

原著

若年女性の体内脂肪量評価における腹膜前脂肪厚測定の意義

杉山 育代 松田 正文

Significance of the Measurement of Preperitoneal Fat Thickness for Body Fat Estimation of Young Women

Ikuyo SUGIYAMA and Masafumi MATSUDA

SUMMARY

The indicators relating to the amounts of visceral fats including preperitoneal fat thickness were measured from 51 students attending our university, and the significance of the measurement of preperitoneal fat thickness was considered. (Method) The maximum preperitoneal fat thickness (hereafter referred as to "Pmax"), the minimum subcutaneous fat thickness, and the existence or nonexistence of hepato-renal contrasts were measured via ultrasonography. Body fat ratio, visceral fat area and VSR (visceral fat area/subcutaneous fat area ratio) were measured by the impedance method. (Result) Significant positive correlations were found between Pmax and other measurement items in both the all-subject group and the normal weight groups. Regarding the comparison between the group of Pmax 10 mm or more and that of Pmax of less than 10mm, the group of Pmax 10 mm or more was significantly higher in body fat ratio and VSR. The average value of the Pmax plus/minus standard deviation was 7.10 ± 2.23 mm. From the above, Pmax can be used as an indicator of the visceral fat amount for young women, and it is suggested that attention should be paid to the accumulation of visceral fat of more than 10mm.

キーワード 内臓脂肪、腹膜前脂肪厚、隠れ肥満、体脂肪率

はじめに

肥満、特に内臓脂肪型肥満は生活習慣病のリスクファクターの一つとされる。肥満を把握する非侵襲的検査法の一つに超音波検査があり、それによる腹膜前脂肪厚に関する報告も多い^{1)~6)}。しかし、肥満を把握するのは意外に難しい。例えば、BMIからは肥満ではないと判定されながら体脂肪率によって肥満と判定されるという、いわゆる「隠れ肥満」が青年女性の5人に1人程度見られるという報告もある⁷⁾。本学の学内実習においても、BMIからは普通体型であるにも拘らず超音波検査で肝腎コントラスト陽性の学生を散見する。肝腎コントラスト陽性は脂肪肝を疑う所見の一つであり、脂肪肝が内臓脂肪量の過大であることを直接示す訳ではないが、脂肪肝・脂肪筋の程度と内臓脂肪量との間に有意の相関がみられるとの報告はある⁸⁾。そこで、本学学生（健常若年者）を対象に、体型とともに内臓脂肪量に関連するとされる腹膜前脂肪厚などの指標を測定し、健常若年女性におけるこれら指標の現状を明らかにし、その中で腹膜前脂肪厚測定の意義を考えることにした。

対象

研究に同意の得られた、学内健康診断で異常の無い本学医療検査学科女子学生51名
(年齢19歳~23歳 平均21歳)

方法

1. 使用機器と測定項目は次の通りである。

1.1 超音波検査機器：下記を使用し、maximum preperitoneal fat thickness（最大腹膜前脂肪厚、以下Pmax）・minimum subcutaneous fat thickness（最小皮下脂肪厚、以下Smin）（鈴木らの方法¹⁾に準拠）の測定と肝腎コントラストの判定を行った。

Aloka SSD6500、東芝 Power Vision 8000
(7.5MHz リニア・3.75MHz コンベックスの2プローブを使用)

1.2 体組成測定：体組成測定システム（YKC製 BoCA インピーダンス法）を用いて、体脂肪率・内臓脂肪面積・皮下脂肪面積・visceral fat area/subcutaneous fat area ratio（内臓脂肪面積/皮下脂肪面積、以下VSR）を測定した。

1.3 身体計・体重計：身長・体重からBMI（[体重、kg]/[身長、m]²）を算出した。

2. 下記の値は上記測定値から算出した。

abdominal fat wall index（腹壁脂肪指数、Pmax/Smin、以下AFI）（鈴木らの方法に準拠¹⁾）

3. 測定値の判定などは次のようにした。

3.1 各測定項目の基準値は、下記の括弧内に示したものを採用した。

BMI（18.5以上25.0未満）、体脂肪率（28%以下）、VSR（0.4以下）、内臓脂肪面積（100cm²未満）、Pmax（10mm未満）、AFI（0.7未満）、肝腎コントラスト（陰性）

3.2 肝腎コントラストの判定

コントラストを全く認めないものを「-（マイナス）、陰性、肝腎コントラスト無し」、わずかにコントラストを認めるものを「±（プラスマイナス）」、明らかにコントラストを認めるものを「+（プラス）、陽性、肝腎コントラスト有り」とした。

3.3 体型（肥満度）の判定

BMIに基づいて、日本肥満学会基準（日本肥満学会2000）に従い、次のように分類した。

痩せ体型群：BMI 18.5未満

普通体型群：BMI 18.5以上25.0未満

肥満体型群：BMI 25.0以上

3.4 内臓脂肪指標としては、Pmax、VSR、および内臓脂肪面積を用いた。

4. その上で、測定項目間に見られる関係（相関）を統計学的に検討した。

5. 体型によって測定値に差が見られるかどうかを、統計学的に検討した。

6. 統計学的検定は、Student t検定を用い、回帰分析にて相関係数を算出した。p<0.05をもって有意差ありとした。

結果

A. 測定項目間の相関

1. 全対象の測定項目間に見られる相関

体重、BMI、体脂肪率、Pmax、AFI、VSR、内臓脂肪面積、これら測定項目間の関係をみた。

1.1 Pmax と他の測定項目との関係

Pmax の分布を図1に示す。Pmax が基準値 (<10mm) を超えたのは7名であった(図1の赤柱)。そのほとんど(6名/7名)は内臓脂肪面積100cm²以下、VSR 0.4以下と、それぞれの基準値内にあった(表1)。残りの1例は、この2項目で基準値を超えた(内臓脂肪面積140cm²、VSR 0.44)だけでなく、Pmax (13.5mm)、BMI (30.0kg/m²) ともに対象中最大であった。

Pmax とその他の測定項目との関係を統計学的に検討した。その結果は以下の通りである。

① Pmax と他のすべての測定項目との間に有意の正相関を認めた(表2)。その一部、Pmax と VSR との関係、Pmax と内臓脂肪面積との関係を、それぞれ図2、図3に示す。

② 体脂肪率・VSR の2項目では、「Pmax が基準値超の群(7名)」と「Pmax が基準値内の群(44名)」との間に有意の差を認めた(表3)。

1.2 AFI と他の測定項目との関係(表2)

AFI の平均値は0.94で基準値0.7を超えていた。しかし、AFI と Pmax 以外のすべての測定項目との間には有意の相関は見られなかった(表2)。

1.3 肝腎コントラスト と他の測定項目との関係(表4)

肝腎コントラスト と他の測定項目との間には、有意の相関を認めなかった。

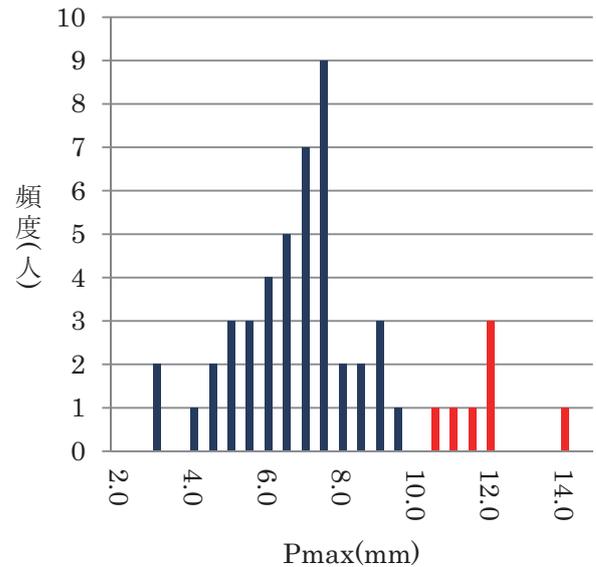


図1 Pmax 分布

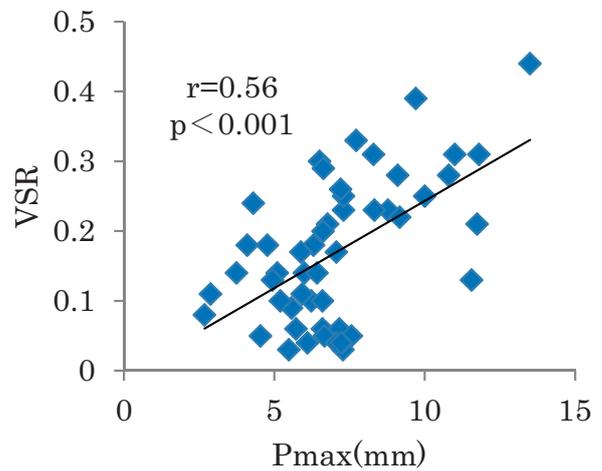


図2 VSR と腹膜前脂肪厚

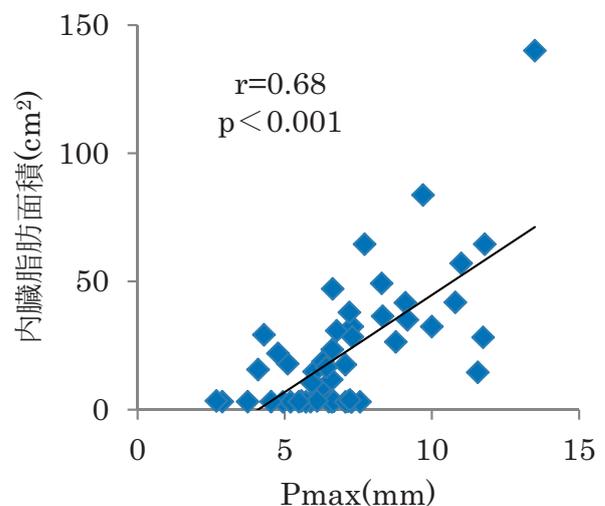


図3 内臓脂肪面積と腹膜前脂肪厚

表1 Pmax 10mm 以上者（7名）の内臓脂肪指標データ

	BMI (kg/m ²)	Pmax (mm)	内臓脂肪面積 (cm ²)	VSR
1	21.0	10.0	32.4	0.25
2	22.5	10.8	41.8	0.28
3	20.8	11.0	57.0	0.31
4	19.3	11.6	14.5	0.13
5	21.9	11.7	28.2	0.21
6	24.4	11.8	64.5	0.31
7	30.0	13.5	140.0	0.44

表2 各測定項目とPmax、AFIとの関連

n=51	平均±標準偏差	Pmax との相関係数	AFI との相関係数
身長 (cm)	156.7±5.0	-	-
体重 (kg)	50.6±7.5	0.50 (p<0.001)	0.05 (p=0.71)
BMI (kg/m ²)	20.4±2.6	0.62 (p<0.001)	0.02 (p=0.87)
体脂肪率 (%)	27.8±5.8	0.68 (p<0.001)	0.03 (p=0.82)
Pmax (mm)	7.1±2.2	-	0.39 (p<0.01)
AFI	0.94±0.25	0.39 (p<0.01)	-
VSR	0.17±0.10	0.56 (p<0.001)	0.04 (p=0.80)
内臓脂肪面積 (cm ²)	22.8±25.9	0.68 (p<0.001)	0.05 (p=0.73)

表3 Pmax（腹膜前脂肪厚）10mm 以上群と10mm 未満群での比較

	Pmax 10mm 以上群 n=7	Pmax 10mm 未満群 n=44	p 値
BMI (kg/m ²)	22.8±3.5	20.1±2.3	n (0.08)
体脂肪率 (%)	34.9±5.8	26.7±5.0	p<0.01
VSR	0.16±0.10	0.15±0.10	p<0.05
内臓脂肪面積 (cm ²)	54.1±41.6	17.8±18.8	n (0.06)

n は有意差無を示す

表4 肝腎コントラスト陽性群と陰性群での比較

	肝腎コントラスト陰性群 n=32	肝腎コントラスト陽性群 n=8	p 値
BMI (kg/m ²)	20.1±2.5	21.4±1.6	n
体脂肪率 (%)	26.6±5.7	30.0±6.4	n
VSR	0.16±0.10	0.20±0.10	n
内臓脂肪面積 (cm ²)	19.4±21.8	28.7±19.8	n
Pmax (mm)	6.6±2.0	7.7±2.7	n

n は有意差無を示す

2. 普通体型群の測定項目間に見られる相関

BMIによって対象を3群に分類した(表5)。

その上で、普通体型群の中で、体重、BMI、体脂肪率、Pmax、AFI、VSR、内臓脂肪面積、これら測定項目間の関係をみた。

2.1 Pmax と他の測定項目との関連

①全対象者結果と同様に普通体型群においてもPmax とすべての測定項目との間に有意の正相関を認めた(表6)

②体脂肪率・VSR・内臓脂肪面積の3項目では、「Pmax が基準値超の群(6名)」と「Pmax が基準値内の群(31名)」との間に有意の差を認めた(表7)。

2.2 AFI と他の測定項目との関連

全対象者結果と同様にAFIとPmax以外のすべての測定項目との間には有意の相関は見られなかった(表6)

2.3 肝腎コントラストと他の測定項目との関連

普通体型群の中に肝腎コントラスト陽性者が8名(22.0%)存在したが、すべての測定項目において肝腎コントラスト陽性群と陰性群の間に有意の差はみられなかった。

2.4 Pmax、体脂肪率と内臓脂肪面積の関連

体脂肪率異常群および、Pmax 異常群は、体脂肪率正常群およびPmax 正常群に比して有意に内臓脂肪蓄積が多かった(図4-1, 4-2)。

表5 体型別データ

	痩せ体型 n=11	普通体型 n=37	肥満体型 n=3
身長 (cm)	157.3±3.6	156.3±5.2	159.9±6.5
体重 (kg)	43.5±4.0	51.2±5.3	68.8±5.9
BMI (kg/m ²)	17.3±0.7	20.8±1.5	26.9±2.7
体脂肪率 (%)	21.4±3.3	28.9±4.5 *	37.7±5.1
VSR	0.12±0.07	0.17±0.09 n	0.39±0.06
Pmax (mm)	5.4±1.3	7.3±2.2 *	10.3±2.9
AFI (Pmax/Smin)	0.89±0.12	0.95±0.28 n	0.92±0.12
内臓脂肪面積 (cm ²)	3.5±1.4	22.5±16.9 *	96.1±39.2
肝腎コントラスト陽性の割合	0%	22.0% (8名)	0%

*印は痩せ体型と普通体型を比較した有意差 $p < 0.001$ を示し n は有意差無を示す

表6 普通体型における各測定項目とPmax、AFIとの相関

	Pmax との相関	AFI との相関
BMI	0.42 (p<0.01)	0.19 (p=0.25)
体脂肪率	0.57 (p<0.001)	0.15 (p=0.36)
VSR	0.45 (p<0.01)	0.07 (p=0.69)
Pmax	-	0.35 (p<0.05)
AFI (Pmax/Smin)	0.35 (p<0.05)	-
内臓脂肪面積	0.56 (p<0.001)	0.13 (p=0.76)

表7 普通体型 Pmax 10mm 以上群と10mm 未満群での比較

	Pmax 10mm 以上群 n=6	Pmax 10mm 未満群 n=31	p 値
BMI (kg/m ²)	21.7 ± 1.7	20.7 ± 1.5	n (0.24)
体脂肪率 (%)	33.5 ± 4.8	28.0 ± 4.0	p<0.05
VSR	0.25 ± 0.07	0.15 ± 0.09	p<0.05
内臓脂肪面積 (cm ²)	39.7 ± 18.7	19.2 ± 14.6	p<0.05

n は有意差無を示す

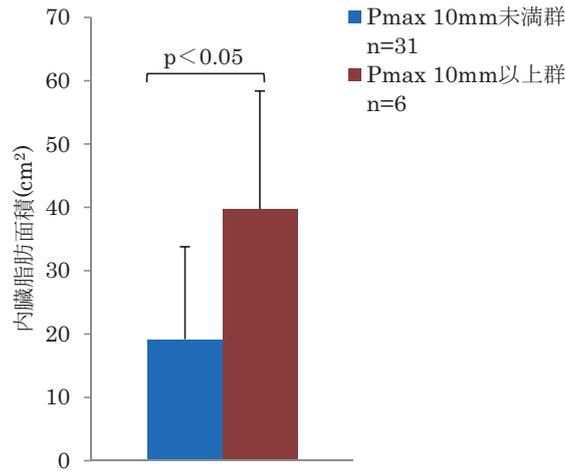


図4-1 Pmax 正常群 (10mm 未満) と異常群 (10mm 以上) の内臓脂肪面積比較

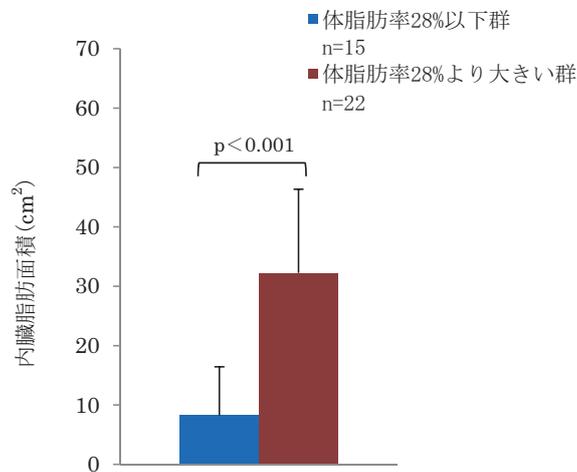


図4-2 体脂肪率正常群 (28%以下) と異常群 (28%より大きい) の内臓脂肪面積比較

B. 体型が測定値に及ぼす影響

肥満体型群は3名と少数であるので、この群を除いて痩せ体型群 (11名) と普通体型群 (37名) との間で、体型が測定値に及ぼす影響を統計学的に検討した。

その結果、体脂肪率・Pmax・内臓脂肪面積の3項目は痩せ体型群に比して普通体型群の方で有意に

高値であった。VSR と AFI は両群間に有意の差は見られなかった (表5)。

体脂肪率、Pmax の測定値の範囲を表8に示す。痩せ体型では体脂肪率、最大腹膜前脂肪厚の基準値を超える者は存在しなかったが、普通体型、肥満体型では存在した。

表8 体型別体脂肪率、Pmax の測定値範囲

	痩せ体型	普通体型	肥満体型
体脂肪率測定値範囲 (%)	13.6 ~ 24.1	19.4 ~ 42.9	34.6 ~ 43.6
Pmax 測定値範囲 (mm)	2.88 ~ 7.16	2.68 ~ 11.80	7.72 ~ 13.50

考察

1. 全対象の測定項目間に見られる相関

内臓脂肪量の診断には一般には腹部 CT を用いるが X 線被曝の問題がある。そのため近年は、X 線被曝のない超音波法が用いられる。超音波によって腹膜前脂肪厚や腸間膜厚を測定して内臓脂肪量診断を行う方法については多くの報告がある^{1)~6)}。その多くが中年者を対象とした検討で、腹膜前脂肪の最大厚と腸間膜の厚さには正の相関があるとの報告(対象: 年齢 47.0 ± 7.9 歳、BMI $24.1 \pm 2.6 \text{kg/m}^2$)⁴⁾や、腹膜前脂肪厚は内臓脂肪面積および腹囲と正の相関があり、内臓脂肪型肥満の判定に適している(対象: 年齢 59 ± 11 歳、BMI $29.2 \pm 4.6 \text{kg/m}^2$)という報告³⁾がある。今回我々は、若者女性においても Pmax (腹膜前脂肪厚) が内臓脂肪量の指標になるかについて検討したが、Pmax は BMI、体脂肪率、VSR、内臓脂肪面積と有意な正の相関を得たことで、若者女性においても Pmax (腹膜前脂肪厚) は内臓脂肪の指標になると考えられる。

田所らによると、女性においては腹膜前脂肪厚 10mm は CT による内臓脂肪面積 100cm^2 に相当するという⁵⁾。しかし、今回の我々の成績では、超音波による測定で Pmax (腹膜前脂肪厚) 10mm 以上でもインピーダンス法による内臓脂肪面積が 100cm^2 に達するものは殆どいなかった。この差は内臓脂肪面積測定方法が異なっていることによるものと考えている。このほか、田所らの対象が肥満外来患者 BMI $28.2 \pm 4.1 \text{kg/m}^2$ 、平均年齢 55 ± 14 歳であるのに対して、我々の対象は BMI $20.4 \pm 2.6 \text{kg/m}^2$ 、年齢 $19 \sim 23$ 歳であることが影響している可能性も残る。年齢に関しては田所らも腹膜前脂肪厚と内臓脂肪体積の関係を年齢別に検討する必要があるとしている。また、内臓脂肪面積 100cm^2 に相当

する腹膜前脂肪厚が年齢や BMI によって異なるのではないか、という可能性である。一方、山本ら⁶⁾は、男子大学生で Pmax が 10mm を超えると頸動脈内膜中膜複合体 (IMT) も増加する傾向があり、動脈硬化が大学生で既に始まっていると指摘している。今回我々が女子学生について得た Pmax の平均値 \pm 標準偏差が $7.1 \pm 2.2 \text{mm}$ であることを合わせ考えると、青年期においても Pmax が 10mm 以上である場合は内臓脂肪蓄積に注意が必要であると考ええる。

AFI は CT 法による V/S 比との間に高い正の相関を示す¹⁾と言われているが、今回の検討では、AFI とインピーダンス法による VSR をはじめとする各測定項目との間に有意の相関は見られなかった。また AFI を痩せ体型群と普通体型群との間で比較したが有意差は見られなかった。これは、今回の研究では Pmax および Smin の最小値がいずれも 2mm 程度であり、若い女性では Pmax が薄くても Smin も薄いので AFI 値が高くなったと考えられる。青年期の AFI を評価する際には注意する必要がある。

肝腎コントラスト陽性群と陰性群の間で、他の測定項目の平均値の差を検定したが、この 2 群の間には有意の差は認められなかった。したがって、今回の結果からすると、肝腎コントラストの有無だけで内臓脂肪蓄積量を推定することはできない。

2. 普通体型群の測定項目間に見られる相関

若者女性における腹膜前脂肪の検討は数少ない。その中で二渡らは 10 歳代後半から 70 歳を対象者に腹膜前脂肪および腹壁脂肪の厚さが年齢、BMI と相関関係を有すると報告している⁹⁾。今回若者女性普通体型群においても Pmax (腹膜前脂肪厚) と BMI、体脂肪率、VSR、内臓脂肪面積の関係で有

意な正の相関を得たことから、普通体型の若者女性においても Pmax（腹膜前脂肪厚）は内臓脂肪蓄量の指標になると言える。

普通体型群の中では、Pmax 異常群（Pmax が基準値を超えた群）および体脂肪率異常群（体脂肪率が基準値を超えた群）は Pmax 正常群（Pmax が基準値内）および体脂肪率正常群（体脂肪率が基準値内）に比して内臓脂肪面積が有意に高値であった。これは、石井⁷⁾による「隠れ肥満」の者は標準の者に比して、代謝異常を示すような値ではないが、LDL コレステロール、レプチンは高値を示し、HDL コレステロールは低値を示したことに一致すると考える。腹膜前脂肪の最大厚が腸間膜の厚さと正の相関を有するという報告⁴⁾と、今回 Pmax（腹膜前脂肪厚）と体脂肪率が正の相関を得たことを考慮すると、普通体型において体脂肪率が身体全体の脂肪の割合を反映するだけでなく内臓脂肪も多く反映していることが分かる。また、今回の検討で、自分が普通体型で内臓脂肪型肥満ではないと思っていたが実はそうではなかった被験者（いわゆる「隠れ肥満」）に対し、腹部超音波画像を提示することで、内臓脂肪蓄積度を視覚から分かりやすく、インパクト強く伝えることが出来た。腹膜前脂肪の画像を呈示することは、隠れ肥満防止や肥満防止に繋がる可能性を覗えた。

3. 体型が測定値に及ぼす影響

全体の中で痩せ体型と普通体型を比較すると普通体型が痩せ体型より体脂肪率、Pmax、内臓脂肪面積は有意に高かった。また、痩せ体型では体脂肪率、Pmax の基準値を超える者は存在しなかったが、普通体型、肥満体型では存在した。これらのことは、痩せ体型には内臓脂肪蓄積の多い隠れ肥満は存在せず、内臓脂肪蓄積の程度を測定しなければならない対象者は普通体型および肥満体型であると言える。その場合体脂肪率に加え Pmax も有用であると考えられる。

まとめ

1. 若者女性において Pmax（腹膜前脂肪厚）は内臓脂肪量の指標となり得る。
2. 若者女性において Pmax（腹膜前脂肪厚）10mm 以上は内臓脂肪蓄積要注意者である。
3. 普通体型若者女性の中にも内臓脂肪の多い者が存在した。
4. 超音波検査による肝腎コントラスト陽性だけでは、内臓脂肪蓄積とは言えなかった。

文献

- 1) Suzuki R, Watanabe S, Hirai Y.; Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen. Am J Med 95, 309-314, 1993
- 2) 鈴木良一ほか：内臓脂肪蓄積と冠動脈狭窄－腹壁指数（AFI）の臨床的意義動脈硬化、20、28-30、1992
- 3) 田所直子、渡辺武、宮崎正二郎：内臓脂肪型肥満の判定における腹膜前脂肪厚測定の有用性 肥満研究、vol.13、No.3、262-267、2007
- 4) 小野倫子、谷口信行、大澤正明、小野口晃、金子淑子、中澤成公、河野幹彦、伊東紘一：内臓脂肪蓄積の指標としての腸間膜厚の有用性に関する検討、J Med Ultrasonics、vol.30、No.6、J725-J733、2003
- 5) 田所直子、半沢多恵子、木暮勝広、小林淳二、篠宮正樹：腹部超音波法による内臓脂肪蓄積量の推定、肥満研究、vol.8、No.1、37-42、2002
- 6) 山本裕之、池谷直樹、前堀洋子、浅井園子、石川憲彦：男子大学生における腹部超音波を用いた内臓脂肪厚測定の試みとその意義についての検討、財)博慈会 老人病研究所 紀要、vol.11、p75-78
- 7) 石井好二郎：隠れ肥満の基準は？「肥満と糖尿病」vol.9、No.3、393-394、2010
- 8) 益崎裕章、平良伸一郎、小塚智沙代、屋比久浩

市、島袋充生：メタボリックシンドロームにおける肝臓の役割：内分泌学からのアプローチ、
肝臓、53巻、6号、336-343、2012

- 9) 二渡玉江、林陸郎、岩瀬知子、中西陽子、春山早苗、下村洋之助、大谷健一、佐藤則之、清水弘行、森正昌朋：超音波測定法による腹膜前脂肪厚および腹壁脂肪厚測定の臨床的意義 「肥満研究」vol.4、No.2、p15(131)-19(135)、1998