標準体重、肥満度といった体型重視の傾向があった。標準体重の計算法として様々な方法があるが、代表的なものとして、Broca指数の桂変法 $\{(身長\text{ cm} - 100) \times 0.9\}$ という式がよく用いられ、近年では日本肥満学会で用いられている肥満判定指数BMI (Body Mass Index; 体重 $\text{ kg} / 身長^2\text{ m}^2$) を使うことが多い。日本肥満学会では、成人のBMI基準値として男女とも22にすることを決めている。その理由として、松澤ら(1990)のBMI22が疾病の発生率が最も少ないと

いう報告から、 $22 \times$ 身長 m^2 を「標準体重」とし、望ましい体重と結論づけた。

本研究は、都市部に通う女子学生（20～21歳）を対象にして身体特性の現状を明らかにするとともに、BMI、皮下脂肪厚、体脂肪率（インピーダンス法）の項目を用いて体型と体構成の肥満判定差異を検討することを目的とした。同時に、体構成を評価する代表的なものとして皮下脂肪厚とインピーダンス法を用いて身体構成を評価するにはどちらの方法がより効果的であるか検討した。

対象者の身体特性の現状は、BMIが20～21の範囲にあったので体型は「基準値」よりやや「スリム」であった。相川ら（1995）の報告では、女子学生（19～21歳 165人）のBMIは 20.8 ± 2.5 であり、本研究結果とほぼ一致していた。また、厚生省が行っている国民栄養調査（1990～1995年）の成人女子BMIの結果は20前後であり、本研究結果との較差はなく、女子学生の体型は全国平均であることが示唆された。しかし、対象者の皮下脂肪厚が年々増加傾向にあることやインピーダンス法による体脂肪率の判定では「基準値と肥満の境界」であったことから、「隠れ肥満」であることが明らかになった。「隠れ肥満」とは、外見は「やせ」「基準値」であるのに対して、体構成が「肥満」の領域にある、いわゆる「隠れた肥満」を指す。近年、若い女性に多い現象であると言われている。

体型を示すBMIとインピーダンス法の体脂肪率の肥満判定に差異があるということは日田ら（1996）も報告しており、肥満度判定だけでは的確性を欠くことが示唆され、本研究結果と一致していた。

そこで、BMIと体脂肪率の肥満判定を χ^2 検定により検討した結果、統計学上有意な差が認められた（ $P < 0.001$ ）。また、BMIを「スクリーニングテスト」、「診断結果」を体脂肪率の「実測値」としてBMIの有効性の検討を行った。「スクリーニングテスト」とは、疾病の早期発見を目的として行われるものであり、いわゆる第二予防である。この手法は、確定診断を目的とするものではなく、あくまでも一定の基準で異常とされる者を区分するためのものである。BMIを「スクリーニングテ

スト」としたのは身長と体重から簡単に算出でき、被験者に負担をかけずに実施できるからであり、「診断結果」を体脂肪率の「実測値」とした理由は、インピーダンス法と水中体重法との相関が最も高いという報告に基づき、精度が高いと判断したためである（Lukaski,1985：Lukaski, 1986：中塘ら, 1990：中塘ら, 1990：国井ら, 1989）。その中でも中塘ら（1990）は、インピーダンス法による体脂肪率は、水中体重法による体脂肪率との間に高い相関（ $r = 0.854 \sim r = 0.878$ ）を示し、除脂肪体重についても同様の結果を示したと報告している（ $r = 0.786 \sim r = 0.940$ ）。また、水中体重法による体構成に対して、インピーダンス法の結果は、皮下脂肪との間の相関より高い値であったと報告している。

「スクリーニング」検査の妥当性は、有効性（validity）・信頼性（reliability）が高いことが条件とされている。有効性とは、実際の疾病異常の有無をスクリーニング検査でどの程度の正確さで区別できるかを指し、信頼性とは、検査法そのものの変動が少なく、測定者による変動が少ないことである。今回、有効性の指標として、敏感度、特異度、陽性反応的中率、陰性反応的中率を算出した。

「敏感度」とは疾病異常者を検査で陽性とする能力（肥満者に対してBMIで肥満と判定する能力）、「特異度」とは疾病のない者を検査で陰性とする能力（肥満ではない者をBMIで基準と判定する能力）を指す。「陽性反応的中率」とは検査陽性者中の疾病異常ありとする割合（BMIで肥満と判定された者が体構成も肥満と判定される割合）、「陰性反応的中率」とは、検査で異常がなかった者が疾病異常なしとする割合（BMIで基準と判定された者が体構成も基準と判定される割合）を指す。

その結果、敏感度は10.3%、特異度は45.5%、陽性反応的中率は100.0%、陰性反応的中率は26.0%であった。BMIの敏感度が極めて低い値だったことから体構成が肥満であるにもかかわらず、BMIの判定では肥満と判定する能力が低いことが示唆された。また、陽性反応的中率が100.0%だったことから体型で肥満と判定された者は体構成も肥

満である確率が高い集団であること、陰性反応的中率が低い値であったので体型が基準値範囲でも体構成が基準値であると判断される確率が低いことが明らかになった。このことから、BMIは肥満判定のスクリーニングにおいて有用ではないと示唆された。

同じ体構成を評価する体脂肪について検討を行った。インピーダンス法で測定された体脂肪率を「実測値」、皮下脂肪厚から体脂肪推定式に代入した結果を「計算値」とした。両者の肥満判定について χ^2 検定を行った結果、統計学上有意差が認められた ($P < 0.001$)。

また、評価の妥当性について「スクリーニングテスト」を体脂肪率の「計算値」、「診断結果」を「実測値」として、皮下脂肪厚の肥満判定の妥当性について検討を行った。その結果、精度は54.7%、特異度は86.7%、陽性反応の中率は61.4%、陰性反応の中率は39.0%であった。特異度が精度よりやや高めであったので、インピーダンス法で「肥満」でないものは皮下脂肪厚の判定でも「基準値」と判定する確率が高く、陰性反応の中率が低いので、皮下脂肪が「基準値」範囲であっても、体構成は「肥満」であることがあるので、インピーダンス法を用いる必要性が示唆された。

Jackson et al (1988)によると水中体重法は、インピーダンス法よりも皮下脂肪厚との間の相関が高いとする報告をしている。今回測定に用いたキャリパーでの皮下脂肪厚測定は、測定部の圧が一定であること、同一人物で測定を行うことが規定されている。厚生省が毎年行っている国民栄養調査でも使われているが、少なからず測定誤差が生じることが予想される。本研究の結果でも、皮下脂肪厚が増加し、標準偏差が大きくなっていた。今回、測定を学生が分担して行ったため測定結果にばらつきが出たものと考えられる。田中ら(1990)はキャリパーによる皮下脂肪厚とインピーダンス法の体脂肪率を変動係数(CV:標準偏差/平均 $\times 100$)により検討した結果、皮下脂肪厚 $9.86 \pm 2.96\%$ 、インピーダンス法はわずか $1.37 \pm 0.53\%$ であったと報告している。測定者による変動が少ないことが望ましいことから、インピーダ

ンス法での体脂肪率測定は信頼性が高いと判定された。

この両者の測定方法には長所と限界が考えられている。皮下脂肪厚は、狭い場所でも測定が可能であるが、正確に測定するには洋服を脱衣してもらう必要があり、精神的な苦痛が伴う。また、脂肪だけをつまんで測定するので肉体的な苦痛も伴う。一方、インピーダンス法では、測定する際、飲食が禁止のため、即座の測定が不可能である。中塘ら(1991:1996)は、測定条件の差異について検討を行った結果、体内水分を一定にすることが重要であると示唆している。また、測定は仰臥姿勢なので、場所の確保が必要となるため、場所に依じて使い分けをする必要がある。

体構成の「計算値」と「実測値」において、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪体重の両者の相関を見たところ、統計学上有意な正の相関を示したこと ($P < 0.001$) から、体構成を評価するには、どちらの方法でも可能であることが示唆された。しかしながら、BMIとの相関関係で、高い相関を示したのはインピーダンス法であった。

以上のことをまとめると、若年女性では「隠れ肥満」の傾向があり、体型のみの肥満判定では信頼性、有効性が欠けることが明らかになった。また、体型の他にもインピーダンス法による体構成の肥満判定を取り入れることがより効果的であることが示唆された。

近年では、新しい体脂肪測定機器の研究もされており、今後ますます体脂肪について簡便に測定できるものが登場するものと思われる(豊川, 1984:佐伯:1987清水, 1990)。また、小児からの生活習慣病予防を目指して身体評価の重要性を示唆する報告も見られるため(高崎, 1992:原, 1995:佃, 1995:小国, 1995)、若い年代からの健康教育をすすめる必要性が示唆された。

謝 辞

本研究を行うに当たり、ご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。また、本報告は、東京家政学院大学大学院人間生活学研究科修士論文の一部として提出したものです。

文 献 一 覧

- 1) 相川り糸子他「女子大生における身体活動が身体構成と栄養摂取量に及ぼす影響について」, 『栄養学雑誌』 53, p.295-300, 1995.
- 2) 今井克己他「青年期女子の体型誤認と“やせ志向”の実態」, 『栄養学雑誌』 52, p.75-82, 1994.
- 3) 江田節子他「高校生のやせ願望に関する研究」, 『栄養学雑誌』 53 (2), p.111-118, 1995.
- 4) 小国龍也他「小児肥満における除脂肪組織の意義」, 『肥満研究』 1, p.15-19, 1995.
- 5) 北川薫他「密度法による日本人成人男女の身体組成」, 『体力科学』 42, p.209-218, 1993.
- 6) 国井実他「インピーダンス法による身体組成の測定」, 『保健科学』 31, p.448-452, 1989.
- 7) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修『国民栄養の現状 平成2年~平成7年国民栄養調査成績』第一出版, 1992~1997.
- 8) 甲田道子他「皮下脂肪厚とBody Mass Indexを組み合わせた指標と成人病危険因子との関連」, 『栄養学雑誌』 52 (2), p.69-74, 1994.
- 9) 佐伯圭一郎他「皮下脂肪厚計測による体脂肪量推定式作成に関する研究」, 『日本公衆衛生学雑誌』 34 (7), p.349-356, 1989.
- 10) 佐伯重幸他「中学生男子12歳から15歳の身体組成(水中体重法)と皮下脂肪厚」, 『学校保健研究』 32, p.583-591, 1990.
- 11) 清水利之他『Fitness Analyzer BFT-2000による体脂肪測定方法の検討』 32, p.848-849, 1990.
- 12) 高崎裕治他「本邦児童の肩胛骨下部および上腕背部皮脂厚の評価」, 『学校保健研究』 34 (10), p.444-452, 1992.
- 13) 田中喜代次他「身体組成評価におけるインピーダンス法の妥当性と客観性の検討」, 『臨床スポーツ医学』 7, p.939-945, 1990.
- 14) 田原靖昭他「10歳から12歳男子の身体組成(水中体重法)、皮脂厚と肥満の評価」, 『学校保健研究』 32, p.290-298, 1990.
- 15) 田原靖昭他「小学生女子10歳から12歳の身体組成(密度法—水中体重法)と皮下脂肪厚」, 『学校保健研究』 34, p.434-443, 1992.
- 16) 田原靖昭他「女子中学生における水中体重法による身体組成、皮下脂肪厚およびBMIの関係」, 『日本公衆衛生学雑誌』 40 (5), p.353-361, 1993.
- 17) 田原靖昭他「日本人成人女子の皮下脂肪厚3部位和(上腕、肩胛骨下部および腹部)と年齢からの身体密度の推定式の検討」, 『日本公衆衛生学雑誌』 42 (2), p.84-93, 1995.
- 18) 田原靖昭他「日本人成人男子の皮下脂肪厚3部位和(上腕、肩胛骨下部および腹部)と年齢からの身体密度の推定式の検討」, 『日本公衆衛生学雑誌』 42 (11), p.950-961, 1995.
- 19) 田原靖昭他「女子高校生における水中体重秤量法による身体組成、皮下脂肪厚およびBMIとそれらの関係」, 『日本公衆衛生学雑誌』 42 (12), p.1061-1067, 1995.
- 20) 佃宗紀他「3~6歳小児における肥満のスクリーニングについて—Bioelectrical Impedance methodをもちいて—」, 『肥満研究』 1, p.39-40, 1995.
- 21) 豊川裕之他「A—modo式超音波皮下脂肪計の実用化のための基礎的研究 大腿部における標的波の同定の妥当性」, 『日本公衆衛生学雑誌』 31 (1), p.14-19, 1984.
- 22) 豊川裕之他「肥満度と皮脂厚計測」, 『公衆衛生』 49, p.473-478, 1985.
- 23) 中嶋洋子「女子学生の体組成とエネルギーバランス及び食生活状況の関連性について」, 『栄養学雑誌』 52, p.227-235, 1994.
- 24) 中塘二三生他「インピーダンス法による本邦成人の体組成評価の妥当性に関する研究」, 『デサントスポーツ医学』 11, p.290-296, 1990.
- 25) 中塘二三生他「Bioelectrical Impedance法による日本人女性の身体組成評価」, 『体力科学』 39, p.164-172, 1990.
- 26) 中塘二三生他「Bioelectrical Impedance Analysisによる身体組成推定値の再現性と個人内変動」, 『臨床スポーツ医学』 8, p.57-63, 1991.
- 27) 中塘二三生他「Bioelectrical Impedance法による身体組成評価—測定条件の差異がBIに及ぼす影響—」, 『肥満研究』 2, p.9-15, 1996.
- 28) 長嶺普吉「皮下脂肪厚からの肥満の判定」, 『日本医師会雑誌』 68 (9), p.919-924, 1972.
- 29) 原光彦他「生体インピーダンス法を用いた過体重小児の身体組成に関する検討」, 『肥満研究』 1, p.111-116, 1995.
- 30) 日田祐子他「健康づくり事業参加者のBMIと体脂肪率測定結果から」, 『東京都衛生局学会誌』 No.96, 別冊 p.116-117, 1996.
- 31) 箕輪真一「肥満の判定」, 『公衆衛生』 46 (8), p.520-527, 1982.
- 32) 柳川洋編『健康管理概論改訂第2版』南江堂, 1995.
- 33) 渡辺完児他「皮脂厚法による中学生の身体組成評価」, 『体力科学』 42, p.164-172, 1993.
- 34) A. S. Jackson, et al., "Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition", *the American Physiological Society*,

- 64, pp.529-534, 1988.
- 35) Henry C. Lukaski, et al., "Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body", *Am. J. Clin. Nutr.*, 41, pp.810-817, 1985.
- 36) Henry C. Lukaski, et al., "Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition", *the American Physiological Society*, 60, pp.1327-1332, 1986.
- 37) Josef Brozek, et al., "Densitometric Analysis of body composition : revision of some quantitative assumption", *Ann NY Acad. Sci.*, 110, pp.113-140, 1963.
- 38) Lukaski, H. C., "Methods for the Assessment of human body composition : traditional and new", *Am. J. Clin. Nutr.*, 46, pp.537-556, 1987.
- 39) Matsuzawa Y., et al., "Simple estimation of ideal body weight from body mass index with the lowest morbidity", *Diabetes Research Clin. Pract.*, 10, pp.S156-S164, 1990.

Key Words (キー・ワード)

Obesity (肥満), Body Mass Index (体格指数 : BMI), Body Composition (体構成), Sensitivity (敏感度), Specificity (特異度)

Research on Physical Composition of Female College Students Commuting to Urban University

Yasuko Kajii*, Tanji Hoshi**,
Junko Watanabe***, Midori Mashimo*** and Miyoko Hamano***

*Graduate Student, Tokyo Metropolitan University

**Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

***Faculty of Home Economics, Tokyo Kasei Gakuin University

Comprehensive Urban Studies, No.66, 1998, pp.19- 30

The purpose of this survey was to use body shape (BMI) and body composition techniques to examine obesity levels among female college students commuting to university located in cities. The subjects were healthy Japanese female college students aged between 20 to 21 years(n=291). Height and body weight were measured and each subject's BMI was calculated (body weight (kg)/height (m²)). Body composition carried out percentage body fat measurement by skinfold thickness measurements, bioelectrical impedance analysis.

The findings were as follows:

- 1) Though the BMI and skinfold thickness of most of the subjects were within a normal range, the percentage body fat by bioelectrical impedance analysis, in many cases, was close to the definition of obesity.
- 2) A significant difference was observed between levels of obesity determined by BMI and levels of obesity determined by percentage body fat by bioelectrical impedance analysis. The sensitivity was 10.3% and the specificity was 45.4%(χ^2 test $P<0.001$).
- 3) A significant difference was observed between measurements of obesity, one determined by skinfold thickness and the other by bioelectrical impedance analysis. The sensitivity was 54.7% and the specificity was 86.7%(χ^2 test $P<0.001$).
- 4) A positive correlation was observed between these two levels ($r=0.34$ to 0.64 $P<0.001$).
- 5) BMI was more positively correlated with body fat rate measured by using bioelectrical impedance analysis ($r=0.689$ $P<0.001$) than when measured by skinfold thickness ($r=0.438$ $P<0.001$).
- 6) The survey revealed a tendency of subjects to have "hidden obesity": i.e., the subjects did not appear to be obese, but they had a high percentage of body fat. Both body shape and body composition should be measured to assess physical condition. The survey also indicates that bioelectrical impedance analysis is more effective in evaluating body composition.