

体力・運動習慣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—

早稲田大学 樋口 満
(共同研究者) 同 坂本 静 男
同 薄井 澄 誉子
同 青山 友 子

Metabolic Syndrome Risk Factors in Relation to Fitness and Exercise Habits in Japanese Men and Women — Analysis based on “Exercise and Physical Activity Reference for Health Promotion 2006 (EPAR2006)” —

by

Mitsuru Higuchi, Sizuo Sakamoto, Tomoko Aoyama
Faculty of Sport Sciences, Waseda University

Chiyoko Usui,

*Consolidated Research Institute for Advanced Science and Medical Care,
Waseda University*

ABSTRACT

This study investigated 1) the association of cardiorespiratory fitness (CRF), muscle strength, and physical activity with metabolic syndrome risk score (MS-score), 2) the relation between the reference values established by “Exercise and Physical Activity Reference for Health Promotion 2006 (EPAR2006)” and MS-score.

Japanese adults, (139 men and 129 women) aged 20-69 participated in this study. Maximal oxygen uptake was measured as CRF, directly during a cycle ergometry test. Muscular strength was evaluated by measuring of handgrip strength (HGS). Both CRF

and HGS were calculated on the basis of body weight. Self reported physical activity (PA) with intensity of 3 METs or higher was expressed as METs · h/week. MS-score was counted by the number of MS risk factors (abdominal obesity, raised blood pressure, lipid abnormality, and raised fasting plasma glucose), according to the diagnostic criterion for Japanese-specific MS.

In the case of adjustment for age, logistic regression models revealed that MS-score was inversely correlated with CRF and HGS in men and women ($P < 0.05$), and inversely correlated with PA in only women ($P < 0.05$). Then, subjects were classified into the three groups by CRF levels based on “Reference values (RV)” and “Reference range (RR)” established in EPAR2006 as follows, High CRF (H) : higher than “RV” ; Medium CRF (M), below “RV” but within “RR” ; Low CRF (L), lower than “RR” . In men, M and L groups showed significantly higher MS-score than H group. In women, L group showed significantly higher MS-score than H and M groups. Men with low HGS (below current mean HGS of each age group) showed significantly higher MS-score than those with high HGS did.

These results suggest that MS risk could be increased when the CRF is lower than “Reference values” for men, but below “Reference range” for women, and below current mean HGS of each age group for men.

要 旨

本研究は、心肺体力・筋力・身体活動及びその“運動基準2006”における基準値と、メタボリックシンドローム (Metabolic syndrome, MS) のリスク数との関係を検討した。本研究には、20～69歳の日本人 (男性139人, 女性129人) が参加した。心肺体力 (最大酸素摂取量), 筋力 (握力), 1週間の身体活動 (生活活動・運動) 量を測定した。MSのリスク数 (内臓脂肪蓄積, 高血圧, 血中脂質異常, 高血糖) を評価した。年齢で調整したところ, 心肺体力および筋力は男女ともにMSリスク数と負の相関関係を示したが, 身体活動量は女性においてのみMSリスク数と負の相関関係を示した。また, 男性では心肺体力が“健康づくりのための最大酸素摂取量”の「基準値」より低いとMSリスクが高く, 女性ではその「範囲」

を下回っているとMSリスクが高く, 男性では筋力が各年代の平均値より低いとMSリスクが高いことが示唆された。

緒 言

心肺体力および筋力などの体力要素は, 総死亡リスクの減少と関連することが報告されている。心肺体力を高く維持することは, 生活習慣病を予防し, 主に循環器系疾患の死亡リスク減少に貢献することが示されている¹⁻⁶⁾。筋力は, 総死亡リスクの減少⁷⁾ との関連が示されている他, 骨粗鬆症・骨折の予防⁸⁾ においても一定の筋力が重要であることが示されている。一方, 身体活動は, 生活習慣病に対する予防効果^{9, 10)} および循環器系疾患の死亡リスク減少と関連する¹¹⁾ ことが明らかにされており, 心肺体力とは独立した生活習慣病の罹患予測因子であるといわれている³⁾。し

たがって、健康の維持・増進においては、身体活動を適切な量だけ実施しているとともに高い水準の心肺体力・筋力を獲得していることが重要であると考えられる。

我が国では、2006年に、“健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力—”(Exercise and Physical Activity Reference for Health Promotion 2006 (EPAR2006))が厚生労働省により提示され¹²⁾、健康の維持・増進に必要な体力として、心肺体力、筋力および身体活動量の基準が設定された。心肺体力は、“健康づくりのための最大酸素摂取量”の「基準値」および「範囲」を目標とすること、筋力については日本人の各年代の平均値以上に保つことを目標としている。身体活動については、生活活動(日常生活における労働、家事、通勤・通学、趣味など)と運動(体力の維持・向上を目的として、計画的・意図的に実施する活動)の2つに分類され、3METs以上の身体活動を対象としたときに、週に23METs・h以上、そのうち4METs・hは体力の維持、向上を目的として計画的、意図的に運動を実施することを目標としている。しかしながら、EPAR2006で作成手法として用いられたシステムティックレビューにおいて、日本人を対象とした研究は心肺体力に関するものはわずか3報⁴⁻⁶⁾、筋力に関するものは1報⁷⁾、身体活動量に関するものはわずか2報^{9,10)}であった。欧米と日本で、生活環境や遺伝的な背景が異なることを考慮すると、日本人の集団で、体力や身体活動に関するエビデンスを蓄積する必要があると思われる。

近年では、生活習慣病とともに、メタボリックシンドローム (Metabolic syndrome, MS) の概念が世界的に注目されている。MSは、内臓脂肪の蓄積、高血圧、血中脂質異常(高トリグリセリド、低HDLコレステロール)、高血糖などの動脈硬化危険因子が個人に集積した状態であり、2型糖尿病および循環器系疾患を助長し¹³⁾、循環器系疾

患による死亡および総死亡のリスクを高めることが示されている¹⁴⁾。欧米で行われた疫学研究では、最大酸素摂取量として評価した心肺体力が低い人では、MSの頻度が高いこと¹⁵⁾、筋力もMSの予測因子であること^{16,17)}が報告されている。さらに、中強度および高強度の身体活動量が多い人ではMSの危険率が低いという報告もある¹⁸⁾。

これらの欧米の研究をもとに考えると、EPAR2006における体力・身体活動の基準を満たす日本人の集団では、MSのリスクも低いと推測される。しかしながら、これまで日本人を対象に体力・身体活動量を測定してMSとの関係を検討した研究は少ない^{19,20)}。そこで、心肺体力・筋力・身体活動がMSリスクと関連するか否かを検討し、EPAR2006の基準値に基づいてMSリスクを比較・検証する必要がある。

我々はこれまで、日本人の体力・身体活動とMSの危険因子に関するデータを蓄積してきた。そのデータを用いて本研究では、心肺体力・筋力・身体活動とMSリスクとの関係について、さらにはEPAR2006の基準値とMSリスクとの関係を検証した。

1. 方法

1.1 被験者

本研究は、早稲田大学スポーツ科学学術院運動生化学研究室における体力測定および血液検査に参加した男女を対象被験者とした。被験者は、主に地域のシルバー人材センター、大学内の学生、教職員およびその関係者に募集の案内を配布して集められた。被験者のうち、自立した生活を送っており、体力測定への参加が可能である20~69歳の男性139人(20代:21人, 30代:24人, 40代:32人, 50代:27人, 60代:35人)および女性129人(20代:22人, 30代:20人, 40代:27人, 50代:32人, 60代:28人)の計268人を対象とした。対象には、重度の疾病を有している

表1 The characteristics of subjects.

	Men		Women	
N	139		129	
Age (yrs)	47 ± 14	(23 - 69)	47 ± 14	(22 - 69)
Height (cm)	170.5 ± 6.7	(154.5 - 188.0)	157.3 ± 5.7	(138.0 - 168.0)
Body weight (kg)	70.5 ± 10.6	(52.3 - 109.8)	53.9 ± 7.3	(36.4 - 77.2)
BMI (kg/m ²)	24.2 ± 3.1	(18.0 - 35.3)	21.8 ± 2.9	(16.3 - 32.7)
Body fat (%)	21.6 ± 4.7	(10.6 - 37.8)	29.4 ± 5.4	(19.1 - 46.5)
FM (kg)	15.6 ± 5.7	(6.0 - 41.5)	16.2 ± 5.1	(8.2 - 35.5)
FFM (kg)	54.9 ± 5.8	(42.2 - 70.0)	37.7 ± 3.3	(27.5 - 46.7)
$\dot{V}O_2$ max (L/min)	2.38 ± 0.48	(1.17 - 3.70)	1.47 ± 0.32	(0.78 - 2.67)
(mL/kgBW/min)	34.1 ± 6.91	(19.6 - 51.8)	27.4 ± 4.98	(16.0 - 40.0)
Handgrip strength (kg)	43.9 ± 6.6	(27.8 - 62.8)	26.9 ± 4.9	(17.0 - 43.6)
(kg/kgBW)	0.63 ± 0.10	(0.30 - 0.85)	0.50 ± 0.09	(0.28 - 0.79)
Physical activity (METs·h/wk)	22.4 ± 18.4	(0.0 - 83.9)	20.3 ± 14.0	(3.8 - 76.0)
Exercise (METs·h/wk)	7.6 ± 8.7	(0.0 - 40.0)	4.8 ± 8.1	(0.0 - 74.7)

Data are shown as mean ± SD (range). BMI indicates body mass index; $\dot{V}O_2$ max, maximal oxygen uptake.

者や、マスターズ競技会への参加を目標としたような激しいトレーニングを日常的に行っている者は含まなかった。

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2008年3月21日に受け、ヘルシンキ宣言の精神に則って行われた。被験者には、事前に測定の内容と内容を説明し、書面により同意を得た後に、後述する諸検査および体力測定を行った。

1. 2 身体計測および血液検査

身長、体重、体脂肪率、腹囲および血圧を早朝空腹状態で測定し、採血を行った。体脂肪率はインピーダンス法（部位測定インナースキャン BC600：タニタ、東京）によって測定した。腹囲は立位で臍位置にて、非伸縮性のメジャーを用いて0.1 cm単位で計測し、2回の平均値を腹囲の値とした。身長と体重より、BMI (Body mass index) を算出した。血圧は、椅座位で5分程度安静にした後、自動血圧計 (HEM-759P：オムロン、京都) によって測定した。被験者の上腕部にカフを巻きつけ、収縮期血圧 (Systolic blood pressure, SBP) および拡張期血圧 (Diastolic blood pressure,

DBP) を座位で2回ずつ測定し、それぞれの平均値を血圧の値とした。肘静脈から血液を採取した、トリグリセリド (Triglycerides, TG), HDLコレステロール (HDL cholesterol, HDL-C) および空腹時血糖 (fasting plasma glucose, BG) の分析は、(株) SRL, 東京に委託して行った。

1. 3 MSリスクの評価

MSリスクは、日本内科学会等によるMS診断基準に基づいて評価した²¹⁾。診断基準 (表2) における各項目の該当数をMSリスクスコアとした。なお、高血圧、血中脂質異常、糖尿病に対する薬剤治療を受けている場合は、それぞれの項目に含めた²¹⁾。

表2 Metabolic syndrome status in men and women.

	Men	Women
Abdominal obesity (WC ≥ 85cm for men and ≥ 90cm for women)	50 (65)	11 (14)
Raised blood pressure (SBP ≥ 130mmHg and/or DBP ≥ 85mmHg)	56 (78)	31 (40)
Lipid abnormality (TG ≥ 150mg/dL and/or HDL-C < 40mg/dL)	27 (38)	12 (15)
Raised fasting plasma glucose (BG ≥ 110mg/dL)	12 (16)	5 (7)
MS risk score	1.42 ± 1.14	0.59 ± 0.88

Data are shown as %(number) or mean ± SD. WC indicates waist circumference; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; TG, triglycerides; HDL-C, HDL cholesterol.

1. 4 心肺体力の測定

自転車エルゴメータを用いた漸増負荷法により測定した最大酸素摂取量 (Maximal oxygen uptake, $\dot{V}O_2\text{max}$) を心肺体力 (Cardiorespiratory fitness, CRF) の指標とした。ペダル回転数を60回転に設定し、心拍数110～120拍/分程度で5分間のウォーミングアップを行わせ、その後、疲労困憊に至るまで1分毎に15Wずつ負荷を増加した。運動中に、各運動負荷ステージの心拍数 (Heart rate, HR) と主観的運動強度 (Rating of perceived exertion, RPE) を求めた。運動中の呼気ガスは、呼吸代謝測定装置 (VO2000: Medical Graphics Corporation, Minnesota USA) を用いて分析した。運動負荷開始前には、分析器による自動ガス校正を被験者ごとに行った。2008年8月以降は、呼吸代謝測定システム (エアロモニタ AE300: ミナト医科学, 大阪) を用いて分析した。分析器の校正は、測定前に既知濃度の標準ガスを用いて行った。 $\dot{V}O_2\text{max}$ の判定基準は、1) 酸素摂取量のレベリングオフがみられること、2) 年齢から推定される最大心拍数 ($220 - \text{年齢} \pm 5$ 拍/分) に到達していること、3) 呼吸交換比が1.0以上であること、4) RPEが19もしくは20であること、この4指標のうち2つ以上を満たすこととした。得られた $\dot{V}O_2\text{max}$ の値は体重あたり (mL/kgBW/min) で評価した。

1. 5 筋力の測定

本研究では、握力を筋力 (Muscular strength) の指標とした。筋力は、測定の部位や方法によりその値は多岐にわたるが、掌握運動の等尺性最大筋力を測定する握力は、安全かつ簡便に測定可能である。また、握力は文部科学省のスポーツテストにおける性年齢別の平均値²²⁾ がまとめられているため、測定結果を全国的データと比較することが可能である。さらに、国際的にも疫学研究における筋力評価の指標として用いられていること

から、筋力として握力を測定した。測定は、握力計を用いて左右2回ずつ行い、高い方の値を平均した。分析には、体重で補正した握力を用いた。握力は体重と正の相関関係を、体脂肪量とは負の相関関係を示す¹⁷⁾。本研究においても体重との間に有意な正の相関関係が認められたので (男性: $P < 0.001$, $r = 0.376$, 女性: $P < 0.01$, $r = 0.293$)、握力を体重あたり (kg/kgBW) で評価した。

1. 6 身体活動量の測定

身体活動は、生活活動 (Nonexercise activity)・運動 (Exercise) の2つに分け¹²⁾、自己記入式の質問紙を用いて評価した。被験者には、生活活動・運動を、それぞれ「強い強度」、「やや強い強度」、「軽い強度」の3つに分類してもらい、その実施時間を記入してもらった。質問紙を回収後、強い生活活動・運動は6METs、やや強い生活活動・運動は4METs、軽い生活活動・運動は3METsとして換算し¹²⁾、1週間の生活活動および運動について3METs以上の強度の実施量 (METs・h/wk) を算出した。その際、身体活動の実施時間に休憩時間が考慮されていないため、各強度に基づいた身体活動の実施時間に一定の係数を乗じて ($h \times 1/3$) 補正した。なお、質問紙を回収できなかった男性11人、女性2人は身体活動量の分析から除外した。

1. 7 体力測定結果による被験者の分類

$\dot{V}O_2\text{max}$ の測定結果をもとに、被験者を“健康づくりのための最大酸素摂取量”の「基準値」および「範囲」によって3群に分類した； $\dot{V}O_2\text{max}$ が「基準値」以上を心肺体力が高い群 (High)、「範囲」内かつ「基準値」未満の心肺体力がやや低い群 (Medium)、「範囲」を下回る心肺体力が低い群 (Low)。また、被験者を男女ごとに各年代別の体重あたりの握力平均値²²⁾ で筋力が高い

表3 Association of cardiorespiratory fitness and muscular strength with metabolic syndrome risk score in men and women.

	Cardiorespiratory Fitness		Muscular Strength	
	Men	Women	Men	Women
Model A	-0.419 ***	-0.170 *	-0.363 ***	-0.326 ***
Model B	-0.291 **	-0.068	-0.245 **	-0.305 ***

Data are standardized β coefficients. Model A is adjusted for age; model B is adjusted for age plus cardiorespiratory fitness or muscular strength. * P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001

群 (High) と低い群 (Low) の2群に分類した。

含まれていた。

1. 8 統計処理

各測定項目の値は、平均値±標準偏差で示した。MSリスクと心肺体力・筋力との関係を検討するために、目的変数にMSリスクスコア、説明変数に年齢、心肺体力かつ/または筋力の因子を用いて、強制投入法による重回帰分析を行った。また、MSリスクと身体活動量との関係を検討するために、目的変数にMSリスクスコア、説明変数に年齢および身体活動量の因子を重回帰モデルに投入した。さらに、身体活動の因子を生活活動と運動の因子に分類して、年齢因子とともに説明変数として重回帰モデルに投入した。なお、説明変数を投入する際は、変動インフレーション因子 (VIF) を判断基準として多重回帰モデルに多重共線性がみられないことを確認した。心肺体力が異なる3群間の平均値の比較には、一元配置分散分析を用い、有意差が認められた項目には、Scheffeの事後検定を実施した。筋力が異なる2群間の平均値の比較には、対応のあるt検定を用いた。いずれの場合も統計的有意水準は5%未満とした。

2. 結果

男女ごとの身体的特性を表1に、MSリスクの状況を表2に示した。MSリスクスコアの平均値についてみてみると、男性では1.42、女性では0.59と、男性は女性より約2.4倍高い値を示した。なお、本研究には、高血圧、血中脂質異常、糖尿病に対する薬剤治療をうけている被験者が、男性ではそれぞれ10% (14人)、2% (3人)、4% (5人)、女性では5% (7人)、7% (9人)、0% (0人)

2. 1 体力とMSリスクとの関係

表3の左側に、心肺体力とMSリスクとの関係を、右側に筋力とMSリスクとの関係を示した。Model Aでは、年齢を説明変数の一つとして投入して年齢因子で調整したところ、男女においてMSリスクスコアは心肺体力 (男性: P<0.001, 女性: P<0.05) および筋力 (男女ともにP<0.001) と有意な負の相関関係を示した。

Model Bでは、年齢とともに筋力を説明変数として投入して心肺体力とMSリスクとの関係を年齢および筋力因子で調整したところ、男性のみ心肺体力とMSリスクスコアとの間に有意な負の相関関係が認められた (P<0.01)。また、Model Bでは、年齢とともに心肺体力を説明変数として投入して筋力とMSリスクとの関係を年齢および心肺体力因子で調整したところ、男女ともに筋力とMSリスクスコアとの間に有意な負の相関関係が認められた (男性: P<0.01, 女性: P<0.001)。

2. 2 EPAR2006とMSリスクとの関係

次に、EPAR2006の体力基準値とMSリスクとの関係を図1に示した。心肺体力の異なる3群間のMSリスクを比較した結果、図1のAに示したように、男女ともに心肺体力によってMSリスクスコアが異なることが認められた (男女ともP<0.001)。男性においてHigh群, Medium群, Low群の間にはすべて有意な差が認められ、心肺体力が低くなるにつれて、MSリスクスコアは高い値を示した。一方、女性においてLow群は、High群およびMedium群よりMSリスクスコアが有意

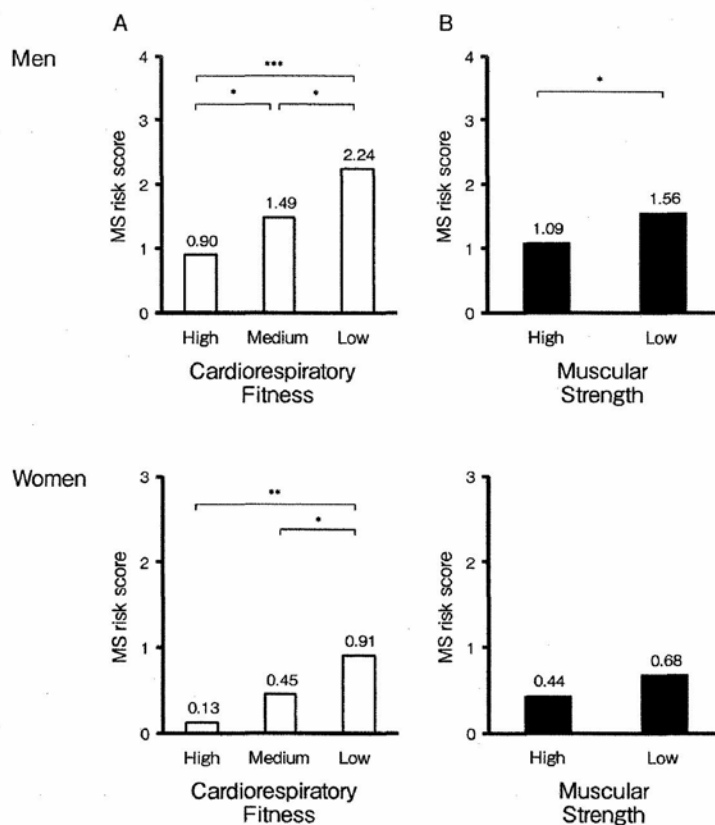


図1 Metabolic syndrome risk score in different levels of cardiorespiratory fitness and muscular strength in men and women.
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

に高い値を示した。

図1のBに示したように、筋力の異なる2群間のMSリスクを比較した結果、男性においては、各年代の平均値以上の群では平均値未満の群よりMSリスクスコアが有意に高かった ($P < 0.05$)。女性においては、両群間のMSリスクスコアに有意な差は認められなかった。

2.3 身体活動量とMSリスクとの関係

身体活動量・運動量とMSリスクとの関係を表4に示した。年齢の因子で調整したところ、男性においては身体活動量とMSリスクスコアとの間に有意な相関関係は認められなかったが、女性においては身体活動量との間に有意な負の相関関係が認められた ($P < 0.05$)。そこで、身体活動を、その構成要素である生活活動と運動に分類してMSリスクスコアとの関係を検討した結果、運動のみ有意な負の相関関係が認められた ($P < 0.05$)。

表4 Association of Physical Activity and Exercise with metabolic syndrome risk score in men and women.

	Men	Women
Physical activity (METs·h/wk) ¹⁾	-0.081	-0.155 *
Exercise (METs·h/wk) ²⁾	0.105	-0.206 *

Data are standardized β coefficients. ¹⁾ adjusted for age; ²⁾ adjusted for age plus nonexercise activity.
* $P < 0.05$

3. 考察

本研究では、268名の男女を対象に、心肺体力・筋力・身体活動量を横断的に評価し、MSリスクとの関係を検討するとともに、EPAR2006の基準値とMSリスクとの関係について検証した。

3.1 MSリスクの状態

2007年に行われた国民健康・栄養調査の結果によると、20～69歳でMSが強く疑われる者(腹囲+項目2つ以上該当)は、男性では約23%、女性では約7%とされている。本研究で対象とし

た被験者においては、男性の19% (26人)、女性の5% (6人) がMSに該当し、最近の国民健康・栄養調査結果におけるMSの該当率と比べてやや少ないものの、本研究の対象が極端に異なった集団ではなかったと考えられる。MSリスクスコアの内訳についてしてみると、男女ともに高血圧の頻度が最も多く、次に内臓脂肪蓄積または血中脂質異常の頻度が多く、高血糖の頻度は最も少なかった (表2)。

3. 2 体力とMSリスクとの関係

本研究では、男女いずれにおいても、心肺体力および筋力はどちらも年齢とは独立したMSリスクの予測因子として認められた (表3 Model A)。この結果は心肺体力の低い集団ではMSの頻度が高いというJurcaらの報告¹⁵⁾、また、体重あたりの筋力が低いことはMS該当者の特徴であるというMiyatakeらの報告²⁰⁾と一致する。

さらに、本研究においては男性の心肺体力および筋力は互いに独立したMSリスクの予測因子であることが認められた (表3 Model B)。このとき、心肺体力および筋力の標準化回帰係数は、それぞれ $\beta = -0.291$ と $\beta = -0.245$ であり、男性において2つの体力要素はMSリスクに対して同じ程度寄与している可能性が予測される。一方、女性において心肺体力は、筋力および年齢とは独立したMSリスクの予測因子ではなかった。したがって、女性においては、2つの体力要素のうち筋力のMSリスクに対する寄与がより高い可能性が示唆される。これらの結果から、体力とMSリスクとの関係は男性と女性では異なり、MSリスクの軽減に対して、男性では心肺体力も筋力も同じ程度重要であるが、女性では筋力の要素がより重要度が高い可能性が示唆される。

3. 3 身体活動量とMSリスクとの関係

本研究では、女性においてのみ、身体活動量は

年齢とは独立したMSリスクの予測因子として認められ (表4)、身体活動量のうちとくに運動の実施量がMSリスクに寄与している可能性が示唆された。したがって、女性では身体活動量のうち運動量の増加によって、MSリスクを軽減できる可能性が示唆される。

一方、本研究では男性において身体活動量とMSリスクとの関係を見出すことができなかった。その理由の一つに、男性においては身体活動量を正確に評価できていなかった可能性が考えられる。本来、自己記入式の質問紙は簡便で費用がかからないという利点があるものの、被験者の主観に左右され、必ずしも十分な妥当性があるわけではない²³⁾。本研究のような人数の集団について身体活動量を評価する場合は、加速度計法などのより客観的な方法を用いて身体活動量を評価する必要があると考えられる。

3. 4 EPAR2006とMSリスクとの関係

EPAR2006の基準値とMSリスクとの関係を検討した結果、男性では、心肺体力がEPAR2006に示された“健康づくりのための最大酸素摂取量”の「基準値」を下回っている群 (Medium, Lowに相当) では、「基準値」以上の群 (Highに相当) より、MSリスクが有意に高かった。女性では、「範囲」を下回っている群 (Lowに相当) では、上回っている群 (Medium, Highに相当) よりMSリスクが有意に高いことが示された。したがって、男性のMSリスク軽減には、「基準値」以上の心肺体力が必要である可能性が示唆される。一方、女性のMSリスク軽減には、少なくとも「範囲」の下限值以上の心肺体力が必要である可能性が示唆される。

筋力については、男性においては各年代別の平均値以上の筋力を有する群では、MSリスクが有意に低いことが示された。したがって、EPAR2006に示された各年代の平均値以上の筋力

を保持することで、男性のMSリスクは軽減される可能性がある。一方、女性においては、各年代別の平均値以上の筋力を有する群と、平均値未満の筋力を有する群とでMSリスクに差は認められなかった。したがって、各年代の平均値以上の筋力を保持することでは、女性のMSリスクの軽減には必ずしも結び付いていない可能性が考えられる。

本研究では腹囲、血中脂質、血圧および血糖などのMSの危険因子を並列に（同等に）評価しているが、今後、どのMS危険因子がどの体力要素ととくに関連が深いのか、さらにどの強度で実施された身体活動とMS危険因子との関連が深いのかについて検討する必要があるだろう。MSの各危険因子に対して、関連の深い体力要素や身体活動強度が明らかになれば、MSのタイプに応じたより具体的な運動処方が可能になるとと思われる。

4. まとめ

日本人男女を対象に、MSリスクと心肺体力・筋力との関係を検討した結果、男女ともに心肺体力だけでなく筋力も、年齢とは独立したMSリスクの予測因子であることが示された。本研究の結果より、男性では心肺体力が“健康づくりのための最大酸素摂取量”の「基準値」より低いとMSリスクが高く、女性ではその「範囲」を下回っているとMSリスクが高いことが示唆された。また筋力が各年代の平均値未満の場合、男性ではMSリスクが高いことが示唆された。身体活動量については、さらに客観的な方法で評価した上でMSリスクとの関係を検討する必要がある。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、研究助成を賜りました財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚くお礼申しあげます。また、本研究実施にあたり多大なご協力を頂きました独立行政法人国立デサントスポーツ科学 Vol. 31

健康・栄養研究所 田畑泉氏、および本研究にご協力いただいた被験者の皆様に心より感謝いたします。

文 献

- 1) Blair S.N., Goodyear N.N., Gibbons L.W., Cooper K.H. Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA.*, 252, (4), 487-490 (1984)
- 2) Blair S.N., Kohl H.W., 3rd, Paffenbarger R.S., Jr, Clark D.G., Cooper K.H., Gibbons L.W. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA.*, 262, (17), 2395-2401 (1989)
- 3) Talbot L.A., Morrell C.H., Metter E.J., Fleg J.L. Comparison of cardiorespiratory fitness versus leisure time physical activity as predictors of coronary events in men aged < or = 65 years and > 65 years. *Am. J. Cardiol.*, 89, (10), 1187-1192 (2002)
- 4) Sawada S., Tanaka H., Funakoshi M., Shindo M., Kono S., Ishiko T. Five year prospective study on blood pressure and maximal oxygen uptake. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.*, 20, (7-8), 483-487 (1993)
- 5) 澤田亨, 武藤孝司. 日本人男性における有酸素能力と生命予後に関する縦断的研究. *日本公衆衛生学雑誌.* 46, 113-121 (1999)
- 6) Sawada S.S., Lee I.M., Muto T., Matuszaki K., Blair S.N. Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes: prospective study of Japanese men. *Diabetes Care.*, 26, (10), 2918-2922 (2003)
- 7) Fujita Y., Nakamura Y., Hiraoka J., Kobayashi K., Sakata K., Nagai M., Yanagawa H. Physical-strength tests and mortality among visitors to health-promotion centers in Japan. *J. Clin. Epidemiol.*, 48, (11), 1349-1359 (1995)
- 8) Nguyen T.V., Eisman J.A., Kelly P.J., Sambrook P.N., Risk factors for osteoporotic fractures in elderly men. *Am. J. Epidemiol.*, 144, (3), 255-263 (1996)
- 9) Hayashi T., Tsumura K., Suematsu C., Okada K., Fujii S., Endo G., Walking to work and the risk for hypertension in men: the Osaka Health Survey. *Ann. Intern. Med.*, 131, (1), 21-26 (1999)

- 10) Okada K., Hayashi T., Tsumura K., Suematsu C., Endo G., Fujii S. Leisure-time physical activity at weekends and the risk of Type 2 diabetes mellitus in Japanese men: the Osaka Health Survey., *Diabet. Med.*, 17, (1), 53-58 (2000)
- 11) Paffenbarger R.S., Jr, Hyde R.T., Wing A.L., Hsieh C.C. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni., *N. Engl. J. Med.*, 314, (10), 605-613 (1986)
- 12) 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)
- 13) Sattar N., McConnachie A., Shaper A.G., Blauw G.J., Buckley B.M., de Craen A.J., Ford I., Forouhi N.G., Freeman D.J., Jukema J.W., Lennon L., Macfarlane P.W., Murphy M.B., Packard C.J., Stott D.J., Westendorp R.G., Whincup P.H., Shepherd J., Wannamethee S.G. Can metabolic syndrome usefully predict cardiovascular disease and diabetes? Outcome data from two prospective studies. *Lancet.*, 371, (9628), 1927-1935 (2008)
- 14) Ho J.S., Cannaday J.J., Barlow C.E., Mitchell T.L., Cooper K.H., FitzGerald S.J. Relation of the number of metabolic syndrome risk factors with all-cause and cardiovascular mortality., *Am. J. Cardiol.*, 102, (6), 689-692 (2008)
- 15) Jurca R., Lamonte M.J., Church T.S., Earnest C.P., Fitzgerald S.J., Barlow C.E., Jordan A.N., Kampert J.B., Blair S.N. Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men., *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36, (8), 1301-1307 (2004)
- 16) Wijndaele K., Duvigneaud N., Matton L., Duquet W., Thomis M., Beunen G., Lefevre J., Philippaerts R.M. Muscular strength, aerobic fitness, and metabolic syndrome risk in Flemish adults., *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39, (2), 233-240 (2007)
- 17) Sayer A.A., Syddall H.E., Dennison E.M., Martin H.J., Phillips D.I., Cooper C., Byrne C.D., Hertfordshire Cohort. Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the Hertfordshire Cohort Study., *QJM.*, 100, (11), 707-713 (2007)
- 18) Rennie K.L., McCarthy N., Yazdgerdi S., Marmot M., Brunner E. Association of the metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity., *Int. J. Epidemiol.*, 32, (4), 600-606 (2003)
- 19) Okura T., Nakata Y., Ohkawara K., Numao S., Katayama Y., Matsuo T., Tanaka K. Effects of aerobic exercise on metabolic syndrome improvement in response to weight reduction. *Obesity (Silver Spring)*, 15, (10), 2478-2484 (2007)
- 20) Miyatake N., Wada J., Saito T., Nishikawa H., Matsumoto S., Miyachi M., Makino H., Numata T. Comparison of muscle strength between Japanese men with and without metabolic syndrome., *Acta Med. Okayama.*, 61, (2), 99-102 (2007)
- 21) 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, (4), 188-203 (2005)
- 22) 文部科学省. 平成19年度体力・運動能力調査調査結果統計表., http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/10/08092414.htm (Accessed November 20, 2009)
- 23) 山村千晶. 身体活動量に関する質問票の妥当性について. 栄養学雑誌., 60, (6), 265-276 (2002)