肥満の考え方

井 上 修 二

国立健康・栄養研究所老人健康・栄養部

Obesity and Its Interpretation

Shuji Inoue

Division of Geriatric Health and Nutrition, National Institute of Health and Nutrition

はじめに

先進工業国では、肥満は成人病の最大のリスクとしてその対策が急がれている。肥満により死亡率が高まることは、外国でも我が国でも認められている。肥満が死亡率を高める主因は、成人病の合併率が高いためと考えられる。代表的な成人病は糖尿病、高血圧、高脂血症、動脈硬化症、痛風とある種の癌（子宮癌、乳癌、前立腺癌、大腸癌など）である。肥満において成人病の合併率を高める要因は、肥満度20%以上の肥満の程度と上半身肥満、腹部肥満あるいは内臓肥満などの体脂肪の分布異常であるが、最近では肥満自体について病的肥満すなわち肥満症を考えるにはどのような判断基準が必要かということも議論になってきた。

肥満症の定義についてまだ定説はないが、本稿では肥満症とはどのような肥満なのか、また定義はどのように決めるべきかなど、肥満の考え方について解説する。

I. 肥満の定義

肥満とは単純な過剰体重ということではなく、体脂肪の過剰蓄積と定義される。体構成は、栄養学的にみると日々の生命の維持に不可欠な脳神経、内臓、筋肉、骨格、体水分などで構成される活性組織（lean body mass；LBM）あるいは除脂肪と、エネルギーの貯蔵の役目を果たす体脂肪（body fat）に分けられる。正常な体重者においては、活性組織は水分 60%，固形成分 22%で構成され、固形成分のうち17%はたんぱく質で、5%は灰分からなっている¹⁾。従って、残りの体脂肪は約18%ということになる。肥満とは、この体脂肪が過剰に蓄積した状態という。

II. 体脂肪の測定法

肥満の定義に従えば、体脂肪を測定しなければ本当の肥満の判定はできないことになる。体脂肪の測定法には表1のようにさまざまな方法がある。

しかしながら、現在使用できるこれらの方法は、操作が煩雑であったり、高価な医薬品や装置が必要であったり、正確度が欠けるなど、測定に問題があるのが現状である。

体密度法は、体密度から体脂肪量を測定する方法で²⁾、空気中と水中の体重を

表 1 体脂肪量の測定法

① 体密度法	3) 超音波
② 体水分量法	4) CTスキャン
③ 脂肪組織溶解ガス摂取量測定法	⑦ 二光子吸収法
④ 体内K量測定法	⑧ 二重X線吸収法
⑤ CTスキャン法	⑨ 中性子賦活法
⑥ 皮下脂肪厚法	⑩ 近赤外線法
1) 皮脂厚計	⑪ 体内電気伝導度測定法
2) 軟部X線撮影	

測定して、表2に示す式によって体密度を計算する。この場合は、温度補正と主として肺にある残気量の補正が必要である。

体密度からBrožekやSiriの計算式に従い、体脂肪量を測定することができる。この方法の問題

表 2 体密度測定による体脂肪量の測定

$$\text{体密度 (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{空气中体重 (kg)}}{\frac{\text{空气中体重 (kg)} - \text{水中体重 (kg)}}{\text{水の比重 (}^\circ\text{C)}}} - \text{残気量 (l)}$$

$$\text{Brožekの計算式：体脂肪} = (4.570/\text{体密度} - 4.142) \times 100$$

$$\text{Siriの計算式：体脂肪} = (4.95/\text{体密度} - 4.50) \times 100$$

点は、わずか5体の測定で、体脂肪と活性組織量を一定としたBrožekやSiriの計算式を使っていることである。また、温度による値の変化を受けやすいことや肺の残気量も個人差が大きいことである。

体水分量測定法は、体水分量から体脂肪量を測定する方法である³⁾。アイソトープをもった重水やトリチウム水を口から飲むか注射して、一定の状態になった後、血中のラジオアイソトープを測り、その血中の濃度を計算し、更に体水分量を算出する。前述のように体水分量は全身の割合としては60%を占めるが、活性組織においては72%を占めるので、活性組織量の72%が体水分量と仮定すると、0.72で測定した体水分量を割ることによって活性組織量が算定される。更に、体重から活性組織量を差し引くことにより体脂肪量が測定できる。この方法では、体水分量を一定と仮定することに問題がある。

脂肪組織溶解ガス測定法は、脂肪組織に特異的に溶解するガスの脂肪組織による摂取量から体脂肪量を測定する方法である⁴⁾。シクロプロパンや、ラジオアイソトープをつけたクリプトンを閉鎖呼吸バッグに入れて吸気中から吸入させると、肺から摂取され、血液に入ったクリプトンまたはシクロプロパンは脂肪組織にだけ取り込まれる。例えば、シクロプロパンは脂肪組織1kgについて一定の11.26gが取り込まれるので、呼気中に戻ってこないシクロプロパン量を11.26で割ると、体脂肪量を計算することができる。この方法では個人の呼吸法の巧拙が問題となる。

体内カリウム測定法は、体内のカリウム量から体脂肪量を測定する方法である⁵⁾。体内のカリウムは活性組織にのみ含まれ、脂肪組織には含まれていないとされている。その上、活性組織のカリウム量はほぼ一定で、1kgにつき2.66g含まれている。天然のカリウムの中には、 γ 線という放射能をもつカリウムがあり、これは、カリウム中の一定量0.012%を占めている。全身から発する放射能を測定できるヒューマンカウンターという装置の中に肥満患者を入れて、一定時間、放射性カリウムを測定し、それを0.00012で割れば、体内にある全カリウム量を計算できる。このカリウム量を更に2.66gで割れば、活性組織量が算出できる。従って、体重から活性組織量を差し引くことにより体脂肪量が計算できる。この方法では、体内活性組織内のカリウムは一定としているが、実際は年齢による差があることが分かっている。

Computed tomography (CTスキャン) 測定法は、CTスキャンを使って体脂肪量を測定する方法である⁶⁾。体の中の脂肪は特有な密度をもち、CTスキャンで撮影するとよく見分けることができる。徳永ら⁶⁾は、身体を7つの立方体に分け、断面に現れた体脂肪の面積に高さを掛け、これらをすべて足し合わせて、全身の体脂肪量を測定する方法を考案した。磁気共鳴画像診断法 (magnetic resonance imaging ; MRI) でも同じことができるが、各立方体中の脂肪面積は上から下まで同じではないので、概算になる。

皮脂厚法は、皮下脂肪厚 (皮脂厚) を測ることにより体脂肪量を推定する方法である⁷⁾。長嶺⁷⁾によると、上腕背側部+肩甲骨下の皮下脂肪の厚さを測ることにより、体密度を算出することができる。体密度が分かると、前述のBrožekまたはSiriの計算式により体脂肪を計算できる。長嶺はこれらを更に簡便化し、皮脂厚から

表3のような体脂肪量を推定する方法も考案している。厚生省による肥満の判定法⁸⁾では、後述の標準体重からのみ肥満を判定する方法では、運動選手のような筋肉が発達したヒトの場合は誤りを犯すので、標準体重法とこの皮脂厚計により皮脂

厚を測る方法を併用することを推奨している。皮脂厚計による皮脂厚の測定は、一見簡素であるが、正確に測るのは意外に難しく、測定者によって値にばらつきが認められるために、まだ一般臨床に普及していない欠点がある。そのほか、皮脂厚を測る方法にはCTスキャン撮影、軟部X線撮影、超音波などもある。これらの方法も、必ずしも脂肪と筋肉の境界線がはっきりさせることができないという難点がある。

二光子吸収法 (dual photon absorptiometry ; DPA) は、元来、腰椎や大腿骨の骨塩を定量する方法であるが、全身スキャンを行うと骨密度や骨塩量のみでなく、LBMと脂肪組織の組成も分別できるので、体脂肪量測定の一法として登場した⁹⁾。放射性核種ガドリニウム153 (¹⁵³Gd) は崩壊に際して2つのエネルギーレベル (44keVと100keV) の光子を発する。この2つの条光子ビームは、各組織の吸収の度合によって異なった減弱を示すので、各組織での質量減弱係数を求め、LBMと脂肪の分画を算出することができる⁹⁾。しかし、体脂肪連続測定時の精度誤差が大きすぎるといわれる¹⁰⁾。

最近になって¹⁵³Gdの減衰を利用するDPAに代わり、より安定な微量のX線を線源として用いる二重X線吸収法 (dual energy X-ray absorptiometry ; DEXA) が開発された¹¹⁾。基本的な原理はDPAと同じである。DEXAは、頭部から足の先端まで全身を1cm刻みに10～20分かけてスキャンし、総計1.2万ピクセルの情報を処理する。それでも精度誤差は体脂肪量で6.4%、体脂肪率で5.7%と高く、体密度法に比し男性の体脂肪率を低く評価するという^{12,13)}。本法は、軟部組織の分別にもまだ問題を残している。

中性子賦活法は、生体内の窒素を迅速γ中性子活性化法によって測定し、筋肉やそのほかの組織のたんぱく質量を定量するもので、間接的に体脂肪量も算出できる。生体内総窒素測定の精度誤差は±3%といわれているが、大がかりな装置を必要とする¹⁴⁾。

近赤外線法は、光の吸収と反射、並びに近赤外線分光器の原理に基づいて体組成を分析しようという試みである¹⁵⁾。生体に近赤外線の特長波長帯を照射すると、特異的に体脂肪に吸収され、一部は反射して戻ってくる。反射エネルギーは局所の脂肪量によって異なるので、これを測定すれば体脂肪量を推測することができる。実際には、上腕二頭筋中央に置いた端子から700～1,100nmの近赤外線を局所に通し、その反射エネルギーを端子がとらえ、分光光度計に送り、コンピュータ処理して体脂肪率を出すという仕組みになっている。端子の構造は中心部に照射用、辺縁部に受光用の光ファイバー束が内蔵されている。測定に当たっては性別、身長、体重、体格、運動レベルを入力する必要がある¹⁶⁾。端子を置く位置や、端子にかける圧のいかんによって誤った計測結果が出る可能性がある¹⁵⁾。

体内電気伝導度測定法には次の2つがある。1つは全身電気伝導度法 (total body electrical conductivity ; TOBEC) で、LBMの電気伝導度が脂肪組織のそれよりも大きいことを利用して体組成を知る方法である¹⁷⁾。理論的には、電磁場に置かれた物体は磁場を乱し、乱れの度合は物体内に存在する伝導体の量に依存するという原則に基づいている。TOBECは装置が高価であるという難点を除けば侵襲が少なく、安全、簡単、便利、迅速 (10秒) にLBMと脂肪組織を区別し、しかも技術や連続測定に要する経費が多くかからないとされているが、インピーダンス法と同じ問題がある。2つめは生体電気インピーダンス法 (bioelectrical impedance

表 3 皮下脂肪厚 (皮脂厚) による肥満の判定⁷⁾

	軽度肥満	中等度肥満	高度肥満
男性	35～44mm	45～54mm	55mm以上
女性	45～54mm	55～59mm	60mm以上

注) 皮脂厚＝上腕背側部＋肩甲骨下部。

analysis ; BIA)で、生体に微弱な交流電流 (50kHz・800 μ A) を通じて体内の電気インピーダンス (抵抗) を測定し、体水分量からLBM, 次いで体脂肪率を推定する方法である¹⁸⁾。インピーダンス法の原理は、ある伝導体のインピーダンスはその伝導体の長さに比例し、断面積に反比例するという性質に基づいている。測定原理は体水分量に規定されるために、測定時間、体位、運動、脱水、飲食によってばらつきが出ることである¹⁹⁾。

Ⅲ. 肥満の判定法

前述のように、体脂肪測定法は現段階では日常診療に簡単に耐えうる方法になっていないため、現実には肥満の判定法は表4のように、① 標準体重を基準にして肥満を判定する方法、② 体格指数によって肥満を判定する方法、③ 皮下脂肪厚 (皮下厚) によって判定する方法の3つの方法により便宜的に判定されている。

1. 標準体重法

最も広く普及している方法で、体格 (身長) ごとの標準体重を決め、その標準体重に対する過剰体重をすべて脂肪によるものと仮定して、標準体重に対する過剰体重の百分比 (%) を肥満度として肥満を判定する方法である。

我が国では、この標準体重の決め方に種々の方法があり (表4), [(身長-100) × 0.9] (kg) で求めるブローカ (Broca) の桂変法による計算法、米国メトロポリタン生命保険会社の理想体重を参考にして作成した松木の標準体重表²⁰⁾、厚生省が昭和58・59年実施した国民栄養調査に基づいて身長ごとの平均体重を使用した厚生省の標準体重表⁸⁾、身長ごとの体重分布の中央値を使用した箕輪の標準体重表²¹⁾などによる標準体重が使われてきた。

アメリカでは、メトロポリタン生命保険会社が発表した被保険者の体格 (身長) ごとに、統計的に平均寿命の一番長い、いわゆる理想体重 (ideal body weight) を基本的に標準体重として使用しているが、今まで日本には、このような統計的データが存在しなかった。しかし、最近、明治生命の塚本ら²²⁾が被保険者を対象にして統計的にみた体格ごとの平均寿命の最も長い、いわゆる理想体重を発表した。

日本肥満学会では正しい肥満診療の普及を促進するために、「肥満症診療の手引き」委員会を発足させ、使

表 4 肥満の判定法と判定基準

〈判定法〉	〈判定基準〉
① 標準体重による方法	
肥満度 = $\frac{\text{実測体重} - \text{標準体重}}{\text{標準体重}}$	20% 以上
標準体重 : ・ブローカの桂変法 150cm未満 身長-105 150cm以上 (身長-100) × 0.9 ・松木の標準体重表 ・箕輪の標準体重表 ・厚生省の標準体重表 ・明治生命の標準体重表 ・日本肥満学会法 身長 (m) ² × 22	
② 体格指数による方法	
乳児 : カウプ指数 = $\frac{\text{体重 (g)}}{\text{身長}^2 \text{ (cm)}}$	20以上
児童 : ローレル指数 = $\frac{\text{体重 (g)} \times 10^7}{\text{身長}^3 \text{ (cm)}}$	160以上
成人 : BMI = $\frac{\text{体重 (kg)}}{\text{身長}^2 \text{ (m)}}$	26.4以上
丹治指数 = $\frac{\text{胸囲} + \text{腹囲} - \text{身長}}{2}$	
加藤指数 = $\frac{\text{身長} - 50}{2}$	
③ 皮下脂肪厚 (皮脂肪厚) による方法	表3参照

いやすくて、科学的根拠のある標準体重の求め方に統一することを試み、現在、国際間で学問的に広く使われている〔体重(kg)/身長(m)²〕で求めるbody mass index (BMI) による肥満判定法を使用することに決めた。この指数は、体脂肪量(率)との相関がよいとされる。

徳永²³⁾は、地方公務員の男性約3,500人を対象にした健診成績を基に、各種疾病異常(高血圧、高脂血症、高尿酸血症、肝機能障害、耐糖能異常、心疾患、尿所見異常、肺疾患、上部消化管疾患、貧血)の有無を検討した。それぞれの異常を1点とした時の合計点数(合併症)とBMIの関係を求めると図1に示すようなJ字型の曲線を描き、各種疾病異常(morbidity index)の最も少ない点が横軸のBMI 22.2であることを明らかにし、〔理想体重=身長(m)²×22〕という算出式を提案した。塚本の理想体重に基づく標準体重はBMIに換算すると、平均的に23.7ぐらいになることも判明した。

委員会としては、quality of lifeの立場から、生存中は病気の少ない生活がよいと判断し、徳永らの方式を日本肥満学会の標準体重として採用することに決定したが、この際、理想体重という言葉ではなく、標準体重という言葉を使うことにし、表5のような肥満の判定基準を提案した²⁴⁾。今後、〔身長(m)²×22〕で求める標準体重が普及していくものと思われる。

2. 体格指数法

体格指数を比較して肥満を判定する方法である。表4のように乳幼児にはカウプ指数、学童にはローレル指数などがよく使われている。成人ではボンデラル指数、BMI、邦人の考えたものとしては、加藤、丹治の指数などがある。成人に使われている体格指数の中では、BMIが最も体脂肪の蓄積状態を反映しているものと国際的には評価されていることは前述した。また、今後は国際比較のためにBMIによる肥満の判定も普及していくものと考えられる。

3. 皮脂厚法

この方法は、皮脂厚から肥満を判定する方法であるが、前述のように長嶺⁷⁾は“上腕背部+肩甲骨皮下脂肪”の測定により、表3のように男性 35mm、女性 45mm以上、また、臍から5cm横の腹部の皮脂厚の測定では15mm以上を肥満と判定する基準を設けている。しかし、皮脂厚計による皮脂厚の測定は、正確を期するためには熟練を必要としたり、同一の人が測定する必要があるなどの問題点があるため、一般臨床に普及するに至っていない。

図1 BMIとmorbidity indexとの関係²³⁾

表5 日本肥満学会法による標準体重〔身長(m)²×22〕による肥満度及びBMIからみた肥満の判定²⁴⁾

判定	肥満度(%)	BMI
やせ	<90	<20
普通	≥90~<110	≥20~<24
過体重	≥110~<120	≥24~<26.4
肥満	≥120	≥26.4

結局、身長ごとに標準体重を決めて、過剰体重の標準体重に対する百分比を肥満度と判定する肥満の測定法が、現実には最も広く利用されている。ここで注意する必要があるのは、この判定法のために、過剰体重＝肥満という誤解が生じ、体重さえ減らせばよいと考えて、利尿剤、下剤などを使い、体水分量を減らしたり、便秘をとるなどのみかけの体重を減らし、肥満を治したと思ひ込ませるような誤った肥満の民間療法が横行してしまうことである。このような状況のため、簡便で安価な本物の肥満の判定法の開発が切に待たれるところである。

4. 病的肥満の定義

肥満の判定法が決まると、次には肥満自体を病氣として治療すべき病的肥満というものの基準をどのように決めたらよいかが臨床的に問題になる。

現時点では、病的肥満はどの程度からかという客観的な基準は存在しないが、病的肥満と定義する場合、3つの基準が考えられる。

第1は、正常体重者と比較して、どの程度の肥満になると死亡率が有意に高くなるかという基準である。

第2は、現在、疾患と認められている糖尿病、冠状動脈硬化症（狭心症、心筋梗塞）、高血圧、痛風など、肥満に伴う合併疾患、特に、成人病がどの程度の肥満になると統計的に有意の頻度で出現するかという基準である。

第3は、現在は疾患と考えられていないが、どの程度の肥満になると、日常の自己管理など通常の日常生活を障害するようになるのかという基準である。

イギリスのGarrow²⁵⁾は、BMIが30以上になると有意に死亡率が増すと報告している。我が国では、最近発表された塚本らの成績²²⁾によると、肥満度 +30%くらいから有意に死亡率が増している。

第2の肥満に伴う合併疾患の頻度であるが、Berchtoldら²⁶⁾によれば、ドイツでは肥満度 +30%以上の肥満者に明らかに冠状動脈硬化症が多いことが認められている。また、Bray²⁷⁾によると、アメリカでは肥満度 +30%以上で糖尿病の発病率も有意に増加している。更に、有名なフラミンガム研究では、肥満度 +30%を境として糖尿病と痛風が急激に増加していることが認められている²⁸⁾。我が国の休業者発生率に基づく佐久間の成績²⁹⁾では、図2のように肥満度 +30%を境として、高血圧、糖尿病、脳卒中、心筋梗塞の成人病の合併が有意に増加している。

第3の正常な日常生活を障害する肥満として、Garrow²⁵⁾はBMI 40以上を挙げている。我が国では、肥満度 +70%以上もしくはBMI 35以上の高度肥満者に食欲抑制剤マジンドールが使用できるようになったので、この辺りと考えてよいと思われる³⁰⁾。

ところで、最近では肥満の程度以外に、体脂肪のつく場所によって、糖尿病を始め、肥満の合併症の発生率が異なることが明らかになってきた。1980年代にアメリカのKissebahら³¹⁾が、主として腹部に脂肪のつく上半身

図2 肥満度別の主要疾病別休業者発生状況に基づく肥満の合併疾患の発生率²⁹⁾

肥満（upper body obesityまたはabdominal obesity）と、主として臀部に脂肪のつく下半身肥満（lower body obesity）とに分けると、上半身肥満に成人病の合併率が高いことを報告した。上半身肥満と下半身肥満の区別は、ウエスト（W）とヒップ（H）の周径の比〔W/Hまたはウエスト・ヒップ比（WHR）〕で判定するが、W/Hには民族差があり、我が国では、1992年に東京女子医大の河原らが女性 0.8以上、男性 1.0以上に糖尿病の合併の発生率が高まると報告している。

図3は、W/Hによる体型の模式図で、上半身肥満はりんごに似ているのでりんご型肥満、下半身肥満は洋なしに似ているので洋なし型肥満とも呼ばれる。

図3 脂肪蓄積分布による体型

ウエストの周径は、実際は腹壁の皮下脂肪だけでなく、腹部の内臓の周囲につく脂肪も関係しているが、最近CTスキャンを使い、腹部の脂肪分布を区別することができるようになった。この方法を使い、藤岡ら³²⁾は、図4のように上半身肥満を、主として腹部腹壁の皮下に脂肪のつく皮下脂肪肥満（subcutaneous fat obesity）と、腹部内臓の周囲に脂肪のつく内臓脂肪型肥満（visceral fat obesity）に分けて、後者のほうが成人病合併の発生率が高いことを指摘した。この両者を区別するためには、CTスキャンにより、腹壁皮下脂肪と内臓脂肪の面積を測り、前者と後者の比が0.4以上の者は内臓脂肪型と判定される。

このような体脂肪分布異常による肥満と成人病との合併率は、肥満度とは関係がないことも明らかになった。そのため、肥満に伴う合併症を考える場合は、① 肥満度、② 体脂肪分布の両因子を考える必要があることになった。

以上のような状況から、委員会では表6に示すような案を肥満症と定義するよう提案した²⁴⁾。すなわち、肥

(a) Subcutaneous fat obesity

(b) Visceral fat obesity

図4 上半身肥満における皮下脂肪型肥満(a)と内臓脂肪型肥満(b)³²⁾

表 6 肥満症の診断表²⁴⁾

(肥満の判定)	→ (肥満症診断の条件)
・学会方式による標準体重により肥満度を求める	1. 肥満度 $\geq 20\%$, BMI ≥ 26.4
・BMIによる	① 肥満に起因する健康障害がみられる
	② 肥満が原因で健康障害を起こしうる可能性が臨床上明らかに予測される
	2. 肥満度 $\leq 20\%$, BMI < 26.4
	③ 肥満に関連する健康障害がみられるか、それが予測される上半身肥満あるいは内臓脂肪型肥満を呈している
	3. 2次性肥満のすべて

表 7 肥満の原因に基づく種類

1. 原発性肥満
① 単純性肥満
2. 症候性肥満
① 内分泌性肥満：Cushing症候群，甲状腺機能低下症（粘液水腫），インスリノーマ，糖尿病（肥満糖尿病），偽性副甲状腺機能低下症，性腺機能低下症，Stein-Leventhal症候群
② 視床下部性肥満：Frölich症候群
③ 遺伝性肥満：Laurence-Moon-Biedl症候群，Alström症候群，Prader-Willi症候群，Morgagni症候群，Turner症候群，Klinefelter症候群
④ 薬剤性肥満：ステロイド剤，経口避妊薬，フェノチアジン（chlorpromazine），インスリン

満度20%もしくはBMI 26.4以上で，糖尿病，高血圧，高脂血症などの肥満に伴う合併症がすでに合併しているか，遺伝的素質や環境要因などから合併症の危険が臨床上明らかに考えられる場合である。次に，肥満度20%もしくはBMI 26.4以下でも，肥満に関連する成人病がみられるか，それが予測される上半身肥満や内臓脂肪型肥満がある場合や肥満を1つの症候とする表7のような2次性（症候性）肥満が存在する場合としている。肥満症の考え方と定義が定着するには，もう少し議論する必要があるものと考えられる。

お わ り に

肥満の定義，体脂肪の測定法，肥満の判定法と病的肥満すなわち肥満症の考え方につき解説した。肥満は健康面だけでなく，先進工業国では社会的な差別やそれに伴う精神的な苦痛を招くこともある。このような状態の肥満も肥満症とすべきかは，今後の社会の動きによるものと考えられる。

日本肥満学会による肥満症の定義も，医学的に国内的及び国際的認知を得るにはなお時間を要するものと考えられる。また，医学の進歩に伴って肥満症の考え方も訂正されていく可能性があるが，肥満を単に成人病の前段階と考えるだけでなく，どのような肥満を病的肥満，すなわち肥満症と考えるかという視点が大切なことを強調しておきたい。

文 献

- 1) Widdowson, E. M., McCance, R. A. and Spray, C. M. : The chemical composition of the human body, *Clin. Sci.*, **110**, 113 (1951)

- 2) Brozék, J., Grande, F., Anderson, T. and Key, A. : Densitometric analysis of body composition, Revision of some quantitative assumptions, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **110**, 113 (1963)
- 3) Scholler, D. A., Van Sauten, D. W., Peterson, D. W., Jaspan, J. and Klein, P. D. : Total body water measurements in humans with ^{18}O and ^2H labeled water, *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 2686 (1980)
- 4) Lesser, G. T., Deutsh, S. and Markofsky, J. : Use of independent measurement of boy fat to evaluate overweight and underweight, *Metabolism*, **20**, 792 (1971)
- 5) Forbes, G. B. and Hursh, J. B. : Age and sex in lean body mass calculated from ^{40}K measurements ; with a note on the theoretical basis for the procedure, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **110**, 255 (1963)
- 6) Tokunaga, K., Matsuzawa, Y., Ishikawa, K. and Tarui, S. : A novel technique for the determination of body fat by computed tomography, *Int. J. Obes.*, **7**, 437 (1983)
- 7) 長嶺晋吉 : 肥満の判定法, 医学のあゆみ, **101**, 404 (1977)
- 8) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編 : 肥満とやせの判定表・図 (1986) 第一出版, 東京
- 9) Gotfredsen, A., Jensen, J., Borg, J. and Christiansen, C. : Measurement of lean body mass and total body fat using dual photon absorptiometry, *Metabolism*, **35**, 88 (1986)
- 10) Heymsfield, S. B., Wang, J., Kehayias, J. J. and Pierson, R. N. : Dual photon absorptiometry : comparison of bone mineral and soft-tissue mass measurement in vivo with established methods, *Am. J. Clin. Nutr.*, **49**, 1283 (1989)
- 11) Mazess, R. B., Barden, H. S., Bisek, J. P. and Hansen, J. : Dual energy X-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft tissue composition, *Am. J. Clin. Nutr.*, **51**, 1106 (1990)
- 12) Haarbo, J., Gotfredsen, A., Hassager, C. and Christiansen, C. : Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA), *Clin. Physiol.*, **11**, 331 (1991)
- 13) Van Loan, M. D. and Mayclin, P. L. : Body composition assessment : dual-energy X-ray absorptiometry, *Euro. J. Clin. Nutr.*, **46**, 125 (1992)
- 14) Cohn, S. H., Vaswani, A. N., Vartsky, D., Yasumura, S., Sawitzky, A., Gartenhaus, W. and Ellis, K. J. : In vivo quantification of body nitrogen for nutritional assessment, *Am. J. Clin. Nutr.*, **35**, 118 (1982)
- 15) Conway, J. M., Norris, K. H. and Bodwell, C. E. : A new approach for the estimation of body composition : infra-red interactance, *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 1123 (1984)
- 16) 江守 栄 : 最新の体脂肪測定器, 計測技術, No. 8, p.90 (1988)
- 17) Presta, E., Wang, J., Harrison, G. G., Björntorp, P., Harkey, W. H. and VanItallie, T. B. : Measurement of total body electrical conductivity : a new method for estimation of body composition, *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**, 735 (1983)
- 18) Lukaski, H. C. : Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body, *Am. J. Clin. Nutr.*, **41**, 810 (1985)
- 19) Brodie, D. A. : Techniques of measurement of body composition, Part II, *Sports Med.*, **5**, 74 (1988)
- 20) 松木 駿 : 肥満の判定基準, 日医会誌, **68**, 916 (1972)
- 21) 箕輪真一 : 肥満の判定, 公衆衛生, **46**, 520 (1982)
- 22) 塚本 宏, 田村 誠 : 死亡率からみた日本人の体格, 明治生命標準体重表, 厚生 の 指標, **33**, 3 (1986)
- 23) Tokunaga, K. et al. : Ideal body weight estimated from the body mass index with the lowest morbidity, *Int. J. Obes.*, **15**, 1 (1991)
- 24) 日本肥満学会肥満症診療のてびき委員会編 : 肥満症, 診断・治療・指導のてびき (1993) 医歯薬出版, 東京
- 25) Garrow, J. S. : Treat Obesity Seriously (1981) Churchill Livingstone, London
- 26) Berchtold, P., Berger, M., Greiser, E., Dohse, M., Irmscher, K., Gries, F. A. and Zimmerman, H. : Cardiovascular risk factors in gross obesity, *Int. J. Obes.*, **1**, 219 (1977)
- 27) Bray, G. A. : The Obese Patient (1976) W. B. Saunders Company, Philadelphia

- 28) Kannel, W. B. and Gordon, T. : Obesity and some physiological and medical concomitants, The Framingham Study, Obesity in America /Bray, G. A. ed., p.125 (1979)
- 29) 佐久間光央：肥満と循環器疾患（動脈硬化を含む），治療，**61**, 669 (1979)
- 30) 井上修二：薬の知識 マジンドール，消化器内科，**8**, 1883 (1993)
- 31) Kissebah, A. H. et al. : Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **54**, 254 (1982)
- 32) Fujioka, S. et al. : Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity, *Metabolism*, **36**, 54 (1987)