

近赤外線法による女性の体脂肪測定に関する検討

楠 智一, 小西 すず, 後藤和久子

田村 京子, 小林 秀佳

(武庫川女子大学 生活環境学部 食物栄養学科)

Investigation of women's body fat analysis by near-infrared instrument.

Tomoichi Kusunoki, Suzu Konishi, Wakiko Goto

Kyoko Tamura and Hideka Kobayashi

Department of Food Science and Nutrition,

School of Human Life and Environmental Science

Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663, Japan.

Recently, near-infrared interactance method became available for measurement of human body fat. In this study BFT-3000 instrument from Kett Co. was used for estimation of percent body fat in our Women's University students and obese housewives.

1. Convenient arm angle of testee for determination was considered to be 45°.
2. Stable and reproducible results were obtained irrespective of eating, arm fastening or random time selections.
3. The percentage of body fat of 50 students estimated by BFT-3000 was significantly correlate with their BMI.
4. In spite that average values of BMI were almost same each other, body fat rate of gymnastic club members was significantly lower than that of ordinary students.
5. Average body fat rate and BMI of 26 obese housewives reduced after our dietary counseling for 4 months. However, reducing patterns were not same.

緒 言

近年我が国では高齢化が進むにつれ、人々の健康に対する関心が高まり、また健康面での自己管理が強く求められるようになってきた。とりわけ我が国は飽食の時代に入ったため食生活や、栄養に関する情報は質的、量的に多様化を極めていく状況である。

こうした状況の中で適切な食の在り方を考え実行して体重をコントロールすることはなかなか難しくなってきた。その結果、早くから肥満の問題が大きくクローズアップされ、各方面で様々の試行錯誤が繰り

返されてきた。

肥満の度合いの尺度としては身長と体重から算出する肥満度や各種の体型指数があるが、理論的には体脂肪の量を把握することが最適と考えられる。しかし、脂肪の量を直接測定することは難しいため、間接的かつ簡便に測定し得る方法の開発が望まれている。その一つの方法として、最近になり近赤外光を利用した体脂肪計が開発された。¹⁾²⁾中でも先にケット科学研究所が開発し、次第に広く用いられるようになっていくBFT-3000は、被検者に苦痛を与えずに、簡便に、誰でも体脂肪を測定し得るという利点をもっている。

そこで我々は、とりあえず安定した測定値を得るための諸条件を検討した後、体脂肪率の測定を行い、さらにその結果と BMI との相関関係を求めることとした。

また、当研究室では、家庭における食事内容を左右する役割を担っているための主婦の方々を対象に平成 2 年度より食生活講座を開設し、食生活に関する正しい知識の伝達と実践を通じて食生活の改善、過剰体重の減量を実現せるよう栄養指導を行っている。³⁾そこで、本講座に参加した 7 期生 (BMI \geq 23) を対象にして体重、BMI、体脂肪率の変動の相互関係についても検討した。

BFT-3000 について

1987 年、Conway らりは近赤外線による体脂肪測定の研究を行い、その結果をもとに開発された体脂肪測定装置 (FITNESS ANALYZER BFT-3000) は特定の波長の近赤外線が人体の脂肪によって散乱することを利用し、この散乱量により体脂肪率を推定するものである。実際には、衣服を着たままで座位の状態にある被検者の上腕二頭筋にセンサーを当て、マニュアルに従ってキーを押し、本体に示される数字を順次読み取るという簡単な操作で計測可能である。

検討項目と対象および方法

1) 測定条件に関する基礎的検討

本学食糧学部の学生を中心とする 20 歳代の女性 50 名を対象とした。その身長、体重および Body Mass Index (BMI) の平均値はそれぞれ 159.1 \pm 4.5cm, 51.2 \pm 5.5kg, 20.2 \pm 1.8 であった。

①被検者の腕の角度と測定値の関係

マニュアルでは腕を水平にして測定するように規定されているが、採血時と同様に腕を前に伸ばした状態で測定したほうが測定しやすいため、測定時の被検者の腕の角度が測定値に及ぼす影響について調べてみることにした。すなわち、利き腕、非利き腕の両方について自然垂下位、胴体との角度が約 45 度、胴体に対して垂直の 3 つの位置で体脂肪を測定した。

②測定値に影響を及ぼす可能性のある条件についての検討

a. 食事の影響

インピーダンス法においては食事によって体脂肪率が多少影響する (食後の方が少し高くなる) ことが知られている。そこで、BFT-3000 についても食事の前後において測定値に差があるか否かについて調べてみることにした。この測定は 24 回繰り返し

行った。

b. センサーを当てる部位への圧迫の影響

測定する際にはセンサーを上腕二頭筋の midpoint に当てるのだが、長袖を着ている時には袖をまくり上げた状態、すなわち圧迫された状態で測定することになる。そこで、そのことが体脂肪率の測定値に影響を与えるかどうかを見るために採血時に用いられる脈血帯をつけて比較検討を行った。

c. 測定時刻の影響

同一の日であり、同じ体重であっても測定値は時刻によって変化するか否かを調べてみることにした。この測定は 10 時、13 時、16 時の 1 日に 3 回、6 日間行った。

d. 連続数日間の変動の有無

数日間体重の変化がほとんどないと考えた時、体脂肪率は数日の間に変化するのかどうかについて調べてみることにした。連続した 3 日間を選び、1 日に 1 回測定を行い、このパターンを 2 回実施した。これら a~d 4 項目の測定は、食糧学部の学生 5 名 (身長 161.4 \pm 3.0cm, 体重 57.5 \pm 6.2kg, BMI 22.1 \pm 2.3) を対象に、イスに軽く腰掛けた状態で行った。

2) BFT-3000 による体脂肪率と BMI との関係

20 歳代の女性 50 名 (身長 157.8 \pm 4.7cm, 体重 50.9 \pm 6.1kg, BMI 20.4 \pm 1.8) を対象とし、BFT-3000 による体脂肪率と、近年体型指数として広く用いられている BMI⁴⁾ との相関を回帰分析法により検討した。また、同じ対象について、インピーダンス装置による体脂肪率と、BMI との相関を求め、上記の BFT-3000 による結果と対比した。

3) 体操部員と一般学生との比較

運動を日常的に行っている体操部員 15 名 (身長 155.6 \pm 4.4cm, 体重 49.7 \pm 4.2kg, BMI 20.5 \pm 1.3) と、運動習慣のほとんどない食糧学部の一般学生 40 名 (身長 158.5 \pm 4.8cm, 体重 51.5 \pm 6.2kg, BMI 20.4 \pm 1.9) について、運動の有無による体脂肪率の比較を行った。

4) 太り気味の主婦の減量経過と体脂肪率との関係

本学生活環境学部食糧栄養学食育学研究室で行われている“いきいき栄養学講座”を受講した 7 期生 26 名 (年齢 49.0 \pm 8.3 歳, 身長 154.8 \pm 4.2cm, 体重 66.0 \pm 7.4kg, BMI 27.5 \pm 2.6) を対象に、減量による体脂肪率の変化について比較検討した。

近赤外線法による女性の体脂肪測定に関する検討

Table 1. Effect of arm angle on measurement results

		spont. drooping	arm angle 45°	horizontal to trunk
Body Fat Rate (%)	right arm	25.2±0.4	25.8±0.4	25.9±0.4
	non-right arm	25.4±0.4	26.0±0.4	26.0±0.4

(n=50) Mean±S. E.

Table 2. Effect of measurement conditions on body fat rates by BFT-3000

examination item		no. of times	case. A	case. B	case. C	case. D	case. E	average	
meal	before	24	31.6	30.2	29.5	27.3	24.3	28.7] N. S.
	after	24	31.9	30.4	29.6	27.2	24.4	28.7	
tightening	(+)	24	31.6	30.2	29.2	27.2	24.0	28.4] N. S.
	(-)	24	31.8	30.3	29.6	27.3	24.3	28.7	
measuer. time	10 a. m.	6	32.0	30.7	29.5	27.0	24.5	28.7] N. S.
	1 p. m.	6	31.9	31.2	29.6	27.2	24.4	28.7	
	4 p. m.	6	31.7	30.6	29.7	27.4	24.2	28.7	
measuer. day	1st	2	32.3	29.9	30.1	27.4	24.1	28.8] N. S.
	2nd	2	32.2	30.5	29.8	26.7	25.3	28.9	
	3rd	2	31.6	30.3	29.1	27.4	24.6	28.5	

(unit:%)

結果、および考察

1) 測定条件に関する基礎的検討

①被検者の腕の角度と測定値の関係

利き腕、非利き腕の両方において自然垂下位、胴体との角度が約45度、胴体に対して垂直の3つの位置で体脂肪率を測定したところ、腕を上へ挙げるほど測定値が高くなるという傾向がみられた。しかし、3つの位置の各値について分散分析を行ったところ有意な差は見られなかった。また、利き腕と非利き腕とを比べると非利き腕の方が少しではあるが測定値が高い傾向を示したが、有意差は認められなかった。ゆえに、実際の測定にあたっては、利き腕で、最も測定しやすい胴体との角度、すなわち約45度で測定することにした。(Table. 1)

②測定値に影響を及ぼす可能性のある条件についての検討

さきに述べた体脂肪の測定値に影響を及ぼす可能性のある“a. 食事, b. センサーを当てる部位への圧迫, c. 測定時刻, d. 連続数日間の変動の有無”の4因子について、条件を変えて検討を試みたが、5人の被験者(A. B. C. D. E例)のいずれかの場合も各因子の影響は認められなかった。(Table. 2)ゆえに、BFT-3000は多少測定環境が異なった場合でも、比較的安定した測定値を得ることができると考えられた。

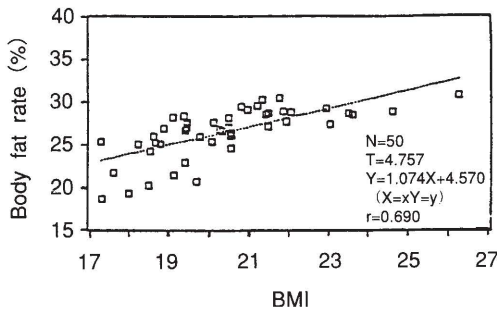
2)BFT-3000による体脂肪率とBMIとの関係

近赤外分光法から得られた体脂肪率とBMIとの間には回帰分析を行った結果 $Y=1.074X \pm 4.570$, $r=0.690$ の正の相関を示した。(P<0.01)

インピーダンス法 (BI 法) から得られた体脂肪率と BMI との間には回帰分析を行った結果、 $Y = 0.677X \pm 12.217$, $r = 0.315$ の正の相関を示したが、($P < 0.05$) 今回は予想以上に低値であった。

以上より、BFT-3000 を用いてより高い相関が得られたので、今後体脂肪の動態を追跡するにあたり、有用であると考えられた。(Fig. 1)

BFT-3000



Impedance apparatus

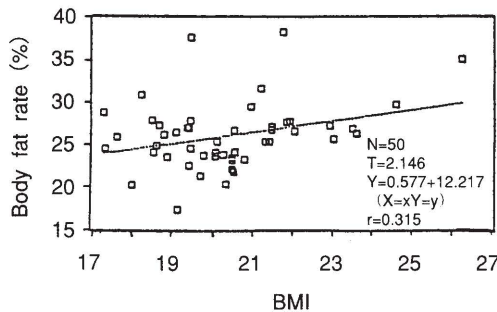


Fig. 1. Correlation between BMI and body fat rate

3) 体操部員と一般学生との比較

日常的に運動を行っている体操部員 15 名と運動習慣のほとんどない食物学科の学生 40 名において、体脂肪率を比較したところ、BMI は体操部員 20.5、食物科生 20.4 で両者間にはほとんど差が見られなかったが、体脂肪率は体操部員の方が有意に低く運動習慣の有無によりかなりの差が生じると考えられた。(Table. 3)

Table 3. Comparison of body fat rates between gymnastic club members and ordinary students

	gymnastics (n=15)	ordinary (n=40)
BMI	20.5 ± 1.3	20.4 ± 1.9
└── N.S. ─┘		
body fat rate (%)	21.8 ± 3.2	26.6 ± 2.4
└── P < 0.01 ─┘		

すなわち上記の結果は、身長、体重のバランスが同程度であっても体操部員の方が一般学生より非脂肪組織(おそらくは筋肉)に富んでいることを示したものと思われる。

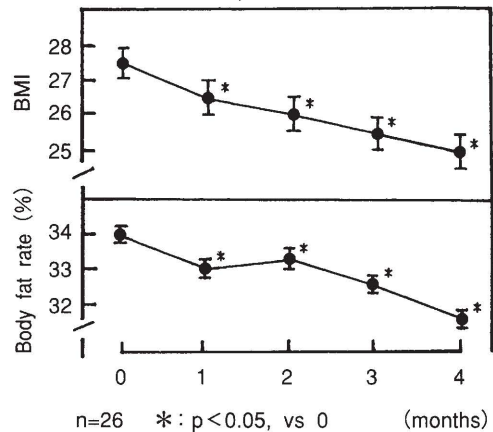


Fig. 2. Changes of BMI and body fat rate under dietary guidances

4) 太り気味の主婦の減量経過と体脂肪率との関係
“いきいき栄養学講座”を受講した 7 期生 26 名を対象に検討した結果、BMI は 27.5 から 25.0 へ、これとともに体脂肪率も 34.1% から 31.6% へ低下した。(Fig. 2)

このことから、本講座の指導により体重が減少するにつれて身体に占める脂肪の割合も明らかに低下していることが実証された。しかし、BMI と体脂肪率の動きについては個人差が認められた。

以上、今回の検討結果を通じて、概ね次のような結果が明らかになったと思われる。

近赤外線法による女性の体脂肪測定に関する検討

①近赤外分光法にもとづく BFT-3000 を用いた体脂肪測定は、操作が簡単なうえに被検者に苦痛や煩わしさを感じさせない。②マニュアルどおり実施すれば多くの生理的、物理的諸条件にかかわらず安定した値が得られる。③体脂肪のみをどの程度特異的に測定しているかについては確定し得ないが、少なくともインピーダンス法や CT (コンピューター・トモグラフィ) 法に匹敵する精度を期待することは可能であろう。

いずれにせよ、上記の諸点から、本法は体重コントロールのための食事指導には極めて適していると思われる。今後は対象例ごとに、先に述べた BMI と体脂肪率との関係を経過を追って観察するとともに、その動向パターンと食事内容、食生活との関連性を追跡したいと思う。

総 括

近赤外分光法をもとに開発された体脂肪測定装置 (BFT-3000) を用いて種々検討を行い、次の結果を得た。

1. 被検者の測定時の腕の角度は、約 45 度が適当であった。

2. 食事、腕への圧迫、繰り返しての測定などの諸条件には全く影響されず、再現性のよい値が得られた。

3. 女子学生 50 例を対象とした本法による体脂肪率の測定値は BMI とよく相関し、その相関係数はインピーダンス法による結果よりも高いレベルを示した。

4. BMI の平均値が等しいにもかかわらず、体操部員群の体脂肪率は、一般学生群のそれよりも有意に低値を示した。

5. 肥満傾向にある主婦 26 名の体脂肪率の平均値は食事指導によって低下した。しかし、BMI の動きとは必ずしも平行せず、個人差が認められた。

参考文献

- 1) Conway, J. M. and Norris, K. H. :in *In vivo Body Composition Studies*, ed. by Ellis K. J. et al., *Inst. Phys. Sci. in Med.*, New York, pp. 163-170(1987)
- 2) 沢井史穂他 : *体力科学* 39. 155-162(1990)
- 3) 後藤和久子, 馬場絹恵, 鈴木秋子, 小西すず, 楠 智一: *武庫川女子大学紀要*, 39. 9-15(1991)
- 4) 中塘二三生, 田中喜代次, 羽間鋭男, 前田如矢: *体力科学*, 39. 164-172(1990)