

原著

胸部CT画像を用いた腹部内臓脂肪測定

森谷 浩史¹⁾、緑川 重夫¹⁾、橋本 浩二¹⁾、石井 亮¹⁾、斎藤 久美¹⁾、
安藤 智則¹⁾、北村 奈央子²⁾、佐久間 光太郎³⁾、

¹⁾ 大原総合病院 放射線科

²⁾ 大原総合病院 薬剤部

³⁾ 福島県立医科大学 放射線科

Intra-abdominal fat area measurement using chest CT data

Hiroshi Moriya¹⁾, Shigeo Midorikawa¹⁾, Kouji Hashimoto¹⁾, Akira Ishii¹⁾, Kumi Saitou¹⁾,
Tomonori andou¹⁾, Naoko Kitamura²⁾, Koutarou Sakuma

¹⁾ Department of Radiology, Ohara general hospital

²⁾ Department of Pharmacology, Ohara general hospital

³⁾ Department of Radiology, Fukushima medical university School of Medicine

抄録

内臓脂肪はメタボリック症候群の診断基準の一要素である。通常、臍部の高さのCT撮影で脂肪面積を測定することで評価される。近年、肺癌検診や一般臨床における胸部CTの撮影機会が増加しているため、胸部CTにおける最下スライスから内臓脂肪を評価する方法を考案した。この方法による脂肪面積比率は臍部の高さの脂肪面積比率とよい相関を示した。

キーワード：内臓脂肪、胸部CT、メタボリック症候群

Abstract

Intra-abdominal fat obesity, which is linked with the metabolic syndrome, is usually characterized by measuring intra-abdominal fat area at the umbilical level of abdominal CT scan. In recent year, the chances of chest CT scanning are increased, as lung cancer screening survey or individual medical examination. Thus, we presented a method of measuring the areas of intra-abdominal fat and subcutaneous fat at the lower slice of chest CT scan. Fat areas found with this method were significantly correlated with those obtained at the umbilical level.

Key words : intra-abdominal fat, chest CT, obesity, metabolic syndrome

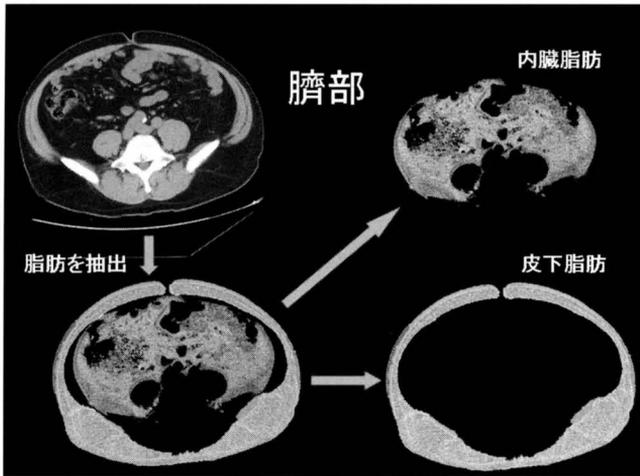


図. 1

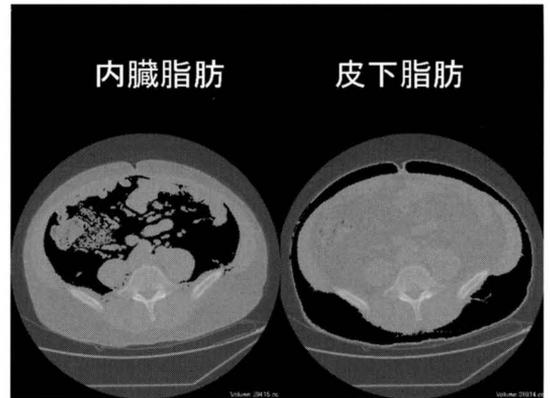


図. 2

目的

検診や人間ドックは生活習慣を見直す契機となることが多い。特に、CT画像など正常と異常との違いが明確に捉えられる画像を用いて受診者に説明できると、視覚的に理解しやすいため、慢性閉塞性肺疾患・冠動脈石灰化・大動脈瘤・内臓脂肪など、生活習慣の是正の大きな動機付けになる。

近年、内臓脂肪の測定をCTで行う方法が人間ドック等に導入されている。CTによる内臓脂肪測定は、測定した数値のみならず脂肪面積の視覚的インパクトが強く、動機付けとして効果的である。CT検診や一般診療における胸部CT撮影を撮影する機会が増加しているため、それらのCT撮影の機会を利用して内臓脂肪測定を行うには胸部CTの撮影範囲を臍部まで広げることで可能である。しかし、被曝線量が増加する・上腹部臓器の読影診断が必要になるため読影医の負担が増加する等の問題がある。そこで、従来の胸

部CT画像を用いて内臓脂肪の評価が可能かどうか検討した。

対象

2005年7月上旬の腹部CT撮影のうち、腹水貯留・上腹部に粗大病変を有する例を除いた連続した81例(成人)を対象とした。

方法

CT装置はGE社製LightspeedUltra16である。通常の腹部CT撮影(仰臥位・両腕挙上)の5mmスライス画像のうち、臍部スライス(臍の描出されているスライスを含めて1~2cmのvolume data)と上腹部スライス左半(左肺野が描出されなくなるスライスから1~2cmのvolume dataのうち椎体正中と腹直筋正中を通る直線で分割した左半分)を用いた。

zioM900QUADRAを用い、それぞれのスライス体

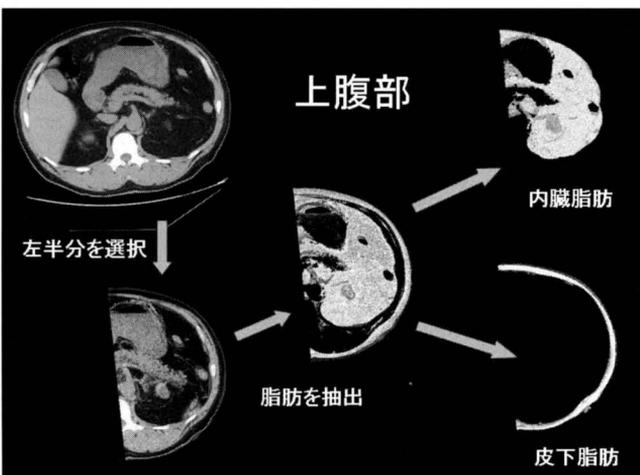


図. 3

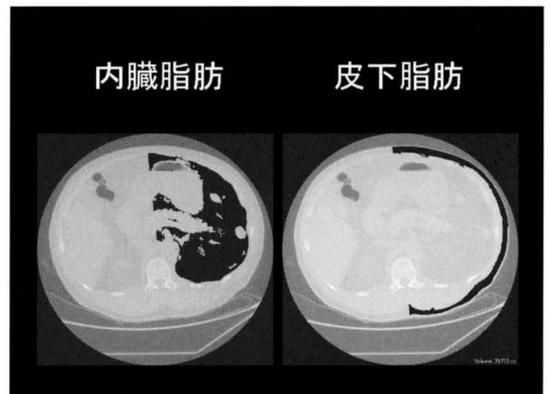


図. 4

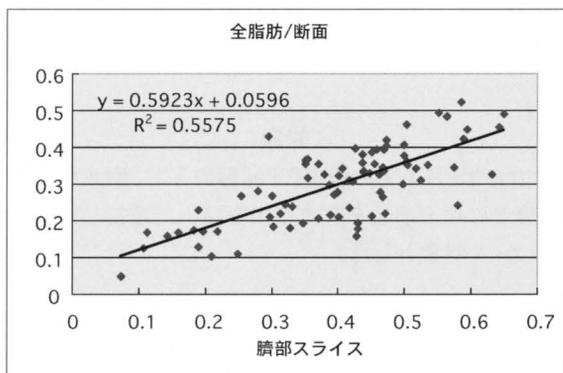
積・脂肪体積・皮下脂肪体積・内臓脂肪体積を計測した(図1~4)。スライス体積(断面体積)に対する全脂肪体積・皮下脂肪体積・内臓脂肪体積、全脂肪体積に対する内臓脂肪体積、皮下脂肪体積・内臓脂肪体積の比を求め、臍部スライスと上腹部スライスとの相関(直線近似式と決定係数 R^2 ・相関係数 r ・ p 値)を求めた。

結果

上腹部スライス左半(y)と臍部スライス(x)との近似式・決定係数 R^2 ・相関係数 r ・危険率 p は以下のごとくであった。

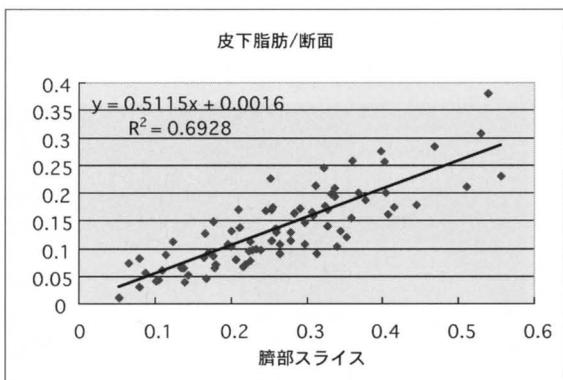
1) スライス体積(断面体積)に対する全脂肪体積

全脂肪/断面体積： $y=0.59x+0.06$ $R^2=0.558$
 $r=0.85$ $p=0.11$



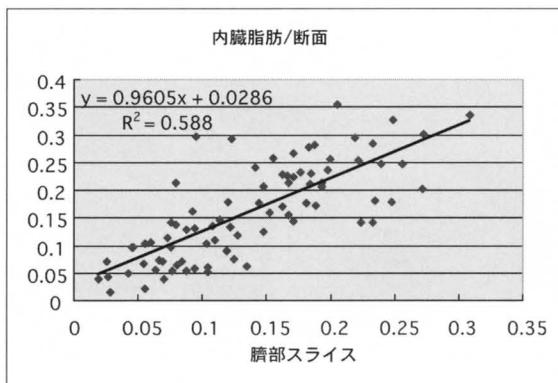
2) スライス体積(断面体積)に対する皮下脂肪体積

皮下脂肪体積/断面体積： $y=0.51x+0.00$ $R^2=0.69$
 $r=0.83$ $p<0.01$



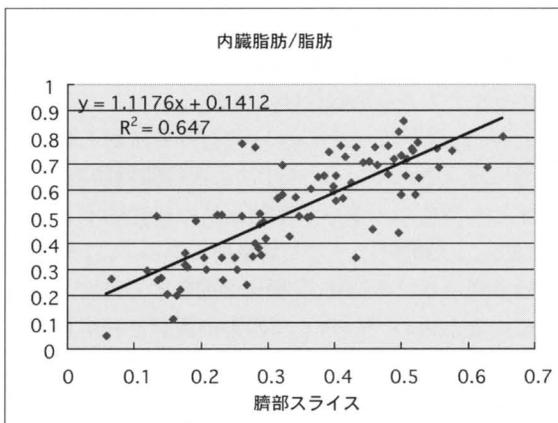
3) スライス体積(断面体積)に対する内臓脂肪体積

内臓脂肪体積/断面体積： $y=0.96x+0.03$ $R^2=0.59$
 $r=0.77$ $p<0.01$



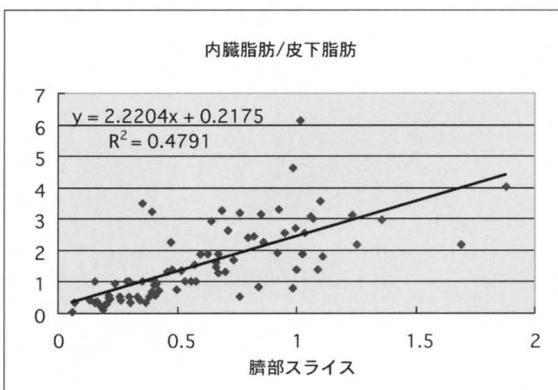
4) 全脂肪体積に対する内臓脂肪体積

内臓脂肪/全脂肪： $y=1.12x+0.14$ $R^2=0.65$ $r=0.80$
 $p=0.12$



5) 皮下脂肪体積・内臓脂肪体積の比

内臓脂肪/皮下脂肪： $y=2.22x+0.22$ $R^2=0.48$
 $r=0.69$ $p<0.01$



考察

「肥満」は各種疾患の原因となっている。「肥満」の中から、医学的な見地で減量治療の必要な「肥満症」を判別し、体重減少により疾病予防や改善につながる治療を行うことが推奨されている¹⁾。肥満の原因となる脂肪蓄積には内臓脂肪型と皮下脂肪型の2種類があるが、特に、内臓脂肪蓄積が疾病発症の重要な要因であり、この病態がメタボリックシンドロームの根幹である。内臓脂肪蓄積の下流で発症する疾病群としては、耐糖能障害、高血圧、脂質代謝異常、高尿酸血症、脂肪肝、冠動脈疾患、脳梗塞などが上げられ、その予防や改善には減量が効果的である¹⁾。

本邦のメタボリックシンドローム診断基準²⁾では、内臓脂肪面積が 100cm^2 を超えた場合に内臓脂肪型肥満と判定される。内臓脂肪の判定法としては腹囲(立位・呼吸時に計測した臍周囲径)、CT(臍部レベルで内臓脂肪面積が 100cm^2 以上あるいは皮下脂肪面積に対する内臓脂肪面積の比が0.4以上)、超音波検査(臍部レベルで皮膚から腹直筋外面まで、腹直筋内面から大動脈前面までの距離測定による)、MRIなど種々の判定法があり、それぞれの判定法について、相互の関連性・血液検査結果との関連・動脈硬化に起因する各種疾患との関連など検討が報告されている^{3~7)}。

これらの内臓脂肪測定やBMIや体脂肪率などの肥満判定はいずれも有意な正の相関を認めており、人間ドック等での測定項目として普及している。しかし、受診者の生活習慣の是正を目的とした指導項目としては簡便性と再現性が必要であろう。WajchenbergはCTによる内臓脂肪型肥満検査と腹囲との有意な正の相関を報告している⁷⁾。川崎らも同様に、CTによる内臓脂肪型肥満検査とBMI・体脂肪率・腹囲を比較し、精度・簡便さともに腹囲が最も優れていたと報告している⁸⁾。また、前述したごとくメタボリックシンドローム診断基準の測定項目は腹囲とCTである。

CTによる内臓脂肪測定は、測定した数値の再現性のみならず脂肪面積の視覚的インパクトが強く、受診者に対する動機付けとして効果的である。一方、CT検診や一般診療における胸部CT撮影の機会が増加しているため、それらを内臓脂肪測定の間接的な機会として活用できれば総合検診としての効果が付加される。直接的には胸部CTの撮影範囲を臍部まで広げることによって可能である⁹⁾が、被曝線量が増加する・上腹部臓器の読影診断が必要になるため読影医の負担が増加する等の問題がある。

しかし、体幹部のCT画像には、臍部以外でも皮下脂肪と内臓脂肪が描出されているので、撮影された部位の脂肪の分布を計測することが可能である。現在の脂肪測定が開発される過程で、内臓脂肪体積を評価するための適正なCT断面の検討が多数報告されている^{10~13)}。Wajchenbergの総説⁷⁾では、臍部あるいはL4-L5での報告が多く、cutoff値は $107\sim 133\text{cm}^2$ (日本人では $90\sim 100\text{cm}^2$)とされている。また、L1・L3・L5などのそれぞれで脂肪の分布を評価することができるため、個別の脂肪分布傾向の指標とでき¹⁰⁾、全腹腔脂肪体積と臍部レベルの脂肪面積がよく相関するとされる¹¹⁾。Shenらは、一断面で評価する場合、男性ではL4-5レベルの10cm上方、女性では5cm上方を推奨している¹²⁾。

本検討は人間ドックやCT検診などで撮影された胸部CT画像を脂肪判定に利用することが可能であるかを検討することを目的とした。前述したごとく、胸部CTの上腹部画像には臍部と同様に内臓脂肪が描出されているが、臍部と異なり肺・肝臓・脾臓・胃が存在しているため、それらを含まない画像を選べば臍部断面に近い画像が得られる。そこで、本検討では簡便な利用を考慮して、胸部CT撮影画像の最下スライスを用いることを想定して検討した。すなわち、最下スライス断面を椎体と腹直筋から判断して左右に二分し、肝臓の含まれていない半分(左半分)を用いた。

臍部レベルと上腹部レベルとの脂肪分布の比較では、臍を含んだ上下12cmの範囲の断面で脂肪分布はほぼ同様であり⁵⁾、また、L4-L5レベルの上方15cmから下方10cmの各スライスの脂肪面積と腹腔脂肪体積との相関は $0.97\sim 0.82$ と良好である¹²⁾。剣状突起レベルから恥骨レベルまでの各断面(剣状突起部、Midabdomen 1、Midabdomen 2、腸骨稜部、Upperpelvis)の内臓脂肪割合(内臓脂肪/全脂肪)は、男性では41%、46%、50%、29%、24%、女性では23%、24%、27%、21%、18%であり¹³⁾、男女とも腸骨稜部と比較して上腹部では内臓脂肪の比率が10~40%ほど高い。本検討は肺野のきれる上腹部スライスの左半分と臍部を用いた計測であるが、 $y=1.12x+0.14$ と上腹部の内臓脂肪比率が10%以上高く、同様の傾向であった。

本検討の結果、胸部CTの最下スライスを用いた脂肪測定と臍部スライスの脂肪測定では比較的良好な正の相関を示した。したがって、人間ドック等における生活指導の簡便な指標として現状でも利用可能と

思われる。さらに、健常例のデータベースを増やして検討することで現在のメタボリックシンドロームの診断基準を適応する補正方法も明らかになると思われる。また、MDCTの体積データを利用することで臍部の横断面のみならず任意断面や脂肪体積など容易に算定できる。したがって、上腹部レベルの判定基準作成やより詳細な体内脂肪分布の判定に利用できよう。

現在、予防画像医学への関心が高まっており、高精度な画像を生活習慣病の予防に用いるサービスも行われている。しかし、現行の胸部CT画像を有効に利用することでも、受診者の様々な生活習慣の是正・予防医学につなげることができる。特に、受診者の脂肪を表示した画像は視覚的インパクトが強く、生活習慣是正の動機付けとして効果的である。

以上のような情報は一般臨床での胸部CTや肺癌CT検診時に付加的に得られるため、胸部CTを総合検診の機会としてとらえ、多面的な読影診断・情報の付加を行っていく必要があると思われる。

参考文献

1. 肥満症治療ガイドライン作成委員会：肥満症治療ガイドライン2006.肥満研究，東京，2006
2. メタボリックシンドローム診断基準検討委員会：メタボリックシンドロームの定義と診断基準.日本内科学会雑誌 2005 94 (4) : 188-203
3. 坂本静雄，中嶋佳子，飯島俊彦：肥満指標としてのウエストあるいはウエスト/身長比の有用性－内臓脂肪面積との関連性－. 肥満研究，2004 第10号：37-40
4. Fernando F. Ribeiro-Filho, Alessandra N. et al : Methods of Estimation of Visceral Fat : Advantages of Ultrasonography. OBESITY RESEARCH 2003 Vol. 11 No.12 December : 1488-1494
5. Borkan GA, GerzofSG, Robbins AH, et al : Assessment of abdominal fat content by computed tomography. Am J Clin Nutr 1982 36 : 172-7
6. Yoshizumi T, Nakamura T, Yamane M, Et al : Abdominal Fat : Standardized Technique for Measurement at CT. Radiology 1999 211 : 283-286
7. Wajchenberg BL : Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue: Their Relation to the Metabolic Syndrome Endocrine Reviews 2000 21 (6) : 697-738
8. 川崎善幸，高田光一郎，篠崎久美子，他：CTを用いた内臓脂肪里肥満検査と他の肥満判定方法との比較 日放技誌 2006 53 : 1462-1466
9. 山本修一郎，中川徹，草野涼ほか：胸部CT検診受診者を対象とした腹部内臓脂肪面積測定. 胸部CT検診研究会 2005 12 (2) : 200-205
10. Grauer WO, Moss AA, Cann CE, et al. Quantification of body fat distribution in the abdomen using computed tomography. Am J Clin Nutr 1984 39 : 631-7.
11. Kobayashi J, Tadokoro N, Watanabe M, et al : A novel method of measuring intra-abdominal fat volume using helical computed tomography. International Journal of Obesity 2002 26 : 398-402
12. Shen W, Punyanitya M, Wang Z, et al : Visceral adipose tissue : relations between single-slice areas and total volume. Am J Clin Nutr 2004 80:271- 8
13. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Roche AF, et al : Abdominal composition quantified by computed tomography. Am J Clin Nuir 1988 48:936-45

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的の複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619