

第15回

体脂肪計の
活用のしかた

東京大学医学教育国際協力研究センター

水嶋春朔 Mizushima, Shunsaku

独立行政法人国立健康・栄養研究所

佐々木敏 Sasaki, Satoshi

最近体重計に体脂肪率測定機能を備えたものが多く流通しています。恐らくそのほとんどはインピーダンス法を原理としていると思うのですが、これは再現性などに問題をかかえていると聞きます。しかしながら、せっかく一般家庭に体脂肪計が流通しているのであれば、それを健康指標として役立てられないかと思えます。そこで、同じ人が同じ測定器で測定し、同じ時間帯に測定してはどうかと思うのですが、果たして実際にその値に再現性のある、なしを判定する方法はあるのでしょうか？（佐賀県，KA）

体脂肪率の測定の条件を一定（同じ人が同じ測定器で同じ時間帯）にして測定して、体脂肪率を減らす努力の成果として、測定値の減少傾向を把握することはできると思います。再現性は、測定対象（体脂肪）を同じ状態で繰り返し測定したときに測定値が同じかどうかの問題です。体脂肪率は水分量、血流量、姿勢にも影響を受けるので日内変動もありますので、真の値そのものが変動して測定値に再現性がないのか、真の値は同じで測定条件も揃えているのに測定機器の問題で再現性がないのか、分けて考える必要があります。

今回は、体脂肪計に関する質問を取り上げます。血压計、体重計、体脂肪計などの測定値の評価の仕方は、血清総コレステロールや血糖値の測定値の評価の仕方とお作法としては同じで、測定機器や測定方法の「妥当性」（真の値と同じか）と「再現性（信頼性）」（同じ測定値が再現されるか）の評価が基本となります。

体重が純粋な体の「重さ」であるのに対し、体脂肪率とは体重に占める「脂肪の割合」のことで（表1）。まず、体脂肪率の測定（推定）の方法と測定器の種類について、確認しましょう。

体脂肪率の測定（推定）方法

体脂肪率とは体重に対する体脂肪の重量割合です。しかし、体脂肪の量を正確に調べることは解剖するか、CTやMRIで頭のてっぺんからつままで全身の輪切り画像を撮影して脂肪に相当する面積を積分して計算する以外にはできません。そこで、体脂肪率を推定するつぎのような方法が用いられます。

(1)水中体重秤量法

身体の脂肪分と除脂肪分（脂肪以外の部分）がそれぞれ異なった一定の密度をもつことから、全身の密度を測定してから、換算式を使って脂肪量を推定する方法です。実際には水槽に潜って、身体に働く浮力から体積を計算して密度を求めます。一応、体脂肪率測定方法の基準（ゴールドスタンダード）といえます。インピーダンス法などの簡易測定法による体脂肪率算出式をつくるデータは、

表1 体脂肪率の判定の目安の例

性別	標準範囲(%)	肥満傾向(%)	肥満(%)
男性(30歳未満)	14~20	21~29	30以上
男性(30歳以上)	17~23	24~29	30以上
女性(30歳未満)	17~24	25~34	35以上
女性(30歳以上)	20~27	27~34	35以上

この水中体重秤量法で得られており、各体脂肪計メーカーの推定計算式も、水槽に潜ってくれたボランティアの年齢相応、肥満具合相応の範囲でしか推定できません。きっと乳幼児や高齢者のボランティア実験協力者はあまりいないでしょうから、乳幼児や高齢者の推定はできないと思います。

(2)インピーダンス法

身体に微弱な電流を流して電気抵抗（インピーダンス）を求めて、身体密度を推定し、計算式から脂肪率を求める方法。電流は水分があると通りやすい性質があり、脂肪には水分が少なく、よって脂肪量が多くなると電気が通りにくくなります。つまり、脂肪率が高いと電気抵抗（インピーダンス）が大きくなる原理を利用しています。測定時の姿勢や測定時間帯、食事、運動、入浴、発汗状態などに影響を受けます。オムロン、タニタ、ナショナル、ミサキ、ヤマト（五十音順）などから商品が販売されています。各社のホームページ（HP）には、説明がわりと詳しく載っています。

(3)近赤外分光法

身体に特定波長帯の近赤外線を照射し、反射エネルギーから体脂肪量を推定します。特定波長帯の近赤外線が特異的に体脂肪に吸収されることを利用しています。メディケアーなどから商品が販売されています。

(4)キャリパー（皮脂厚計）法

皮膚をつまんで、その厚さを測定する方法。皮膚のつまみ方などによる誤差がやすく、使用には習熟が必要。ヤマサなどから商品が販売されて

います。

(5)その他

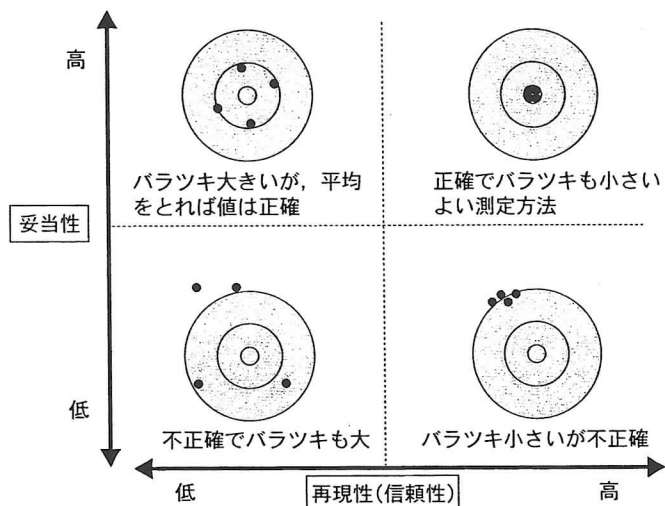
医療機関などでは、超音波（エコー）、二重エネルギー X 線法（DXA 法、高低 2 種類の異なるエネルギーの X 線を用いて、エネルギーのピークから体脂肪組織や骨密度などの測定を行う）、CT スキャン、MRI などによって、体脂肪を測定することがあります。

妥当性と再現性（信頼性）とは？

測定値が正しいかどうか、といったときの意味合いには、「真の値」なのかどうかと、「同じ値」が出るのかどうかの二つの意味がまざっています。前者を「妥当性」（validity）といい、真の値（ゴールドスタンダード）と比較してどれだけ差があるのかが問題になります。そして後者を「再現性（信頼性）」（repeatability, reliability）といって、何回測っても同じ値が出るのかどうか、測定値の変動の幅はどの程度小さいのかが問題になります。

妥当性の評価は、真の値（ゴールドスタンダード）と比較することによってなされます。通常、真の値を測定することはとてもむずかしく、条件の揃った実験室が必要で、各社は自分の実験室で測定しています。体脂肪計の場合は、水中体重秤量法による測定がゴールドスタンダードとなります。ちなみに、自動血圧計の場合は、動脈圧（動脈の中に圧測定センサーを入れて測定）です。各社は、いろいろなタイプ（性、年齢、肥満具合）のボランティアに水槽に潜ってもらって水中体重秤量法による測定値を得て、インピーダンス法などによる測定器から推定される値と同じようにな

図1 妥当性と再現性(信頼性)の概念図(4発の射撃の弾と的)



るような計算式をつくるのです。この潜ったサンプルの豊富さと計算式の正確さ(つまり各社の開発段階データ)に、体脂肪計の妥当性は依存しています。

家で測っている値と、健康診断などでの測定結果が違う、なんていうことも、機種が違えば起こりえます。同時に測定しても機種が違えば、5%もの違いが出ることもありえます。それは機種によって、測定値の推定の仕方が違っているからです。

久野らは、「測定機種による体脂肪率の違い」を第49回日本栄養改善学会学術総会(2002年沖縄)で報告しています。同一メーカーによる4電極式と8電極式の体脂肪計で、44名の被験者の測定をして、測定値の差が平均 3.2 ± 1.8 (%)あり、最大6.3%もあったとしています。

再現性(信頼性)の評価は、同じ条件で、何回も反復測定して、測定値が再現されるかどうか、ばらつきの幅はどれくらいかで評価します。ばらつきの幅は、変動係数(CV)で表わすことができます。これは、平均値(m)に対する標準偏差(SD)の割合(SD/m)(%)で示します。変動係数は、一般に「精度」を表わす尺度であるといわれ、測定系の精度の比較に用いられます。

この値が1%以下であれば、再現性がかなり高

いといえます。つまり20%の体脂肪率に対して、ばらつきの幅がCVで1%(つまり0.01)であれば、 $20(\%) \times 0.01 = 0.2(\%)$ となって、19.8~20.2%で値(± 1 SD分の範囲として、母集団値の68%が含まれる)が表示されることが期待されることとなりますので、かなり高い再現性といえます。測定するたびに違う値が出ては困りますが、測定条件を同じにして測定できるかどうかは再現性(信頼性)の評価のポイントになります。

妥当性は「的を得ているか」あるいは「的はずれか」、再現性(信頼性)は「同じところに当たっているか」あるいは「同じところに当たらないか」で表現できます。図1に、概念図で関係を表わしましたので、よく理解してください。

日内変動と測定条件

体脂肪率は、身体の水分含有量にもっとも影響されます。朝起きてから、尿(1~2l)、便(0.1~0.2l)、さらに汗(不感蒸泄(感じない発汗)で1~1.5l)などの水のアウトに対して、飲食などでの水のインがどれだけあるかがもっとも大きく影響します。朝と夕方、さらに夜では、水分量が違う(朝がもっとも多い)ことによる体脂肪率の推定値の日内変動(測定値として3~5%程度の

差)があるわけです。さらに、運動や飲食、入浴の影響も受けますし、測定の際の姿勢やインピーダンス法では電極に触れている部位(足か手か)にも影響を受けます。

国民生活センター(<http://www.kokusen.go.jp/>)の「商品テスト」でも体脂肪計を取り上げています。インピーダンス方式の機種5社5銘柄と近赤外線方式およびキャリパー方式の機種を1社1銘柄ずつについて、実際にモニターテストによる測定などを行い、測定値のばらつき具合や1日のなかでの変動、使用性などをテストしたレポート(「家庭用体脂肪計の商品テスト結果—インピーダンス方式を中心に—」)をHP(<http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-199911081.php>)でみる事ができます。客観的な評価の視点とのお作法のぶれのなさは、とても参考になります。

文献

- Hulley, S.B., Cummings, S.R.: Designing clinical research, Williams&Wilkins, Baltimore, 1988. (木原正博監訳: 医学的研究のデザイン, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 1999)
- Beaglehole, R., Bonita, R., Kjellström, T.: Basic epidemiology, WHO, Geneva, 1993.
- 久野一恵, 真名子香織: 測定機種による体脂肪率の違い—栄養教育に体脂肪率を用いるときの注意に関する一考察. 栄養学雑誌, 60(5), 特別付録, 第49回日本栄養改善学会学術総会講演集, 381, 2002.
- 国民生活センター: 家庭用体脂肪計の商品テスト結果—インピーダンス方式を中心に— [1999年11月8日: 公表] (<http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-199911081.php>)

ご質問募集中

当欄は、読者の皆様からのご質問をもとに構成しています。水嶋先生、佐々木先生に質問のある方は、巻末のアンケートはがきか、E-mail(jcn@ishiyaku.co.jp)で編集部宛にお寄せください。質問をとりあげさせていただいた方には、掲載号と図書券をお送りします。

JTのヘルスケアフーズ

おいしく鉄分

へム鉄 入りふりかけ

鉄之助

各3g×50袋

1袋当り鉄分 0.7~0.9 mg

●吸収の良いへム鉄を使用しています。(吸収率 約30%)
●6種類の味がそろっていますから、お好みで選べます。

元気にエネルギー

エネルギー補給 飲料

元気ジンジン

100ml/本
100mlサイズにリニューアル
エネルギーは従来と同じ125kcal

- たんぱく質はゼロ、リン・カリウムも低減したエネルギー補給飲料です。
- エネルギー、水分補給が必要な方に。
- 食物繊維5.5g入り。
- 4つの味からお選びいただけます。

「うめ」味が新しく仲間入りしました。

へム鉄の特長

1. 非へム鉄と違い吸収率ははるかに高いです。
2. 吸収阻害がありませんのでお茶などと一緒に食べられます。
3. 胃のむかつきなどの副作用がありません。
4. へム鉄の鉄分は、必要に応じて吸収されるので、過剰摂取の心配はありません。

へム鉄 飲料

fe ルーナ

<ミルクココア味> 200ml/本

厚生労働省許可 特定保健用食品

- 貧血の方におすすめします。
- 1本で1日に必要な鉄分を補うことができます。
- 飲みやすいミルクココア味です。

1本で鉄分 4.8mg

販売者 日本たばこ産業株式会社

お問い合わせ先 JTグループ ジェイティフーズ株式会社

〒140-0014 東京都品川区大井1丁目28番1号 住友不動産大井町駅前ビル6階 TEL:03-5742-8181