

成人男性における身長と体重から計算した 各種肥満度の妥当性

水中体重秤量法を外的基準として

ウラダ ヒデコ* タハラ ヤスアキ ニシヤマク ミユコ^{3*}
浦田 秀子* 田原 靖昭^{2*} 西山久美子^{3*}
フクヤマ ユ ミ ユ^{4*} ツナワケ ノリアキ モジ カズヒコ
福山由美子^{4*} 綱分 憲明^{5*} 門司 和彦*

目的 身長から算出される標準体重に対する実測体重の割合（肥満度）が体脂肪率をどの程度反映しているかを検討した。

方法 20歳以上の男性147人を対象に、体脂肪率は水中体重秤量法により測定し、標準体重による肥満度は①Broca-桂法（桂法）、②加藤-綿谷法（加藤法）、③日本肥満学会方式（BMI値22となる体重、BMI法）、④明治生命による標準体重表（明治生命法）、⑤厚生省の「肥満とやせの判定表・図」（厚生省法）の5法を用いて算出した。

結果 体脂肪率が20%以上である肥満者は67人（45.6%）であり、15～20%未満の者39人（26.5%）、10～15%未満の者35人（23.8%）、10%未満の者が6人（4.1%）であった。

肥満度と体脂肪率との相関係数は、桂法が0.612、加藤法0.590、BMI法0.611、明治生命法0.612、厚生省法0.550でいずれも有意な関係であった（ $P < 0.01$ ）。

各種肥満度を110%としてカットオフ値を判定した場合、加藤法が感度は82.1%で最も高かった。一方、特異度は明治生命法が93.8%で、他の4法よりも高かった。感度、特異度から得られるROC曲線（Receiver operating characteristic curve）では、厚生省法が感度100、1-特異度0のポイントから若干離れた曲線となった。

結論 身長、体重から算出される肥満度では過剰な脂肪量は反映されず、また、どの方法も一長一短があり、優劣は認められなかった。

Key words : 成人男性, 標準体重, 肥満度, 水中体重秤量法, 体脂肪率, ROC曲線

I 目 的

肥満の判定には体脂肪量を測定することが望ましく、最近では簡便な体脂肪測定器¹⁻³⁾により肥満の判定がなされている。しかし、日常の診療や健康診断では身長から算出される各種の標準体重⁴⁻¹⁰⁾に対する実測体重の割合（以下肥満度）や体格指数¹¹⁻¹³⁾などが用いられることが多い。こ

れら肥満度が体脂肪をどのように反映しているか成人女性について報告したが¹⁴⁾、今回は男性について検討したので報告する。

II 対象および方法

1. 対象者および年齢構成

対象者は、長崎市内およびその近郊に住む健康な20歳以上の男子147人（20～59歳）であった。測定にあたっては、事前に目的、実施方法を説明し、本人の承諾を得た。

2. 体脂肪量の測定

体脂肪量は密度法である水中体重秤量法¹⁵⁾により求めた。水中体重および残気量を測定し、これらの測定値から身体密度を算出し、さらにBrožekらの式¹⁶⁾により体脂肪率を求めた。

* 長崎大学医療技術短期大学部看護学科

^{2*} 長崎大学教育学部保健体育学教室

^{3*} 医療法人春回会長崎北病院

^{4*} 千葉大学看護学部

^{5*} 県立長崎シーボルト大学看護栄養学部栄養健康学科

連絡先：〒852-8520 長崎市坂本 1-7-1

長崎大学医療技術短期大学部看護学科 浦田秀子

3. 標準体重の算出法

今回、肥満の判定に用いた標準体重の算出方法は以下の5法である。

- 1) Broca-桂の変法：(身長-100)×0.9⁴⁾
- 2) 加藤-綿谷の方法：(身長-50)×0.5 (以下加藤法)⁵⁾
- 3) 日本肥満学会方式：身長(m)²×22 (以下BMI法)⁶⁾
- 4) 明治生命による標準体重表 (以下明治生命法)⁷⁾
- 5) 厚生省による年代別の「肥満とやせの判定表・図」(以下厚生省法)⁸⁾

4. 肥満の判定基準

1) 体脂肪率による肥満の判定

体脂肪率20%以上を肥満¹⁷⁾ (以下%Fat 肥満)とし、20%未満を非肥満 (以下%Fat 非肥満)とした。

2) 肥満度による判定

肥満度90%未満をやせ、90%~110%未満を正常、110%以上を肥満と判定した^{18,19)}。

5. 分析の方法

肥満度と体脂肪率との関係は相関、感度、特異度、陽性適中度、陰性適中度およびROC曲線(Receiver operating characteristic curve)²⁰⁾を指標として検討した。

III 結 果

1. 対象者の背景

1) 体脂肪率・身体密度および体格等
 全対象者および年代別の年齢、身長、体重、BMI、体脂肪率、身体密度および肥満度の平均値(M±SD)を表1に示した。

2) 体脂肪率の分布状況

体脂肪率の分布状況を図1に示した。全対象では、体脂肪率20%以上の者が45.6%で最も多く、次いで15~20%未満26.5%、10~15%未満23.8%、10%未満が4.1%であった。

また年代別にみると、20歳代では体脂肪率10~

図1 年代別体脂肪率分布

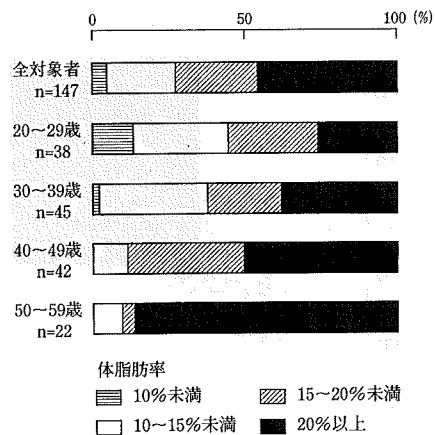
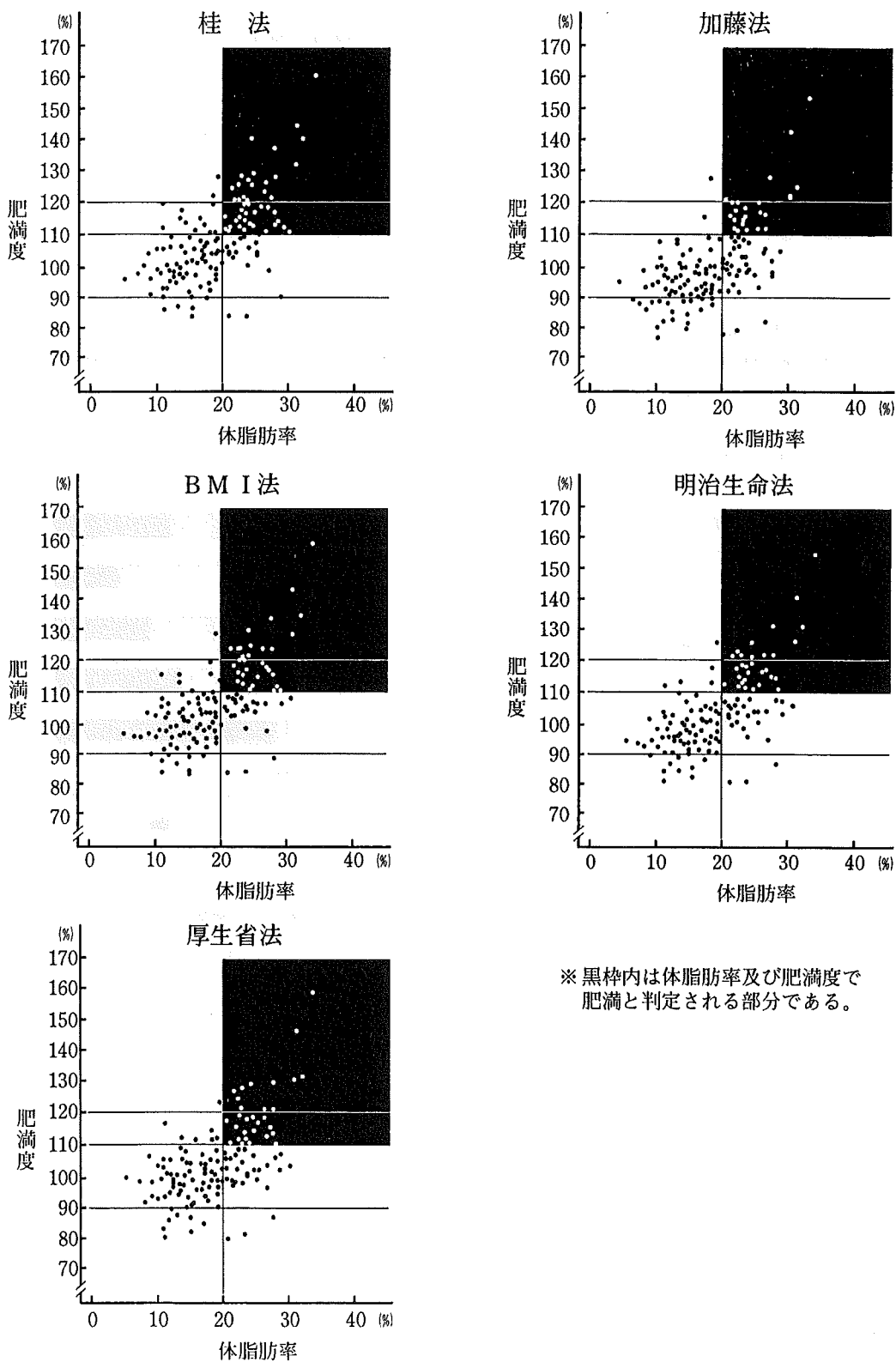


表1 対象者の体脂肪率・身体密度および標準体重による肥満度

	全対象者 n=147	20~29歳 n=38	30~39歳 n=45	40~49歳 n=42	50~59歳 n=22
年齢(歳)	37.9±10.1	25.4±2.9	34.7±3.0	43.7±2.7	54.6±2.8
身長(cm)	168.3±5.9	169.3±4.8	169.6±6.3	166.5±5.5	167.2±6.5
体重(kg)	66.4±9.3	64.9±7.2	68.3±11.4	65.5±8.7	66.9±8.2
BMI(kg/m ²)	23.4±2.7	22.6±2.5	23.7±3.4	23.6±2.3	23.9±2.4
体脂肪率(%)	19.1±5.8	16.3±5.6	18.7±6.2	20.4±4.6	22.9±4.3
身体密度(g/ml)	1.0548±0.0141	1.0619±0.0139	1.0561±0.0152	1.0519±0.0114	1.0456±0.0105
肥満度(%)					
桂法	108.2±12.7	104.3±11.5	109.0±15.2	109.4±10.4	110.9±11.5
加藤法	112.1±13.4	108.8±11.4	114.0±16.5	112.2±11.7	114.1±11.2
BMI法	106.4±12.4	102.9±11.0	107.7±15.1	107.1±10.4	108.6±10.5
明治生命法	103.2±12.0	99.9±10.7	104.5±14.8	103.8±10.1	105.4±10.0
厚生省法	105.3±12.3	105.6±11.3	106.8±15.3	103.2±10.0	106.0±10.3

Mean±SD

図2 標準体重による肥満度と体脂肪率との関係(1)



15%未満の者が31.6%で最も多かったが、30歳代では20%以上の者が37.8%、40歳代になると50.0%に増え年代とともに%Fat肥満者の占める割合が多くなった。

2. 肥満度と体脂肪率との関係

1) 肥満度と体脂肪率との相関関係

肥満度と体脂肪率の散布状況を図2に示した。

相関係数は、桂法が0.612、加藤法0.590、BMI法0.611、明治生命法0.612、厚生省法0.550でいずれも有意な関係が認められた ($P < 0.01$)。

2) 感度および特異度による評価

各法による感度および特異度の結果を図3に示した。

感度は体脂肪率で20%以上の者を肥満度で110%以上とする割合で、5法のうちで最も高かったのは加藤法が82.1%、次いで桂法が71.6%であった。BMI法は58.2%、厚生省法は52.2%、明治生命法は44.8%であった。

一方、体脂肪率で20%未満の者を肥満度で110%未満とする割合である特異度は、明治生命法が93.8%で最も高く、次いで厚生省法が91.3%、BMI法90.0%、桂法83.8%、加藤法70.0%であった。

3) 陽性適中度および陰性適中度による評価

陽性適中度は、明治生命法が85.7%で他の4法より高く、次いで厚生省法83.3%、BMI法83.0%、桂法78.7%、加藤法69.6%であった。

陰性適中度は、加藤法が82.4%、次いで桂法77.9%、BMI法72.0%、厚生省法69.5%で、明治生命法67.0%であった。

4) ROC 曲線による評価

感度を縦軸に横軸に1-特異度をとったROC曲線を図4に示した。厚生省法が他の4法より感度100、1-特異度0のポイントから若干遠い曲線となったが、5法とも同様のカーブを示した。

IV 考 察

今回検討した5つの標準体重による肥満度は、身長、体重に基づく単純な計算式によるもの、最低死亡率、罹患率、分布論などにその基準をおくものなどそれぞれ特徴がある。

各標準体重から求めた肥満度と体脂肪率との間には、0.5以上の相関係数が得られ、いずれも有意な関係であった。

感度は加藤法が82.1%で最も高く、次いで桂法の71.6%であった。しかし、特異度は加藤法70.0%、桂法83.8%と低く、%Fat非肥満者を肥満度110%未満と判定しない可能性も高かった。いづれも計算式で求める方法であり、特に、桂法は簡単に計算できるという便利さから広く用いられてきたが、低身長の正常体重者を肥満と誤り、高身長者の肥満を正常体重者として見逃す危険性がある¹⁸⁾。一方、明治生命法では感度は44.8%と低く、%Fat肥満者の約半数は肥満度110%以上とは判定しないという結果であった。明治生命法は最低死亡率により設定された標準体重であり、他の標準体重表に比し、全般的に高めになっている⁷⁾といわれており、このような特徴を知り、目的に応じて使用すべきと考える。BMI法はBMIが体脂肪を反映することから日本肥満学会が日本人の肥満の判定基準を示したものである²¹⁾。今回の対象者では感度は58.2%であり、%Fat肥満者のうち、約4割は肥満度110%以上とは判定されない結果であった。田中ら²²⁾が%Fat肥満者でありながら、BMIで肥満と判定されない者のうち、体脂肪分布にも問題があることを報告しているように、対象の特性に何らかの共通点があるのかなど検討する必要があると考える。

陽性適中度は明治生命法が85.7%、厚生省法83.3%、BMI法83.0%であり、肥満のスクリーニングとしては有用な方法と考えられる。厚生省法は年代による体重増加を容認しており、あくまでも肥満、やせの一次的なスクリーニングを行うための目安として考えられたものである⁸⁾。今回検討した5法のうち厚生省法は感度100、1-特異度0のポイントから若干遠い曲線となり、女性においても同様の結果であった¹⁶⁾。これは厚生省法が身長ごとに肥満を判定する体重を重く設定しているためであり、体脂肪率何%以上を肥満とするかによってROC曲線は異なってくる点に留意する必要がある。

V 結 語

成人男性147人を対象に感度、特異度、適中度、ROC曲線などにより標準体重から求めた肥満度のどの方法が最も体脂肪率を反映しているかを検討した。厚生省法が若干劣るものの他の4法にも一長一短があり、その標準体重の設定の根拠およ

図3 標準体重による肥満度と体脂肪率との関係(2)
—感度・特異度，陽性および陰性適中度—

桂法

体脂肪率 肥満度	20%以上 n=67	20%未満 n=80
110%以上 n=61	a 48	b 13
110%未満 n=86	c 19	d 67

陽性適中度
78.7%
陰性適中度
77.9%

感度 71.6%
特異度 83.8%

加藤法

体脂肪率 肥満度	20%以上 n=67	20%未満 n=80
110%以上 n=79	a 55	b 24
110%未満 n=68	c 12	d 56

陽性適中度
69.6%
陰性適中度
82.4%

感度 82.1%
特異度 70%

BMI法

体脂肪率 肥満度	20%以上 n=67	20%未満 n=80
110%以上 n=47	a 39	b 8
110%未満 n=100	c 28	d 72

陽性適中度
83.0%
陰性適中度
72.0%

感度 58.2%
特異度 90.0%

明治生命法

体脂肪率 肥満度	20%以上 n=67	20%未満 n=80
110%以上 n=35	a 30	b 5
110%未満 n=112	c 37	d 75

陽性適中度
85.7%
陰性適中度
67.0%

感度 44.8%
特異度 93.8%

厚生省法

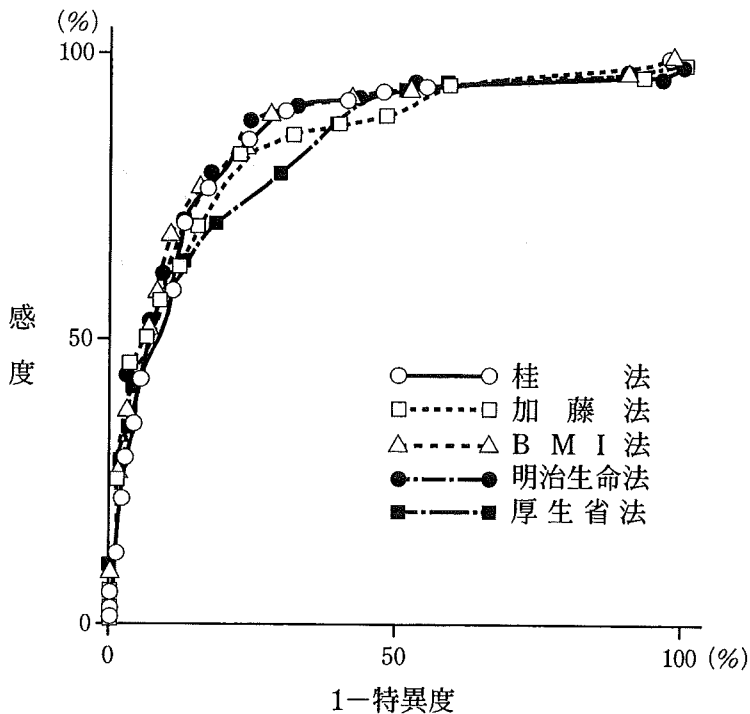
体脂肪率 肥満度	20%以上 n=67	20%未満 n=80
110%以上 n=42	a 35	b 7
110%未満 n=105	c 32	d 73

陽性適中度
83.3%
陰性適中度
69.5%

感度 52.2%
特異度 91.3%

感度： $\frac{a}{a+c}$ ， 特異度： $\frac{d}{b+d}$ ， 陽性適中度： $\frac{a}{a+b}$ ， 陰性適中度： $\frac{d}{c+d}$

図4 標準体重による肥満度と体脂肪率のROC 曲線



び特徴を知った上で、目的に応じて使用することが必要と思われる。

水中体重の測定にご協力をいただきました多くの被験者の皆様に感謝致します。

また、本研究にご協力、ご指導いただきました長崎大学医療技術短期大学部故大塚健作教授、長崎呼吸器リハビリクリニック勝野久美子婦長、長崎大学医学部附属原爆後障害医療研究施設本田純久先生に感謝致します。

(受付 2000.12.26)
(採用 2001. 5.21)

文 献

- 1) Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, et al. Validation of tetrapolar bioelectrical impedancace method to assess human body composition. J. Appl. Physiol 1986; 60: 1237-1332.
- 2) 阪本要一, 佐藤富男, 愛敬光代, 他. 生体インピーダンスによる体脂肪の評価. 第12回日本肥満学会記録 1992; 279-280.
- 3) Conway J. M, Norris K. H, Bodwell C. E. A new approach for the estimation of body composition—infrared interactance—. Am. J. Clin. Nutr. 1984; 40: 1123-1130.
- 4) 桂 英輔. 老年者の栄養. 老年病 1961; 5: 13-21.
- 5) 加藤光二, 綿谷一知. 日本人標準体重とその簡易計算式について. 糖尿病 1978; 21: 151-158.
- 6) 徳永勝人, 松沢佑次, 小谷一晃, 他. 種々の合併症を考慮した理想体重. 第9回日本肥満学会記録 1988; 236-238.
- 7) 塚本 宏, 田村 誠. 新しい体格指数の試み. 臨床栄養 1986; 69: 653-659.
- 8) 厚生省保健医療局健康増進栄養課. 肥満とやせの判定表・図. 第一出版東京, 1986.
- 9) 松木 駿, 谷田良作, 関屋 寛. 肥満について. ホルモンと臨床 1955; 3: 625-633.
- 10) 箕輪真一, 小川正行. 標準体重と肥満. 公衆衛生 1985; 49: 428-434.
- 11) 北川 薫. ローレル指数の検討. 体育学研究 1974; 19: 41-45.
- 12) 北川 薫, 宮下充正. 肥満者のスクリーニングのための判定基準の設定—身体組成からの研究—. 学校保健研究 1977; 19: 145-150.
- 13) 佐伯圭一郎, 豊川裕之. 体格指数・標準体重をめぐって. 臨床栄養 1986; 69: 647-652.
- 14) 浦田秀子, 田原靖昭, 西山久美子, 他. 成人女性における身長と体重から計算した各種肥満度の妥当性—水中体重秤量法を外的基準として—. 日本公衛誌 2000; 47: 621-629.

- 15) 小宮秀一. 体組成の測定法. 小宮秀一, 佐藤方彦, 安河内朗, 編. 体組成の科学. 朝倉書店, 東京, 1988; 21-26.
 - 16) Brožek J, Grande F, Anderson J. T, et al. Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1963; 110: 113-140.
 - 17) Huenemann R. L, Hampton M. C, Shapiro L. R et al. Adolescent food practices associated with obesity. *Federation Proceedings* 1966; 25: 4-10.
 - 18) 片岡邦三. 標準体重法. *日本臨床* 1995; 53: 141-146.
 - 19) 日本肥満学会肥満症診療のてびき編集委員会. 肥満・肥満症の指導マニュアル. 医歯薬出版, 東京, 1997; 1-28.
 - 20) 深尾 彰, 久道 茂. 公衆衛生学分野での応用. 青山英康, 編. 今日の疫学. 医学書院, 東京, 1996; 112-125.
 - 21) 日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会. 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準. *肥満研究* 2000; 6: 18-27.
 - 22) 田中茂穂, 松坂 晃, 服部恒明, 他. 成人男性における体重増加を伴わない体脂肪率増加と体脂肪分布との関係. *肥満研究* 1995; 1: 25-28.
-

VALIDITY OF VARIOUS INDICES OF OBESITY CALCULATED
FROM HEIGHT AND WEIGHT DATA FOR ADULT MALES
USE OF THE UNDERWATER-WEIGHING METHOD
AS A REFERENCE

Hideko URATA^{*}, Yasuaki TAHARA^{2*}, Kumiko NISHIYAMA^{3*},
Yumiko FUKUYAMA^{4*}, Noriaki TSUNAWAKE^{5*}, Kazuhiko MOJI^{*}

Key words : Adult male, Standard body weight, Obesity index, Underwater-weighing method, Percent body fat, Receiver operating characteristic curve

Purpose We evaluated associations between excess body fat (%Fat) and various indices of obesity calculated from height and weight data.

Methods In 147 adult males, %Fat was measured by the underwater-weighing method, and obesity indices were generated by the following 5 approaches: the Broca-Katsura (Katsura method), the Kato-Wataya (Kato method), Japan Society for the Study of Obesity (BMI method; based on the body weight at which the BMI is 22), and the Meiji Life Insurance Co. methods, and the Tables and Figures for Assessment of Obesity and Leanness published by the Ministry of Health and Welfare (MHW method).

Results %Fat was 20% or more (obese) in 67 males (45.6%), 15~20% in 39 (26.5%), 10~15% in 35 (23.8%), and less than 10% in 6 (4.1%).

The correlation coefficients between the obesity indices and %Fat were 0.612 for the Katsura method, 0.590 for the Kato-method, 0.611 for the BMI method, 0.612 for the Meiji Life Insurance Co. method, and 0.550 for the MHW method, being significant in each case ($P < 0.01$).

When the cut-off point was set as 110% for each obesity index, sensitivity was highest with the Kato-method (82.1%), and specificity was highest with the Meiji Life Insurance Co. method (93.8%). With the MHW method, the receiver operating characteristic (ROC) curve was slightly farther from the point of sensitivity of 100% and 1-specificity of 0% than the others.

Conclusion Excess fat accumulation can not be accurately assessed by obesity indices calculated from body height and weight data. Validity was similar among obesity indices examined.

* Department of Nursing, School of Allied Medical Sciences, Nagasaki University

^{2*} Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Nagasaki University

^{3*} Nagasaki Kita Hospital

^{4*} School of Nursing, Chiba University

^{5*} Department of Health Science and Nutrition, Faculty of Nursing and Nutrition, Siebold University of Nagasaki