

内臓脂肪体積推定式の構築と交差妥当性の検証

蘇 リ ナ^{1,2}, 笹井 浩行^{2,3}, 松尾 知明⁴, 江藤 幹⁵, 辻本 健彦¹, 田中喜代次¹

(¹筑波大学体育系, ²日本学術振興会, ³筑波大学医学医療系, ⁴労働安全衛生総合研究所, ⁵大阪経済大学人間科学部)

【背景】内臓脂肪蓄積の評価にはさまざまな方法が用いられているが、現在のところ最も正確度が高いとされている方法は、computed tomography (CT) や magnetic resonance imaging (MRI) を用いる画像診断である。撮影方法については、複数枚の画像から診断する multiple-slice 法が最もよいとされているが、体積での評価は高額な費用や測定時間がかかるなどの限界を有するため、現在では、一枚の断面画像から面積を算出する single-slice 法が一般的となっている。しかしながら、断面積評価では個人差や誤差が大きくなることが指摘され、体積による評価が求められている。この問題に加え、画像診断は簡便性や経済性に乏しく、大勢のスクリーニングがおこなわれる臨床現場には適していない。このような短所を補うため、これまで身体計測値から内臓脂肪量を簡易に評価する推定式の作成が試みられてきたが、先行研究ではすべて妥当基準に内臓脂肪面積を用いており、断面積では誤差が大きくなる限界がそのまま含まれている。よって、MRI の multiple-slice 法に基づく内臓脂肪体積を妥当基準とする推定式を作成することの新規性や有用性が高いと考えられる。

【目的】内臓脂肪体積を妥当基準とし、臨床現場でも活用可能な新たな内臓脂肪量簡易推定式を提案し、その交差妥当性を検証することを目的とした。

【方法】成人男性245人を、推定式作成群165人（年齢 49.0 ± 8.9 歳、BMI 29.3 ± 3.8 kg/m²）と検証群80人（年齢 47.4 ± 9.8 歳、BMI 29.2 ± 3.4 kg/m²）にランダムに振り分けた。推定式の作成には内臓脂肪体積および身長、体重、胸囲、腹囲、臀囲、上腕囲、大腿囲、矢状面直径（臍位）、腹部幅（臍位）、皮下皮脂厚4箇所の身体計測値を用いた。内臓脂肪体積は、4番目と5番目の腰椎の間（L4-L5）とそこから下3枚、上20枚の計24枚の画像を用いて算出し、内臓脂肪面積は、L4-L5位の一枚の断面画像から算出した。推定式作成群において、単相関分析で有意性が認められた身体計測値を説明変数、内臓脂肪体積を目的変数としたステップワイズ法による重回帰分析を施した。次に、推定式の評価は、決定係数および標準誤差に基づいておこなった。分析の結果、最も決定係数が高かった推定式を検証群に適用し、交差妥当性およびBland-Altman法を用いて系統誤差の程度を検証した。

【結果】内臓脂肪体積と有意な相関がみられた項目は、年齢、体重、BMI、胸囲、腹囲、臀囲、矢状面直径、肩甲骨下部皮脂厚、腹部幅であった。決定係数が最も高い

推定式は、年齢、胸囲、矢状面直径を算出項目とした式であった（調整済み $R^2=0.57$ ）。検証群における内臓脂肪体積の実測値と推定値には有意な相関関係（ $r=0.72$, $p<0.001$ ）が認められ（図1）、両者の差（実測-推定）は -171 ± 987 cm³（ $p=0.12$ ）であった。

一方、実測値と推定値で有意な系統誤差が認められ（図2）、内臓脂肪体積が多い人ほど、推定値が過大評価される傾向を示した（ $r=-0.36$, $p<0.001$ ）。

【結論】内臓脂肪体積（cm³）を妥当基準とした説明率が最も高い簡易推定式は $163.60 \times$ 矢状面直径[cm] + $92.69 \times$ 胸囲[cm] + $40.95 \times$ 年齢[歳] - 11034.37 であった。本推定式は、系統誤差を含むものの臨床現場で活用できる可能性が示唆された。以上のことから、特定健診等において、内臓脂肪肥満の判定に本研究から得られた推定式を加えることで判定精度が上がり、一次スクリーニングの有益性が高まることが期待される。その際には、身体計測による間接的な内臓脂肪評価は簡易であるが、個人差の影響を反映しにくいという弱点を理解して用いる必要があることが示された。

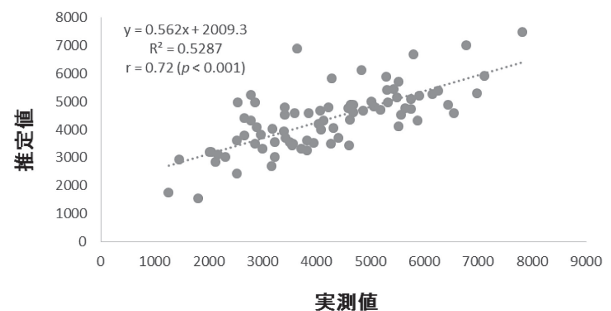


図1. 内臓脂肪体積の実測値と推定値の相関関係（n = 80）

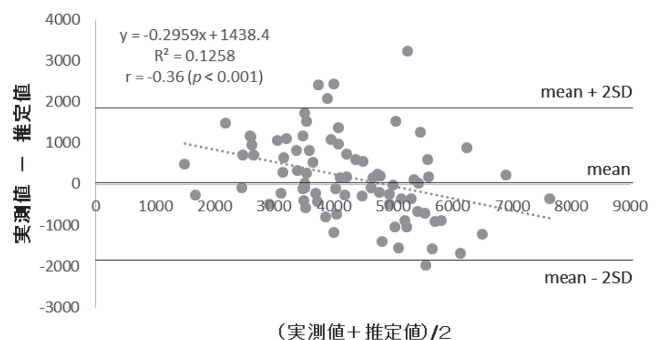


図2. 内臓脂肪体積の系統誤差（n = 80）