



DEXA法による全脂肪量・全筋量・両下肢全重量と腹部CT臍レベル内臓脂肪断面積との関連

伊藤, 健一 ; 岡部, 修一 ; 林, 義孝 ; 武政, 誠一 ; 米田, 稔彦 ; 傅, 秋光

(Citation)

神戸大学医学部保健学科紀要, 17:113-120

(Issue Date)

2001-12-01

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLDOI)

<https://doi.org/10.24546/00069903>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00069903>



DEXA 法による全脂肪量・全筋量・両下肢全重量と 腹部CT臍レベル内臓脂肪断面積との関連

伊藤 健一^{1, 3}, 岡部 修一², 林 義孝³,
武政 誠一⁴, 米田 稔彦⁴, 傳 秋光⁴

要 約

倫理的な配慮のもとで検査に同意が得られた、通常勤務を行う男性会社員43名（23～58歳、平均年齢 39.7 ± 10.8 歳）を被検者とした。体型計測成績とDEXA法による筋量・脂肪量・体重計測成績を基に、腹部CT撮影による臍レベルの内臓脂肪断面積（Visceral Fat Area, VFA）や皮下脂肪断面積（Subcutaneous Fat Area, SFA）との関係を、20～30歳代（23名、23～38歳、以下A群）と40～50歳代（20名、41～58歳、以下B群）に分けて検討した。VFAが 100cm^2 以上の例は13名存在したが、この内8例はBMIが25未満（22台が4例、23台が3例、24.4が1例）の普通体重で、個々のウエスト周囲径は、81.0、81.0、82.0、83.0、84.0、84.4、85.0、88.0cmであった。定説通り、各群ともにウエスト周囲径はVFAと順相関を示した。また、体脂肪率は年齢と順相関を、体重に対する全身の筋量（即ち体筋率）は年齢と逆相関を示した。なお、VFAは年齢と順相関（ $r=0.582$, $p<0.001$ ）を認めたが、SVFは年齢と相関を認めなかった。更に、BMI25未満ではVFAと体脂肪率との間にはA群で、より強い順相関を認めた（A群： $r=0.664$, $p<0.01$ 、B群： $r=0.518$, $p<0.05$ ）。また、BMI25未満ではVFAと体筋率との間にもA群で、より強い逆相関を認めた（A群： $r=-0.668$, $p<0.01$ 、B群： $r=-0.524$, $p<0.05$ ）。一方、体重に対する両下肢全重量の比率は年齢と逆相関（ $r=-0.600$, $p<0.001$ ）を示し、A群、B群とも全体の検討ではVFAとは逆相関を示した。（A群： $r=-0.441$, $p<0.05$ 、B群： $r=-0.671$, $p<0.01$ ）。これらの結果は、1）中年になっても青壮年時代と体重が変わらないという状態でも、下肢重量の減少と内臓脂肪量の増加という相殺のためであるという症例が存在し得ること、2）年齢を考慮した際には、骨密度計測のために繁用されるDEXA法でも同時にVFAの推定がある程度可能となること、特に体型計測では判然としない範囲を含めた内臓脂肪型肥満症例の発見に有用な手段となることを示唆する。

索引用語：腹部内臓脂肪断面積，体重，体脂肪率，体筋率，下肢全重量。

緒 言

近年、肥満は今後とも世界的に増加が推計されている糖尿病¹⁾をはじめ、多くの生活習慣病

の最大リスクとして問題となっている。更に、肥満者にみられる種々の代謝異常には、内臓脂肪蓄積が密接に関与していることが明らかになりつつある²⁻⁶⁾。このため、特にこの内臓脂肪

1. 神戸大学大学院医学系研究科博士課程前期
2. 北里大学獣医畜産学部畜産学科
3. 大阪府立看護大学医療技術短期大学部理学療法学科
4. 神戸大学医学部保健学科

型肥満（内臓脂肪症候群²⁾）の予防・早期発見・早期治療は临床上重要な課題となっている。2000年に、日本肥満学会から腹部CT撮影による臍レベル内臓脂肪断面積（visceral fat area：以下、VFAと略す）が100cm²以上をもって内臓脂肪型肥満とする診断基準⁶⁾が発表されたが、計測方法などの点から一般病院での普及は十分ではない。また、特に比較的頻回に治療効果を追跡する場合はCT撮影は医療費や被曝線量などに問題がある。これに対し、日常の临床上では骨粗鬆症の診断目的でしか使用されない二重エネルギーX線吸収法（Dual Energy X-ray Absorptiometry：以下、DEXA法と略す）は実際には同時に体筋量や体脂肪量評価も可能であるが、頭頸部・体幹・四肢別の筋量や脂肪量に対する臨床基準値（判定基準）がないために临床上では使用されていない。しかし、CT撮影に比し医療費は比較的に廉価で被曝線量もはるかに少ないという利点がある。現在普及した体脂肪計では内臓脂肪量（あるいは断面積）を全く評価できない現状や体格指数の一つであるBody Mass Index（BMI）が正常域にある場合でもVFAは高値の例が存在することを考慮すると、仮に、DEXA法からVFAを推定することが可能となれば日常貢献するところは大きいと考えられる。

本研究の目的は、DEXA法から得られる筋量・脂肪量・全身全重量（体重）と腹部CT撮影により得られるVFAを用いて、1）VFAは体脂肪率と順相関があるか、体筋率と逆相関があるか、2）体重に対する両下肢全重量の比率は年齢により変化するか、3）体重に対する両下肢全重量の比率とVFAとの間には関連性はあるかを検討し、成人における体型・身体組成の実態を明らかにするとともにDEXA法の有用性を拡大することである。

対象と方法

対象の選択に当たっては次のごとくとした。即ち、まず、某企業（労働組合員を含む）の代

表者、約10名に対して倫理的配慮のもと、今回（および今後発表予定）の研究目的と詳細な内容を説明した。他の知識人や専門家との相談を実施していただけるように配慮し、約6ヵ月後に理解と実施の承認を得た。その後、企業本社の会社員（男性450名、女性35名）に対し公募制（先着200名まで、年代幅を広げる意味で該当する男性や特に女性に関しては家族も可、補欠は数十名）をとり、研究の主旨（X線被曝の人体に及ぼす影響を含む）と実施要項を文書で広報、同意して申し込む場合に備えて応募用紙も添付していただいた。医学的な疑問・質問などがある場合は、同企業の診療所に勤務する医師（2名）や看護婦（1名）への相談や、本人が納得できる方法による情報収集も可とした。同意・非同意は勤務評価には無関係であること、医療費負担は本人や健康保健組合ではなく企業が負担すること、結果は健康診断の一環として報告することも周知徹底した。結果として、本研究目的に同意して応募登録した通常の生活を営む男性・女性の総数は300名を超えた。次に、これらの人々を受付順に10歳きざみの各年代別に整理し直した。男女とも各年代別に最低15名以上が確保されていたが、層別抽出法を検討するほどの人数のばらつきはなかった。各年代別の成績が得られるように、検査順位は年代別、かつ、その中からリストアップした被検者に対して順次行うように配慮した。後述の病院では診療・検査処理能力の点から曜日指定と1回の人数指定（3名）があった。一方では、被検者側にも勤務状況などから不都合が生じて脱落者が出た。この時は順次、繰り下げにより対応した。今回の研究では、検討用に現時点でコンピューターに入力を完了した男性会社員43名を対象とした。年齢的には23～58歳（平均±標準偏差＝39.7±10.8歳）であった。以上から、いわゆるサンプリングとしては無作為抽出になったものと考えられる。

実際の診療（検査を含む）はDEXAやCT機器を設備した某医療法人の病院で実施した。検査の事前条件として、被検者には検査前日から

の暴飲暴食、過度の運動を差し控えさせた。さらに、当日の朝食は絶食とした。諸検査当日には事前の条件が満たされたか否かの確認とともに健康上の問題の有無などに対する一般診療を実施し、その後、同一の検者が身長 (m)、体重 (kg)、ウエスト周囲径 (cm)、ヒップ周囲径 (cm) を測定し、計算により BMI (=体重kg÷身長²m²) とウエスト・ヒップ比を求めた (表1)。なお、生活行動などの調査や採血検査も実施した。

次に、GE-YOKOGAWA社製CT撮影装置 (ProSeedAccell) の使用により、腹部の臍レベルの画像を得た。解析にあたっては、N2システム社製の解析ソフトであるFat Scanを組み入れたWindows系のパーソナルコンピューターへスキャナーでCT画像を取り込み、画面上でのトレースにより臍レベルの内臓脂肪断面積 (Visceral Fat Area, VFA) や皮下脂肪断面積 (Subcutaneous Fat Area, SFA) を算出させた。一方、身体組成の測定は、DEXA法 (HOLOGIC社製、QDR2000) にて行った。研究目的で全身を部位 (頭頸部、体幹部、左右両上下肢) 別に撮影する場合に推奨される方法により撮影して得られた画像から、同装置により部位別に脂肪量・筋量・骨量を求めると同時に全身重量 (体重) も算出した。以下の検討では、脂肪量・筋量は体重に対する全身の脂

肪量の百分率 (即ち、体脂肪率)、全身の筋量の百分率 (即ち、体筋率) として用いた。また、下肢 (足趾までを含む上記の撮影法による) については、加齢による筋量や脂肪量の変化に対する収支決算としての両下肢全重量の実態や意義を探る観点から、体重に対する両下肢全重量の百分率を用いた。

なお、以上のX線被曝量に関しては、診療放射線技士 (5名) による独自の専門的な安全性確認も行われている。

統計処理には統計ソフトStatViewを用い、必要に応じて平均±標準偏差を求めた。VFAと各々のデータの相関はピアソンの相関係数を用い検定した。その際の有意水準は、危険率5%以下とした。

結 果

表1として、被検者の体型特性をまとめた。表には示さないがVFAが100cm²以上の例は13名 (20~30歳代: 3例、40~50歳代: 10例) 存在し、この内8例はBMIが25未満 (個々のBMI値としては、22台が4例、23台が3例、24.4が1例) の普通体重で、個々のウエスト周囲径は、81.0、81.0、82.0、83.0、84.0、84.4、85.0、88.0 cmであった。なお、1例 (52歳、男性) は、VFAが336.7cm²と極端な内臓脂肪型肥満を呈して

表1 被検者の体型特性

	20~30歳代	40~50歳代
例数	23	20
年齢 (分布範囲)	30.6 ± 4.8 (23~38歳)	50.1 ± 4.2 (41~58歳)
身長 (cm)	173.7 ± 5.8	168.4 ± 5.6
体重 (Kg)	68.3 ± 11.2	64.9 ± 8.4
BMI (分布範囲)	22.6 ± 3.4 (17.3~30.4)	22.9 ± 3.2 (18.0~32.5)
ウエスト周囲径 (cm) (分布範囲)	79.3 ± 10.0 (66~98)	82.4 ± 7.9 (71~107)
ウエスト・ヒップ比 (分布範囲)	0.86 ± 0.06 (0.78~0.98)	0.90 ± 0.05 (0.83~0.99)

(mean±SD)

いた。この例では、身長166.7cm、体重 90.2kg、BMI32.5、ウエスト周囲径107.0cm、ウエスト・ヒップ比0.99、SFA237.37cm²であった。

また、図には示さないが定説通り、各群ともにウエスト周囲径はVFAと順相関を示した。体脂肪率は年齢と順相関を、体筋率は年齢と逆相関を示した。なお、VFAと年齢は順相関 ($r=0.582$, $p<0.001$) を認めたが、SFAと年齢は相関を認めなかった。

ところで、BMI25未満ではVFAと体脂肪率との間には20~30歳代で、より強い順相関を認めた (20~30歳代: $r=0.664$, $p<0.01$ 、40~50歳代: $r=0.518$, $p<0.05$) (図1)。

また、BMI25未満ではVFAと体筋率の間にも20~30歳代で、より強い逆相関を認めた (20~30歳代: $r=-0.668$, $p<0.01$ 、40~50歳代: $r=-0.524$, $p<0.05$) (図2)。

一方、体重に対する両下肢全重量の比率は年齢と逆相関 ($r=-0.600$, $p<0.001$) を示した (図3)。この際、体重に対する両下肢全重量の比率とVFAは、20~30歳代、40~50歳代とも

に全体での検討では逆相関 (20~30歳代: $r=-0.441$, $p<0.05$ 、40~50歳代: $r=-0.671$, $p<0.01$) を示した (図4)。

考 察

内臓脂肪型肥満の確定診断は腹部の臍レベルCT検査により、男女ともVFAが100cm²以上である時に下される⁶⁾。従って、今回我々が行った研究で特に注目すべきVFAの値は100cm²以上ということになる。ただし、その値を超えるまでには移行範囲が存在することは想像にかたくない。そこで、今回は相関関係を中心に検討した。

キャリパー法による皮脂厚を老若男女で比較したKohrtら⁷⁾によると、加齢によって体幹部への脂肪の蓄積割合は増加していた。しかし、Fukunagaら⁸⁾によると男性では、30歳代から70歳代までの10歳ごとの平均値では加齢による明らかな皮下脂肪厚 (上腕・肩甲骨下・腹部・大腿部) の変化は認められていない。また、加

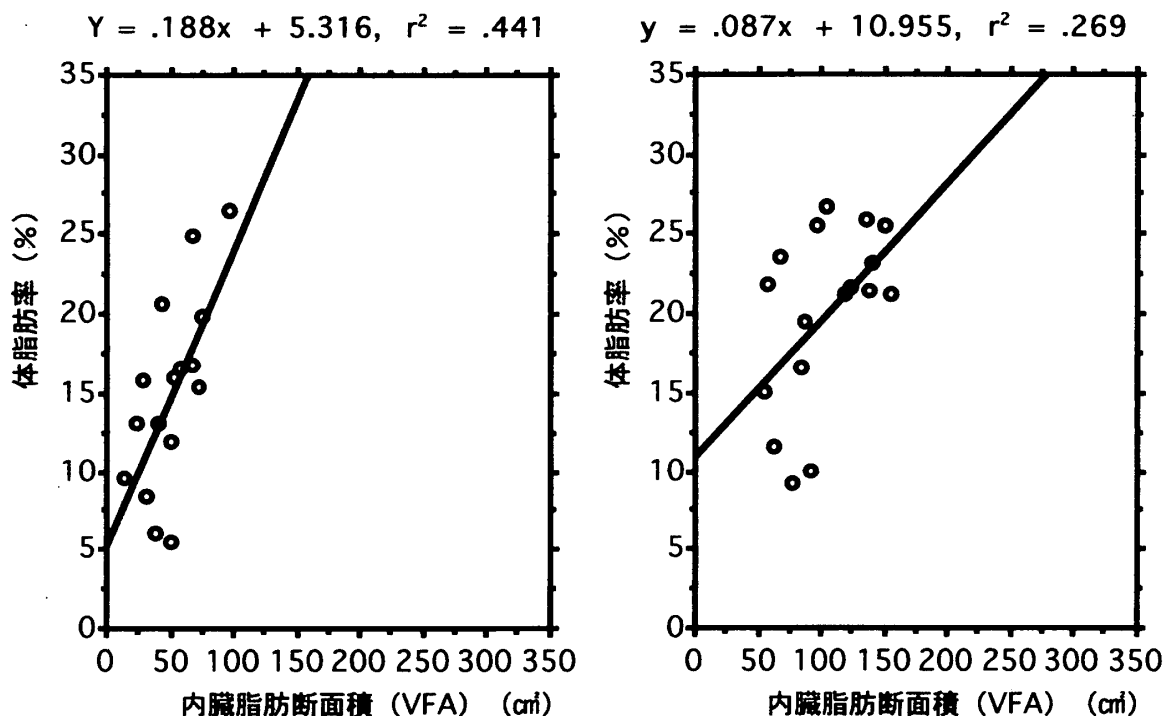


図1 BMI25未満における内臓脂肪断面積 (VFA) と体脂肪率
(左図: 20~30歳代、右図: 40~50歳代)

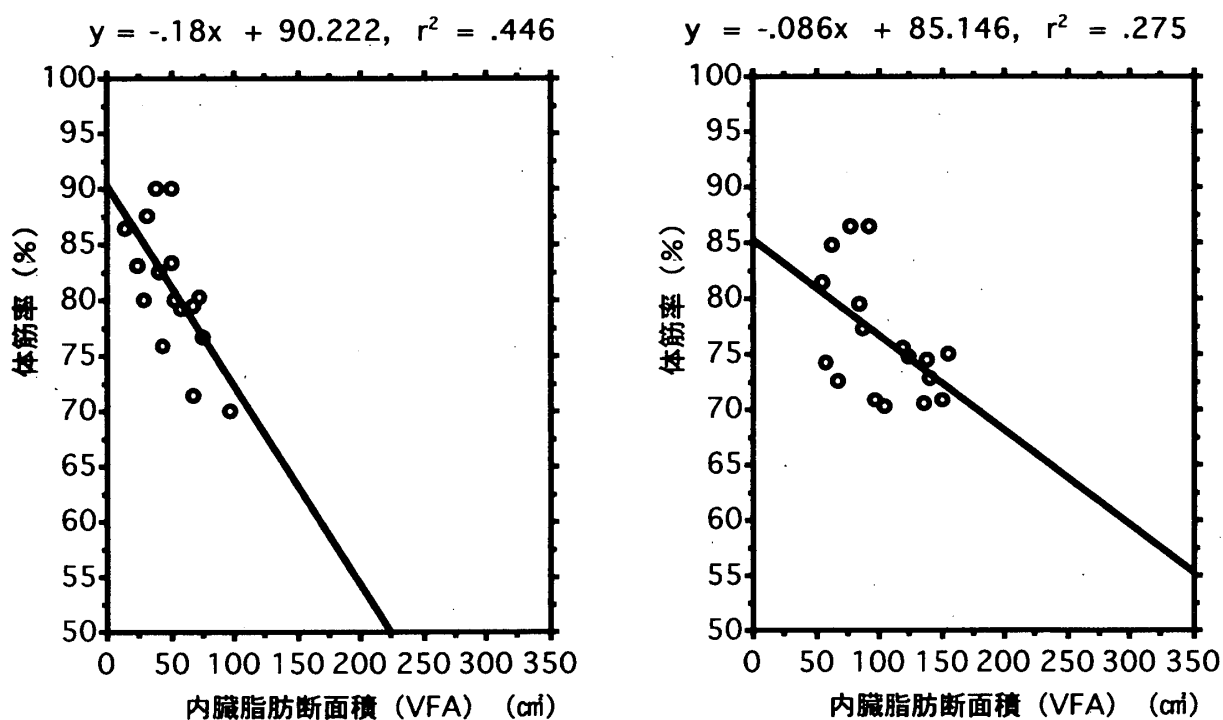


図2 BMI25未満における内臓脂肪断面積 (VFA) と体筋率
(左図: 20~30歳代、右図: 40~50歳代)

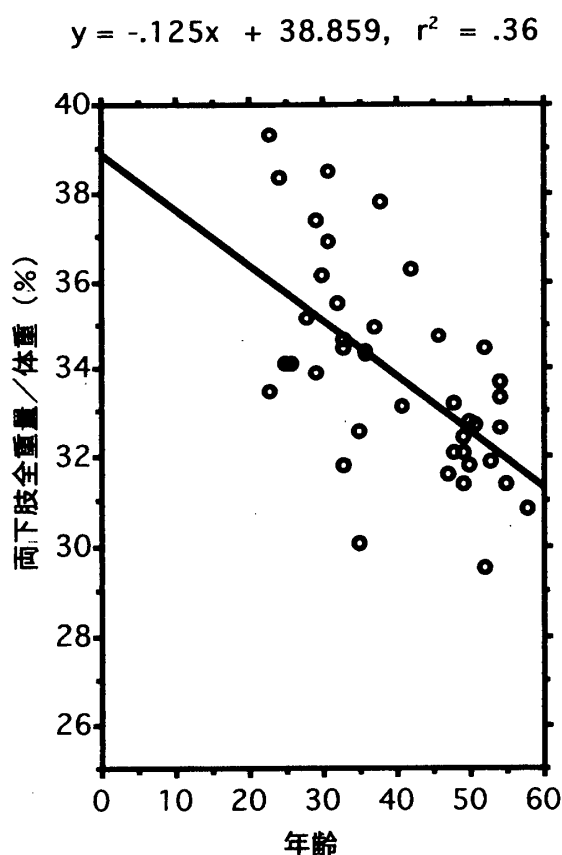


図3 年齢と、体重に対する両下肢全重量の比率

年齢による腹部内臓脂肪蓄積をCT断層像を用いて最初に報告したBorkanら⁹⁾は、60~70歳代の男性では40歳代に比べ腹部に占める皮下脂肪の割合は低く、逆にVFAが増加していることを報告している。従って、今回の我々の成績としての3事項(①体脂肪率は年齢と順相関を示したこと、②VFAと年齢は順相関を認めたがSVFと年齢は相関を認めなかったこと、③VFAと体脂肪率との間には順相関を認めたこと)は、多少は対象年齢が異なるものの、腹部内臓脂肪蓄積の増加を考えた場合は概略的にはFukunagaら⁸⁾やBorkanら⁹⁾の報告には矛盾しないと考えられる。なお、VFAと体脂肪率の順相関(図1)は予想し得ることであり既に定説化されたような錯覚を抱かせるが、現時点まで正式な論文としての報告はない。ただし、BMIが25以上の肥満者についてはVFAとBMIでも相関がないことが明らかにされている⁶⁾。このことはBMIや体脂肪率からの判定の限界、即ちBMI判定や体脂肪率による肥満者では内臓脂肪蓄積量にかなり個人差が存在することを示唆するものと考えられる。

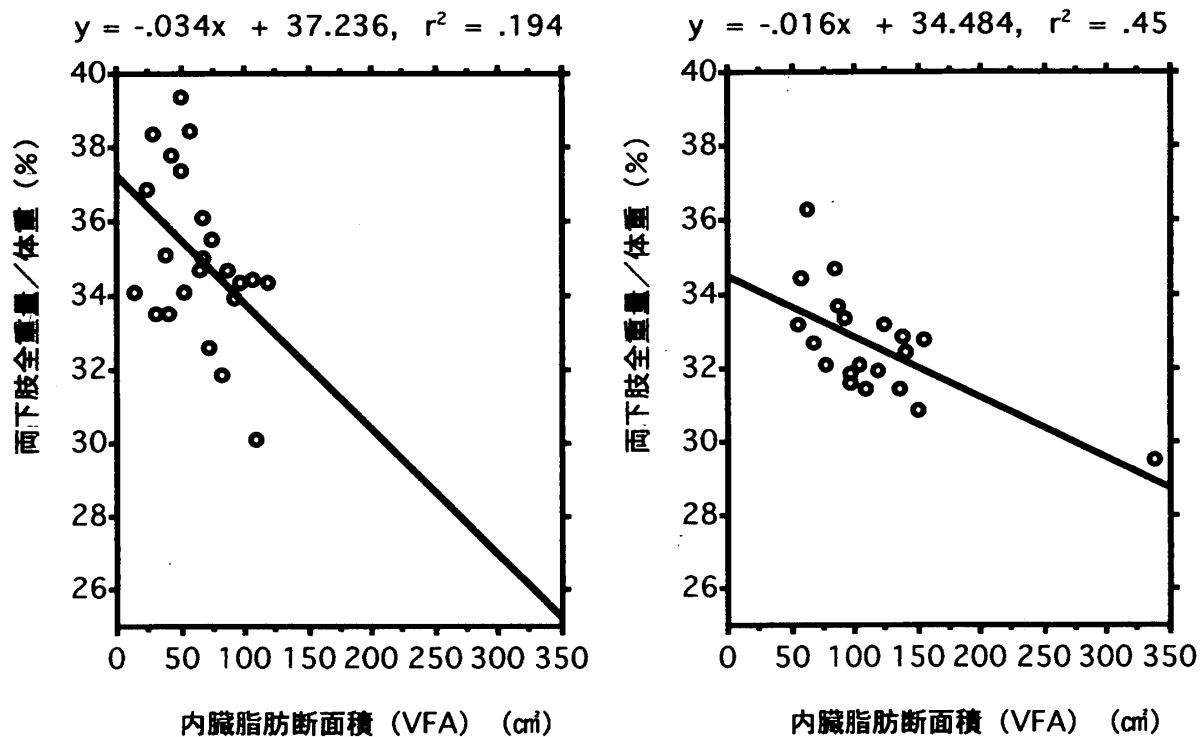


図4 内臓脂肪断面積 (VFA) と、体重に対する両下肢全重量の比率
(左図：20～30歳代、右図：40～50歳代)

一方、筋量の指標ともなる除脂肪量は、20歳代から60歳代にかけて10～20% 減少することが知られている¹⁰⁾。また、腹直筋および大腿四頭筋の筋厚は20歳代から加齢による著しい低下が観察されている¹¹⁾。我々の成績として体筋率は年齢と逆相関を示したことは彼らの報告を支持するものであるが、VFAと体筋率との間には逆相関を認めたこと (図2) は新知見である。

ところで、体重に対する両下肢全重量の比率は年齢と逆相関を示した (図3)。この理由の一つは、加齢にともなう下肢筋量の減少というAbeら¹¹⁾の報告を支持するものであると考えられ、同時に加齢過程では元の下肢重量を上回るほどの皮下脂肪蓄積は起こらないこと、一部にはFukunagaら⁸⁾が報告した大腿部では皮下脂肪厚の変化が認められないことと関連しているものと考えられた。また、体重に対する両下肢全重量の比率はVFAとは逆相関を認めた (図4)。このことも、加齢に伴う下肢筋量の減少というAbeら¹¹⁾の報告を支持するものであると考えられると同時に、加齢に伴い脂肪蓄積は体

幹部、特に内臓に起こりやすいことを意味するものと考えられた。

更に以上の結果は、1) 中年になっても青壮年時代と体重が変わらないという状態でも、下肢重量の減少と内臓脂肪量の増加という相殺のためであるという症例が存在し得ること、2) 年齢を考慮した際には、骨密度計測のために繁用されるDEXA法でも同時にVFAの推定がある程度可能となること、特に体型計測では判然としない範囲を含めた内臓脂肪型肥満症例の発見に有用な手段となることを示唆する。

文 献

1. King, H, Aubert, RE, Herman, WH. Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates, and projections. *Diabetes-Care* 21: 1414-31, 1998.
2. 徳永勝人、中村 正、久保正治、ほか：内臓脂肪症候群. *日本内科学会雑誌* 81:

1831-1835, 1992.

Scand (Suppl.) : 152, 1995 .

3. Fujioka S, Matsuzawa Y, Tokunaga K, et al. Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism* 36 : 54-59, 1987.
4. Kanai H, Matsuzawa Y, Kotani K, et al. Close correlation of intra-abdominal fat accumulation to hypertension in obese women. *Hypertension* 16 : 484-490, 1990.
5. Yamashita S, Nakamura T, Shimomura I, et al. Insulin resistance and body fat distribution : Contribution of visceral fat accumulation to the development of insulin resistance and atherosclerosis. *Diabetis-Care* 19 : 287-191, 1996.
6. 日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会 : 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準. 肥満研究 6, 18-28, 2000.
7. Kohrt WM, Malley MT, Dalsky GP, et al. Body composition of healthy sedentary and trained, young and older men and women. *Med Sci Sports Exerc* 24 : 832-837, 1992.
8. Fukunaga T, Abe T, Ishida Y, et al. Subcutaneous fat and muscle distribution patterns in middle and old aged Japanese. *J. Therm Biol* 18 : 303-306, 1993.
9. Borkan GA, Hulth DE, Gerzof SG, et al. : Age changes in body composition revealed by computed tomography. *J Gerontol* 38 : 673-677, 1983.
10. Forbes GB, Reina JC. Adult lean body mass declines with age : some longitudinal observations. *Metabolism* 19 : 653-663, 1970.
11. Abe T, Kawakami Y, Fukunaga T, et al. Effect of 20 days bed rest on muscle morphology. *Acta Physiol*

The Relations of Visceral Fat Area to Body Fat Ratio, Body Muscle Ratio, and Legs Mass Ratio

Kenichi Ito^{1, 3}, Syuichi Okabe², Yoshitaka Hayashi³,
Seiichi Takemasa⁴, Toshihiko Yoneda⁴ and Akimitsu Tsutou⁴

ABSTRACT : The relations of visceral fat area (VFA) or visceral subcutaneous fat area (SFA) evaluated by abdominal CT to body fat mass, body muscle mass, and legs mass evaluated by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA), were studied in 43 non-athlete male adults (age : mean $\pm$ SD=39.7 $\pm$ 10.8yr.) divided by the two groups of Y (n=23, age : 23-38yr.) and M (n=20, age : 41-58yr.). The number of cases with measured values more than 100cm² of VFA was 13, and that with calculated values less than 25 of BMI was 8 among these cases. Waist circumference showed positive correlations with VFA. Body fat ratio (BFR) and body muscle ratio (BMR) positively and inversely correlated with age, respectively. Though VFA positively correlated with age ($r=0.582$, $p<0.001$), SFA did not correlated with age. VFA positively correlated with BFR (Y : $r=0.664$, $p<0.01$; M : $r=0.518$, $p<0.05$), and inversely correlated with BMR (Y : $r=-0.668$, $p<0.01$; M : $r=-0.524$, $p<0.05$). On the other hand, bilateral legs mass divided by body weight inversely correlated with age ($r=-0.600$, $p<0.001$) and VFA (M : $r=-0.671$, $p<0.01$) respectively. The present study suggested that 1) the case, whose body weight compared with that in younger days does not change because of the counterbalance due to the decrease of legs mass and increase of visceral fat mass, could be present, and 2) it could be possible to estimate the degree of VFA by the proper use of data obtained from DEXA which is routinely used for the diagnosis of osteoporosis, and this method might be useful in the discovery of visceral fat obesity.

Key Words : Visceral fat area, Body weight, Body fat ratio, Body muscle ratio, Leg mass ratio.

1. Kobe University Graduate School, Master course of Medical Sciences

2. Faculty of Zootechny, Kitazato University School of Veterinary Medicine and Zootechny

3. Department of Physical Therapy, Osaka Prefecture College of Health Sciences

4. Faculty of Health Sciences, Kobe University School of Medicine