

ヒグチ ミツル
樋口 満

共同研究者

坂本静男

(早稲田大学スポーツ科学学術院 教授

(スポーツ医学・医師))

河野寛

(早稲田大学スポーツ科学学術院 助手

(スポーツ生理学))

浅香明子

(早稲田大学スポーツ科学研究科 大学院生

(スポーツ健康科学))

藤本恵理

(早稲田大学スポーツ科学研究科 大学院生

(スポーツ栄養学))

略 歴

1971年3月 名古屋大学理学部化学科卒業

1975年3月 東京大学大学院教育研究科修士課程修了

1987年3月 教育学博士(東京大学)

1987年1月～2003年3月

厚生省国立栄養研究所 研究員、室長、部長

(現 国立健康・栄養研究所)

2003年4月～ 早稲田大学スポーツ科学部教授

(現 スポーツ科学学術院)

中高年の飲酒・食事及び運動・スポーツのライフスタイルが
メタボリックシンドローム・リスクに及ぼす影響

Association between lifestyle and metabolic syndrome risk factors
in middle-aged and older people

Physical fitness, physical activity, energy intake, and alcohol intake are associated with the risk factors of metabolic syndrome (MS). However, little is known about which factor is the stronger predictor in middle-aged and older people. The purpose of this study was to examine the association between lifestyle, physical fitness and the MS risk factors in middle-aged and older people. Subjects included 114 Japanese men aged 30–74 years (mean±SD, 56±12 years). The subjects were divided into four groups according to alcohol intake status and aerobic fitness level. Aerobic fitness was assessed by measuring the maximal oxygen uptake (VO₂max). Handgrip strength was measured as an index of muscle strength. Dietary habit and alcohol intake were assessed by BDHQ questionnaire form. The visceral fat cross-sectional area was evaluated by MRI, blood pressure, fasting HDL-cholesterol, triglyceride, glucose were measured as indices of MS risk factors. MS score was calculated by a number of the risk factors from criteria value of MS. In the all pooled subjects, age, BMI, VO₂max and alcohol intake were significantly correlated with MS score. After adjusting for age and BMI, multiple linear regression analysis revealed that VO₂max and alcohol intake were significantly correlated with MS score, explaining 29% and 25% of the variance, respectively. Higher alcohol intake group had higher MS score than lower

alcohol intake group. However, MS score in High fitness-High alcohol group was similar to that of Low fitness-Low alcohol group. In conclusion, aerobic fitness and alcohol intake are significant predictors of metabolic syndrome in middle-aged and older people, but higher aerobic fitness may be preventive to metabolic syndrome even with high alcohol intake.

はじめに

平成20年4月から、内臓脂肪型肥満を問題としたメタボリックシンドローム（以下MS）の早期予防を目的とした特定健康診査が始まり、MS該当者に対しては、運動や食事等の生活習慣改善を目的とした保健指導が行われている。MS該当者は、冠状動脈疾患、心血管疾患による死亡率、および総死亡率のリスクが高いことが報告されており¹⁾、平成19年度国民健康・栄養調査²⁾において、MSは女性に比べて男性で該当者が多く、男性の2人に1人はMSが強く疑われる、あるいはその予備群であるといわれている。

日本人を対象としたMS危険因子保有数と心肺体力および運動習慣との関連における研究において、高い心肺体力の保持や規則的な運動習慣が、MSを予防できる可能性が示唆されている³⁾。食習慣に関する研究では、MS該当者は、非該当者と比較して、エネルギー摂取量が変わらないが、摂取脂肪エネルギー比が高いことが報告されている⁴⁾。また、日本人男性において、過剰なアルコール摂取はMS発症リスクと関連し⁵⁾、さらに、喫煙者は非喫煙者と比較してMS発症リスクが高いことが示唆されている⁶⁾。このように、MS関連因子として様々なライフスタイルが挙げられるが、ライフスタイルとMSとの関連を包括的に検討した研究はほとんどない。

したがって、本研究では、中高年男性におけるMSと様々なライフスタイルとの関連性を包括的に検討し、飲酒・食習慣および体力や運動習慣、喫煙習慣といったライフスタイル要素において、メタボリックシンドローム危険因子と最も関連がある要素を明らかにすることを目的とした。

方 法

本研究は、自立した生活を送っており、体力測定が可能である30～74歳の日本人中高年男性146名を対象とし、後述するすべての測定項目を満たした114名を解析対象とした。本研究は、早稲田大学スポーツ科学学術院「人間を対象とした研究倫理委員会」の承認を受け、ヘルシンキ宣言の精神に則って行われた。被験者には事前に測定の実施目的と内容を説明し、書面により同意を得た後、後述する身体計測、最大酸素摂取量の測定、および身体活動量の測定、アンケート調査を実施した。

対象者の身長、体重および体脂肪率（Inner ScanBC-600：タニタ）を測定し、得られた身長と体重からBMI（体重(kg)/身長(m)²）を算出した。

心肺体力の指標は、自転車エルゴメータを用いて漸増負荷法により測定した体重あたりの最大酸素摂取量（VO₂max）とし、また筋力の指標は握力とした。

本研究では運動習慣に関連する指標として、1日当たりの歩数とエネルギー消費量を用いた。歩数とエネルギー消費量は、加速度計ライフコーダ（Kenzi Lifecorder-Ex：スズケン）と自記式の身体活動調査票を使用して定量化した。

食習慣および飲酒習慣の評価は、簡易型食事歴法質問票 (BDHQ)を用いて過去1ヶ月間の食・飲酒習慣を調査し、1日のエネルギー摂取量、摂取脂肪エネルギー比、アルコール摂取量を評価した。

検査実施前夜から絶食状態を保ち、検査実施日の早朝安静時に、自動血圧計を用いて血圧の測定を2回行い、その後肘静脈より採血を行った。検査項目は、MSの血中脂質異常の診断項目である、血清HDLコレステロール濃度および血清中性脂肪濃度、空腹時血糖濃度であり、解析は(株)SRL社および(株)BML社に依頼して行った。

腹囲は布製のメジャーを用いて、0.1cm単位で測定した。測定部位は臍の中心を通る水平周径とした。測定中は、メジャーが腹部に食い込まないように注意しながら、立位呼吸時に2回測定し、その平均値を算出した。また、臍位内臓脂肪断面積の測定は、1.5TのMR装置 (Signa、General Electric社製)を用いて実施した (T1強調画像；繰り返し時間：140msec、エコー時間：12.3秒、FOV：480mm、マトリクス：512×512)。取得した画像は、画像解析ソフトウェア (SliceOmatic V4.3、Tomovision社製)を用いて、同一の検者が横断面積を算出した。

MS危険因子保有数は、メタボリックシンドローム診断基準検討委員会⁷⁾によって発表された基準値を基に、以下の1)～4)の各項目に該当する場合は「1」と数え、4項目の合計値として評価した：

- 1)内臓脂肪蓄積；内臓脂肪面積が 100cm^2 以上、
- 2)高血圧；収縮期血圧が 130mmHg 以上、または拡張期血圧が 85mmHg 以上、
- 3)血中脂質異常；中性脂肪 150mg/dL 以上、またはHDLコレステロールが 40mg/dL 未満、
- 4)空腹時高血糖；血糖が 110mg/dL 以上。

データは平均値±標準偏差で示した。MS危険因子保有数と身体組成、体力、運動習慣、食・飲酒習慣、喫煙習慣について、各因子間の相関関係をピアソンの相関係数で表した。BMIを調整した上で、MS危険因子保有数と関連因子との関係性の強さを検討するために、目的変数にMS危険因子保有数、説明変数には年齢、BMI、 VO_2max 、握力、歩数、エネルギー消費量、エネルギー摂取量、摂取脂質エネルギー比、アルコール摂取量、喫煙習慣の因子を投入し、強制投入法による重回帰分析を行った。いずれの場合も統計的有意水準は5%未満とした。

結果と考察

(1)対象者の特性

対象者の特性を【Table 1】に示した。平均年齢は56歳、身体組成に関する指標であるBMIの平均値は 24.0 kg/m^2 であったが、範囲は $19.0 \sim 33.7\text{ kg/m}^2$ と様々な体格のものが含まれていた。

体力に関する指標の平均値は、体重あたりの VO_2max が 33.3mL/kg/min であり、2006年に厚生労働省から発表された「健康づくりのための運動指針2006」⁸⁾における、50歳代の健康づくりのための VO_2max の基準値 34mL/kg/min に近い値であった。また、握力の平均値は 46kg であり、日本人男性55～60歳の平均と同程度であった。

食習慣に関する指標についての平均値は、エネルギー摂取量が 2182kcal/日 であり、日本人成人男性の平均 2105kcal とほぼ同程度であったが、アルコール摂取量は 25.6g/日 であり、適度な飲酒量の 20g をやや上回った。また、週に3回以上の飲酒習慣のある人の割合は70.2%であり、国民健康・栄養調査²⁾での35.9%を大きく上回っていた。

一方、喫煙者数は114名中12名であり、日本人男性喫煙者25.9%に対して本研究対象者では10.5%と大きく下回った。

運動習慣に関する指標についての平均値は、歩数が9772歩/日と、健康のために推奨されている1日に1万歩に近い値であり、エネルギー消費量は2186kcal/日で摂取カロリーとほぼ等しい値となった。

MS危険因子に関する平均値は、内臓脂肪面積が110cm²であり、この指標のみ平均値がMS基準値を超えていた。本研究では、内臓脂肪蓄積の指標はMRI法を用いた内臓脂肪面積としたが、簡易に測定できる腹囲とは、非常に高い相関関係を示し ($r = 0.777, p < 0.001$)、腹囲の平均値も86cmとMS基準値を超えていた。また、各因子においてMS基準値を超えていたものの人数は、内臓脂肪蓄積が65名 (57%)、収縮期血圧が20名 (18%)、拡張期血圧が2名 (2%)、中性脂肪濃度が57名 (50%)、HDLコレステロール濃度が41名 (36%)、空腹時血糖値が16名 (14%)であった。MS危険因子保有数の平均値は1.4であった。

	All (n=114)	Range
Age (yr)	56 ± 12	(30 – 74)
BMI (kg/m ²)	24.0 ± 2.5	(19.0 – 33.7)
Body fat (%)	21.2 ± 4.0	(10.8 – 32.4)
VO ₂ max (mL/kg/min)	33.3 ± 6.1	(20.8 – 44.4)
Hand grip strength (kg)	46 ± 7	(31 – 68)
Step counts (step/day)	9757 ± 3263	(2949 – 17813)
Energy expenditure (kcal)	2186 ± 262	(1654 – 3078)
Energy intake (kcal)	2182 ± 636	(963 – 4608)
Total fat energy intake (%)	26 ± 5	(13 – 37)
Alcohol intake (g)	25.6 ± 23.9	(0 – 100.9)
Number of smoker	12	
WC (cm)	86 ± 7	(71 – 107)
VF (cm ²)	110 ± 45	(19 – 245)
SBP(mmHg)	131 ± 16	(101 – 176)
DBP(mmHg)	82 ± 11	(59 – 107)
TG (mg/dL)	119 ± 103	(32 – 779)
HDL-C (mg/dL)	60 ± 12	(30 – 90)
Glucose (mg/dL)	100 ± 18	(74 – 199)
MS score	1.4 ± 1.1	(0 – 4)

Values are mean ± SD;

BMI, body mass index; WC, waist circumference; VF, visceral fat; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; TG, triglyceride; HDL-C, HDL-cholesterol; MS, metabolic syndrome

Table 1 The characteristics of subjects

(2)メタボリックシンドローム危険因子と関連諸因子との関係

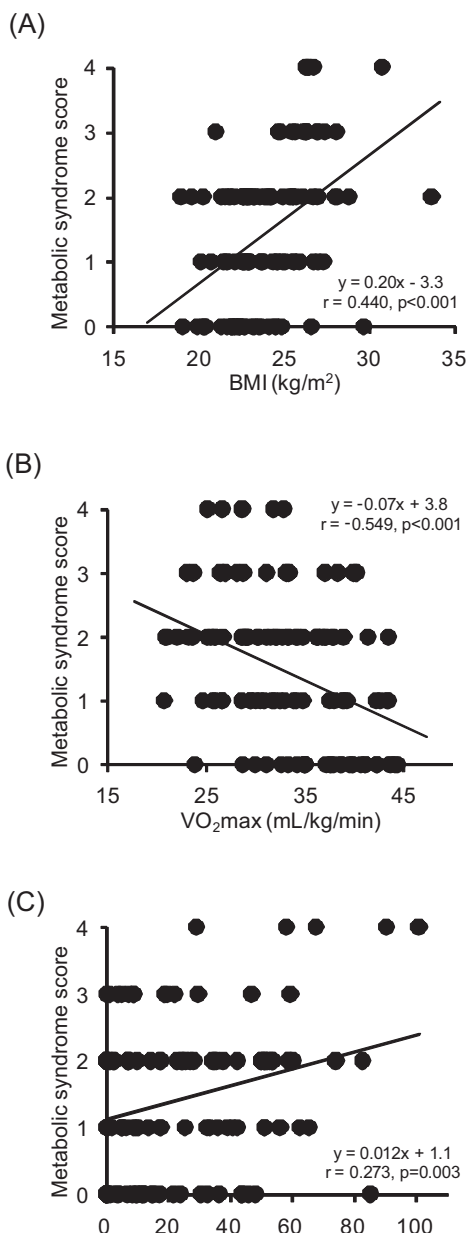
次に、MS危険因子とそれに関連する諸因子との関係を、単相関分析によって検討した。

年齢は、VO₂max($r = -0.218$, $p = 0.020$)、握力($r = -0.436$, $p < 0.001$)、エネルギー消費量($r = -0.396$, $p < 0.001$)と負の相関関係を示し、MS危険因子保有数($r = 0.268$, $p = 0.004$)と正の相関関係を示した。MS各危険因子について、年齢は、収縮期血圧($r = 0.262$, $p = 0.005$)および血糖値($r = 0.205$, $p = 0.029$)と有意な正の相関関係が認められた。

体格の指標であるBMIは、MS危険因子保有数と高い相関関係を示し($r = 0.440$, $p < 0.001$)【Fig.1(A)】、また、BMIは体脂肪率($r = 0.852$, $p < 0.001$)や内臓脂肪面積($r = 0.696$, $p < 0.001$)とも非常に高い相関関係を示した。さらに、BMIは血糖値を除いたすべてのMS危険因子と有意な正の相関が認められた。これらの結果から、BMIが体脂肪量を強く反映し、その結果、MS危険因子保有数と関連したと考えられる。

本研究において、MS危険因子保有数と相関関係が認められたものは、VO₂max($r = -0.549$, $p < 0.001$)とアルコール摂取量($r = 0.273$, $p = 0.003$)のみであった【Fig.1 (B), (C)】。VO₂maxおよびアルコール摂取量は、血糖値を除くすべてのMS危険因子と有意な相関関係が認められた。アルコール摂取に関する研究において、アルコールを全く飲まない人に比べ、適度な飲酒をするの方が総死亡リスクは低いことが報告されている¹⁰⁾。しかし、適量をを超えてアルコールを摂取すると、アルコールを全く飲まないのと同程度あるいはそれ以上に総死亡リスクが高まり、アルコールと死亡リスクはJカーブを描くことが示唆されている。また、アルコール摂取量によっていくつかの群に分類してメタボリックシンドローム罹患率を比較した研究においても、少～中量摂取群のMS発症リスクは、全く摂取しない群と同程度もしくは低く、過剰摂取群はMS発症リスクが著しく増加することが報告されており、総死亡リスクと同様、メタボリックシンドロームに関してアルコールはJカーブを描くことが示唆されている¹¹⁾。したがって、先行研究および本研究結果から、適量を超えるような過剰なアルコール摂取量はMSリスクを高めることが示唆される。

一方、先行研究において、MSと関連がみられた



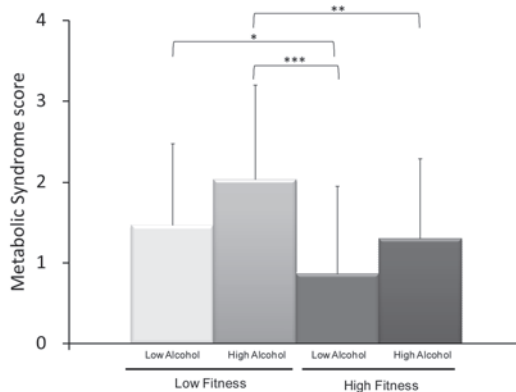
【Fig.1】 The relationships between metabolic syndrome score and (A) BMI, (B) VO₂max, (C) Alcohol intake

運動習慣³⁾、食習慣⁴⁾、喫煙習慣⁶⁾においては本研究ではMS危険因子保有数との関連は認められなかった。しかし、運動習慣においては、VO₂maxと歩数 ($r = 0.196, p = 0.036$) およびエネルギー消費量 ($r = 0.260, p = 0.005$) との間に有意な正の相関関係が認められた。したがって、運動習慣はMSの独立した予測因子にはなりえないが、運動量をあげることにより心肺体力が向上してMSの予防につながる、あるいは心肺体力を向上させるような運動を行えばMSが予防できる可能性が示唆される。

食習慣に関して、本研究の対象者の摂取脂肪エネルギー比を見てみると、全体の平均値が26%であり、MS該当者の平均値は28%であった。Freire et al.は、MS該当者は非該当者と比較して摂取脂肪エネルギー費が高いことを報告しているが、その値は30%を超えるものであった⁴⁾。したがって、本研究におけるMS該当者は比較的摂取脂肪エネルギー比が低く、MS危険因子に影響を及ぼさなかった可能性が考えられる。また、喫煙習慣においても、本研究では喫煙者が非常に少なく、MS危険因子に影響を及ぼさなかったのかもしれない。

また、どの要素がMS危険因子と最も関連性があるか、年齢およびBMIで調整した上で重回帰分析を行った結果、VO₂maxおよびアルコール摂取量がMS危険因子保有数と有意な相関関係を示した。そのときの決定係数は0.636、標準化回帰係数 (β) は、BMIが0.33、VO₂maxが-0.29、アルコール摂取量が0.25であった。したがって、BMI、VO₂max、アルコール摂取量の順にMS危険因子保有数への寄与が高く、この3つの因子でMS危険因子保有数の64%が説明できることが明らかとなった。

さらに、VO₂maxとアルコール摂取量のMSへの影響を検討するため、VO₂maxとアルコール摂取量によって対象者を4群に分類した。VO₂maxは、「健康づくりのための運動指針2006」⁸⁾ で定められた年代別の健康づくりのためのVO₂max基準値を基に、その基準を満たしているか満たしていないかによって分類し、アルコール摂取量は適度な摂取量の目安とされる20g以下か超えているかにより分類した。4群のMS危険因子保有数を比較した結果、低アルコール摂取群と比較して高アルコール摂取群のMS危険因子保有数は高くなるが、高アルコール摂取・高体力群のMS危険因子保有数は低アルコール摂取・低体力群と変わらなかった【Fig.2】。したがって、本研究から、アルコール摂取量が多少多くても、心肺体力が高ければMS危険因子保有数の増加を抑制できる可能性が示唆された。



【Fig.2】 Metabolic syndrome score
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; One-way ANOVA

まとめ

本研究は、日本人中高年男性を対象に、飲酒・食習慣および体力や運動習慣、喫煙習慣といったライフスタイル要素において、メタボリックシンドローム危険因子と最も関連がある要素を明らかにすることを目的とした。その結果、心肺体力とアルコール摂取量は中高年におけるメタボリックシ

ドロームの独立した予測因子であるが、アルコール摂取量が多くても心肺体力が高ければ、メタボリックシンドロームを予防できる可能性が明らかとなった。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、財団法人アサヒビール学術振興財団よりご助成いただきましたことに、深謝いたします。

参考文献

- 1) Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA*. 288:2709-2716. (2002)
- 2) 厚生労働省健康局. 平成 19 年国民健康・栄養調査結果の概要. (2008)
- 3) 青山 友子, 浅香 明子, 石島 寿道, 河野 寛, 薄井 澄誉子, 坂本 静男, 田畑 泉, 樋口 満. 中高年者における心肺体力とメタボリックシンドローム危険因子との関係: "健康づくりのための運動基準 2006" を用いた検討. *体力科学*. 58:341-352 (2009)
- 4) Freire RD, Cardoso MA, Gimeno SG, Ferreira SR. Japanese-Brazilian Diabetes Study Group. Dietary fat is associated with metabolic syndrome in Japanese Brazilians. *Diabetes Care*. 28:1779-1785 (2005)
- 5) Yokoyama H, Hirose H, Ohgo H, Hibi T, Saito I. Effects of excessive ethanol consumption on the diagnosis of the metabolic syndrome using its clinical diagnostic criteria. *Intern Med*. 46:1345-1352 (2007)
- 6) Nakanishi N, Takatorige T, Suzuki K. Cigarette smoking and the risk of the metabolic syndrome in middle-aged Japanese male office workers. *Ind Health*. 43:295-301 (2005)
- 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. *日本内科学会雑誌*. 94:188-203 (2005)
- 8) 厚生労働省運動所要量・運動指針の策定検討会. 健康づくりのための運動基準 2006—身体活動・運動・体力—. (2006)
- 9) 文部科学省スポーツ・青少年局. 平成 20 年度体力・運動能力調査の概要. (2009)
- 10) Tsugane S, Fahey MT, Sasaki S, Baba S. Alcohol consumption and all-cause and cancer mortality among middle-aged Japanese men: seven year follow-up of the JPHC study cohort I. *Japan Public Health Center. Am J Epidemiol*. 150: 1201-1207 (1999)
- 11) Nakashita Y, Nakamura M, Kitamura A, Kiyama M, Ishikawa Y, Mikami H. Relationships of cigarette smoking and alcohol consumption to metabolic syndrome in Japanese men. *J Epidemiol*. 20:391-397 (2010)

