

## 生涯教育

相関を示し、本研究結果と一致していた。さらに Yamaguchi<sup>29)</sup>らは Baggerら<sup>28)</sup>と同様に、椎体骨折群では非骨折群に比較して有意に TG が低値であり、ロジスティック解析では TG が ISD 上昇するごとに、椎体骨折の危険率は 0.51 倍と有意に低下したという。またノルウェーの白人男女 27,159 人を対象とした Ahmedら<sup>20)</sup>は、肥満、高 TG 血症、低 HDL-C 血症、高血圧の Mets の各因子が重複するほど非椎体骨折の相対危険率が低下し、3 つ以上の重複では危険率が男性においては 0.71 倍、女性においては 0.66 倍低下したという。

Mets を構成する高 TG 血症および低 HDL-C 血症は、以上のごとく骨折危険率を低下させる可能性が示唆されているが、今後の検討が必要である。

### ③ アディポネクチンの骨密度および VFA に対する関与

次にアディポネクチンと骨密度および VFA との関係に関してまとめると以下のごとくとなる。アディポネクチンの低値は VFA とウェスト周囲径の増大をもたらすと共に骨密度高値につながるが、VFA とウェスト周囲径の増大は過体重によって示される骨密度の増大に結びつくものと考えられる。アディポネクチンと骨密度との関連性を初めて報告したものは Lenchikら<sup>26)</sup>であると思われる。この報告によると、年齢、性、人種、喫煙、糖尿病状態を補正後、血清アディポネクチンは部分的骨密度 ( $r = -0.20$  to  $-0.30$ , all  $p < 0.01$ )、容積測定骨密度 ( $r = -0.35$  to  $-0.44$ , all  $p < 0.01$ ) および内臓脂肪量 ( $r = -0.30$ ,  $p < 0.01$ ) と負に相関したという。これらのデータはアディポネクチンが骨密度に対する VFA の保護効果を示している可能性があるという。

しかし、一方でアディポネクチンは骨密度に

何の効果も発揮しなかったが、レプチンは負の効果を発揮するという報告<sup>28)</sup>があるが、Third US National Health and Nutrition Examination Survey による大規模研究<sup>27)</sup>ではレプチンと骨密度との相関は明らかにすることはできなかったという。レプチンの骨代謝における役割は研究によって骨密度と正にも負にも相関することが示されており、明らかではない<sup>28)</sup>。また、最近の Jürimäe らの研究<sup>29)</sup>によると閉経前女性におけるアディポネクチンは骨密度値の偏位の 3 ~ 12% を説明し、レプチンよりもアディポネクチンの方が骨代謝とより直接的に関係する重要なシグナルを与えている可能性があるとしている。このメカニズムとしてアディポネクチンが COX-2 を介して骨代謝効果<sup>30)</sup>を及ぼすとされている。しかし、一方で血清アディポネクチンと骨密度とは負の関係にあり、これは閉経後女性に限ったことで、閉経前女性ではないという<sup>28)</sup>。このことはエストロゲン補充療法を行っている閉経後女性が、行っていない閉経後女性よりも低いアディポネクチンレベルを有していることが認められ<sup>30)</sup>、エストラジオールレベルがアディポネクチンレベルと負に相関することから示されている<sup>30)</sup>。閉経後女性では脂肪組織がエストロゲンの主な源となり<sup>30)</sup>、続いて BMI が低ければエストロゲンがより低く、アディポネクチンがより高くなる。またアディポネクチンは MAPK シグナル回路を介して RANKL を刺激し、OPG の発現を抑制し<sup>30)</sup>、RANKL は骨吸収に対し、強い刺激をし、OPG は RANKL 誘導される骨損失を防ぐ<sup>30)</sup>ことから、アディポネクチンは骨吸収の RANKL 回路の促進を通して骨代謝に効果を発揮する<sup>28)</sup>のではないかという。

肥満は心血管系疾患や糖尿病を含めた多数の疾患に対しては負の影響を及ぼすにも関わらず、

生涯教育

骨粗鬆症に対しては保護している<sup>9)</sup>ようにみえる。体重とBMIがあると、骨折率は有意に低くなるという複数の報告<sup>36, 37, 38, 39)</sup>がある。骨密度の最も強い保護指標の1つである体重<sup>8, 40, 41, 42, 43)</sup>は閉経後の骨密度喪失と骨代謝に対して負の相関<sup>10, 44, 45, 46, 47, 48)</sup>を示す。体重は Fat Massと Lean Massに依存しており、Reid<sup>49)</sup>らによってレビューされているごとく、多くの研究では Fat Massと骨密度との有意な正相関を示してきた。しかし、脂肪代謝は異なる貯蔵庫であるため、Fat Massの分布は均質ではない。従って骨密度と骨代謝が貯蔵庫に依存する影響の可能性はあるが、過去には研究されていなかった。

④ PWVの骨密度およびVFAに対する関与

脂肪組織によって主に分泌されるレプチンは Fat Massと有意に相関する<sup>49)</sup>ので、レプチンの骨格への影響がより注目されている。一方、別の脂肪特異的蛋白質であり、肥満とともに減少するアディポネクチンの骨量に対する役割については知られていない<sup>50, 51, 52)</sup>。マウスにおけるアディポネクチン療法は、肝の糖新生と筋肉のTGの減少<sup>53)</sup>となり、アディポネクチンが脂肪細胞から筋肉や肝までシグナルを運ぶということを示唆する Lenechik<sup>54)</sup>のデータでは、アディポネクチンが骨密度およびVFATとの強い負の相関性を呈している。対照的にはレプチンは骨密度と関連しなかったが、SFATやVFATおよび全体脂肪量とは有意に関連したという。アディポネクチンがレプチンよりも骨密度と強い関連性を示したという事実は興味深い。つまり、アディポネクチンが脂肪組織から骨までシグナルを運ぶかもしれないということを示唆している。アディポネクチンの特性として骨代謝調節に関与するといわれている。すなわち、アディポネクチンは破骨細胞形成を調節する2

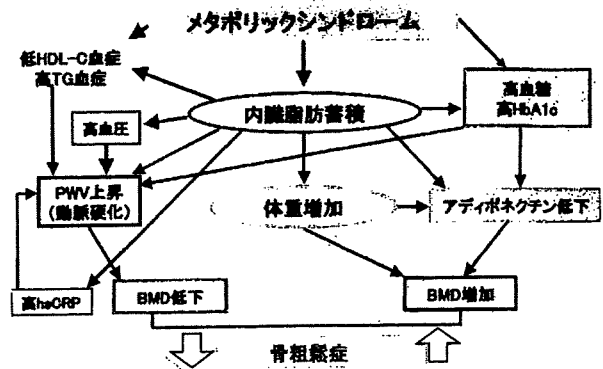


図5 メタボリックシンドロームと骨粗鬆症との疾患関連性のまとめ

つの蛋白質である RANKL や OPG などの TNF の family と構造類似性を有する。またアディポネクチンは破骨細胞形成に関与する転写因子である NF-kB を抑制する<sup>54)</sup>とともに活性化<sup>55)</sup>するなど骨に影響を与える可能性が存在する。組換え型のアディポネクチンはプレアディポネクチンに由来する骨髄中の adipogenesis を抑制する。このことはアディポネクチンは骨髄環境に影響を及ぼす<sup>56)</sup>ということである。

PWVの骨密度およびVFAに対する関与についてはPWVは骨密度と有意な負相関、ucOCとは有意な正相関を呈する。またPWVの年齢、体格、血圧に対する因子はいずれも有意な正相関を呈する。さらにPWVの脂肪蓄積に対する関与についてはPWVと脂肪蓄積に対する各指標は有意な正相関を呈する。糖代謝に対する関与としては、PWVは糖代謝の各指標と有意な正相関を呈する。またPWVの脂質代謝および炎症マーカーに対する関与として、PWVはTGおよびhsCRPと有意な正相関を呈する。

以上から、PWVの高値はMets各種要因の悪化をもたらすと同時に、骨密度低値とucOC高値となり、骨粗鬆症の発症・進展にPWVが介在することを示したものと考えている。

---

 生涯教育
 

---

## 3. 結論

Metsと骨粗鬆症との疾患関連性をまとめると図5のごとくとなる。すなわち、Metsも内臓脂肪の蓄積だけに留まっている間は、主に体重増加とアディポネクチンの低下により、骨密度の増加を呈し、骨粗鬆症は併発しない。

しかし、内臓脂肪の蓄積を放置しておくと、高血糖、高HbA1c、高TG血症、高血糖、高CRPを呈するようになり、それらに伴って骨密度の低下を来す。すなわち、Metsの予備段階では骨密度は増加し、骨粗鬆症を併発しないが、Metsが進行して血管が硬化し、動脈硬化を来してくると骨密度は低下し、骨粗鬆化を呈するので、Metsと骨粗鬆症は併発する。従って、Metsに至らない内臓脂肪の蓄積の段階で予防策を講じれば、脂質代謝異常・糖代謝異常や高血圧の防止が可能となり、動脈硬化も抑止できる。動脈硬化が抑止できれば骨粗鬆化も招かないこととなる。すなわち、健全老化のためには健康教育、予防教育などの介入によりMetsの初期段階における内臓脂肪の蓄積を持続させないことが重要となる。これらの教育によって心血管イベントや糖尿病合併症の併発および骨粗鬆症性骨折など複数の生活習慣病の防止が可能となる筈である。このようなことから、内臓脂肪を指標とするわが国における施策である特定健診は的を射ているものと思われる。

なお、今後の課題として、内臓脂肪の蓄積がどの位の程度のもので、どの位の期間持続することにより、不可逆的な動脈硬化が形成されるのかを把握する必要がある。この考え方は約20年のDiabetesに掲載された仮説、高血糖の記憶 (hyperglycemic memory or metabolic memory)、すなわち metabolic exposure が借金となるという考え方とほぼ同様ではないと思われる。Metabolic exposure の程度と期間が把握できれば、健全老化対策は可能となる筈である。

## 文 献

- 1) 太田博明：女性の健康寿命の延伸に対する更年期医療の役割 日本更年期医学会雑誌 2008；16(1)：74-81
- 2) 太田博明：トータルヘルスケアとしての更年期医療—メタボリックシンドロームへの傾きにおける実態の把握と対応 産婦人科治療 2006；93(6)：723-732.
- 3) 太田博明：更年期から取り組むトータルヘルスケア—その重要性と実践のために— 更年期と加齢のヘルスケア 2007；6(6)：32-39.
- 4) Sasaki S, Ushio F, Amano K, Morihara M, Todoriki O, Uehara Y, Toyooka E : Serum biomarker-based validation of a self-administered diet history questionnaire for Japanese subjects. J Nutr Sci Vitaminol 2000；46：285-296.
- 5) Sasaki S, Yanagibori R, Amano K : Self-administered diet history questionnaire developed for health education : a relative validation of the test-version by comparison with 3-day diet record in women. J Epidemiol 1998；8：203-215.
- 6) Ainsworth B, Haskell W, Leon A, Jacobs DR Jr, Montoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger RS Jr. (1993) Compendium of physical activities : classification of energy costs of human physical activities. Med Sci Sports Exerc 25 : 71-80.
- 7) Ainsworth B, Haskell W, Whitt M, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR Jr, Schmitz KH, Emplaincourt PO, Jacobs DR Jr, Leon AS. (2000) Compendium of physical activities : an update of activity codes and MET intensities. Med Sci Sports Exerc 32 (suppl) : S49

## 生涯教育

- 8-516.
- 8) Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Anderson JJ. : Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women : the Framingham study. *J Bone Miner Res.* 1993 ; 8(5) : 567-73.
- 9) Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Johnson CL : Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000. *JAMA.* 2002 ; 288(14) : 1723-7.
- 10) Ravn P, Cizza G, Bjarnason NH, Thompson D, Daley M, Wasnich RD, McClung M, Hosking D, Yates AJ, Christiansen C. : Low body mass index is an important risk factor for low bone mass and increased bone loss in early postmenopausal women. *Early Postmenopausal Intervention Cohort (EPIC) study group J Bone Miner Res.* 1999 ; 14 (9) : 1622-7.
- 11) Rogers A, Hannon RA, Eastell R. : Biochemical markers as predictors of rates of bone loss after menopause. *J Bone Miner Res.* 2000 ; 15(7) : 1398-404.
- 12) Rosen CJ, Bouxsein ML : Mechanisms of disease : is osteoporosis the obesity of bone? *Nat Clin Pract Rheumatol.* 2006 ; 2(1) : 35-43.
- 13) Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Williams SM, Manning PJ. : Bone mineral density and body composition in boys with distal forearm fractures : a dual-energy x-ray absorptiometry study. *J Pediatr.* 2001 ; 139(4) : 509-15.
- 14) Gimble JM, Robinson CE, Wu X, Kelly KA, Rodriguez BR, Kliwer SA, Lehmann JM, Morris DC. : Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma activation by thiazolidinediones induces adipogenesis in bone marrow stromal cells. *Mol Pharmacol.* 1996 ; 50(5) : 1087-94.
- 15) Akune T, Ohba S, Kamekura S, Yamaguchi M, Chung UI, Kubota N, Terauchi Y, Harada Y, Azuma Y, Nakamura K, Kadowaki T, Kawaguchi H : PPARgamma insufficiency enhances osteogenesis through osteoblast formation from bone marrow progenitors. *J Clin Invest.* 2004 ; 113(6) : 846-55.
- 16) Wan Y, Chong LW, Evans RM. : PPAR-gamma regulates osteoclastogenesis in mice. *Nat Med.* 2007 ; 13(12) : 1496-503.
- 17) Inaba M, Okuno S, Kumeda Y, Yamaikawa T, Ishimura E, Nishizawa Y : Increased incidence of vertebral fracture in older female hemodialyzed patients with type 2 diabetes mellitus. *Calcif Tissue Int.* 2005 ; 76(4) : 256-60.
- 18) Schwartz AV, Sellmeyer DE, Ensrud KE, Cauley JA, Tabor HK, Schreiner PJ, Jamal SA, Black DM, Cummings SR ; Study of Osteoporotic Features Research Group. : Older women with diabetes have an increased risk of fracture : a prospective study. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001 ; 86 (1) : 32-8.
- 19) Hirano Y, Kishimoto H, Hagino H, Teshima R. : The change of bone mineral density in secondary osteoporosis and vertebral fracture incidence. *J Bone Miner Metab.* 1999 ; 17(2) : 119-24.
- 20) Hsu YH, Venners SA, Terwedow HA, Feng Y, Niu T, Li Z, Laird N, Brain JD,

## 生涯教育

- Cummings SR, Bouxsein ML, Rosen CJ, Xu X. : Relation of body composition, fat mass, and serum lipids to osteoporotic fractures and bone mineral density in Chinese men and women. *Am J Clin Nutr.* 2006 ; 83(1) : 146-54.
- 21) Tang YJ, Sheu WH, Liu PH, Lee WJ, Chen YT : Positive associations of bone mineral density with body mass index, physical activity, and blood triglyceride level in men over 70 years old : a TCVGHAGE study. *J Bone Miner Metab.* 2007 ; 25(1) : 54-9.
- 22) Bagger YZ, Rasmussen HB, Alexandersen P, Werge T, Christiansen C, Tankó LB ; PERF study group : Links between cardiovascular disease and osteoporosis in postmenopausal women : serum lipids or atherosclerosis per se? *Osteoporos Int.* 2007 ; 18(4) : 505-12.
- 23) Yamaguchi T, Sugimoto T, Yano S, Yamauchi M, Sowa H, Chen Q, Chihara K : Plasma lipids and osteoporosis in postmenopausal women. *Endocr J* 2002 ; 49 : 211-217.
- 24) Ahmed LA, Schirmer H, Berntsen GK, Fønnebo V, Joakimsen RM : Features of the metabolic syndrome and the risk of non-vertebral fractures : the Tromsø study. *Osteoporos Int.* 2006 ; 17(3) : 426-32.
- 25) Lenchik L, Register TC, Hsu FC, Lohman K, Nicklas BJ, Freedman BI, Langefeld CD, Carr JJ, Bowden DW : Adiponectin as a novel determinant of bone mineral density and visceral fat. *Bone.* 2003 ; 33(4) : 646-51.
- 26) Kontogianni MD, Dafni UG, Routsias JG, Skopouli FN : Blood leptin and adiponectin as possible mediators of the relation between fat mass and BMD in perimenopausal women *J Bone Miner Res.* 2004 ; 19(4) : 546-51.
- 27) Ruhl CE, Everhart JE : Relationship of serum leptin concentration with bone mineral density in the United States population. *J Bone Miner Res.* 2002 ; 17(10) : 1896-903.
- 28) Richards JB, Valdes AM, Burling K, Perks UC, Spector TD : Serum adiponectin and bone mineral density in women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007 ; 92(4) : 1517-23.
- 29) Jürimäe J, Jürimäe T : Adiponectin is a predictor of bone mineral density in middle-aged premenopausal women *Osteoporos Int.* 2007 ; 18(9) : 1253-9.
- 30) Oh KW, Lee WY, Rhee EJ, Baek KH, Yoon KH, Kang MI, Yun EJ, Park CY, Ihm SH, Choi MG, Yoo HJ, Park SW : The relationship between serum resistin, leptin, adiponectin, ghrelin levels and bone mineral density in middle-aged men. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2005 ; 63(2) : 131-8.
- 31) Im JA, Lee JW, Lee HR, Lee DC : Plasma adiponectin levels in postmenopausal women with or without long-term hormone therapy. *Maturitas.* 2006 ; 54(1) : 65-71.
- 32) Szymczak J, Milewicz A, Thijssen JH, Blankenstein MA, Daroszewski J. : Concentration of sex steroids in adipose tissue after menopause. *Steroids.* 1998 ; 63(5-6) : 319-21.
- 33) Gavrilu A, Chan JL, Yiannakouris N,

## 生涯教育

- Kontogianni M, Miller LC, Orlova C, Mantzoros CS. : Serum adiponectin levels are inversely associated with overall and central fat distribution but are not directly regulated by acute fasting or leptin administration in humans : cross-sectional and interventional studies. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003 ; 88(10) : 4823-31.
- 34) Luo XH, Guo LJ, Xie H, Yuan LQ, Wu XP, Zhou HD, Liao EY : Adiponectin stimulates RANKL and inhibits OPG expression in human osteoblasts through the MAPK signaling pathway. *J Bone Miner Res.* 2006 ; 21(10) : 1648-56.
- 35) Eghbali-Fatourehchi G, Khosla S, Sanyal A, Boyle WJ, Lacey DL, Riggs BL : Role of RANK ligand in mediating increased bone resorption in early postmenopausal women. *J Clin Invest.* 2003 ; 111(8) : 1221-30.
- 36) Ensrud KE, Lipschutz RC, Cauley JA, Seeley D, Nevitt MC, Scott J, Orwoll ES, Genant HK, Cummings SR : Body size and hip fracture risk in older women : a prospective study. *Study of Osteoporotic Fractures Research Group. Am J Med.* 1997 ; 103(4) : 274-80.
- 37) Farmer ME, Harris T, Madans JH, Wallace RB, Cornoni-Huntley J, White LR : Anthropometric indicators and hip fracture. The NHANES I epidemiologic follow-up study. *J Am Geriatr Soc.* 1989 ; 37(1) : 9-16.
- 38) Johnell O, O'Neill T, Felsenberg D, Kanis J, Cooper C, Silman AJ. : Anthropometric measurements and vertebral deformities. *European Vertebral Osteoporosis Study (EVOS) Group. Am J Epidemiol.* 1997 ; 146(4) : 287-93.
- 39) Kelsey JL, Browner WS, Seeley DG, Nevitt MC, Cummings SR : Risk factors for fractures of the distal forearm and proximal humerus. *The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. Am J Epidemiol.* 1992 ; 135(5) : 477-89.
- 40) Bauer DC, Browner WS, Cauley JA, Orwoll ES, Scott JC, Black DM, Tao JL, Cummings SR : Factors associated with appendicular bone mass in older women. *The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. Ann Intern Med.* 1993 ; 118(9) : 657-65.
- 41) Nordin BE, Need AG, Bridges A, Horowitz M. : Relative contributions of years since menopause, age, and weight to vertebral density in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab.* 1992 ; 74(1) : 20-3.
- 42) Slemenda CW, Hui SL, Williams CJ, Christian JC, Meaney FJ, Johnston CC Jr : Bone mass and anthropometric measurements in adult females. *Bone Miner.* 1990 ; 11(1) : 101-9.
- 43) Sowers M, Kshirsagar A, Crutchfield M, Updike S : Body composition, age and femoral bone mass of young adult women. *Ann Epidemiol.* 1991 ; 1(3) : 245-54.
- 44) Harris S, Dallal GE, Dawson-Hughes B. : Influence of body weight on rates of change in bone density of the spine, hip, and radius in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int.* 1992 ; 50(1) : 19-23.
- 45) Reid IR, Ames RW, Evans MC, Sharpe SJ, Gamble GD : Determinants of the rate

## 生涯教育

- of bone loss in normal postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab.* 1994 ; 79 (4) : 950-4.
- 46) Sowers MR, Clark MK, Janntausch ML, Wallace RB : Body size, estrogen use and thiazide diuretic use affect 5-year radial bone loss in postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 1993 ; 3(6) : 314-21.
- 47) Tremolieres FA, Pouilles JM, Ribot C. : Vertebral postmenopausal bone loss is reduced in overweight women : a longitudinal study in 155 early postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab.* 1993 ; 77(3) : 683-6.
- 48) Reid IR : Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone.* 2002 ; 31 (5) : 547-55.
- 49) Baumgartner RN, Ross RR, Waters DL, Brooks WM, Morley JE, Montoya GD, Garry PJ : Serum leptin in elderly people : associations with sex hormones, insulin, and adipose tissue volumes. *Obes Res.* 1999 ; 7(2) : 141-9.
- 50) Weyer C, Funahashi T, Tanaka S, Hotta K, Matsuzawa Y, Pratley RE, Tataranni PA : Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes : close association with insulin resistance and hyperinsulinemia. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001 ; 86(5) : 1930-5.
- 51) Arita Y, Kihara S, Ouchi N, Takahashi M, Maeda K, Miyagawa J, Hotta K, Shimomura I, Nakamura T, Miyaoka K, Kuriyama H, Nishida M, Yamashita S, Okubo K, Matsubara K, Muraguchi M, Ohmoto Y, Funahashi T, Matsuzawa Y. : Paradoxical decrease of an adipose-specific protein, adiponectin, in obesity. *Biochem Biophys Res Commun.* 1999 ; 257(1) : 79-83.
- 52) Ukkola O, Santaniemi M : Adiponectin : a link between excess adiposity and associated comorbidities? *J Mol Med.* 2002 ; 80 (11) : 696-702.
- 53) Berg AH, Combs TP, Du X, Brownlee M, Scherer PE : The adipocyte-secreted protein Acrp 30 enhances hepatic insulin action. *Nat Med.* 2001 ; 7(8) : 947-53.
- 54) Ouchi N, Kihara S, Arita Y, Okamoto Y, Maeda K, Kuriyama H, Hotta K, Nishida M, Takahashi M, Muraguchi M, Ohmoto Y, Nakamura T, Yamashita S, Funahashi T, Matsuzawa Y : Adiponectin, an adipocyte-derived plasma protein, inhibits endothelial NF-kappaB signaling through a cAMP-dependent pathway. *Circulation.* 2000 ; 102 (11) : 1296-301.
- 55) Yokota T, Meka CS, Medina KL, Igarashi H, Comp PC, Takahashi M, Nishida M, Oritani K, Miyagawa J, Funahashi T, Tomiyama Y, Matsuzawa Y, Kincade PW : Paracrine regulation of fat cell formation in bone marrow cultures via adiponectin and prostaglandins. *J Clin Invest.* 2002 ; 109 (10) : 1303-10.
- 56) Maeda N, Takahashi M, Funahashi T, Kihara S, Nishizawa H, Kishida K, Nagaretani H, Matsuda M, Komuro R, Ouchi N, Kuriyama H, Hotta K, Nakamura T, Shimomura I, Matsuzawa Y : PPARgamma ligands increase expression and plasma concentrations of adiponectin, an adipose-derived protein. *Diabetes.* 2001 ; 50(9) : 2094-9.

原 著

メタボリックシンドロームにおける診断スクリーニングとしての体成分分析の  
有用性—合併症数および脈波伝播速度による検証—

東京女子医科大学医学部産婦人科学

オオハラ マミ イシタニ ケン ナカノ チエ ハシモト カズノリ オオタ ヒロアキ  
大原 麻美・石谷 健・中野 千枝・橋本 和法・太田 博明

(受理 平成21年10月8日)

Usefulness of Bioelectrical Impedance Analysis for Metabolic Syndrome Screening:  
Verification of Number of Complications and Brachial-ankle Pulse Wave VelocityMami OHARA, Ken ISHITANI, Chie NAKANO,  
Kazunori HASHIMOTO and Hiroaki OHTA

Department of Obstetrics and Gynecology, Tokyo Women's Medical University School of Medicine

We screened a high-risk group for metabolic syndrome (Met-S) by bioelectrical impedance analysis (BIA). In order to validate the screening method by BIA, we investigated a number of complications and brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV). We measured body weight, body height, abdominal circumference (AC), and visceral fat area (VFA) by BIA in 93 female outpatients (mean age, 55.9 years) in our department. Then, we classified the patients into four groups, and compared each group according to the number of complications and baPWV value. The number of complications and baPWV values were significantly higher ( $p < 0.05$ ) in the high AC ( $\geq 90$  cm) and high VFA ( $\geq 100$  cm<sup>2</sup>) groups and the normal AC and high VFA groups than those in the normal group. On the other hand, the number of complications and baPWV values in the high AC and normal VFA groups were not significantly different from those in the normal group. Our results suggest that BIA is useful in screening for Met-S because it is minimally invasive and inexpensive.

**Key words:** metabolic syndrome, bioelectrical impedance analysis, abdominal circumference, pulse wave velocity

## 緒 言

近年、わが国における過食と運動不足の生活習慣は肥満者の急増を生みだし、特に女性においては60歳以上で著明であることから、中高年女性の健康支援として肥満による疾病の予防対策が急務となっている<sup>1)</sup>。肥満は全身肥満だけでなく内臓肥満も死亡リスクと関連し、内臓肥満はメタボリックシンドローム (metabolic syndrome: Met-S) の根幹をなす病態である<sup>2)</sup>。

そのMet-Sは、動脈硬化性疾患である脳血管障害や虚血性心疾患の危険因子として注目されている。またMet-Sでは、内臓肥満とそれに伴うインスリン抵抗性を基盤とし、高血圧、高血糖、脂質代謝異常などの危険因子が複雑な相互作用を示し、動脈硬化症の形成に関与している<sup>3)</sup>。わが国でもMet-Sに関

して2005年に診断基準が制定され、その啓蒙・予防に国を挙げて取り組んでいる。厚生労働省では診断基準に達しないが、減量によりリスクが改善する可能性がある肥満を「Met-S予備群」と位置付け、保健指導の対象としている。

Met-Sのわが国における必須診断基準の一つに臍部ウエスト周囲径測定 (abdominal circumference: AC) が定められている。ACは一般臨床において内臓脂肪蓄積を簡便で安価に評価できる方法である一方で、海外では測定位置が異なり測定精度の問題から必須診断項目としない基準も複数存在し、具体的な診断基準は国際的に統一されていない<sup>4)</sup>。

従来は腹部CTによる内臓脂肪面積測定が正確な内臓脂肪蓄積を評価できる唯一の方法であったが、生体電気インピーダンス測定法 (bioelectrical im-



表 参加者の臨床背景

	Group A	Group B	Group C	Group D	Total
Number	68 (53)	6 (3)	8 (6)	11 (6)	93 (68)
Age (years)	55.5 ± 8.4 (55.2 ± 8.1)	55.7 ± 7.6 (57.0 ± 9.2)	55.8 ± 8.7 (56.2 ± 8.5)	58.7 ± 9.7 (56.2 ± 9.8)	55.9 ± 8.5 (55.7 ± 8.4)
Height (cm)	155.2 ± 6.1 (155.1 ± 5.6)	154.8 ± 6.8 (156.7 ± 9.5)	152.5 ± 5.1 (154.2 ± 4.6)	153.7 ± 6.2 (154.7 ± 4.0)	154.8 ± 6.0 (155.2 ± 5.9)
Weight (kg)	50.6 ± 6.4 (51.0 ± 6.2)	57.3 ± 10.1 (59.7 ± 14.0)	57.1 ± 6.7 (59.3 ± 6.3)	67.5 ± 10.9 (70.2 ± 10.3)	53.6 ± 9.1 (54.9 ± 6.5)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.0 ± 2.5 (21.1 ± 2.6)	23.8 ± 2.3 (24.0 ± 3.0)	24.5 ± 2.3 (25.0 ± 2.6)	28.5 ± 3.8 (29.4 ± 4.4)	22.3 ± 3.6 (22.5 ± 3.8)
AC (cm)	78.8 ± 6.7 (78.6 ± 6.4)	85.9 ± 1.9 (87.3 ± 1.5)	92.8 ± 2.1 (92.8 ± 2.5)	98.5 ± 8.4 (99.3 ± 9.5)	82.8 ± 9.6 (82.7 ± 9.0)
VFA (cm <sup>2</sup> )	67.4 ± 21.3 (66.9 ± 21.7)	106.8 ± 6.6 (106.4 ± 9.4)	88.3 ± 8.8 (88.3 ± 9.4)	120.0 ± 15.6 (115.0 ± 12.5)	74.7 ± 24.5 (75.1 ± 23.2)

Values in parentheses are for the population examined by baPWV. Values show as mean ± SD or number.  
BMI : body mass index, AC : abdominal circumference, VFA : visceral fat area.

pedance analysis : BIA 法)により, 簡便かつ高精度に体脂肪率や内臓脂肪面積を推定する機器が最近開発されており, Met-S 診断における臨床応用への期待が高まっている<sup>9)</sup>.

そこで, 本研究では Met-S 診断スクリーニングにおける BIA 法の有用性を検討する目的で, BIA 法による体成分分析装置を用いて体脂肪率および内臓脂肪面積を測定した. さらに, Met-S に関連する合併症数および上腕足首間脈波伝播速度 (baPWV) 測定を評価項目として BIA 法ならびに臍部ウエスト周囲径測定法における Met-S 診断スクリーニング法としての妥当性を比較検討した.

#### 対象および方法

2006~2008 年に当科更年期外来を受診した女性で, 書面による同意を得た 93 例 (33~74 歳, 平均年齢 55.9 ± 8.5 歳) を対象とした. すなわち更年期障害や骨粗鬆症等により通院している中高年女性が対象であり, 調査時に症状の安定した他科通院者は対象に含めた. また, 悪性腫瘍に対しての治療者は除外した.

参加者全員に身長, 体重, 血圧, AC を測定した. Body mass index (BMI) を身長, 体重の測定値から算出した. また overnight fasting にて採血をし, 血清総コレステロール, 中性脂肪, HDL コレステロール, 空腹時血糖を測定した.

次に BIA 法による体成分分析装置 InBody S20 (Biospace, Seoul) を用いて内臓脂肪面積 (visceral fat area : VFA) を測定した. BIA 法による VFA は, 各電気抵抗値と腹部 CT による VFA とを同時に多人数測定したデータを用いて作成した推定回帰

式により算出される. よって, BIA 法による VFA と腹部 CT による VFA との相関係数は 0.922 と高い相関が得られている. これら肥満指標の基準値は, AC : 女性 90cm 未満, BMI : 18.5kg/m<sup>2</sup> 以上および 25kg/m<sup>2</sup> 未満, VFA : 100cm<sup>2</sup> 未満とした. さらに AC と VFA によって, Group A : 両者ともに正常, Group B : VFA のみ高値群, Group C : AC のみ高値群, Group D : 両者ともに高値群, の 4 群に群別した.

調査時に Met-S に関連する合併症が存在する数の評価を Met-S 診断の構成因子に基づき, 1)~3) の該当数を計数した.

1) 高血圧 : 降圧剤内服治療中, 収縮期血圧 130 mmHg 以上または拡張期血圧 85mmHg 以上

2) 高血糖 : 糖尿病にて治療中, または空腹時血糖 110mg/dl 以上

3) 脂質代謝異常 : 内服治療中, 中性脂肪 150mg/dl 以上, または HDL コレステロール 40mg/dl 未満  
さらに, 心血管疾患発生リスクと相関し, 動脈硬化の評価法として確立している脈波伝播速度を測定する目的で血圧脈波検査装置フォルム PWV/ABI (COLIN, 東京) を用いて baPWV を測定した.

各指標値は平均値 ± 標準偏差で示した. 2 群間の比較は Mann-Whitney の U 検定および Spearman の順位相関係数を用いて分析し, p < 0.05 を有意とした.

#### 結 果

本研究の対象者における臨床背景を示す (表). 対象者 93 例中 6 例 (6.5%) が Met-S 診断基準を満たした.

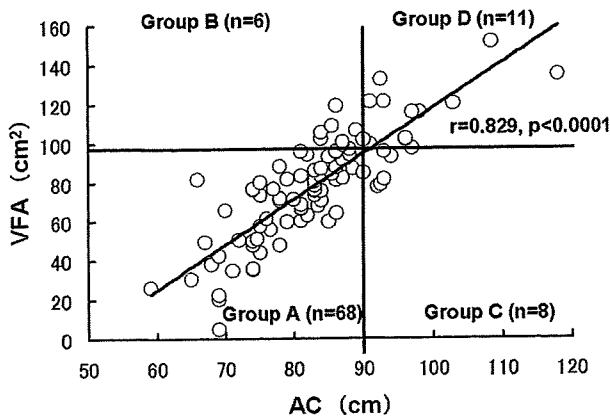


図1 各グループにおける内臓脂肪面積と臍周囲径の分布  
AC: abdominal circumference, VFA: visceral fat area.

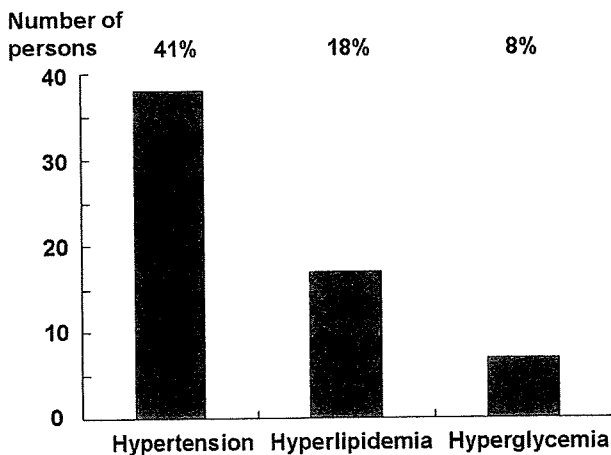


図2 メタボリックシンドローム合併症の内訳

ACとVFAとは強い正相関( $r=0.829$ ,  $p<0.01$ )を示し, AC 90cmはVFA100cm<sup>2</sup>にはほぼ相当した(図1)。

合併症数の内訳は高血圧(38例, 41%), 脂質代謝異常(17例, 18%), 高血糖(7例, 8%)の順の頻度で認められた(図2)。また, 各対象者における合併症数は, 0(43例, 46%), 1(40例, 43%), 2(8例, 9%), 3(2例, 2%)であった(図3)。

次に各群における平均合併症数を2群間で比較した(図4)。Group Dは合併症数が最多であり, 最少のGroup Aと比較して明らかな有意差( $p<0.0001$ )を認めた。ACのみ高値のGroup CではGroup Aと合併症数に有意差を認めないが, VFAのみ高値のGroup BではGroup Aと比較して有意( $p<0.05$ )に合併症が多かった。

さらに, 対象者のうち68例に対してbaPWVを測定し, baPWV施行各群における平均baPWV(平

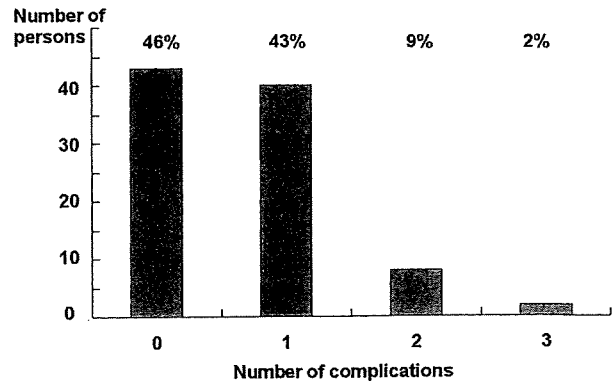


図3 メタボリックシンドローム合併症数の内訳

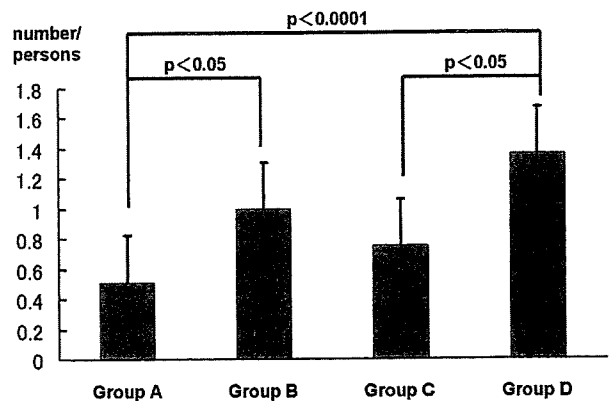


図4 各群における合併症数の比較

均±標準偏差, cm/s)を2群間で比較した(図5)。

なお, baPWV施行各群における臨床背景を表の括弧内に示した。PWV施行Group D( $1,693.3 \pm 214.2$ )はbaPWV値が最高であり, 最低のGroup A( $1,376.3 \pm 217.3$ )と比較して明らかな有意差( $p<0.0001$ )を認めた。ACのみ高値のGroup C( $1,236.8 \pm 195.2$ )では, Group AとbaPWV値に有意差を認めないが, VFAのみ高値のGroup B( $1,440.5 \pm 195.0$ )では, Group Aと比較して有意( $p<0.05$ )に高値であった。

## 考 察

腹部肥満, 高血圧, 高血糖, 脂質代謝異常などの疾患が同一個体に重複して存在するMet-Sは, わが国における診断基準では内臓脂肪蓄積が必須項目である<sup>67)</sup>。内臓脂肪の蓄積量を評価するゴールドスタンダードは臍高位におけるCT検査であり, CTによるVFAが男女ともに100cm<sup>2</sup>以上が内臓脂肪蓄積状態とされている。この基準は, VFAが100cm<sup>2</sup>を超えると男女ともに動脈硬化に関連する複数の病態を合併する頻度が高いことから定められている。しかし, CT検査は被曝やコストの問題, 煩雑性など

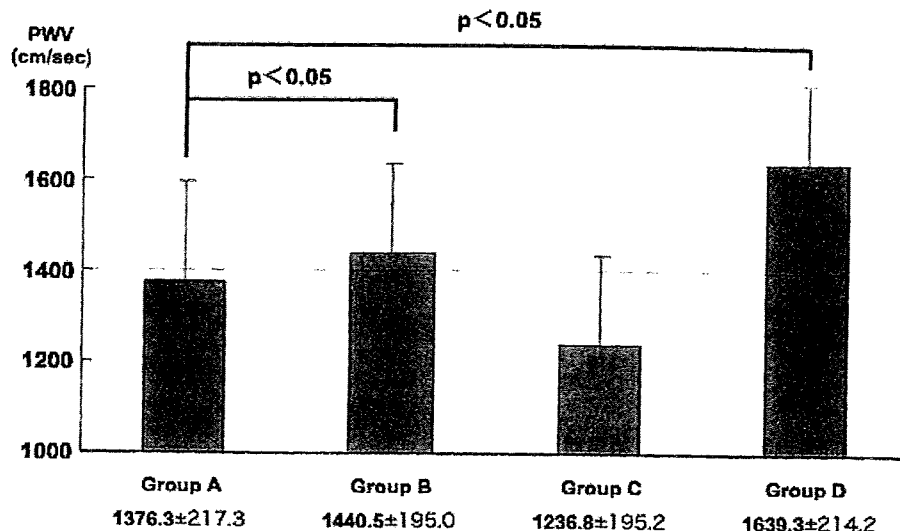


図5 各群におけるPWV値の比較

の面から、一般臨床で施行することは困難である。そのため、内臓脂肪蓄積の評価にはACの測定を用いており、女性の場合CTによるVFAが100cm<sup>2</sup>以上に相当する90cm以上を基準としている。また、内臓脂肪蓄積の性差は50歳未満では顕著であり<sup>2)</sup>、中高年女性を対象とした本研究においてハイリスク群であるGroup B, Dに属する人数が、コントロール群であるGroup Aと比較して少ない一因と考えられる。これらの理由により、特に妊娠可能年齢の女性においては被曝リスクのない低侵襲で安価なMet-Sスクリーニング法が求められている。

ACの測定はMet-S診断スクリーニングの指標として簡便であり一般診療の場において広く用いられている。HanらはACと心血管疾患や糖尿病発症リスクとの関連を報告し、わが国でも4,000人を対象とした検診データに基づき、AC高値による内臓肥満では、高血圧、高血糖、脂質代謝異常における危険因子の集積が多くなることを報告している<sup>8)9)</sup>。しかし、海外のMet-S診断基準においては国際糖尿病連合のIDF基準では肋骨下縁と上腸骨稜の midpoint レベルでの腹囲測定が必須項目であり、さらに米国の改訂版NCEP-ATP III基準では腸骨稜レベルでの腹囲測定となっているものの必須項目としていないことから、Met-S診断基準そのものが世界的には統一されていない状況にある。内臓脂肪蓄積型肥満による心血管イベントの高リスク者を感度・特異度よく抽出するためには、現在のACの測定基準である男性85cm以上、女性90cm以上に関して今後、新たな疫学研究および臨床研究を踏まえて科学的検証を行

う必要があるとされている<sup>9)</sup>。

VFA測定においてBIA法による体成分分析は、簡便かつ高精度に計測する機器の開発が進み、近年注目されている。RyoらはBIA法を腹部に応用し、VFAを直接的に計測する腹部BIA法を開発し、腹部CT検査でのVFAと高い相関( $r=0.88, p<0.0001$ )を示すことを報告しているが、まだ一般化には至っていない<sup>10)</sup>。本研究で用いた体成分分析装置は、各四肢に2点の電極を装着した8点接触型電極を用いて1kHz~1MHzの6種の多周波数分析にて、人体を5つの伝導体とみなし各部位でのインピーダンスを測定している。測定機器は比較的小型で測定時間は2~3分間であり、測定に熟練を要さないため簡便性、即時性に優れている。また、本装置は高い精度で体水分量や体脂肪量の測定が可能であり、血液透析患者における体液量評価やドライウエイトの設定に有用であると報告されている<sup>11)</sup>。

baPWVは血管弾性を非侵襲的に測定して動脈石灰化の程度を評価できる方法として知られているが、なかでもbaPWVは測定が簡便であることから急速に普及し、我々の報告をはじめ、動脈硬化性疾患や骨粗鬆症との関連等に関して数多くの臨床研究が報告されている<sup>12)13)</sup>。また、baPWVはCT画像から求めたVFAと非常に高い相関を示すが、皮下脂肪面積とは相関しないことが報告されている<sup>14)</sup>。

今回の検討において、Met-Sハイリスク群では正常群と比較してbaPWVが有意に高値であった。一般住民を対象としてMet-Sの臨床解析を行った端野・壮瞥町研究、吹田研究においても、我々と同様

の結果を報告しており、Met-S患者での動脈硬化の進展が示唆される<sup>15)</sup>。さらに、端野・壮瞥町研究では、6年間の追跡調査を行っており、Met-S患者では、正常より2.23倍の心疾患発症および死亡リスクの上昇が認められた<sup>15)</sup>。また、吹田研究での追跡調査では、Met-S診断基準の構成因子である肥満、高血圧、高血糖、脂質代謝異常の累積数に応じて、脳卒中、心筋梗塞の相対危険度が増加した<sup>16)</sup>。これらより、baPWVは、Met-Sにおいても動脈硬化の鋭敏な指標となり、さらに、Met-Sの予後を予測する指標にもなり得ると考えられる。

本研究の結果からBIA法による体成分分析によってBMIやAC測定のみではスクリーニングされない集団(Group B)が抽出され、これらは正常群と比較して合併症数やbaPWV値が有意に増加することからMet-Sハイリスク集団であることが明らかとなった。

### 結 論

本研究において、BIA法による体成分分析はMet-S診断スクリーニングに有用であることを見出した。Met-S診断スクリーニングにおいてACを用いる測定法の議論だけでなく、CTやMRI検査以外の簡便な方法で、いかに高い感度・特異度でもって内臓脂肪蓄積を評価できるかが重要である。その点、BIA法による体成分分析は安価で低侵襲、簡便であることから近い将来、一般臨床において普及することにより、内臓肥満に起因する疾病予防に寄与することが期待される。

### 文 献

- 1) 太田博明：トータルヘルスケアとしての更年期医療 メタボリックシンドロームへの傾きにおける実態の把握と対応。産婦治療 93：723-732, 2006
- 2) Pischon T, Boeing H, Hoffmann K et al: General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. N Engl J Med 359: 2105-2120, 2008
- 3) Jiamsripong P, Mookadam M, Alharthi MS et al: The metabolic syndrome and cardiovascular disease: part 2. Prev Cardiol 11: 223-229, 2008
- 4) 高本偉碩, 門脇 孝：肥満とメタボリックシンドローム メタボリックシンドロームの病態, 診断基準, 治療. カレントセラピー 27：322-326, 2009
- 5) 志賀利一：メタボリックシンドロームの病態診断内臓肥満の診断法 腹部BIA法. 日臨 64：491-494, 2006
- 6) Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan, Japan Society for the Study of Obesity: New criteria for 'obesity disease' in Japan. Circ J 66: 987-992, 2002
- 7) 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. 日内会誌 94：794-809, 2005
- 8) 中村 正, 梁 美和, 岡内幸義ほか：メタボリックシンドロームの病態診断 内臓肥満の診断法 ウエスト周囲径測定法. 日臨 64：485-490, 2006
- 9) Han TS, van Leer EM, Seidell JC et al: Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. BMJ 311: 1401-1405, 1995
- 10) Ryo M, Maeda K, Onda T et al: A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. Diabetes Care 28: 451-453, 2005
- 11) 佐々木信博, 上野幸司, 白石 武ほか：高精度体成分分析装置 (InBody S20) を用いた血液透析患者の体液量評価 生体電気インピーダンス (BIA) 法はDWの指標になり得るか? 日透析医学会誌 40：581-588, 2007
- 12) Mikumo M, Okano H, Yoshikata R et al: Association between lumbar bone mineral density and vascular stiffness as assessed by pulse wave velocity in postmenopausal women. J Bone Miner Metab 27: 89-94, 2009
- 13) Nakanishi N, Shiraishi T, Wada M: Brachial-ankle pulse wave velocity and metabolic syndrome in a Japanese population: the Minoh study. Hypertens Res 28: 125-131, 2005
- 14) 原田早苗, 武田和夫：早期発見及び発症抑制の方法論 脈波伝播速度 (PWV) 測定. 日臨 62：1136-1142, 2004
- 15) Takeuchi H, Saitoh S, Takagi S et al: Metabolic syndrome and cardiac disease in Japanese men: applicability of the concept of metabolic syndrome defined by the National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III to Japanese men—the Tanno and Sobetsu Study. Hypertens Res 28: 203-208, 2005
- 16) 小久保喜弘：メタボリックシンドロームに関するコホート研究 吹田研究が示す一般住民でのメタボリックシンドロームの臨床像. 日臨 64：68-73, 2006

厚生労働科学研究費補助金  
(循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業)  
分担研究報告書

大規模成人女性を対象とした研究

分担研究者 松村 康弘 (桐生大学医療保健学部教授)  
林 邦彦 (群馬大学医学部保健学科教授)

## 研究要旨

大規模女性コホート研究におけるベースラインデータ及び追跡データを利用して、メタボリックシンドローム (Met-s) の有病・発生・死亡状況の実態を把握するとともに、生活習慣・保健習慣等との関連を検討することを目的として、① データクリーニングのためのルール作りおよびそれに基づいたデータ固定の実施を行い、② ベースラインデータを利用して、Met-s の有病状況と生活習慣等との関連に関する横断的な検討を実施した。

① 質問票内の回答項目についてはデータクリーニングを行っていたが、一部未固定の項目もあり、それらについてもクリーニングを実施した。すなわち、各項目における回答の論理チェックを行い、多重回答項目や論理的にずれた回答項目の洗い出しを行い、それらのデータの取扱いに関するルールを作成した。そのルールにしたがい、データの固定を実施した。

② Met-s の有病状況を検討した結果、その有病割合はウエスト周囲長の基準を 80cm としたとき、9.2%であったが、この割合は、BMI25 以上の者の割合 13.5%より低かった。また、この割合は、脂質異常、高血圧、高血糖の割合より低く、腹部肥満のみに注目すると、これらを見逃す可能性が示唆された。

Met-s の有病状況と各生活習慣項目との関連を検討した結果、年齢が高いこと、飲酒頻度が低いこと、みそ汁の摂取頻度が低いこと、朝食として主に米食を中心としていることが、Met-s の有病割合を高めると示唆されたが、今回の検討は断片的なものであるため、今後追跡データを積み重ね、縦断的な検討を行っていくこととしている。

## A. 研究目的

わが国で女性の健康に関心が持たれ始めたのは 2000 年以後であり、大病院での女性専門外来の設置という形で具体化され、2004 年 3 月には性差医療・医学研究会が発足した。このように、高齢社会における女性特有の生活習慣・保健習慣に焦点を当てた健康増進対策が必要とされている。

喫煙・飲酒・栄養・運動などの日常生活習慣や各種の保健習慣において、疾患予防の観点からのエビデンスが、大規模疫学研究によって提供されてきた。しかしながら、その多くは男女共通の要因探索が主であった。生活習慣は男女で大きく異なり、また標的となる疾患も異なるため、女性における生活習慣の健康影響についてのエビデンスは現在大きく不足している。日常の生活習慣にくわえて、経口避妊薬・更年期障害治療など外因性ホルモンへの長期曝露、痩身ダイエット、妊娠中もしくは閉経後のビタミン剤・栄養補助剤など、女性に特徴的な保健習慣による健康影響についても、わが国ではほとんど検討されていない。このような状況に対して、女性特有の健康問題を解明し、女性の生涯ステージに応じた健康ケアの疫学的エビデンスを確立することを目標として、全国の女性看護職を対象とした大規模女性コホート研究である「日本ナースヘルス研究 (JNHS)」を 2001 年末に開始した。

本研究では、この大規模女性コホート研究のデータを利用して、メタボリックシンドローム (以下 Met-s) の有病状況・死亡や生活習慣について、(1)Met-s を含めた生活習慣病の有病状況およびそれに関連した死亡の把握及びその妥当性の検討、(2)サブサンプルを対象とし

た、食事調査票および身体活動調査項目の妥当性検討、(3)生活習慣病の実態(1)と生活習慣の実態(2)との関連の、大規模女性研究データを利用した検討を行うことを目的としている。

本年度は、(1) データクリーニングのためのルール作りおよびそれに基づいたデータ固定の実施を行い、(2) ベースラインデータを利用して、Met-s の有病状況と生活習慣等との関連に関する横断的な検討を行った。また、昨年度同様、追跡調査および各質問項目に関する妥当性検討を継続実施している。

(1)については、質問票内の回答項目についてデータクリーニングを終えてデータ固定を行っていたが、一部未固定の項目もあり、それらについてもクリーニングを実施した。すなわち、各項目における回答の論理チェックを行い、多重回答項目や論理的にずれた回答項目の洗い出しを行い、それらのデータの取扱いに関するルールを作成した。そのルールにしたがい、データの固定を49927人分について実施した。

本報告では、(2)について詳述する。

## B. 研究方法

### 対象集団

日本ナースヘルス研究は、全国における25歳以上の女性看護職を対象として、2001年より開始された大規模女性コホート研究である。日本ナースヘルス研究では、ベースライン調査を実施し、既往歴、保健習慣、生活習慣などの情報を収集し、その後2年ごとに追跡調査を実施し、ベースラインと同様の保健習慣や生活習慣に関する情報と、各種疾患の発生状況に関する情報を収集している。本研究では、ベースライン調査を受診した49927人の内、身長、体重、ウエスト周囲長、血圧値(収縮期、拡張期)、血中脂質値(血清総コレステロール、血清HDLコレステロール)、空腹時血糖値の情報がある18629名(40歳未満、6623名; 40歳代、7912名; 50歳以上、4394名)を解析対象とした。

### Met-s の有病状況の検討

Met-s のウエスト周囲長の基準の見直しが行われていることを考慮して、ウエスト周囲長の基準値を変えて有病状況を検討した。中性脂肪値については、その情報がないことから、高脂血症の判定を総コレステロール(220mg/dl)とHDLコレステロールの組合せで行った。

### 生活習慣項目

生活習慣項目として、食物摂取頻度状況を用いた。食物摂取頻度調査は、飲酒状況、朝食の摂取状況、牛肉、豚肉、鶏肉、魚、乳・乳製品、豆腐、納豆、味噌汁の摂取頻度に関する情報を得ている。なお、ベースライン調査では、食物摂取に関しては一部の食品についてしか調査していないことから、さらに包括的な食物摂取頻度調査票の開発を行い、追跡6年目の調査票に盛り込んでいる。飲酒に関する頻度は、飲まない、月に1~2回、週1回、週2回、週3~4回、週5~6回、週7回(毎日)の7カテゴリーである。朝食および食品の摂取頻度は、食べない、週1回、週2~3回、週4~5回、週6~7回の5カテゴリーである。

### 統計解析法

Met-s の有病状況と食事関連の生活習慣項目との関連について、Met-s および Met-s 判定のための各検査値と生活習慣項目とのクロス集計を年齢階級別に行い、それぞれの関連を $\chi^2$

検定を用いて検討した。さらに、各検査値およびMet-s に対する生活習慣の影響を年齢補正して検討するため、Met-s を従属変数、生活習慣項目を独立変数として多重ロジスティック回帰分析を実施した。

## C. 研究結果

### 1) Met-s の有病状況

年齢階級別にみた Met-s の構成項目および Met-s の分布を表 1 に示した。

ウエスト周囲長が 90cm 以上の者の割合は全体では 2.0%であり、国民健康・栄養調査結果より大きく低かった。年齢階級別には、40 歳未満；1.2%、50 歳代；1.8%、50 歳以上；3.3% となっており、高齢になるに従いその割合は上昇していた。ウエスト周囲長の基準を 85cm、80cm、75cm とした場合、それら以上の者の割合はそれぞれ 4.1%、9.2%、17.4%であり、年齢階級別には、高齢になるに従いその割合は上昇していた。

また、BMI 値が 25 以上の者の割合は全体で 13.5%であり、年齢階級別には、40 歳未満；8.7%、50 歳代；14.8%、50 歳以上；18.0%となっており、高齢になるに従いその割合は上昇していた（図 1、表 1）。

高血圧者（収縮期血圧 130mmHg 以上 and/or 拡張期血圧 85mmHg 以上）の割合は全体では 13.3%であった。年齢階級別には、40 歳未満；6.2%、40 歳代；15.5%、50 歳以上；34.5%であり、高齢になるに従いその割合は上昇していた（図 2、表 1）。

空腹時血糖値が 100mg/dl 以上の者の割合は全体では 13.3%であった。年齢階級別には、40 歳未満；7.5%、40 歳代；13.2%、50 歳以上；22.0%となっており、高齢になるに従いその割合は上昇していた（図 2、表 1）。

高コレステロール・低 HDL コレステロールを示す者の割合は全体では 22.8%であった。年齢階級別には、40 歳未満；11.5%、40 歳代；20.6%、50 歳以上；43.0%となっており、高齢になるに従いその割合は上昇していた（図 2、表 1）。

Met-s を示す者の割合は、ウエスト周囲長の基準を 90cm 以上、85cm 以上、80cm 以上、75cm 以上とした場合、全体ではそれぞれ 0.6%、1.1%、2.3%、3.7%であり、もっとも基準のきつい 75cm 以上でも、3.7%と低かった。年齢階級別には、高齢になるに従いその割合は上昇していた（図 3、表 1）。

ウエスト周囲長の基準を 80cm とした場合、各診断項目の有病割合およびそれらの組合せの有病割合を図 4 に示した。有病割合で多いのは、高コレステロール低 HDL コレステロール、高血圧、高血糖、過腹囲の順であった。

### 2) Met-s と単項目間の関連

Met-s の有病状況と年齢および食事関連の生活習慣各項目とのクロス集計を年齢階級別に行い、それぞれの関連を  $\chi^2$  検定（2 × 2 クロス表のときはフィッシャーの直接確率）を用いて検討した（表 2～13）。

Met-s の有病割合と有意な関連が認められたのは、年齢、飲酒頻度であった。

### 3) 多重ロジスティック回帰分析結果

Met-s と関連する因子を調べるために、各診断基準すべてにおいて正常域の者を基準とし



て多変量ロジスティック回帰分析を行った（表 13）。Met-s と有意な（ $p < 0.05$ ）正の関連を示した変数は年齢と朝食としての主食（米食）であり、有意な負の関連を示したのは、飲酒頻度、みそ汁の摂取頻度であった。

#### D. 考察

##### 1) Met-s の有病状況について

本研究において、腹囲によって判定される腹部肥満者の割合は、国民健康栄養調査結果より低かった。本研究対象者の女性の身体活動が、国民健康栄養調査対象女性の身体活動より高く、その結果腹部肥満の割合が低いものと考えられる。

Met-s の構成項目である腹部肥満、高血圧、脂質異常、高血糖それぞれの有病割合は、本研究対象集団では、脂質異常（22.8%）、高血圧（16.8%）、高血糖（13.3%）、腹部肥満（9.2%）であり、脂質異常が最も高かった。特に閉経を経験した者が多いと考えられる 50 歳以上では 43%の者に脂質異常が観察されている。このことから、本研究対象集団のような女性においては、腹部肥満を基調とした Met-s のみに注目すると、腹部肥満を伴わない脂質異常、高血圧、高血糖を見逃すことになる。

##### 2) Met-s と関連する因子

Met-s の有病状況と各生活習慣項目との単項目間関連や多重ロジスティック分析結果から、年齢が高いこと、飲酒頻度が低いこと、みそ汁の摂取頻度が低いこと、朝食として主に米食を中心としていることが、Met-s の有病割合を高めることが示唆された。しかしながら、本結果はベースライン調査時における断面的な結果であることから、確定的な結果とするために、今後追跡データを積み重ね、縦断的な検討を行っていくこととしている。

#### E. 結論

女性看護職 18629 名を対象として、Met-s の有病状況を検討した結果、その有病割合はウエスト周囲長の基準を 80cm としたとき、9.2%であったが、この割合は、BMI25 以上の者の割合 13.5%より低かった。また、この割合は、脂質異常、高血圧、高血糖の割合より低く、腹部肥満のみに注目すると、これらを見逃す可能性が示唆された。

Met-s の有病状況と各生活習慣項目との関連を検討した結果、年齢が高いこと、飲酒頻度が低いこと、みそ汁の摂取頻度が低いこと、朝食として主に米食を中心としていることが、Met-s の有病割合を高めると示唆されたが、今回の検討は断面的なものであるため、今後追跡データを積み重ね、縦断的な検討を行っていくこととしている。

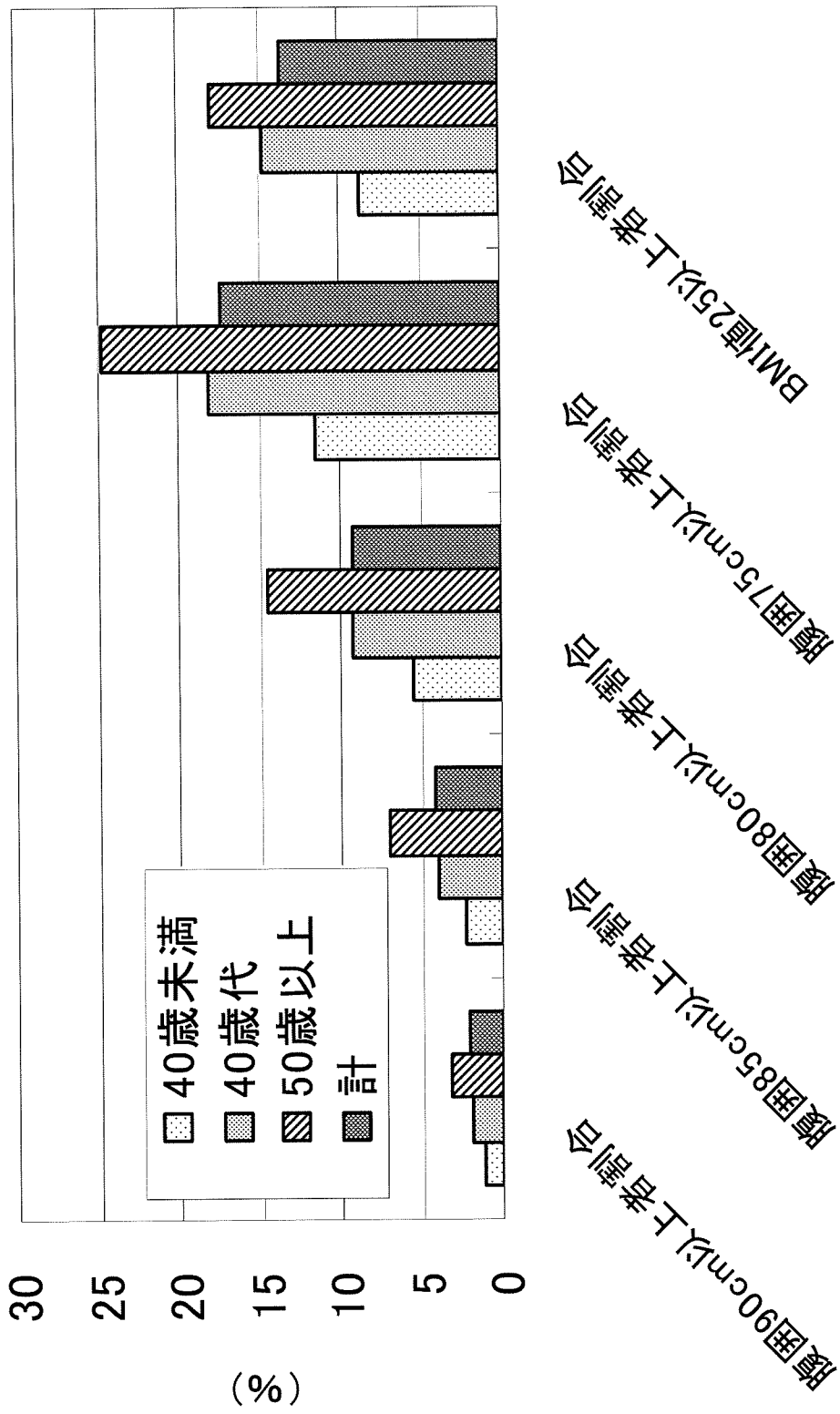


図1 年齢階級別にみた腹囲およびBMIの状況

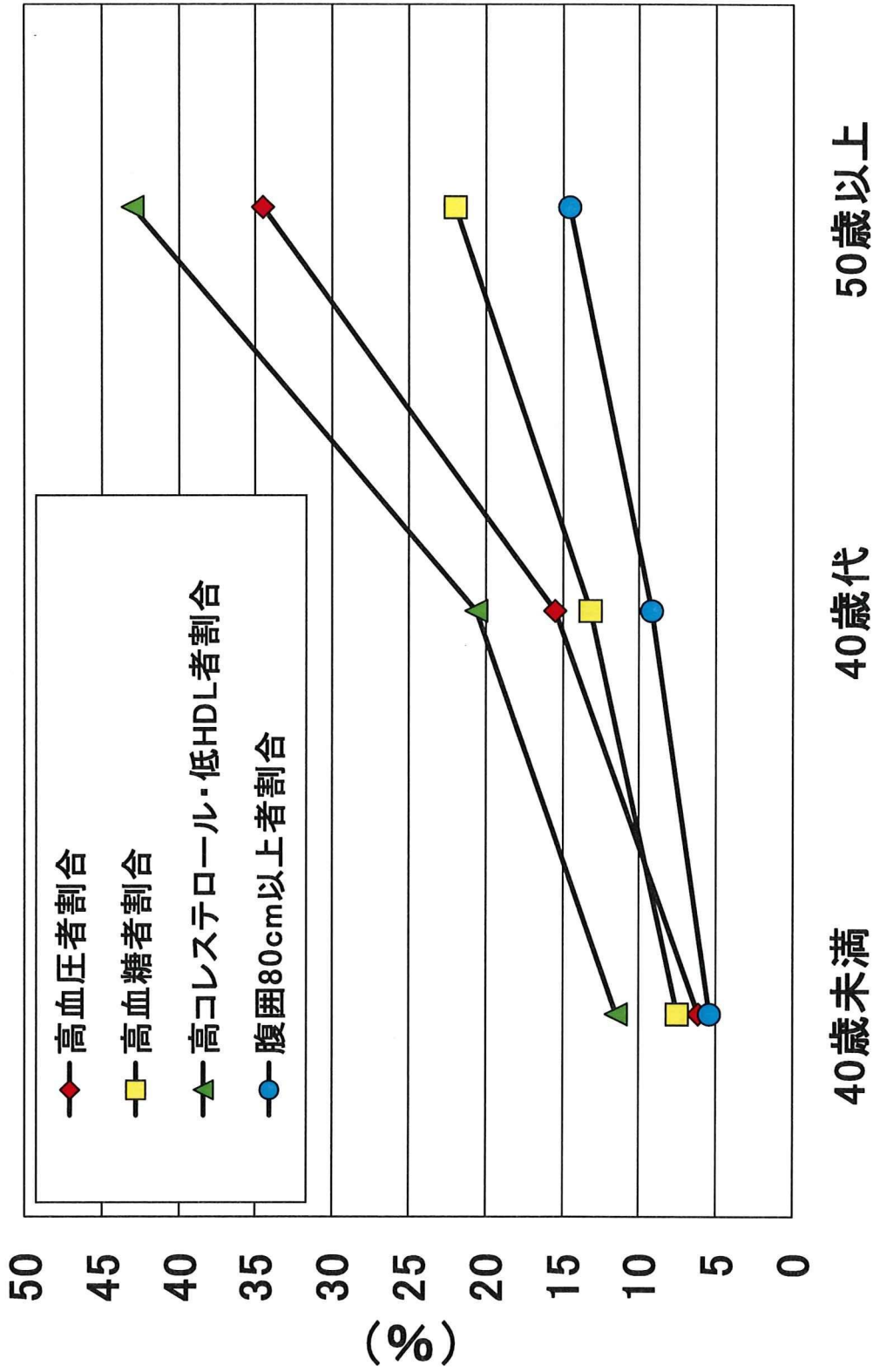


図2 年齢階級別にみた各項目の有病割合

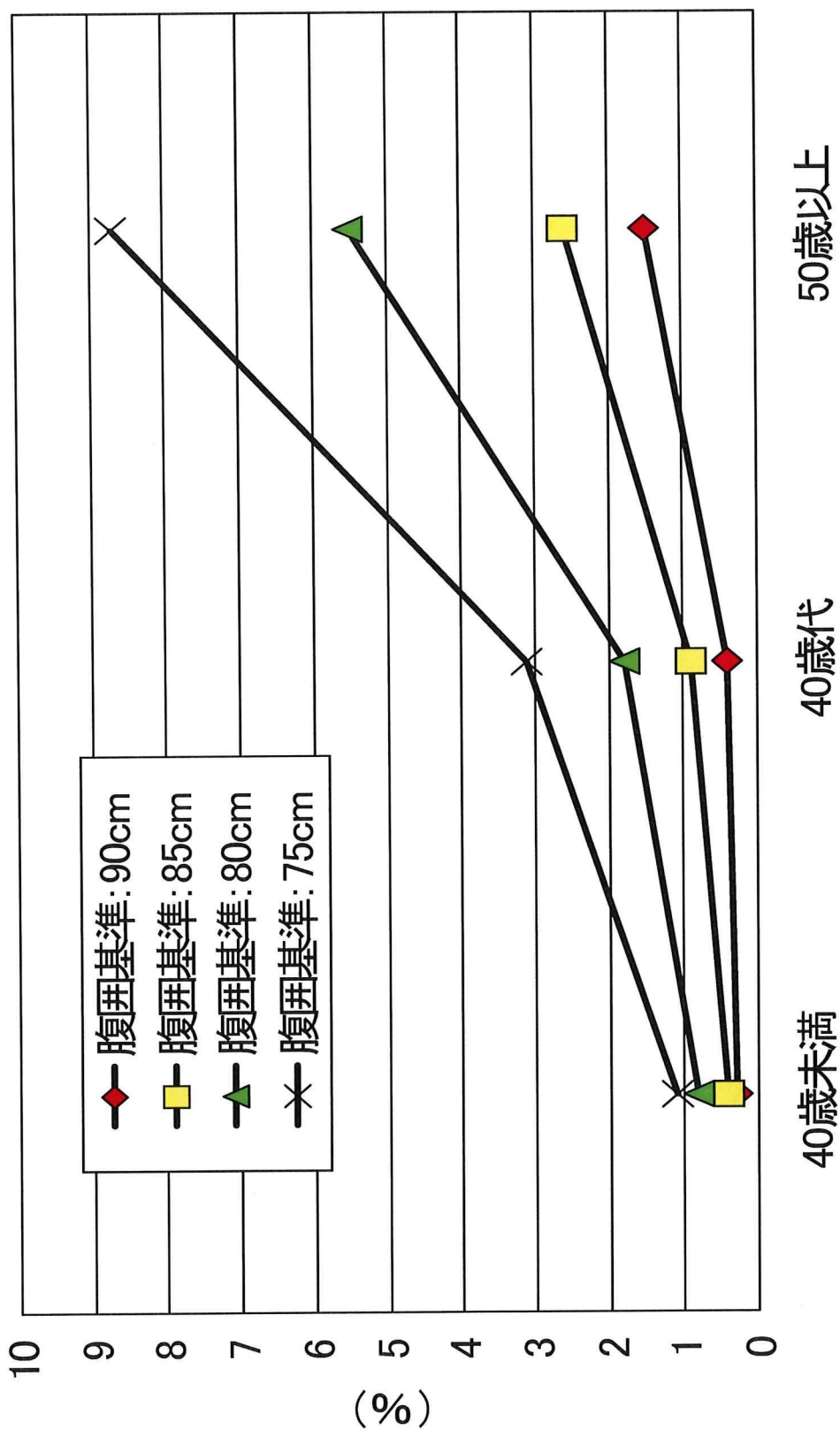


図3 腹囲基準別に見たMet-s有病状況