

メタボリックシンドロームと超音波検査

＝腹部超音波検査の有用性に関する検討＝

府中恵仁会病院 椿 哲弥

1. はじめに

メタボリックシンドロームは、動脈硬化の危険因子が集積した複合的病態とされ、個々の危険因子は重症でなくても、それらが重積することでより危険な状態となる。動脈硬化を基に発症する心血管病、脳血管障害による死亡は全死亡の約30%を占め、癌とならびわが国の死因のトップを占める。これらは働き盛りに発症することが多く、死亡から免れたとしても、後遺症で苦しむケースが多く癌より深刻とも言える^{(1)~(3)}。

メタボリックシンドロームでは、肥満の程度より脂肪蓄積の部位が、多彩な病態の発症に関与することが明らかとなっている。本症では、過剰な内臓脂肪蓄積を発症基盤とし、他のリスクの発症要因となり、糖代謝異常、脂質代謝異常、血圧異常などが集積した状態とされている。

生体内で約15~30%の容量を占める脂肪組織は、実に多くの生理活性物質（アディポサイトカイン）を分泌することが明らかとなり、脂肪組織は生体最大の内分泌臓器であると言える⁽⁴⁾。さらに内臓脂肪の方が、皮下脂肪よりその活性が高いことが明らかとされ、過剰な内臓脂肪蓄積状態であるメタボリックシンドロームでは、分泌される生理活性物質の過剰、あるいは過少分泌が生じ、本症の発症、進展に深くかかわっていることが明らかとなっている。メタボリックシンドロームの診断目的は、飽食と運動不足によって生じる、過栄養を基盤に増加してきた心血管疾患に対して、効率のよい予防対策を確立することで、高騰する国民医療費の低減を期待し、本邦でも2008年より特定検診、特定保健指導が開始された。

本邦におけるメタボリックシンドロームの診断基準は、過剰な内臓脂肪蓄積を必須項目とし、それに加えて、高血糖、高血圧、脂質代謝異常（高トリグリセリド血症、低HDLコレステロール血症いずれか、あるいは両方）のうち2つ以上あるものと定義され、2005年に8学会で作成された診断基準が一般に用いられている⁽¹⁾（第1表）。

第1表 メタボリックシンドロームの診断基準

内臓脂肪（腹腔内脂肪）蓄積	
ウエスト周囲径	男性 ≥ 85 cm 女性 ≥ 90 cm
(内臓脂肪面積 男女とも ≥ 100 cm ² に相当)	
上記に加え以下のうち2項目以上	
高トリグリセリド血症 かつ/または 低HDLコレステロール血症	≥ 150 mg/dl < 40 mg/dl 男女とも
収縮期血圧 かつ/または 拡張期血圧	≥ 130 mmHg ≥ 85 mmHg
空腹時血糖	≥ 110 mg/dl

- *CTスキャンなどで内臓脂肪量測定を行うことが望ましい。
- *ウエスト径は立位、軽呼吸時、臍レベルで測定する。脂肪蓄積が著明で臍が下方に偏位している場合は肋骨下縁と前上臍骨棘の中間の高さで測定する。
- *メタボリックシンドロームと診断された場合、糖負荷試験が薦められるが診断には必須ではない。
- *高TG血症、低HDL-C血症、高血圧、糖尿病に対する薬物治療をうけている場合は、それぞれの項目に含める。
- *糖尿病、高コレステロール血症の存在はメタボリックシンドロームの診断から除外されない。

この診断基準では、直接内臓脂肪を評価する検査法は採用されておらず、内臓脂肪蓄積の評価には、CTスキャンによる臍レベル内臓脂肪面積との相関が良好とされるウエスト周囲径が用いられている。

この検査法は非常に単純ではあるが、外来診察時、あるいは健康診断などでも簡単に評価ができ、有益な指標として一般に用いられている。なおCTスキャンによる臍レベルの内臓脂肪面積は、男女とも 100 cm^2 を超えると複数の病態を合併する頻度が高いことから、内臓脂肪面積は 100 cm^2 以上を異常とし、ウエスト周囲径の異常値の設定もこの基準より導き出された¹⁾。

メタボリックシンドロームの診断に、内臓脂肪量の正確な測定は必須かつ最も重要であり、ウエスト周囲径、CTスキャン、インピーダンス法などの検査法がある。現在のところ、最も確かな内臓脂肪の評価法はCTスキャンであろう。本法は直接的かつ定量的に内臓脂肪量の評価が可能であるが、被爆の問題、可動性は無いこと、手軽な検査とは言えないことなどが問題となり、健康診断などで簡単に行うには無理がある⁵⁾。測定の簡便性、妥当性、目的を考慮し、最適の測定法を採用すべきである。

一方、同じ画像診断法として広く普及している超音波検査法では、直接内臓脂肪面積あるいは量を測定することは困難であるが、田所ら⁶⁾が腹部超音波検査法を用いた方法を報告している。その報告では、腹膜上脂肪が代表的な内臓脂肪である腸間膜脂肪と同じ発生源を持つことから、腹膜上脂肪厚とCTスキャンによる内臓脂肪面積を比較検討し、両者は良好な相関を示した。この結果より、腹部超音波検査法を用いて腹膜上脂肪厚を測定することで、内臓脂肪面積の推定が可能であると報告している。

腹部超音波検査法は非侵襲的検査法で、機動性は高く、病院外でも手軽に検査を行うことが可能である。本法でメタボリックシンドロームにおける内臓脂肪の異常蓄積の評価が可能であれば、臨床的有用性は極めて高いものと考えられる。

今回我々はメタボリックシンドローム診断基準の各パラメータとの比較、及びメタボリックシンドロームの診断基準よりメタボリックシンドロームと診断された症例と、腹部超音波検査法による評価法を比較検討し、腹部超音波検査法のメタボリックシンドローム診断に対する臨床応用について検討を行った。

2. 超音波での評価方法

空腹時仰臥位安静状態で軽度吸気位呼吸停止状態にて、心窩部縦走査より肝左葉を描出する。肝表面と皮膚面が、なるべく平行となるようにプローベを操作し白線を描出する。肝左葉上縁より1 cmくらい下方を測定位置とし、腹壁皮下脂肪の厚さ (subcutaneous fat thickness: 以下SFT)、および腹膜上脂肪の厚さ (preperitoneal fat thickness: 以下PFT) を計測し、PFTとSFTの比 (PFT/SFT) を腹壁脂肪指数 (abdominal fat wall index: 以下AFI) とした (第1図)。



第1図 超音波での評価法

田所ら⁶⁾は我々と同様の断面で、SFTの最小値とPFTの最大値を検討に用いたが、測定位置に困惑する症例があること、検者間での差を少なくする目的で、我々は測定位置を固定することが望ましいと考え、肝左葉上縁より1 cm下方を測定位置として、PFT、SFTを測定した。しかし田所らの方法と比べ、PFTおよびSFT値が大きく解離することは無いものと考えている。なお今回の検討に用いた対象で測定が出来なかった症例はなかった。

第2図に正常例とメタボリックシンドローム症例を提示する。(a)は正常例でSFTは8.9 mm、PFTは7.9 mm、AFIは0.89といずれも正常範囲内であった。(b)はメタボリックシンドロームの診断基準を満たした症例でSFTは25.7 mm、PFTは21.5 mm、AFIは0.84と、SFT、PFTでは明らかに増大していたが、AFIは正常範囲内であった。この症例ではSFTが厚いためAFIは正常範囲を示した。計測しなくても、(a)、(b)の写真を比べるだけで明らかに異なっていることがわかる (第2図)。

対象は当院で人間ドックを受診した176例 (男性124例、女性52例、平均45歳) とし、高血圧、糖尿病等に限らず、何かしらの疾患で現在治療中の者は対象より除外し、全ての検査は早朝空腹状態で、か



(a) 正常例
SFTは8.9 mm、PFTは7.9 mm、AFIは0.89といずれも正常範囲内であった。

(b) メタボリックシンドローム症例
SFTは25.7 mm、PFTは21.5 mm、AFIは0.84とPFTの増加を認めたが、AFIは正常範囲内であった。

第2図 正常例とメタボリックシンドローム症例

つ同一日に行った。

超音波装置は東芝製ネミオ (SSA-550A) を用い、プローベはコンベックス型を使用した。統計学的検討はstudent's-t-testより行い、超音波検査はすべて1名の超音波検査士が施行した。

3. 臨床的検討と考察

3-1 メタボリックシンドローム診断基準の各パラメータとSFT、PFT、AFIの比較 (第2表)

メタボリックシンドローム診断基準に用いられている各パラメータの異常の有無と、腹部超音波検査より得られたSFT、PFT、AFIの比較を行った。その結果、ウエスト周囲径、血清脂質、血圧では、いずれも正常群では異常群に比べPFT、AFIの明らかな低下を認めたが、SFTでは正常群と異常群にはいずれも明らかな差は認めなかった。また血糖ではSFT、PFT、AFIいずれも正常者と異常者で明らかな差を認めなかった。

3-2 メタボリックシンドロームの有無による比較 (第3表)

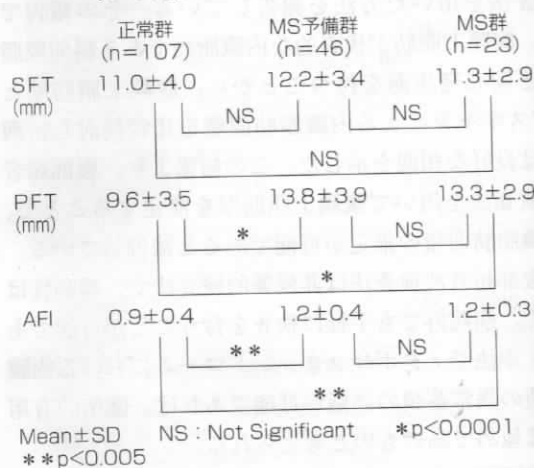
次にメタボリックシンドロームの診断基準にあてはまるものをメタボリックシンドローム群 (以下MS群) とし、ウエスト周囲径は異常値を示すものの血清脂質、血圧、血糖では異常を示さない、あるいは異常項目が1項目のものをMS予備群とし、ウエスト周囲径が正常範囲内の者を正常群と分類し3群の比較を行った。なおMS予備群と分類したものは、臨床的にメタボリックシンドロームの前状態を示すという根拠はないが、メタボリックシンドロームに限りなく近い状態と言えるものと考えられる。

第2表 メタボリックシンドローム診断基準とSFT、PFT、AFIの比較 (n=176)

		正常群	異常群	p値
ウエスト周囲径	SFT (mm)	11.0±4.0 (n=107)	11.9±3.3 (n=69)	NS
	PFT (mm)	9.6±3.5 (n=107)	13.6±3.6 (n=69)	p<0.0005
	AFI	0.9±0.4 (n=107)	1.2±0.3 (n=69)	p<0.0005
血清脂質	SFT (mm)	11.2±3.9 (n=121)	11.6±3.4 (n=55)	NS
	PFT (mm)	10.3±3.7 (n=121)	13.2±4.0 (n=55)	p<0.0005
	AFI	1.0±0.4 (n=121)	1.2±0.3 (n=55)	p<0.005
血圧	SFT (mm)	11.4±3.9 (n=107)	11.2±3.4 (n=69)	NS
	PFT (mm)	10.8±4.1 (n=107)	12.3±3.7 (n=69)	p<0.05
	AFI	1.0±0.4 (n=107)	1.2±0.4 (n=69)	p<0.05
血糖	SFT (mm)	11.3±3.8 (n=159)	11.2±2.7 (n=17)	NS
	PFT (mm)	11.1±4.1 (n=159)	12.0±3.7 (n=17)	NS
	AFI	1.0±0.4 (n=159)	1.1±0.3 (n=17)	NS

Mean±SD NS: Not Significant

第3表 メタボリックシンドローム (MS) の有無による比較 (n=176)



その結果、正常群に比べMS群およびMS予備群ではPFT、AFIの明らかな増加を認めたが、MS群およびMS予備群のあいだには明らかな差は認めなかった。またSFTでは3群間に明らかな差は認めなかった。なおMS群は全体の約13%、MS予備群は約27%であった。

今回の検討結果よりPFTおよびAFIはメタボリックシンドローム診断基準のうち、ウエスト周囲径、

血清脂質、血圧の各項目において、正常群に比べ異常群ではいずれも明らかな上昇を認めた。また、MS群およびMS予備群においても、正常群に比べPFTおよびAFIの明らかな上昇を認めた。これらの結果より、腹部超音波法によるSFT、PFT、AFIの測定から、正常者とメタボリックシンドロームは分離できるものと考えられた。すなわち腹部超音波検査法はメタボリックシンドローム診断の一助となりうるものと考えられ、本法の、メタボリックシンドローム診断に対する有用性を示す結果と考えられた。

一方、血糖では明らかな差を認めなかったが、この原因については明確な知見は得ていない。対象者がすべて人間ドック受診者であったことも要因のひとつと考えられるが、今後の課題としたい。また、メタボリックシンドロームの診断基準を満たしていないMS予備群においても、正常者と明らかな差を認めることは、腹部超音波法による評価法では、より早期にメタボリックシンドロームを推測できる可能性を示唆するものと考えられた。

前述のとおり、腹膜上脂肪は代表的な内臓脂肪である腸間膜脂肪と同じ発生源を持つことから、PFTの増加は内臓脂肪の増加を反映したのと考えられる。そしてその結果、メタボリックシンドローム診断の各パラメータ、及びMS群、MS予備群において正常群と比べ明らかな変化を示したこともうなづける結果である。

今回の結果より、メタボリックシンドロームの診断ではPFT、AFIが重要と考えられたが、AFIでは皮下脂肪の厚い症例においてはPFTが高値を示しても、AFIでは低値を示すことがあり、逆に皮下脂肪の薄い症例ではPFTが正常範囲内でもAFIは高値を示すことがある。したがってAFIでは内臓脂肪が異常蓄積をしても、見かけ上正常範囲となる事はさげられず、AFIの数値の解釈にはPFT、SFTの測定値も考慮すべきである。したがって内臓脂肪量の評価という観点から考えれば、PFT単独でも十分に内臓脂肪の異常蓄積の指標となりうるものと考えられる。

なお、PFTは肥満の治療に伴い減少するとされされており⁶⁾、PFTの増減を観察することは、肥満治療の有用な指標となるとされている。また内臓脂肪異

常蓄積の軽減なしには、メタボリックシンドロームという複合病態の改善はないとされ、経過観察も非常に重要となってくる。超音波検査法の特長から考えると、メタボリックシンドロームの治療効果判定の指標、経過観察に対しても非常に有用と考えられるが、この点に関しては今後の検討課題としたい。今回の我々の検討では、CTスキャンによる内臓脂肪面積との比較は行ってないが、田所らはCTスキャンとPFTの検討で、内臓脂肪面積 100 cm^2 がPFT 8 mmに相当するという結論を得て、PFT 8 mm以上を内臓脂肪の異常蓄積としている⁶⁾。我々と田所らの測定位置は同じではないが、今回の検討より得られた、正常者の測定値よりPFTは10 mm以下、AFIは0.8~0.9以下を正常範囲と考えている。なおPFTの測定では脂肪蓄積の空間は狭く、PFTの測定値は数値として表現されるが、腹部超音波法より得られた数値は、CTスキャンほど正確な定量的評価ではないことを念頭におき評価すべきと考える。

また、SFTではメタボリックシンドロームの診断基準の各パラメータでの比較、及びMS群、MS予備群、正常群の比較ではいずれも明らかな差は認めておらず、SFT単独の数値は、メタボリックシンドロームの診断に有用な数値とは言えないものと考えられた。しかしSFTは皮下脂肪厚を計っており、皮下脂肪の厚い症例との鑑別には有用と考えられる。つまりウエスト周囲径が異常値を示したとしても、それが皮下脂肪の過剰蓄積によるものかの鑑別は出来ない。しかし腹部超音波法では、皮下脂肪が厚い症例なのか、腹膜上脂肪が厚い症例なのかが容易に鑑別できる。つまり腹部超音波法では、皮下脂肪と腹膜上脂肪を分離して評価しており、ウエスト周囲径による内臓脂肪の推定に比べ、より正確に内臓脂肪の異常蓄積がわかる。ウエスト周囲径の測定では解らない、皮下脂肪の厚い症例も容易に判定可能である。すなわち、SFTの測定により皮下脂肪型肥満との鑑別が容易に出来るものと考えられた。

また、メタボリックシンドロームにおける血清脂質異常、高血圧、高血糖の発生機序が異常に蓄積した内臓脂肪より分泌される、各種生理活性物質によるものであることが明らかとなっており、今回の検討でSFTが変化しなかったことは当然の結果と考えられた。

4. おわりに

今回、メタボリックシンドローム診断に対する腹部超音波検査法の有用性を検討し、腹部超音波検査法によるSFT、PFT、AFIの評価はメタボリックシンドロームの診断やスクリーニング検査として有用であり、特にPFTの測定値が重要と考えられた。

メタボリックシンドロームの診断において内臓脂肪の過剰蓄積の評価は極めて重要である。この評価は現在のところ画像検査が最も適しているが、特定検診の項目には入っていない。やはりCTスキャンを特定検診等においてすべての受診者に対して行うことは困難と考えられる。その点、今回検討に用いた超音波検査法は、直接内臓脂肪の面積あるいは量を評価することは困難だが、非侵襲的で機動性も高く検診には向いている。また経過観察も容易にでき、ウエスト周囲径では解らない皮下脂肪の厚い症例も分離できる。内臓脂肪蓄積の評価が最も重要なメタボリックシンドロームに対し、ウエスト周囲径の測定に加え、腹部超音波検査を行うことは、メタボリックシンドローム診断における内臓脂肪蓄積のスクリーニング、さらに経過観察に対して極めて有用な検査法と考えられる。

また腹部超音波検査は脂肪肝の診断には極めて鋭敏であり⁽⁷⁾、メタボリックシンドロームでは脂肪肝は高率にみられる⁽⁸⁾。内臓脂肪の異常蓄積の評価が重要なメタボリックシンドロームの病態で、直接肝臓への脂肪沈着が正確に検出できるということも非常に有用である。

今回の検討では測定位置の問題、経過観察に対する有用性など、今後検討していくべき問題はあるが、メタボリックシンドローム診断に対して腹部超

音波検査法を用いた、SFT、PFT、AFIの測定、および脂肪肝の検索をおこなうことは極めて有用と考えられる。

最後に、今回の測定には特別な装置、設定は必要なく、検査断面もルーチンの腹部超音波検査で必ず観察する断面である。また計測も容易で、計測にかかる時間は短く、検査業務に対し問題となることはほとんどないものと考えられる。手技も簡単で、熟練者と初心者の差もほとんど生じないと考えられる。我々超音波検査に携わる者は腹部超音波法の臨床応用の新たな一面として活用し、臨床に役立てていくべきと考える。

<参考文献>

- (1) 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、94巻、4号、188-203 (2005)
- (2) 中村正：“メタボリックシンドロームとは～その病態と臨床的意義～”、Medical Practice、Vol.24、No.9、1488-1492 (2007)
- (3) 宮本恵宏・他：生活習慣病と内臓脂肪蓄積型肥満、総合臨床、Vol.54、No.4、1327-1330 (2005)
- (4) 船橋徹：“アディポサイトカイン。脂肪細胞が内分泌細胞として振舞う意義とは？治療”、Vol.86、No.11、023-033 (2004)
- (5) 宮崎滋：“内臓脂肪”、臨床検査、Vol.49、No.13、1697-1706 (2005)
- (6) 田所直子・他：“腹部超音波法による内臓脂肪蓄積の推定”、肥満研究、Vol.8、No.1、37-42 (2002)
- (7) 日本超音波検査学会監修：腹部超音波テキスト、112-114、医歯薬出版 (2005)
- (8) 酒井輝文：“メタボリックシンドロームにおける脂肪肝診断の意義”、超音波医学抄録集、Vol.35、S212 (2008)

【筆者紹介】

榎 哲弥

府中恵仁会病院 臨床検査科 科長
〒183-8507 東京都府中市住吉町5-21-1
TEL：042-365-1211 FAX：042-365-1212

Web講座

■ **情報セキュリティ入門講座** 定価：10,000円

■ **流量計測の不確かさ計算の考え方と計算方法** 定価：10,000円

■ **ゼロから学ぶPID制御** 定価：6,825円

ウェブ&メールベースのオンライン講座です。

登録後は6ヶ月間、自由な時間に繰り返し理解できるまで自己学習できます。理解度テストに合格した方には、修了証書を発行いたします。

<http://www.nikko-pb.co.jp>

日本工業出版(株) netsale@nikko-pb.co.jp