

[課程—2]

審査の結果の要旨

氏名：叶爾努爾 吐蘇甫汗

本研究はメタボリックシンドロームの内臓脂肪の BMI (Body Mass Index)、腹囲、内臓脂肪面積の各指標を内臓脂肪体積を基準としてその精度を検討するために、

1) 基礎的研究は内臓脂肪量を直接的に計測する手法として全身 CT 像の画像処理による内臓脂肪体積自動計測法を提案し、内臓脂肪体積を自動計測するソフトウェアを開発した。それに加えて、放射線医手入力により計測された内臓脂肪を真の内臓脂肪体積として真の内臓脂肪体積と自動計測内臓脂肪体積との比較を行った。

自動計測ソフトウェアは CT 画像の閾値処理から a) 体幹領域を抽出し、b) 筋肉領域および空気領域の抽出から内臓領域を確定し、c) その中の脂肪領域を求めて内臓脂肪領域として抽出した。

真の内臓脂肪体積と自動計測内臓脂肪体積は良く相関し、1 例あたり計算時間は 5 分未満であった。加えて本計測ソフトウェアは別途開発した Web ベース CAD 実行環境 (CIRCUS) に導入済みであり、サーバ間のデータ移動などの煩雑な作業をせずに Web 画面上での単純な操作のみで計測処理の実行および計測結果の閲覧が可能となり、計測ソフトウェアの利用が容易なものとなっていることを示した。

体積自動計測ソフトウェアで腹部全体の内臓脂肪量を測定可能になったことから、内臓脂肪分布、呼吸や腸内ガスのシフトなどの影響を受けない安定した結果を出すことが可能となった。このような内臓脂肪体積の安定した計測は、様々な研究での内臓脂肪量の測定のゴールドスタンダードとして有用である。将来的研究では内臓脂肪の分布、筋肉量、脂肪肝の定量化診断、その他の各腹部臓器の体積を自動計測するようなことも可能であると考えられる。

2) 臨床的研究は自動計測ソフトウェアによって求めた内臓脂肪体積データを基準として内臓脂肪各指標の精度についての検討をした。多数例において、BMI、実測腹囲、内臓脂肪面積の 3 種類の内臓脂肪指標の内臓脂肪体積に対する相関を調べた。腹囲と内臓脂肪面積に関しては、臍レベルの決め方によって計測ごとに計測値が異なる可能性があるので、計測値の頑強性についても検討した。

内臓脂肪面積、実測腹囲、BMI の内臓脂肪指標と内臓脂肪体積に対する相関の強さは内臓脂肪面積 > 実測腹囲 > BMI であった。内臓脂肪面積  $100\text{cm}^2$  に相当する内臓脂肪体積は男性： $3886\text{cm}^3$ 、女性約  $3329\text{cm}^3$  であった。この内臓脂肪体

積を基準とすると、男性 3886cm<sup>3</sup>に相当する実測腹囲は 88.3cm、女性 3329cm<sup>3</sup>に相当する実測腹囲は 90.1cm であった。同様に BMI は男性 24.4、女性 25.2 であった。内臓脂肪体積と内臓脂肪面積が最も良い相関を示している。今回の我々の研究結果は日本人の検診受診者集団でも BMI や腹囲、内臓脂肪面積が内臓脂肪量とよい相関があることを示し、これは従来 of 報告と一致した。

内臓脂肪面積は計測値の頑強性が低く、平均誤差率の中央値は男性:4.61%、女性:4.34%、最大誤差率の中央値は男性:17.4%、女性:16.3%であった。一方、CT 腹囲は平均誤差率の中央値は男性:1.03%、女性:1.03%、最大誤差率の中央値は男性:3.67%、女性:3.87%であり、内臓脂肪面積と比べると計測値の頑強性が高かった。我々の結果ではこの数 mm の計測位置の違いによって内臓脂肪面積は大きな誤差が生じており、内臓脂肪面積の計測値の頑強性の低さを示している。一方、CT 腹囲の方が位置ずれに対する誤差が相対的に小さく、内臓脂肪面積よりは計測値の頑強性が高いことを示している。

この研究は腹部全体の内臓脂肪量を測定する体積自動計測ソフトウェアを初めて開発した。次にこれにより求めた内臓脂肪体積を基準とした内臓脂肪各指標の相関の強さを明らかにし、さらに新しい知見として、測定値の頑強性では内臓脂肪面積は腹囲よりも低いことを示した。また開発した内臓脂肪体積自動計測ソフトウェアは、内臓脂肪量の測定のゴールドスタンダードとして使用することを可能としただけでなく、将来的には内臓脂肪の分布、筋肉量の測定、肝の脂肪含有量定量化、その他の各腹部臓器の体積自動計測などの可能性についても示唆している。

本論文はメタボリック症候群の診断に必要な内臓脂肪量の測定の研究に重要な貢献をし、将来の人体の自動計測の方向性を示す先駆的な研究であり、学位の授与に値するものと考えられる。