

男子大学生における隠れ肥満指数と InbodyS10から 得られた推定内臓脂肪面積との関係

酒元 誠治¹・藤井 文子¹・村上 淳¹・栢下 淳子¹
棚町 祥子¹・三浦 康平¹・松本 エリ²・川谷真由美³
辻 雅子⁴・岡崎 史子⁵・小瀬 千晶⁶・久野 一恵⁷

(受付 2019 年 10 月 31 日)

要 旨

〔目的〕わが国におけるメタボリックシンドローム (MS) の判定基準は、内臓脂肪面積 (UFA) 100 cm²であり、実用的には腹囲を測定し、男性85 cm、女性90 cm 以上を MS の必要条件としている。BMI25未満かつ腹囲が基準値を上回る「内臓脂肪蓄積型肥満」を隠れ肥満と呼ぶ考え方もある。今回は腹囲を用いずに、inbodyS10 (S10) に組み込まれた推定内臓脂肪面積、BMI と体脂肪率 (%fat) に隠れ肥満指数 (MOI) を用いて、男子学生の中で肥満者と隠れ肥満者を抽出し、標準体重であっても体脂肪率 (%fat) が高い、いわゆる「隠れ肥満」等についての検討を行ったので報告する。〔方法〕2017～2019年に実施した一般教養の選択科目 (健康と栄養) を受講し同意の得られた男子学生433名について S10による体組成測定を実施した。BMI と %fat を用いた肥満判定としては、肥満群50名 (BMI25以上かつ %fat 20%以上) 見かけ肥満群 8 名 (BMI25以上かつ %fat 20%未満) 隠れ肥満群24名 (BMI25未満かつ %fat 20%以上) 標準群294名 (BMI18.5以上～25未満かつ %fat 20%未満) 痩せ群57 名 (BMI18.5未満かつ %fat 20%未満) の 5 群とした。BMI に対して %fat が高い隠れ肥満を抽出するために、 $MOI = \%fat \div BMI^b$ と定義し、本集団から得られた $b=2.34$ を用いた。また MOI の基準値は %fat15以上20%未満の平均値0.01196を用いた。〔結果〕MOI は肥満群0.01045、見かけ肥満群0.00812、隠れ肥満群0.01451、標準群0.00976、痩せ群0.01179で隠れ肥満群で高い値となっている。VFA は肥満群95、見かけ肥満群46、隠れ肥満群55、標準群23、痩せ群15 cm²で隠れ肥満群が肥満群に次いで高い値となっていた。また、%fat と VFA 間の相関係数は0.93792、BMI と VFA 間の相関係数も0.88329と非常に高い値であった。〔考察〕MOI は BMI に対して %fat の高い群を抽出する方法であり、隠れ肥満群の MOI が最も高いことから有効性が認められたと考えた。インピーダンス法を用いた体組成計が示す VFA についても利用価値がある可能性が示されたと考えた。今後は腹囲の測定や他集団での検証など、本研究は発展途上と考えた。

キーワード 体組成、バイオインピーダンス法 (BIA)、推定内臓脂肪面積、隠れ肥満指数 (MOI)

¹広島修道大学健康科学部健康栄養学科

²広島修道大学学生センター保健室

³島根県立大学看護栄養学部健康栄養学科

⁴東京家政学院大学人間栄養学部人間栄養学科

⁵龍谷大学農学部食品栄養学科

⁶国立研究開発法人国立循環器病研究センター臨床栄養部

⁷西九州大学健康栄養学部健康栄養学科

1. は じ め に

わが国におけるメタボリックシンドローム（以下、MS）の判定基準は、厳密には Dual Energy X-Ray Absorptiometry（以下、DEXA 法）を用いた腹部 CT により測定された臍位における内臓脂肪面積（以下、VFA）（以下、まとめて CT-VFA） 100 cm^2 を必要条件としているが¹⁾、特定健診・保健指導においては簡易法として臍位で腹囲を測定し、男性85 cm、女性90 cm 以上を MS の必要条件としている²⁾。

国民健康・栄養調査では、診断は行われていないが、厚生労働省健康局がん対策・健康増進課／厚生労働省保険局総務課「平成25年以降に実施される特定健診・特定保健指導における特定保健指導レベル判定値、受診勧奨判定値及びメタボリックシンドローム判定値等の取り扱い使いについて」平成24年11月13日³⁾を用いて。MS（内臓脂肪症候群）が強く疑われる者（MS 群）、MS（内臓脂肪症候群）の予備群と考えられる者（MS 予備群）、前記以外の3群に分けた判定を行っている。

国民健康・栄養調査報告の平成29年版と30年版を比較すると、総数の経年変化について平成29年 vs 平成30年を%で示すと、MS 群16.9 vs 19.1, MS 予備群14.7 vs 14.2, 左記以外は68.4 vs 66.7である^{4,5)}。なお、平成29年は大調査年であり、平成30年は普通調査年であった。

VFA や腹囲のデータ蓄積を受けて、身長伸びが停止した成人以後における体重の増加は脂肪の蓄積増加と考え、腹囲が基準値を上回る「内臓脂肪蓄積型肥満」を隠れ肥満と呼ぶ考え方⁶⁾もある。

今回は腹囲を用いずに、inbodyS10（以下、S10）に組み込まれた推定内臓脂肪面積（以下、e-VFA）、BMI と体脂肪率（以下、%fat）に高橋理恵他「若年女性の隠れ肥満の実態評価」⁷⁾および酒元誠治他の追試文献「隠れ肥満指数（Masked Obesity Index : MOI）の検証」⁷⁾で示された隠れ肥満指数（以下、MOI）を加えて男子学生の中で標準体重であっても%fatが高い、いわゆる「隠れ肥満」等についての検討を行ったので報告する。

2. 方 法

1) 対象および体組成測定方法等

A 大学において、2017～2019年に実施した一般教養の選択科目（健康と栄養）を受講した男子学生433名について昼休み時間に飲食をしない状態で、S10による体組成測定を実施した。

2) 肥満判定基準

肥満判定としては、肥満群（BMI25以上かつ%fat 20%以上）過体重群（BMI25以上かつ%fat 20%未満）隠れ肥満群（BMI25未満かつ%fat 20%以上）標準群（BMI18.5以上～25未満かつ%fat 20%未満）痩せ群（BMI18.5未満かつ%fat 20%未満）の5区分とした。

3) MOI および算出式

BMI に対して%fat が高い隠れ肥満を抽出するために MOI を求めた。 $MOI = \%fat \div BMI^b$ と定義し、5段階判定別 $\log \%fat$ と 5段階判定別 $\log BMI$ との回帰式 $\log \%fat = a + b \times \log BMI$ から得られた b 値を MOI のべき乗数として用いた。

べき乗数については、① $\log BMI$ と $\log \%fat$ を 5 群に分けた肥満判定区分毎に平均値で代表させて回帰式を作成して求める方法と② $\log BMI$ と $\log \%fat$ の粗値を使って回帰式を作成して求める方法があり、2つの方法についての検討を行った。

また MOI の基準値は%fat15以上20%未満の平均値を用いた。

4) e-VFA と 5 群に分けた肥満判定区分との関係

5 群に分けた肥満判定結果と S10が出力する e-VFA との関係について検討を行うと共に e-VFA と MOI, %fat, BMI との相関関係についての検討を行った。

5) 解析ソフト

統計解析には、Statsoft 社の STATISTICA0.3J を用いた。

6) 倫理的配慮

本研究の実施にあたっては、2017年は「広島修道大学健康科学部健康栄養学科 人を対象とする医学系研究倫理審査」栄倫審17003号、2018年以降は「広島修道大学人を対象とする研究倫理審査専門委員会」第2018-005号（2018年5月10日承認）により承認を受けた後に実施された。

7) 研究費および利益相反

全ての経費は、当該年度の広島修道大学の個人研究費を受けて実施されたものであり、利益相反関係にある企業等はない。

3. 結 果

1) 基本統計量

男子学生433名の平均±SD, 75%値, 50%値, 25%値は表1の通りである。

なお, MOIを求めるためのべき乗数は, 後述する図1から2.34が図2から2.11が得られた

表1 基本統計量

項 目	平均	SD	75%値	50%値	25%値
年齢(歳)	19.8	1.3	21.0	20.0	19.0
身長(cm)	171.4	5.9	175.1	171.2	167.6
体重(kg)	64.0	12.2	69.1	61.4	56.4
BMI (kg/m ²)	21.7	3.7	23.1	20.9	19.3
%fat (%)	14.3	6.6	16.6	13.0	9.8
筋肉率 (%)	88.6	7.4	93.5	90.0	85.2
骨量率 (%)	4.8	0.3	5.0	4.8	4.6
MOI ^{2.11}	0.02091	0.00603	0.02456	0.02062	0.01708
MOI ^{2.34}	0.01034	0.00305	0.01228	0.01018	0.00834
SMI	7.9	0.8	8.4	7.9	7.4
上肢骨格筋指数 (kg/m ²)	1.9	0.3	2.0	1.8	1.7
体幹部筋肉指数 (kg/m ²)	7.8	0.8	8.3	7.7	7.2
下肢骨格筋指数 (kg/m ²)	6.1	0.5	6.4	6.1	5.8
VFA (cm ²)	32.5	28.9	40.5	24.5	14.8

注：男子433名

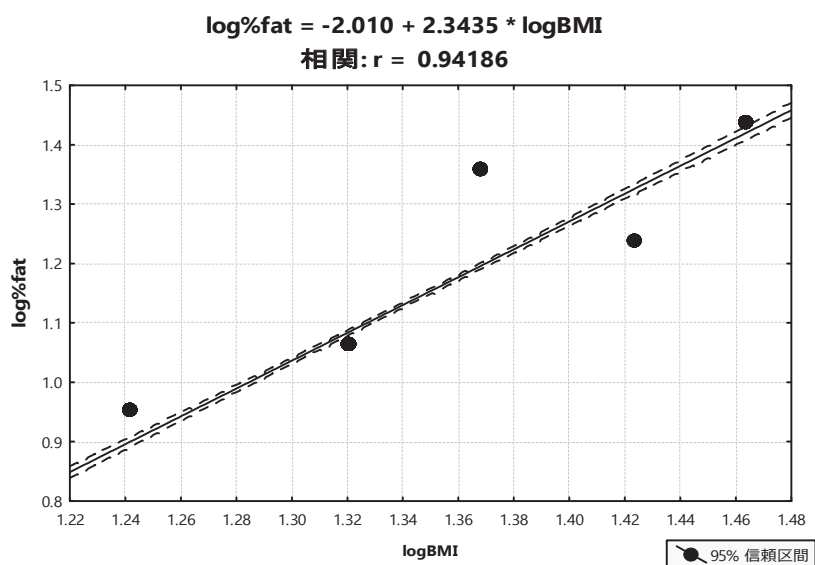


図1 5区分の肥満判定別 logBMI vs. 5区分の肥満判定別 log%fat

酒元・藤井・村上・栢下・棚町・三浦・松本・川谷・辻・岡崎・小瀬・久野：
男子大学生における隠れ肥満指数と InbodyS10 から得られた推定内臓脂肪面積との関係

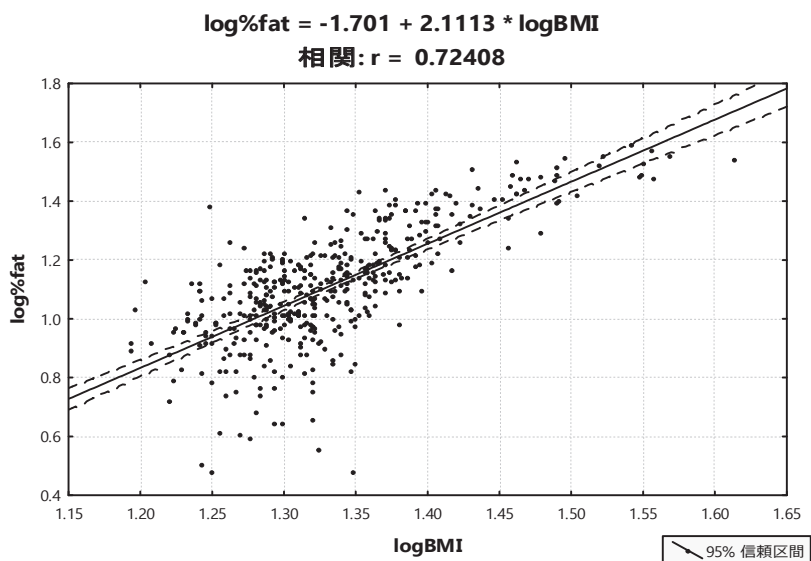


図 2 $\log BMI$ vs. $\log\%fat$ の散布図

表 2 BMI を用いた肥満判定区分別の BMI, %fat および n 数, n 数割合

肥満判定 区分	BMI (kg/m^2)		%fat		n 数	
	平均	SD	平均	SD	実数	割合
痩せ	17.5	0.7	9.5	3.4	57	13%
標準	21.2	1.7	12.9	4.4	318	73%
肥満	29.0	3.8	26.3	5.8	58	13%

ことから、表 1 に $MOI2.11$ および $MOI2.34$ として記載した。

2) 肥満判定区分別の BMI および %fat

BMI による肥満判定区分（痩せ，標準，肥満）別の BMI, %fat の平均 \pm 標準偏差（SD）および n 数, n 数割合は表 2 の通りである。

また，BMI と %fat を用いた肥満判定区分（痩せ，標準，隠れ肥満，過体重，肥満）別の BMI, %fat の平均 \pm 標準偏差（SD）および n 数, n 数割合は表 3 の通りである。

3) MOI 算出のための回帰式の作成

5 段階判定区分別 $\log BMI$ と 5 段階判定区分別 $\log\%fat$ から求めた単回帰式は $\log\%fat = -2.010 + 2.3435 \times \log BMI$ ，相関係数 $r = 0.94186$ ， $p = 0.00000$ であった。散布図は図 1 の通りである。

$\log BMI$ と $\log\%fat$ から求めた単回帰式は $\log\%fat = -1.701 + 2.1113 \times \log BMI$ ，相関係数

$r=0.72408$, $p=0.00000$ であった。散布図は図2の通りである。

なお、図1ではべき乗数は2.34に図2ではべき乗数が2.11と異なっていることから、MOIに用いる2つのべき乗数毎に検討を行った。

表3 BMIと%fatを用いた肥満判定区分別のBMI、%fatおよびn数とn数割合

肥満判定 区分	BMI (kg/m ²)		%fat		n 数	
	平均	SD	平均	SD	実数	割合
痩せ	17.5	0.7	9.5	3.4	57	13%
標準	21.0	1.6	12.1	3.4	294	68%
隠れ肥満	23.3	1.0	22.9	1.9	24	6%
見かけ肥満	26.6	1.8	17.4	1.7	8	2%
肥満	29.3	3.9	27.7	4.9	50	12%

表4-1 %fat 区分別 MOI 値および n 数と n 数割合

体脂肪率判定	MOI ^{2.11}		n 数	
	平均	SD	実数	割合
10%未満	0.01548	0.00462	115	27%
10%以上15%未満	0.02115	0.00425	170	39%
15%以上20%未満	0.02433	0.00477	73	17%
20%以上	0.02539	0.00615	75	17%

注：MOI^{2.11}を用いる場合は、太字の%fat15%以上20%未満の平均 MOI 値0.02433を基準 MOI 値とする。

表4-2 %fat 区分別 MOI 値および n 数と n 数割合

体脂肪率判定	MOI ^{2.34}		n 数	
	平均	SD	実数	割合
10%未満	0.00787	0.00247	115	27%
10%以上15%未満	0.01059	0.00232	170	39%
15%以上20%未満	0.01196	0.00260	73	17%
20%以上	0.01200	0.00333	75	17%

注：MOI^{2.34}を用いる場合は、太字の%fat15%以上20%未満の平均 MOI 値0.01196を基準 MOI 値とする。

4) 細分化した%fat 判定と MOI の関係

%fat を10%未満、10%以上15%未満、15%以上20%未満、20%以上の4区分とし、MOI^{2.11}とした場合の MOI ± SD と該当人数は表4-1、MOI^{2.34}とした場合の MOI ± SD と該当人数は表4-2の通りであった。

なお，%fat 判定15%以上20%未満時の MOI を基準 MOI 値とした。MOI^{2.11}の基準 MOI 値は0.02433±0.00477，MOI^{2.34}の基準 MOI 値は0.01196±0.00260であった。

5) 5 区分の肥満判定と MOI の関係

BMI と %fat を併せた 5 区分の肥満判定と MOI ± SD は表5-1の通りであった。また，BMI と %fat を併せた 5 区分の肥満判定と MOI^{2.11}および MOI^{2.34}から求めた MOI 値についてシェフェの多重比較を行った。

なお，MOI^{2.11}の場合，隠れ肥満者の MOI は0.02992で MOI^{2.11}の基準 MOI 値は0.02433を上回っていた。また MOI^{2.34}の場合，隠れ肥満者の MOI は0.01451で MOI^{2.34}の基準 MOI 値は0.01196を上回っていた。

6) 肥満判定区分別に 2 つの MOI 基準値未満者および基準値以上者の比率

MOI^{2.11}を用いた場合は表6-1の通りで，MOI^{2.34}を用いた場合は表6-2の通り，カイ二乗検定の結果では共に有意な差が認められた。

7) BMI と %fat を用いた肥満判定区分別の VFA

BMI と %fat を用いた肥満判定区分別の VFA では，肥満度が高くなるほど VFA は高くなる

表5-1 BMI と %fat を用いた 5 段階肥満判定区分別の MOI 値および n 数と n 数割合

5 段階判定 区分	MOI ^{2.11}		MOI ^{2.34}		n 数	
	平均	SD	平均	SD	実数	割合
痩せ	0.02275	0.00809	0.01179	0.00421	57	13%
標準	0.01964	0.00527	0.00976	0.00266	294	68%
隠れ肥満	0.02992	0.00348	0.01451	0.00181	24	6%
見かけ肥満	0.01725	0.00229	0.00812	0.00116	8	2%
肥満	0.02260	0.00378	0.01045	0.00195	50	12%

表5-2 BMI と %fat を用いた 5 段階肥満判定区分別の MOI^{2.11}のシェフェの多重比較結果

↓→肥満区分	痩せ	標準	隠れ肥満	見かけ肥満	肥満
→平均値	0.02275	0.01964	0.02992	0.01725	0.0226
痩せ		0.004242	0.000012	0.132820	0.999952
標準	0.004242		0.000000	0.828958	0.014582
隠れ肥満	0.000012	0.000000		0.000003	0.000012
見かけ肥満	0.132820	0.828958	0.000003		0.160238
肥満	0.999952	0.014582	0.000012	0.160238	

注：太字は危険率5%未満で有意。

表5-3 BMI と %fat を用いた 5 段階肥満判定区分別の MOI^{2.34} のシェフェの多重比較結果

↓→肥満区分	痩せ	標準	隠れ肥満	見かけ肥満	肥満
→平均値	0.01179	0.00976	0.01451	0.00812	0.01045
痩せ		0.000063	0.003399	0.017725	0.191200
標準	0.000063		0.000000	0.613032	0.629315
隠れ肥満	0.003399	0.000000		0.000004	0.000001
見かけ肥満	0.017725	0.613032	0.000004		0.312057
肥満	0.191200	0.629315	0.000001	0.312057	

注：太字は危険率5%未満で有意。

表6-1 BMI と %fat を用いた 5 段階肥満判定区分別の基準 MOI 値未満および以上者割合 1

5 段階判定	MOI 0.01196未満	MOI 0.01196以上	行 合計
痩せ	31	26	57
標準	232	62	294
隠れ肥満	2	22	24
見かけ肥満	8	0	8
肥満	40	10	50

注 1：ピアソンのカイ 2 乗：69.1093, df=4, p=0.00000

注 2：MOI^{2.34}, MOI 基準値0.01196

表6-2 BMI と %fat を用いた 5 段階肥満判定区分別の基準 MOI 値未満および以上者割合 2

5 段階判定	MOI 0.02433未満	MOI 0.02433以上	行 合計
痩せ	31	26	57
標準	233	61	294
隠れ肥満	2	22	24
見かけ肥満	8	0	8
肥満	40	10	50

注 1：ピアソンのカイ 2 乗：70.1385, df=4, p=0.00000

注 2：MOI^{2.11}, MOI 基準値0.02433

表7-1 BMI と %fat を用いた 5 段階肥満判定区分別の VFA

5 段階判定区分	平均	SD	n 数
痩せ	15	10	57
標準	23	11	294
隠れ肥満	55	9	24
見かけ肥満	46	6	8
肥満	95	36	50

注：VFA の単位は cm²

酒元・藤井・村上・栢下・棚町・三浦・松本・川谷・辻・岡崎・小瀬・久野：
男子大学生における隠れ肥満指数と InbodyS10から得られた推定内臓脂肪面積との関係

表7-2 BMI と%fat を用いた 5 段階肥満判定区分別の VFA のシェフェの多重比較結果

↓→肥満区分 →平均値	痩せ M = 14.7	標準 M = 23.2	隠れ肥満 M = 55.3	見かけ肥満 M = 45.5	肥満 M = 94.5
痩せ		0.010725	0.000000	0.000051	0.000000
標準	0.010725		0.000000	0.005350	0.000000
隠れ肥満	0.000000	0.000000		0.698432	0.000000
見かけ肥満	0.000051	0.005350	0.698432		0.000000
肥満	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

注：太字は危険率5%未満で有意。

$$VFA = 12.095 + 1974.1 * MOI^{2.34}$$

$$\text{相関: } r = 0.20829$$

$$p = 0.00001$$

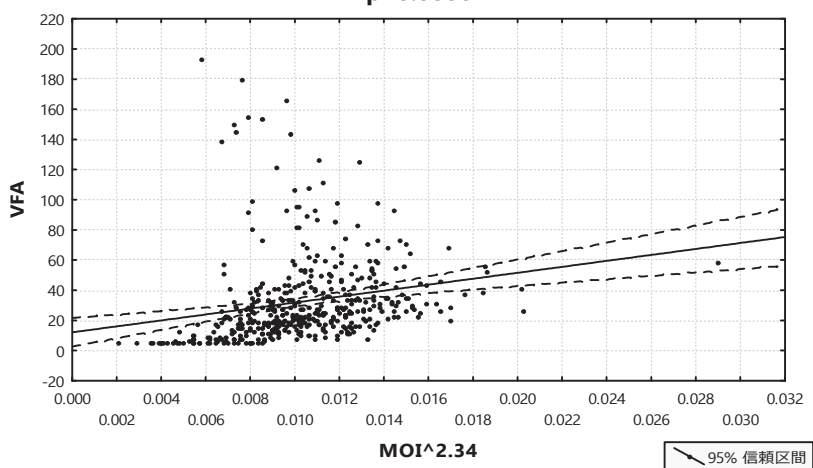


図3 VFA vs. MOI^{2.34}の散布図

が、見かけ肥満と隠れ肥満では VFA は逆転していた。

肥満判定区分別の VFA についてシェフェの多重比較を行った結果、見かけ肥満と隠れ肥満間でのみ有意差が認められなかった。

8) VFA と MOI, %fat, BMI との相関関係

VFA と MOI は相関係数が0.20829と有意ではあるが低い値であった (図3)。

VFA と %fat は相関係数が0.93792と高い値であった (図4)。

VFA と BMI は相関係数が0.88329と高い値であった (図5)。

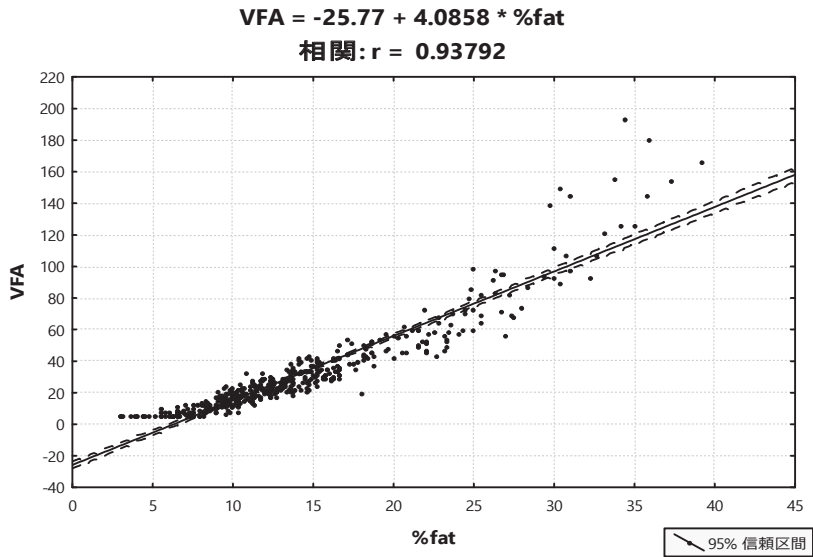


図 4 VFA vs. %fat の散布図

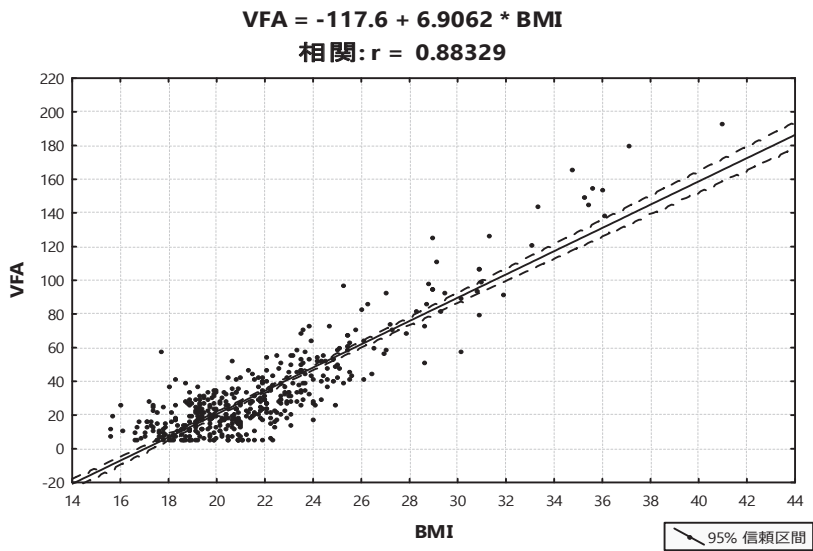


図 5 VFA vs. BMI の散布図

4. 考 察

メタボリックシンドロームを判定するためには、CT-VFA がゴールドスタンダードになっている。CT 法には特別な資格が必要となるため一般的ではない。腹囲と VFA が強く相関し

ていることに関しては多くの文献^{1,6,9)} があることから、厚生労働省が実施している特定健診・特定保健指導において腹囲の測定が推奨されている^{2,3)}。インピーダンス法を用いた VFA の推定に関しては、オムロンが開発した VFA の測定に特化した HDS2000を用いた文献として「DUAL インピーダンス法による内臓脂肪測定の有用性と測定結果解釈の注意点——メタボリックシンドロームと早期動脈硬化診断の観点から——」¹⁰⁾ があるが、一般的には普及しなかった。TANITA や inbody 社では、単一周波数型体組成計を改良する形でマルチ周波数を用いて、四肢別の筋肉量や体脂肪量を測定する方法が開発されている。その中で VFA も推定する方法も開発されていることから、%fat と BMI を用いて inbodyS10で示された e-VFA の検証を行った。

また、肥満判定の原点に戻って %fat と BMI を使った肥満判定に隠れ肥満の概念を加えた検討を行った。

BMI のみを用いた肥満者の抽出率は、本集団では表 2 から 13%であるが、BMI に %fat を加えると表 3 の通りで隠れ肥満 6 %、見かけ肥満 2 %、肥満 12%の計 20%と増加数する。

男性の肥満における %fat の基準に決まったものはないが、男性の隠れ肥満に関する文献¹¹⁾ から、20%以上を一応の基準とし以下の検討を行った。

1) MOI の肥満判定における意味

MOI は BMI に対して %fat の高い群を抽出する方法^{7,8)} であり、今回は体脂肪率 15%以上 20%未満から MOI の基準値を決めたが、べき乗数毎に基準値が変わるという特性がある。僅かな影響ではあるが、表 5-2 と表 5-3 で「痩せ vs 見かけ肥満」「標準 vs 肥満」で結果に違いが見られた。しかし、今回のように隠れ肥満に着目した MOI の検討では重要でないと考えた。また、表 6-1 と表 6-2 において使用したべき乗数の差は、標準群で MOI 基準値以上（以後、以上群）MOI 基準値以下（以後、以下群）の差が 1 名のみの差であった。これらのことから、べき乗数 2.11 または 2.34 のどちらを選ぶかは特に重要では無いと考えた。図 1 と図 2 から、図 1 の相関係数が高いことから、2 つのべき乗数として便宜的に 2.34 を用いることとした。

隠れ肥満や過体重の定義から当然ではあるが、隠れ肥満者全員が以上群、過体重者全員が以下群であることが確認された。

表 5-2 と表 5-3 で 5 段階判定区分別の MOI 値について、痩せ vs 標準、痩せ vs 隠れ肥満、標準 vs 隠れ肥満、隠れ肥満 vs 見かけ肥満、隠れ肥満 vs 肥満は共通して有意差が認められた。

以上のことから、BMI と %fat を組み合わせた判定の補足資料として MOI が重要であり、MOI 単独で肥満判定を行うことより、BMI と %fat を組み合わせた判定が重要と考えた。既述した通り、「痩せ vs 見かけ肥満」「標準 vs 肥満」で結果に違いが見られたことは特に重要で無いと考えた。

2) インピーダンス法から推定された VFA の意味

inbodyS10において VFA を推定しているメカニズムは明らかにされていないが、表7-1の通り、隠れ肥満と見かけ肥満の VFA 値が逆転していることから、合理的な推定が行われていると考えた。表7-2の通り、シェフェの多重比較において隠れ肥満と見かけ肥満の VFA 値間でのみ有意差が認められ無かったが、見かけ肥満の人数が8名と少なかったためと考えた。

VFA と MOI は有意な相関関係にあるが、相関係数が0.20829と低いことから利用価値は低いと考えた。図4の%fatとVFA間に有意差が認められるのは当然であるが、相関係数が0.93792と非常に高い値であったことから、%fatからVFAを推計する回帰式が有効な可能性が高い。

ただ今回は腹囲を測定していないが、腹囲自体がCT-VFAとの相関係数が高いということから、腹囲とe-VFAは推計値同士を比べたものになると考えた。

図5からBMIとVFA間に有意差が認められるのは当然であるが、こちらも相関係数が0.88329と非常に高い値であった。

%fatとVFA、BMIとVFA間の相関係数が高いことから、%fatとBMIからVFAを推計する重回帰式の作成が有効と考えた。今後例数を増やし他集団での検証後に提示したい。

5. ま と め

MOIはBMIに対して%fatの高い群を抽出する方法であり、隠れ肥満群のMOIが最も高くなる。ただ、肥満の区分を5区分とするには%fatとBMIを組み合わせた方法が重要で、MOIは隠れ肥満の存在を示す傍証と考えた。

インピーダンス法を用いた体組成計が示すVFAについては、%fatやBMIとの相関が高いことから、%fatとBMIを用いてVFAを推定する重回帰式の作成と他集団での検証は、%fatの測定技術が確立してきた現状から、他機種での測定データが利用出来るということで応用範囲が広がると考えた。

今後は他集団での検証、他機種での検証が必要であり、本研究は発展途上と考えた。

謝 辞

本研究へのデータ使用に同意を頂いた、2017～2019年の「健康と栄養」の受講者の皆様方に感謝を申し上げます。

引 用 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94 794～809 (2005)
- 2) 厚生労働省保険局 特定健康診査・特定保健指導の円滑な実施に向けた手引き (2007)
- 3) 厚生労働省健康局がん対策・健康増進課／厚生労働省保険局総務課「平成25年以降に実施される特定健診・特定保健指導における特定保健指導レベル判定値，受診勧奨判定値及びメタボリックシンドローム判定値等の取り扱い使いについて」(2012)
- 4) 厚生労働省 平成29年国民健康・栄養調査報告, p. 127 (2018)
- 5) 厚生労働省 平成30年国民健康・栄養調査報告, p. 142 (2019)
- 6) 山門實 肥満症の診断，ことに内臓脂肪型肥満の診断と「隠れ肥満」について 人間ドック Vol. 28(3), 492-499 (2013)
- 7) 高橋理恵 他 若年女性の隠れ肥満の実態評価 日本生理人類学会誌, Vol. 7(4), 59-63 (2002)
- 8) 酒元誠治 他 隠れ肥満指数 (Masked Obesity Index : MOI) の検証 広島修道大学健康科学研究, Vol. 3 (1), 21-31 (2019)
- 9) 佐藤きぬ子 他 腹囲と内臓脂肪面積からみたメタボリックシンドロームの検討 人間ドック Vol. 23(3), 558-563 (2008)
- 10) 福井敏樹 他 DUAL インピーダンス法による内臓脂肪測定の有用性と測定結果解釈の注意点——メタボリックシンドロームと早期動脈硬化診断の観点から—— 人間ドック, Vol. 27(4), 719-728 (2012)
- 11) 内間康知 他 男性勤労者の隠れ肥満について 日本職業・災害医学会誌, Vol. 64(1), 21-27

Abstract

Evaluation of masked obesity index based on estimated visceral fat area measured using InBody in male university students

Seiji Sakemoto, Fumiko Fujii, Jun Murakami, Atsuko Kayashita,
Shouko Tanamachi, Kohei Miura, Eri Matsumoto, Mayumi Kawatani,
Masako Tsuji, Humiko Okazaki, Chiaki Kose and Kazue Kuno

Objective: The criteria of metabolic syndrome authorized by the Japan Society for the Study of Obesity are a visceral fat area (VAF) of 100 cm^2 or waist circumference of greater than 85 cm (male) or 90 cm (female) in a specific medical checkup per the Ministry of Health, Labour and Welfare. The masked obesity index (MOI) is evaluated at a body mass index (BMI) less than 25 kg/m^2 and waist circumference greater than 85 cm (male) or 90 cm (female). In this study, we confirmed whether the methods of measuring the BMI and body fat percentage (%fat) using InBodyS10 are effective to screen for masked obesity.

Methods: The subjects were 160 male students who attended a Health and Nutrition class in 2017–2019. The BMI (kg/m^2) was calculated using height and weight, and %fat was measured using InBody S10 (InBody Inc.). The subjects were defined as obese (BMI ≥ 25 and %fat $\geq 20\%$, $n = 50$), overweight not obese (BMI ≥ 25 and %fat $\leq 20\%$, $n = 8$), masked obese (BMI < 25 and %fat $\geq 20\%$, $n = 24$), within normal range ($18.5 \leq \text{BMI} < 25$ and %fat $\leq 20\%$, $n = 294$), and underweight (BMI < 18.5 and %fat $< 20\%$, $n = 57$). The MOI was defined as $[\text{\%fat}] / [\text{BMI}] \times 2.34$, and the cutting point was defined as 0.01196, which was the average of the group of $15\% \leq \text{\%fat} < 20$.

Results: The MOIs in subjects who were obese, overweight not obese, masked obese, within normal range, and underweight were 0.01045, 0.00812, 0.01451, 0.00976, and 0.01179, respectively; the MOI was higher in masked obese subjects than in other groups. The VAFs in subjects who were obese, overweight not obese, masked obese, within normal range, and underweight were 95, 46, 55, 23, and 15 cm^2 , respectively; the VAF was the second highest in masked obese subjects than in other groups. The correlation coefficient between %fat and VFA was 0.93792, and that between the BMI and VFA was 0.88329.

Conclusions: We confirmed that the MOI is an effective index to screen for masked obe-

酒元・藤井・村上・栢下・棚町・三浦・松本・川谷・辻・岡崎・小瀬・久野：
男子大学生における隠れ肥満指数と InbodySI0から得られた推定内臓脂肪面積との関係

sity in male students. The VAF based on a body composition analyzer using impedance methods is also a usable index to detect masked obesity. Further research must be conducted to confirm our conclusions in another population, and comparisons with waist circumference will help improve our conclusions.

Keywords: Body Composition, Bioelectrical Impedance Analysis, Estimated Visceral Fat Area, Masked Obesity Index (MOI)