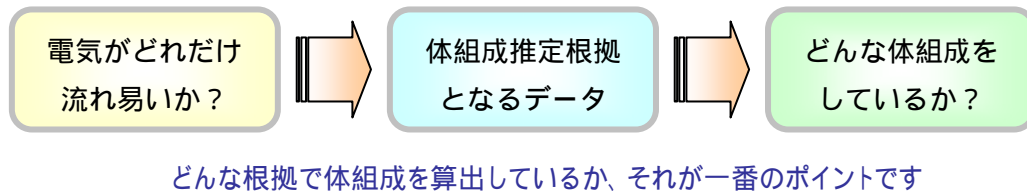
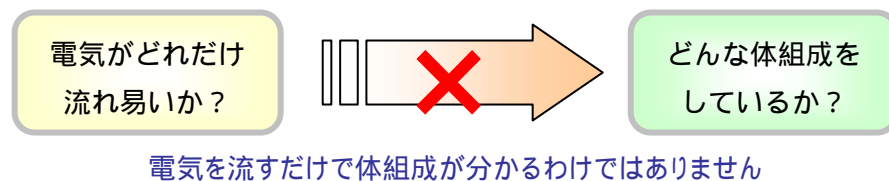
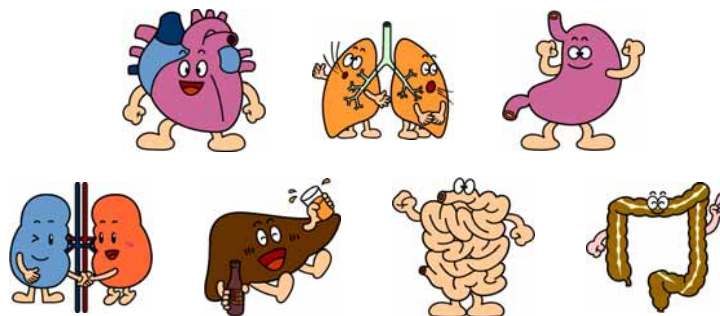


## 体組成計 Physion MD の四肢筋肉量測定原理

体組成計 Physion MD は生体電気インピーダンス（BIA）方式を採用しています。体内に電気を流して、その流れ易さ・流れ難さから体組成を推定しようとする方式です。電気を流す事はたやすく、どのメーカーの体組成計でも大差ないのですが、その流れ易さ・流れ難さから『体組成を推定する』際のメーカー毎の理念（推定する際の根拠となるデータ）に大きな差がある事に注意しなければなりません。何をしたいのか、何が出来るのかを十分吟味する必要があります。

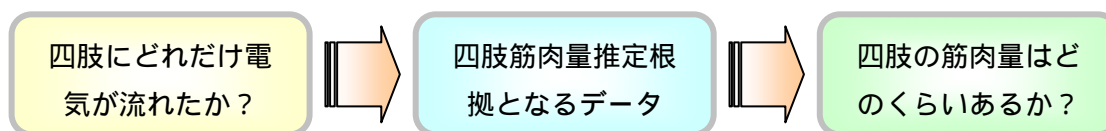


電流の流れ易さ・難さから体組成を推定する事が出来るのは、各成分・組織毎に電流の流れ易さに差があるからです。内臓組織が複雑に入り組んだ体幹部に比べて、腕・脚（四肢）は比較的単純な組織であると言えます。おおまかに言えば、皮膚・脂肪・筋肉・骨の4つの組織に分けられ、これらの構成により電流の流れ易さ・流れ難さが決まります。体幹部に比べて構造が単純で、且つ日常生活能力に極めて重要な役割を果たしている四肢の筋肉量にフィジオン社は着目しました。



体幹部は皮膚・脂肪・筋肉・骨以外に、心臓・肺・胃・腎臓・肝臓・小腸・大腸など様々な内臓組織が活動しており非常に複雑です。電気を流して『どの組織がどの程度ある』と推測する事が極めて困難です。

フィジオン社では、体組成計 Physion MD を開発するにあたり『四肢の筋肉量を正確に測定出来る高性能機』をコンセプトに据えました。体脂肪計が全盛の中、これからは筋肉量評価の重要性が高まると予想し、更に四肢筋肉量を正確に測定可能な体組成計が市場に存在せず優位性が保てると考えたからです。幸いな事に、開発当初から現在に至るまで同様のコンセプトで開発された体組成計は国内外を問わず一台も存在しません。このユニークな発想で開発された Physion XP の『四肢筋肉量推定の根拠となるデータ』はどのように収集されたのでしょうか、今度はそれを具体的にみていきましょう。



『四肢筋肉量推定根拠となるデータ』があるのは Physion MD だけです

体組成計 Physion MD のカタログや商品を紹介するホームページなどでは、『MRI との相関係数 0.9 以上の高精度を実現しました!』といった記述があります。難解な言葉ですので理解し難く、『よく分からないけど、何となく高性能なんだろうなあ』という感想をお持ちのお客様も少なくないと考えます。簡単に言うと『体組成計 Physion MD は MRI という凄く高価な医療機器で測定するのと同程度の精度で筋肉量測定が可能です』という事なのですが、何故そんな事が謳えるのでしょうか?

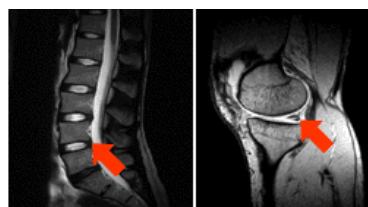
#### << 参考 >> MRI とは?

Magnetic Resonance Imaging (磁気共鳴画像) の頭文字をとった画像診断法の一つです。人体に強い磁気を当てると、体内にある水素原子核が磁気に共鳴して微弱な電波を発生、その電波を受信して画像を作成する装置です。鮮明な画像データから極めて高精度な組織判別が可能で且つ放射線被ばくが無く安全という特長がありますが、高額医療機器であり使用料が高価で且つ全身の画像を撮影するのに 30 分以上の安静が必要の為、健康診断や体組成測定のような安価で短時間の測定が求められる現場には不向きな測定法といえます。

トンネル型 MRI (日立メディコ HP より)



画像診断例 (日立メディコ HP より)

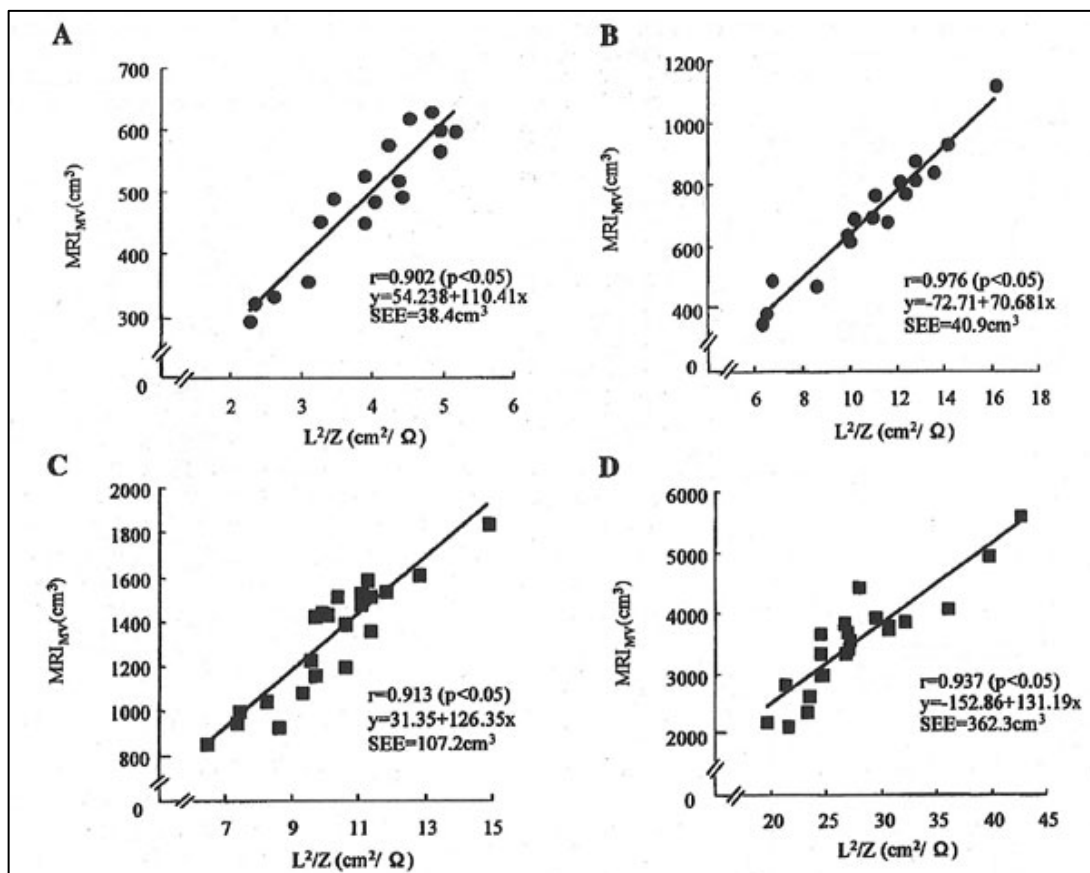


腰椎椎間板ヘルニア 半月板断裂

下図は体組成計 Physion MD 開発時のベースとなった実験データです。東京大学大学院 身体運動科学研究室の福永哲夫教授（現 早稲田大学教授）およびその研究室スタッフと弊社との共同研究の成果が「Validity of estimating limb muscle volume by bioelectrical impedance」という題目で Journal of Applied Physiology 91: p.386-p.394(2001)に掲載されています。

<< 論文内容概略 >>

まず被験者様の四肢を MRI 装置により撮影します。四肢の断面画像を 1cm 間隔で撮影し、筋肉部分の面積を計算、それを積分して筋肉の体積を計算しています。次に同じ被験者様の四肢の生体電気インピーダンス（BIA）測定結果を、研究の成果として得られた筋体積推定式に代入して、BIA 値からも筋肉の体積を計算します（正確には MRI により得られた筋肉の体積に近い値が得られるように筋体積推定式を設計するという作業を行なっています）。論文ではこの作業を異なる 22 名の被験者様について行ない相関関係を検証しており、この二つの全く異なる方法により得られた筋肉の体積には下図（横軸：BIA、縦軸：MRI）のような相関関係がある事が判明しました。図中にある  $r$  は相関係数といい、その二乗が推定精度を表します。相関係数が 0.9 以上という事は、81%以上の精度でお互いの結果を推定出来るという事を意味します。相関係数が 0.9 以上の場合、数学的には『極めて強い相関関係にある』といえます。この関係性を実証出来たからこそ、Physion MD は『電気の流れ易さを測定するだけで MRI 法での画像診断と同等の精度で四肢筋肉量を推定』する事が可能なのです。



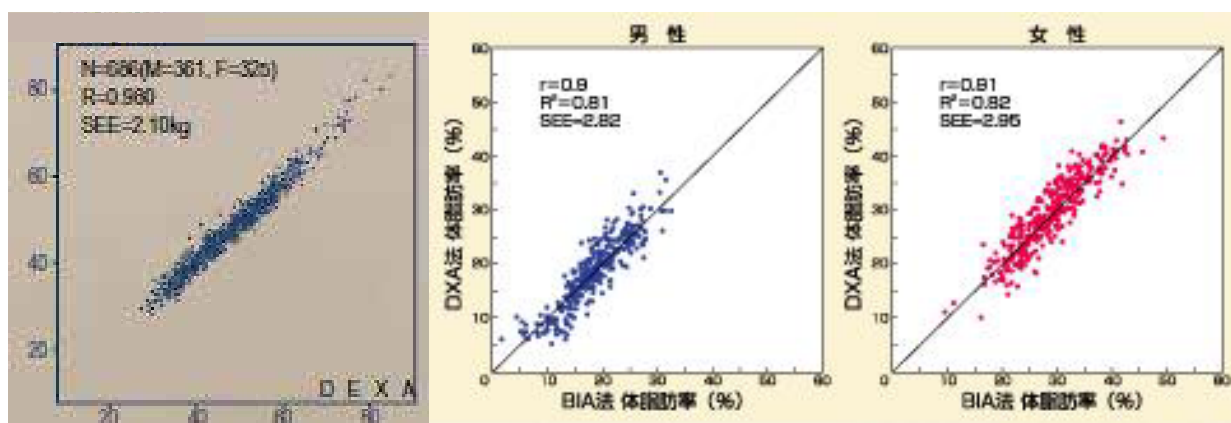
MRI による筋体積と BIA 値から推定する筋体積との相関関係を検証したグラフ

A:前腕（相関係数  $r=0.902$ ）、 B:上腕（相関係数  $r=0.976$ ）

C:下腿（相関係数  $r=0.913$ ）、 D:大腿（相関係数  $r=0.937$ ）

このように、BIA 測定値から MRI 装置で測定した筋体積を極めて高い精度で推定出来る事が学術的にも認められているのです。最終的には 20 代～60 代の男女総勢 100 名以上のデータを収集し、より確度を高めた推定式に基づいて『体組成計 Physion MD』が誕生しました。さてそれでは他社製の体組成計はどうでしょうか？ 代表的な二社の製品について、公開されているデータを基に検証してみましょう。

代表的な他社製品(フラッグシップ機として販売中の医療機器認可を得ている製品)のカタログやホームページで公開されている『体組成推定根拠となるデータ』は以下のとおりです。左図は海外メーカー、右図は国内メーカーです。これは DXA 法(又は DEXA 法:二重エックス線吸収法)により算出した全身体脂肪率と BIA 法で実際に電気を流して推定した全身体脂肪率の相関関係を検証した結果です。両社共、極めて高い精度で体脂肪率を測定する事が可能である事を示していますが、筋肉量推定の為の『体組成推定根拠となるデータ』は公開されていません。



高精度『体脂肪計』である事を実証する他社のデータ  
筋肉量に関する実証データは一切公開されていません

他社の体組成計でも四肢の筋肉量が測定結果として出力されます。根拠となるデータを持たないはずなのに、何故測定結果として筋肉量が得られるのでしょうか。これはあくまで推測の域を出ませんが、以下の手順で筋肉量を導いているのではないかと弊社では考えています。

- 1) まず全身の体脂肪量を測定しましょう
- 2) 体重 - 体脂肪量 = 除脂肪量を求めましょう
- 3) 除脂肪量の何割を骨格筋の筋肉量としましょう
- 4) 左右の腕、脚の BIA 値に基づいて、3) で求めた筋肉量を配分しましょう

Physion MD とは全く異なるアプローチですから測定精度など望むべくもありません。実際これらの体組成計では、Physion MD で得られる四肢筋肉量とは全く違う値が出力されます。どちらが信用に足るかは、測定原理を考えれば一目瞭然です。

細かな相違点はこの他にも色々ありますが、もっとも大きく且つ重要な相違点は、『筋肉量の推定根拠の有無』です。四肢の筋肉量を正確に“測定”するのであれば、Physion MD 以外に選択の余地はありません。