

多周波数インピーダンス法による 日本成人の身体組成評価 — 体脂肪と体水分の年代比較 —

山本貴志子¹⁾, 西亀正之²⁾

1) 広島大学大学院医学系研究科博士課程後期

2) 広島大学医学部保健学科

受付 平成 12 年 4 月 21 日

受理 平成 12 年 6 月 23 日

多周波数生体電気インピーダンス (BI) 法による日本成人の身体組成の標準値を設定する目的で, 体脂肪率 (%FAT) および体水分量 (TBW), 細胞外液量 (ECW), 細胞内液量 (ICW) の年代間の比較検討を行った。

調査に同意の得られた18~84歳の日本成人2,034名 (男性1,022名, 女性1,012名) を対象に, 多周波数インピーダンス機器 (積水化学工業社 MLT-100) により身体組成を測定した。

%FATとBMI (body mass index) の相関はすべての年代群で有意に高くなった。BMI=22 kg/m² (22×体重/身長²) に相当する %FAT 値は, 男性21.2%, 女性32.4%となった。男性の %FAT 判定の標準範囲は, 10および20歳代で13.8~22.4%, 30~70歳代以上で22.7~30.1%であり, 肥満値は, 10および20歳代で25.1%以上, 30~70歳代以上で32.2%以上であった。女性の標準範囲は, 10~40歳代で23.1~31.6%, 50~70歳代以上で31.1~39.6%であり, 肥満値は, 10~40歳代で33.9%以上, 50~70歳代以上で41.4%以上であった。

%TBW 平均値および ICW/TBW 平均値は, 男女とも加齢に伴い減少し, ECW/TBW 平均値は男女とも加齢に伴い増加した。

本研究では, 多周波数 BI 法による %FAT の年齢別の標準値を示した。また, 体脂肪および体水分は, 加齢に伴い変化することが示唆された。

Key words : 多周波数インピーダンス法, 身体組成, 生体電気インピーダンス法, 体脂肪率, 体水分量

体脂肪率 (percent body fat: %FAT) は, 肥満や生活習慣病の発現に関連のある情報源として注目されている。その一測定法である生体電気インピーダンス (bioelectrical impedance: BI) 法は, 身体に微電流を流した際の電気抵抗値を測定し, 体水分量 (total body water: TBW) から除脂肪重量 (fat free mass: FFM), 次いで脂肪重量 (fat mass: FAT) を推定する。BI 法による報告の多くは, 50 kHz の周波数に固定した単周波数 BI 法であり, 一般家庭用としても普及している。身体組成や体液分布を変化させる要因の1つに年齢が考えられるにもかかわらず, 単周波数 BI 法の身体組成推定式は, TBW/FFM=73.2%に基づいて %FAT を推定するので, 加齢や筋肉, 脂肪量による個人差が反

映されにくい^{3,14,15)}。

一方, 近年開発された多周波数 BI 法は, 低周波数の電流は細胞外のみ, 高周波数の電流は細胞外と細胞内の両方を流れる原理から身体組成を推定するもので, その妥当性も報告されている^{6,16)}。多周波数 BI 法によると, 細胞外液量 (extracellular water: ECW) と細胞内液量 (intracellular water: ICW) を区別して身体組成を評価できる。しかし, 若年者から高齢者に至る広範囲の年齢層を対象として, 身体組成および体水分比率の変化を多周波数BI法により比較検討した報告はみられず, いまだ日本人を対象にした身体組成の標準値を設定するには至っていない。われわれは, 先に大学生を対象に多周波数 BI 法による身体組成を調査し,

年齢に応じて標準値を設定する必要性を指摘した²⁰⁾。本研究は、多周波数 BI 法による日本成人の身体組成の標準値を設定する目的で、体脂肪および体水分分布について年代間で比較検討した。

対象と方法

対象

測定は平成11年4月9日から平成12年3月17日の期間に県内の定期健康診断および健康教育講習会等の8つの会場で行った。対象者は、男性1,022名(30.7±14.4歳)、女性1,012名(33.5±17.1歳)の18~84歳までの2,034名であった。身体的特性を Table 1 に示す。対象は大学生、職員および一般住民からなり、健康で自立し、活動的に生活している者である。

測定方法

多周波数インピーダンス機器(積水化学工業社製 MLT-100)を用い、中塘ら¹⁰⁾の提唱している測定条件に準じて行った。なお、MLT-100の妥当性は、二重エネルギーX線吸収法によるFFM値との間に、男性 $r=0.952$ 、女性 $r=0.927$ の相関を認めている¹⁷⁾。本装置は本体から周波数 2.5 kHz~350 kHz の信号成分を含んだ 100 μ A (rms) の電流を身体に流したときの電気抵抗を 2.5 kHz 間隔に140点で計測するものである。4電極法であり、電流電極は尺骨茎状突起と橈骨茎状突起間の手背中央部および脛骨内果と腓骨外果の足背中央部に、電圧電極は電流電極よりも肘および膝側に 5 cm 離して装着した。被験者を1~4分間安静にした後、測定を開始した。測定姿勢は上肢、下肢を体幹からおのおの30度開いた仰臥位で、大腿部はタオルを挟んで開脚した。被験者の利き手側の手首、足首をアルコールで十分に清拭した後、多周波数インピーダンスは周辺にある金属の影響を受けて変動しやすいた

め、被験者が身に付けている金属類はすべて外した。経口摂取による測定値への影響を除くため、食後2時間を経過した者を対象とした。測定に際して、その目的および方法を説明の上、同意を得て行った。測定はすべて同一の研究者が行い、毎回、画面でインピーダンスプロットに乱れがないかを確認した。測定値は、小数点第2位まで算出した。

測定値の分析と統計処理

MLT-100の測定値の分析は、本機専用の mltv6n.xlw プログラムを用いた。このソフトウェアに組み込まれている身体組成推定式は日本成人を対象に性別、身長、体重、年齢を説明変数として作成されている¹⁷⁾(Table 2)。この推定式は、Three-compo-

Table 2. Prediction equations for determining BMC and LTM of Japanese males and females in mltv6n.xlw software (Tanaka K, et al 1999)¹⁷⁾

male	
BMC	$=0.046 \text{ Wt} + 0.023 \text{ Ht} + 0.002 \text{ Age} - 4.09$ ($rm=0.841$, $SEE=0.29 \text{ kg}$)
LTM	$=0.306 X_1 + 0.003 X_2 + 0.098 X_3 + 3.44$ ($rm=0.948$, $SEE=1.95 \text{ kg}$)
female	
BMC	$=0.021 \text{ Wt} + 0.021 \text{ Ht} + 0.011 \text{ Age} - 1.63$ ($rm=0.892$, $SEE=0.22 \text{ kg}$)
LTM	$=0.169 X_1 + 0.003 X_2 + 0.186 X_3 + 5.75$ ($rm=0.917$, $SEE=1.76 \text{ kg}$)

BMC=bone mineral content (kg), Wt=weight (kg)
Ht=height (cm), rm=multiple correlation coefficient
SEE=standard error of estimate (kg)
LTM=bone free lean tissue mass (kg)
 $X_1=(\text{Ht} \times \text{Ht})/\text{R}_{\text{HIGH}}$, $X_2=(\text{Ht} \times \text{Ht} \times \text{Ht})/1000$
 $X_3=(\text{Ht} \times \text{Ht})/\text{R}_{\text{LOW}}$

Table 1. Profiles of the subjects

Age (years)	Male				Female			
	Number	Height (cm)	Weight (kg)	Body Mass Index (kg/m^2)	Number	Height (cm)	Weight (kg)	Body Mass Index (kg/m^2)
10-19	136	170.8±5.6	61.3±7.7	21.0±2.4	166	157.4±4.4	51.2±6.5	20.6±2.4
20-29	518	171.7±5.2	62.9±8.4	21.3±2.6	447	158.4±5.3	50.0±6.5	19.9±2.3
30-39	130	171.2±6.2	67.1±9.6	22.9±2.7	85	158.4±5.5	50.1±6.5	19.9±2.1
40-49	106	170.0±5.2	67.2±7.5	23.2±2.2	70	156.8±4.7	50.8±6.0	20.7±2.3
50-59	66	166.8±5.4	66.3±8.8	23.8±2.5	127	153.6±5.2	52.9±6.7	22.4±2.6
60-69	42	164.8±5.1	63.6±7.0	23.4±2.3	82	151.4±4.7	52.3±7.7	22.8±3.0
70-	24	161.4±6.0	58.1±7.6	22.3±2.3	35	148.1±4.0	49.7±5.5	22.7±2.7
Total	1,022	170.5±5.8	63.8±8.6	21.9±2.7	1,012	156.6±5.7	50.8±6.6	20.7±2.6

Means±SD

nent molecular model に基づくもので、身体の構成を FAT と FFM に二分し、さらに、FFM を骨塩量 (bone mineral content: BMC) と骨格筋、平滑筋、各種器官の組織など身体を構成する実質組織量 (bone free lean tissue mass: LTM) からなるとする。体水分量の推定については田中らの式を用いた¹⁸⁾。身体組成推定式から得られるデータは、FFM, FAT, %FAT, TBW, ECW, ICW, TBW/FFM, ECW/FFM, ICW/FFM, BMI

(body mass index) である。本研究では、さらに体水分比率として、体重に占める体水分量 (%TBW) および ECW と ICW の体水分比率 (ECW/TBW, ICW/TBW) を算出した。

計測値は平均値と標準偏差を年代別 (10歳代, 20歳代, 30歳代, 40歳代, 50歳代, 60歳代, 70歳代以上) に分析した。%FAT については、ピアソンの相関係数により BMI との関係を検討し、BMI の各値に

Table 3. Body composition of Japanese male subjects

Age (years)	%FAT (%)	FAT (kg)	FFM (kg)	TBW (kg)	ECW (kg)	ICW (kg)	TBW/FFM (%)	ECW/FFM (%)	ICW/FFM (%)	%TBW (%)	ECW/TBW	ICW/TBW
10-19	17.3	10.9	50.3	34.9	11.3	23.6	69.2	22.4	46.9	57.3	0.32	0.68
	6.8	5.5	4.9	4.4	2.1	3.0	2.9	2.8	3.2	5.6	0.03	0.04
20-29	18.5	12.0	50.9	35.2	11.4	23.9	69.1	22.3	46.8	56.4	0.32	0.68
	6.8	6.0	4.6	4.2	1.9	2.7	2.9	2.5	2.6	5.6	0.03	0.03
30-39	25.8	17.7	49.4	33.4	10.7	22.7	67.5	21.6	45.9	50.1	0.32	0.68
	6.5	6.6	4.8	3.9	2.2	2.7	2.5	3.3	3.3	5.0	0.03	0.03
40-49	25.6	17.5	49.7	34.1	11.5	22.7	68.5	23.0	45.6	51.0	0.34	0.67
	5.7	5.2	4.5	3.8	1.8	2.4	2.4	2.3	2.2	4.7	0.03	0.03
50-59	27.0	18.2	48.1	33.2	11.7	21.5	68.9	24.2	44.7	50.3	0.35	0.65
	5.5	5.7	4.9	4.3	2.4	2.7	2.6	3.5	3.3	4.7	0.05	0.05
60-69	27.9	17.9	45.7	31.1	11.2	19.9	67.9	24.4	43.6	49.0	0.36	0.64
	5.2	4.4	4.4	3.9	1.9	2.6	2.6	2.7	2.8	4.1	0.04	0.04
70-	25.9	15.4	42.8	29.0	10.8	18.2	67.8	25.1	42.6	50.1	0.37	0.63
	6.5	5.1	4.1	3.3	2.0	2.0	2.4	3.1	3.4	4.9	0.04	0.04
Means	%FAT; percent body fat, FAT; fat mass, FFM; fat free mass, %TBW; percent total body water											
SD	ECW; extracellular water, ICW; intracellular water											

Table 4. Body composition of Japanese female subjects

Age (years)	%FAT (%)	FAT (kg)	FFM (kg)	TBW (kg)	ECW (kg)	ICW (kg)	TBW/FFM (%)	ECW/FFM (%)	ICW/FFM (%)	%TBW (%)	ECW/TBW	ICW/TBW
10-19	28.1	14.7	36.4	24.5	7.5	17.0	67.1	20.4	46.7	48.2	0.30	0.70
	6.5	5.2	2.6	2.5	1.4	1.8	2.7	3.3	3.3	4.7	0.04	0.04
20-29	26.7	13.7	26.4	24.2	7.6	16.6	66.5	21.0	45.4	48.8	0.31	0.69
	6.4	4.9	3.0	2.8	1.3	1.9	3.1	2.6	3.0	4.9	0.03	0.03
30-39	28.1	14.4	35.7	23.5	7.5	16.0	65.7	21.5	44.8	47.2	0.32	0.68
	6.6	4.9	3.1	2.6	1.4	1.5	2.5	5.4	1.9	4.7	0.03	0.03
40-49	29.5	15.3	35.5	23.8	7.8	16.0	67.1	22.0	45.1	47.3	0.33	0.67
	6.2	4.7	2.5	2.3	1.2	1.5	2.7	2.5	2.3	4.5	0.03	0.03
50-59	34.7	18.7	34.3	23.2	7.5	15.7	67.6	21.7	45.9	44.1	0.32	0.68
	6.0	5.3	2.7	2.5	1.3	1.5	2.8	2.6	2.4	4.3	0.03	0.03
60-69	35.7	19.1	33.2	22.6	7.6	15.0	67.9	22.8	45.1	43.6	0.34	0.67
	6.6	6.1	2.7	2.5	1.2	1.5	2.9	2.3	2.2	4.5	0.03	0.03
70-	35.9	18.1	31.6	21.5	7.5	14.0	68.2	23.7	44.4	43.7	0.35	0.65
	6.0	4.3	1.7	1.8	1.1	1.4	2.8	2.8	3.2	4.1	0.04	0.04
Means												
SD												

属する対象者の %FAT の分布から男女別に %FAT の標準曲線を作成した。また, %FAT に差を認めた年代間で増加前群と増加後群に分割して, 各群の分布の 25~75パーセンタイル値を標準範囲, 85パーセンタイル値以上を高値¹²⁾として肥満と判定した。年代間の比較は, 一元配置分散分析で行った。統計処理の有意水準は0.05とし, 解析はすべて Stat View J-4.5 for Mac (ABACUS Concepts 社製) を使用した。

成 績

Table 3, 4 に多周波数 BI 法による身体組成の平均値を男女別に示す。

1. %FAT と BMI の関係 (Fig. 1)

%FAT と BMI の相関はすべての年代群で有意に高かった(男性 $r=0.71\sim 0.96$, 女性 $r=0.85\sim 0.96$)。各種疾病数が最も少ないとされる最適 BMI=22 kg/m²¹⁹⁾に相当する %FAT は, 男性で21.2%, 女性で32.4%となった。また, 肥満と判定される BMI=25 kg/m²に相当する %FAT は, 男性で28.0%, 女性で39.7%となった。各 BMI 値に属する対象者の %FAT の分布から描かれる標準曲線を Fig. 1 に示す。

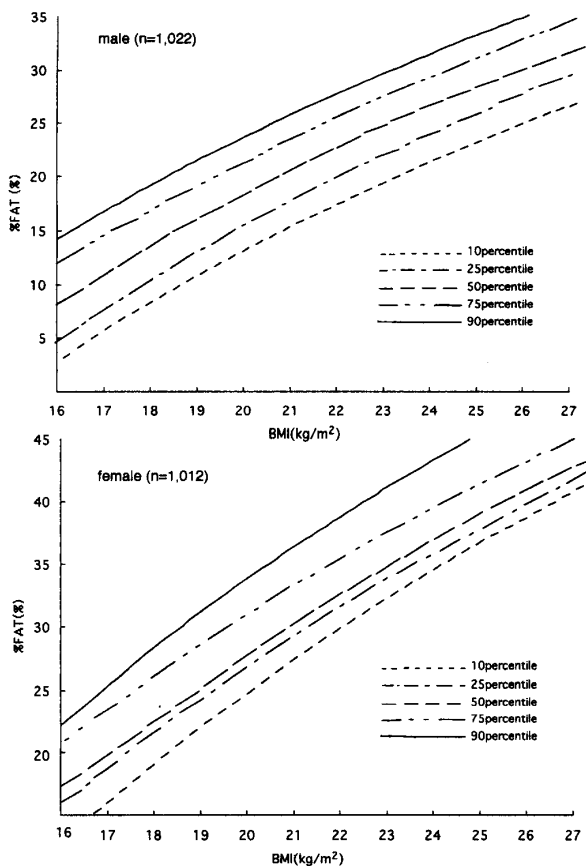


Fig. 1. Standard curve of percent body fat with body mass index

2. %FAT の年代間比較 (Fig. 2, Table 5)

男性の %FAT 平均値は, 30歳代から急速に増加し, その後も60歳代まで増加傾向をたどった。男性の10歳代および20歳代の %FAT 平均値は, 30歳代~70歳代以上のいずれの年代と比較しても有意に低くなり, 30歳代~70歳代以上の年代間では差を認めなかった。一方, 女性の %FAT 平均値は, 加齢とともに増加する傾向を示し, 50歳代から急速に増加した。女性の10~40歳代群の %FAT 平均値は, 50歳代以上のいずれの年代と比較しても有意に低くなり, 50歳代~70歳代以上の年代間では差を認めなかった。そこで, %FAT 平均値の年代比較で有意な増加を認めた年代を境に増加前後で2群に分割し, それぞれの %FAT の分布を検討した。

増加前群は, 男性で10歳代および20歳代 (654名), 女性で10~40歳代 (768名) とし, 増加後群は, 男性で30歳代~70歳代以上 (368名), 女性で50~70歳代以上 (244名) とした。男性の %FAT 平均値は, 増加前群で18.3±6.8%, 増加後群で26.2±6.0%であった。パーセンタイル値による男性の %FAT 判定の標準範囲は, 増加前群で13.8~22.4%, 増加後群で22.7~30.1%であり, 肥満は, 増加前群で25.1%以上, 増加後群で32.2%以上であった。女性の %FAT 平均値は, 増加前群で27.4±6.5%, 増加後群で35.2±6.2%であった。女性の %FAT 判定の標準範囲は, 増加前群で23.1~31.6%, 増加後群で31.1~39.6%であり, 肥満は, 増加前群で33.9%以上, 増加後群で41.4%以上であった。

3. %TBW の年代間比較 (Fig. 3)

%TBW は, %FAT と高い負の相関を認めた (男性 $r=-0.93$, 女性 $r=-0.91$)。%TBW 平均値は, 男女とも加齢に伴い減少する傾向をみせた。男性の10歳代および20歳代の %TBW 平均値は, 30歳代~70歳代以上のいずれの年代間と比較しても有意に高くなったが, 30歳代~70歳代以上の年代間では有意差を認めなかった。一方, 女性の10歳代から40歳代の %TBW 平均値は, 50歳代~70歳代以上のいずれの年代と比較しても有意に高くなったが, 50歳代~70歳代以上の年代間では有意差を認めなかった。

4. ECW/TBW, ICW/TBW の年代間比較 (Fig. 4)

ECW/TBW 平均値は男女とも加齢に伴い増加し, ICW/TBW 平均値は減少する傾向を示した。男性の10歳代, 20歳代および30歳代の ICW/TBW 平均値は, 50歳代, 60歳代および70歳代以上の年代よりも高く, 30歳代の ICW/TBW 平均値は, 60歳代および70歳代以上の年代よりもそれぞれ有意に高くなり, これに応じ

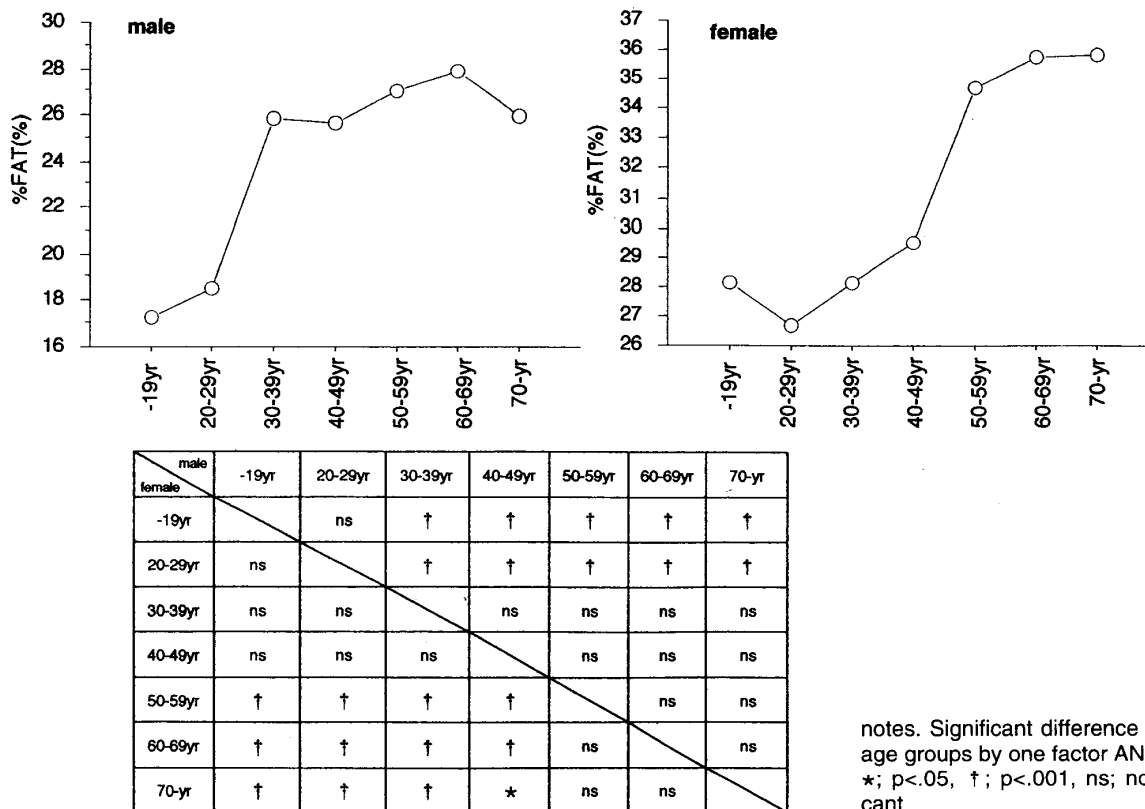


Fig. 2. Age differences in percent body fat

Table 5. Percentile of %FAT in Japanese subjects

Percentile	male		female	
	18-29 yr (n=654)	30-81 yr (n=368)	18-49 yr (n=768)	50-84 yr (n=244)
10	10.0	18.3	19.2	27.7
25	13.8	22.7	23.1	31.1
50	17.7	26.4	27.4	35.0
75	22.4	30.1	31.6	39.6
90	26.8	33.2	35.0	43.3
Means±SD	18.3±6.8	26.2±6.0	27.4±6.5	35.2±6.2

て ECW/TBW は低くなった。一方、女性では、男性の体水分比率と同様の傾向をみせ、10歳代と30歳代を除くすべての年代間および70歳代以上と40歳代と60歳代を除くすべての年代間で有意差を認めた。

考 察

1. %FAT と BMI の関係

%FAT と BMI はよく相関し、BMI やそれに基づく肥満度との相関を検討した先行研究の結果に一致した^{13,19,20)}。しかし、われわれ²⁰⁾や大野ら¹³⁾が指摘したように、身長、体重が同値の個体間では、その構成が脂肪か筋肉かにかかわらず、同じ BMI 値と判定され、BMI と %FAT 判定の不一致を招く。したがって、本

研究でわれわれが Fig. 1 で示した BMI と %FAT の両者の併用判定が必要と考えられる。

2. %FAT の年代間比較

%FAT は、男女とも加齢に伴い増加傾向を示し、男性では、30歳代から %FAT、BMI とともに急速に増加し、60歳代まで続いた。30歳代以降の男性の肥満傾向は生活習慣病の発症に関連するとして問題視されており、本研究もこれを支持する結果となった。一方、女性では、50歳代から %FAT、BMI とともに増加し、50歳代以後の年代間では有意な増加を認めなかった。この点で50歳代女性の %FAT 増加と閉経の関連を指摘した報告と一致した¹¹⁾。閉経期の身体組成変化として、内臓脂肪蓄積の加速⁸⁾や骨塩量の減少¹⁾があり、

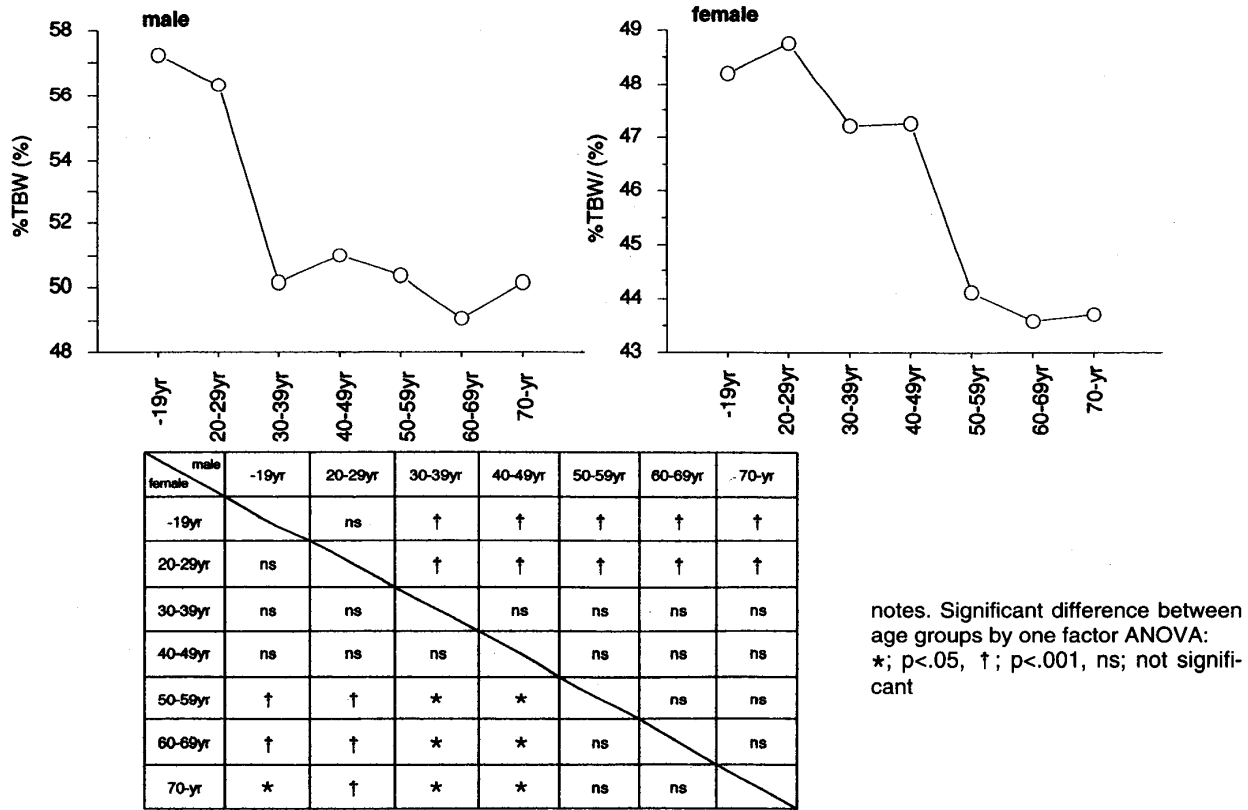


Fig. 3. Age differences in percent total body water

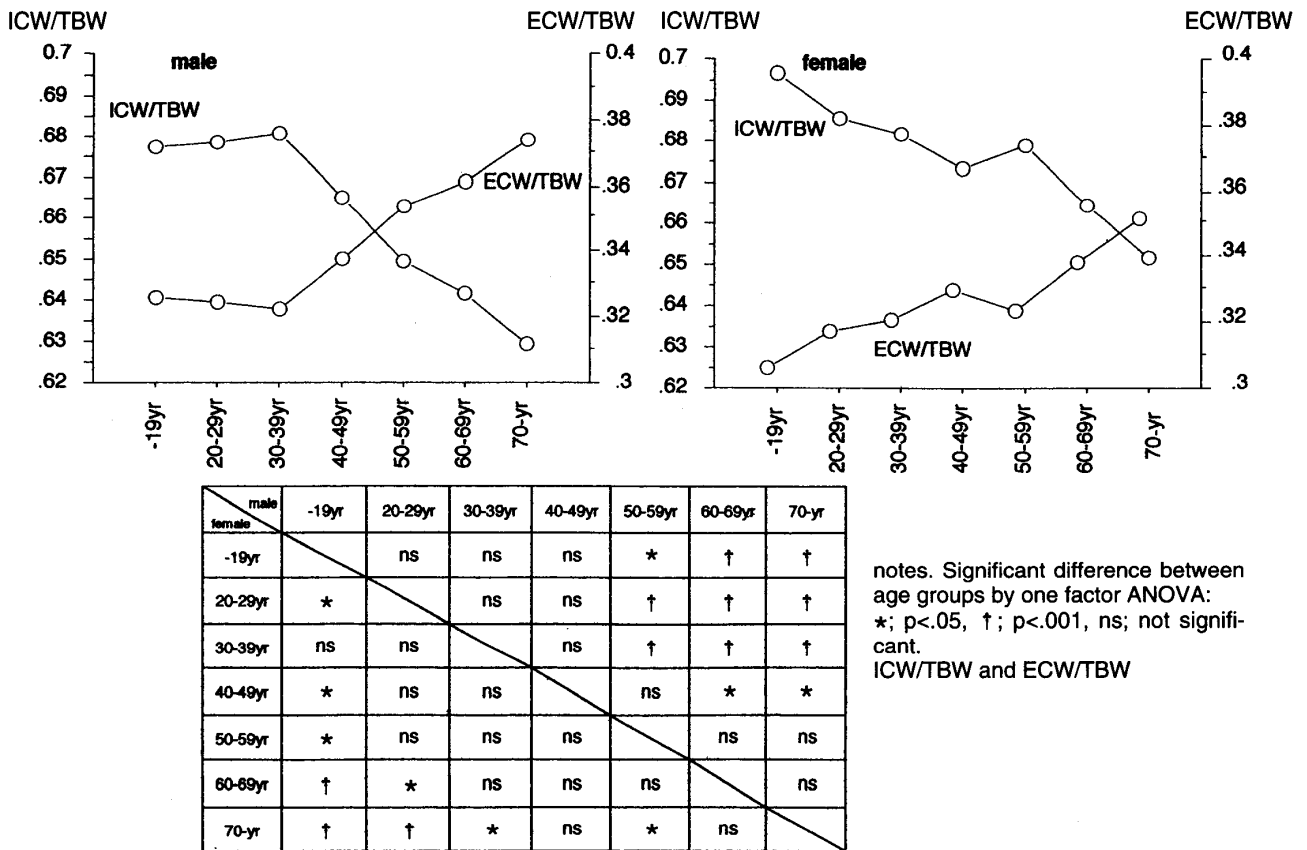


Fig. 4. Age differences in intracellular water and extracellular water as a fraction of total body water

女性ホルモンの影響が考えられる。加齢に伴う %FAT の増加が近年の肥満者割合の増加によるものか、生理的な身体組成の変化によるものかは、なお検討を要する課題である。%FAT の増加というよりも骨格筋に起因した FFM の減少によるとの指摘もある^{1,15)}。しかし、内臓脂肪蓄積の変化として、男性の直線的増加、女性の閉経期以後の急激な増加⁸⁾とインスリン分泌パターンの変化との関連⁹⁾や本研究の %FAT 動向から、体脂肪に反映される何らかの加齢変化が示唆される。

われわれは先に、大学生の %FAT 標準値を男子 13.4~21.7%、女子 22.9~31.3%と報告し、標準値の設定には年齢変化に応じて判定する必要性を指摘した²⁰⁾。%FAT は男女とも中年期に増加し、老年期ではわずかに増加する程度であると指摘され^{1,2)}、本研究の結果もこれを支持した。そこで、対象者を %FAT の増加前後の年代で 2 群に分割して、標準範囲を設定した。本研究で BMI=22 kg/m²¹⁹⁾に相当する %FAT は、男性の増加後群の標準下限値よりも低く、女性の増加前群の標準上限値よりも高く、BMI=25 kg/m²に相当する %FAT では、男女の増加後群の肥満値よりも低くなった。また、年齢による区別はされていないが、製造会社による本測定器の標準値は、男性で 13~25%、女性で 23~37%であり、これが本研究の標準値を内包する範囲となったことから、現在、年齢による判定と各種生活習慣病の関係を検討している。

3. %TBW の年代間比較

加齢に伴う体水分量の変化については様々な意見がある。%TBW は 55~58%を維持し、体水分比率のみ変化すると報告⁵⁾もあるが、Edelman によると、若年、中年、老年の %TBW は、男性で各々 60.6%、54.7%、51.5%、女性で 50.2%、46.7%、45.5%であった⁴⁾。本研究では、これより若干低値となった。

4. ECW/TBW および ICW/TBW の年代間比較

本研究の体水分比率の加齢変化は、ECW/TBW は増加、ICW/TBW は減少し、他の報告に一致した^{1,5)}。この原因として、ECW は FAT の増加、ICW では body cell mass や主要骨格筋の減少が挙げられる¹⁾。また、ECW と ICW の比率は、加齢に伴い低下し、1:1 に近くなるとの報告⁵⁾もあるが、1:2 が定説であり、われわれの結果もこれに近似した。

本研究により、多周波数 BI 法による日本成人の身体組成の年齢変化を評価できた。本法によると、侵襲なく、簡便かつ瞬時に身体組成を推定することが可能であることから、栄養、代謝状態等広い範囲の対象に活用できる。

今後さらに、%FAT や TBW の身体組成と糖尿病や

高脂血症といった疾患のコントロール状態との関連を検討することにより、生活習慣病の予防および維持管理のための %FAT 適正值や身体組成評価基準を検討してゆきたい。

謝 辞

本研究を行うにあたり、積水化学工業より機械の提供を受けた。また、測定の実施にご協力いただいた参加者の皆様および施設職員の皆様に謝意を表します。

参 考 文 献

1. Baumgartner, R. N., Stuber, P. M., McHugh, D., Koehler, K. M. and Garry, P. J. 1995. Cross-sectional age differences in body composition in persons 60+ years of age. *Journal of Gerontology* 50: M307-M316.
2. Bruce, Å., Andersson, M., Arvidsson, B. and Isaksson, B. 1980. Body composition. Prediction of normal body potassium, body water and body fat in adults on the basis of body height, body weight and age. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 40: 461-473.
3. Deurenberg, P., Kooy, K., Leenen, R. and Schouten, F. J. M. 1989. Body impedance is largely dependent on the intra- and extra-cellular water distribution. *Eur. J. Clin. Nutr.* 43: 845-853.
4. Edelman, I. S. and Leibman, J. 1959. Anatomy of body water and electrolytes. *Am. J. Med.* 27: 256-277.
5. 池内隆治 1998. Bioelectrical Impedance 法による日本女性体液・体脂肪分布の年齢変化. *京府医大誌* 107: 1131-1139.
6. 金 憲経, 田中喜代次, 中西とも子, 天貝 均 1999. 高齢者の身体組成を評価する多周波数インピーダンス法. *筑波大学体育科学系紀要* 22: 55-62.
7. 国民衛生の動向. 1998年. p.104. 厚生省統計協会.
8. Kotani, K., Tokunaga, K., Fujioka, S., Kobatake, T., Keno, Y., Yoshida, S., Shimomura, I., Tarui, S. and Matsuzawa, Y. 1994. Sexual dimorphism of age-related changes in whole-body fat distribution in the obese. *Int. J. Obes.* 18: 207-212.
9. 村川祐一, 森 豊, 横瀬琢男, 加藤秀一, 畑 章一, 横田邦信, 横山淳一, 池田義雄 1997. 加齢による体脂肪分布とインスリン分泌パターンの変化に関する研究. *肥満研究* 3: 25-29.
10. 中塘二三生, 渡辺完児, 田中喜代次 1996. 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: 9-15.
11. 西山久美子, 大塚健作, 浦田秀子, 勝野久美子, 福山由美子, 田原靖昭, 網分憲明 1991. 水中体重法に

- よる年代別にみた女性の体脂肪率. 長大医短紀要 5:1-7.
12. 大野 誠 1994. 肥満の判定と肥満診断の進め方. 臨床栄養 85:682-689.
 13. 大野 誠, 堂満憲一, 池田義雄, 懸 俊彦 1992. 体脂肪(量)率測定からみた肥満症の診断. 第13回日本肥満学会記録:70-73.
 14. **Segal, K. R., Van Loan, M., Fitzgerald, P. I., Hodgdon, J. A. and Van Itallie, T. B.** 1988. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am. J. Clin. Nutr.* 47:7-14.
 15. **Steen, B.** 1988. Body composition and aging. *Nutr. Rev.* 46:45-51.
 16. 田中喜代次, 金 憲経 1988. 生体電気インピーダンス (BI) 法とその応用. 臨床検査 42:1055-1058.
 17. 田中喜代次, 金 憲経, 中西とも子, 天貝 均 1999. 多周波数インピーダンス法による日本成人の身体組成の評価. 日本運動生理学雑誌 6:37-45.
 18. 田中喜代次, 錦織法晴, 奥野 淳, 金 憲経, 渡辺完児, 中塘二三生 1999. 細胞膜抵抗を考慮した体水分量の推定に関する提案. 教育医学 45:52-53.
 19. **Tokunaga, K., Matsuzawa, Y., Kotani, K., Keno, Y., Kobatake, T., Fujioka, S. and Tarui, S.** 1991. Ideal body weight estimated for the body mass index with the lowest morbidity. *Int. J. Obes.* 15:1-15.
 20. 山本貴志子, 西亀正之 投稿中. 大学生における多周波数インピーダンス法による身体組成の評価.

Multi-frequency Bioelectrical Impedance Method for the Assessment of Body Composition in Japanese Adults

Kishiko YAMAMOTO¹⁾ and Masayuki NISHIKI²⁾

¹⁾Basic and Clinical Nursing Course, Graduated School of Medical Sciences Hiroshima University

²⁾Institute of Health Sciences, Hiroshima University School of Medicine

We determined body composition of Japanese adults using multi-frequency bioelectrical impedance measurements (MBI) in order to clarify age-related changes in percent body fat (%FAT) and body water distribution (TBW, ECW, ICW).

The subjects were 1,022 males and 1,012 females 18~84 years of age. Each person was informed as to the purpose of the study. Body composition was measured by a multi-frequency impedance apparatus (2.5 to 350 kHz, 100 μ A). Analysis of variance was used to test for differences between age groups in each gender.

Percent body fat showed high correlation with body mass index in all age groups. The average %FAT increased with age in both genders. Percent body fat in the 25~75 percentiles was 13.8~22.4% in males 18~29 years of age, and 22.7~30.1% in males 30~81 years of age. Among the females, the corresponding values were 23.1~31.6% for 18~49 years of age and 31.1~39.6% for 50~84 years. In both genders, significant decreases in %TBW and ICW/TBW, and a significant increase in ECW/TBW were observed with age.

These data suggest that there is a definite gender difference in age-related changes in %FAT and body water distribution.