

ファクターが3つ重積した場合に有意に減少し (34.2 ± 4.4ml/kg/min → 30.0 ± 4.1ml/kg/min、 $p < 0.001$ )、女性では2つ重積した場合に有意に減少した (30.4 ± 4.8ml/kg/min → 26.1 ± 5.6ml/kg/min、 $p < 0.001$ )。また、被験者の最大酸素摂取量を5段階に分類したところ、男性では最大酸素摂取量が35ml/kg/min、女性では26ml/kg/minを下回ったとき、MSのリスクファクターの保有数は有意に増加した (図2)。

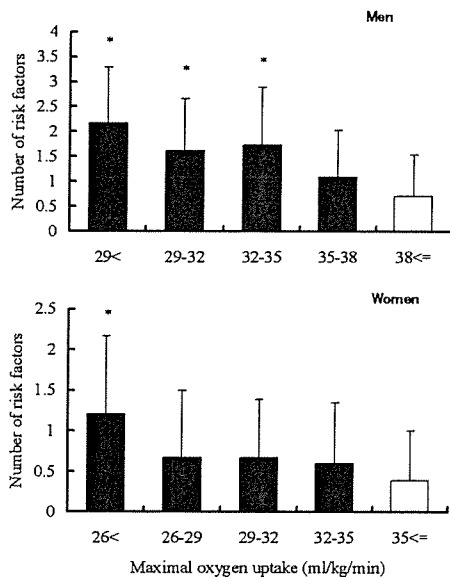


Figure 2. Maximal oxygen uptake and the number of risk factors of the metabolic syndrome. When the maximal oxygen uptake was less than 35 ml/kg/min in men and 26 ml/kg/min in women, the number of risk factors of metabolic syndrome was significantly increased (\*  $p < 0.05$ ).

PPARG の C1431T 多型における CT および TT (遺伝子変異) 群は、M 群および MP 群が 10 名 (17%)、N 群が 6 名 (10%) で、カイ 2 乗検定の結果、PPARG の C1431T 多型はメタボリックシンドローム発症者の割合が有意に高かった ( $p = 0.049$ 、表 3)。しかし、UCP1、ADRB3、および FABP2 ではその傾向は認められなかった。また、PPARG の C1431T 多型における CT および TT (遺伝子

変異) 群の BMI、MS のリスクファクター保有数は、N 群よりも有意に高かった ( $p < 0.05$ 、表 4)。しかし、UCP1、ADRB3、および FABP2 ではその差は認められなかった。被験者を体重あたりの最大酸素摂取量によって年齢別に高体力群と低体力群に分類したところ、PPARG の C1431T 多型の有無に関わらず低体力者では、高体力者よりも BMI が有意に高く、MS のリスクファクター保有数が多かった ( $p < 0.05$ 、図 3)。

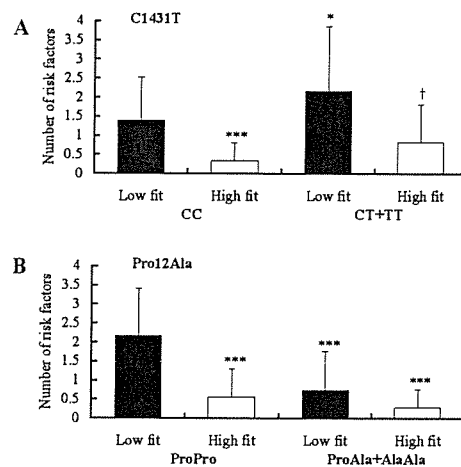


Figure 3. Cardiorespiratory fitness, obese-related gene (A: PPARG C1431T polymorphism, B: PPARG Pro12Ala polymorphism), and the risk factors of the metabolic syndrome. \*  $p < 0.05$ , \*\*\*\*  $p < 0.001$ , Significant difference in the low fit ProPro. †  $p < 0.05$ , Significant difference in the low fit CT+TT.

## E. 考察

本研究では、男性の MS 発症者は 85 名中 24 名 (28.2%)、女性は 271 名中 9 名 (3.3%) であった。また、男性の N 群では、腹部肥満の割合が 42.6% とリスクファクターの中で最も高い値を示したが、女性では腹部肥満の割合が 5.5% と非常に低く、TG 高値が 25.7% で最も高かった。この結果は、わが国の男性の MS 基準値は妥当であると考えられるが、女性の場合は対象となる人数が非常に少なく、スクリーニングとしては MS の予備群 (腹部肥満に加えリスクファクター 1 個以上) かもしくは TG が妥当である可

能性を示唆している。PPARG は、核内受容体ファミリーに属する転写因子であり、脂質代謝や糖質代謝、脂肪酸輸送に関連する遺伝子である (35)。その Pro12Ala および C1431T 多型は、ヒトにおいても比較的高い頻度で認められ、肥満や糖尿病との関連が指摘されている (2, 8-11, 16, 30)。しかし、Pro12Ala 多型ではインスリンレベルやインスリン抵抗性と関連したが、C1431T 多型では、その関連は認められなかったと報告も認められる (14)。本研究では、PPARG の C1431T 多型について解析したところ、BMI、ウエスト囲、および MS のリスクファクター保有数は遺伝子正常群 (wild type) と変異群 (GT+TT) との間に有意な差が認められた (表 4)。さらに本研究では、厚生労働省が発表した「健康づくりのための運動基準 2006」に従い、被験者を体力の高い群と低い群に分類した。そこで、肥満関連遺伝子多型で肥満フェノタイプとの有意な関係が得られた PPARG の C1431T 多型と体力水準との関係について検討したところ、低体力は PPARG の C1431T 多型の有無に関わらず高体力者よりも肥満しており、MS のリスクファクター保有数が多いという結果を得た (図 3)。この結果は、肥満関連遺伝子の多型の有無にかかわらず、MS を予防するためには体力、すなわち有酸素能力を高く保つことが重要であることを示している。

## F. 健康危険情報

問題なし。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- Sanada K., Kuchiki T., Miyachi M., McGrath K, Higuchi M. and Ebashi H. Effects of Age on Ventilatory Threshold and Peak Oxygen Uptake Normalised for Regional Skeletal Muscle Mass in Japanese Men and Women Aged 20-80 yrs. *Eur J Appl Physiol.* 99:475-83, 2007.
- 肥満関連遺伝子、身体組成、有酸素能力がメタボリックシンドロームに及ぼす影響. 真田樹義、田畑泉、宮地元彦、河野寛、鈴木克彦. *健康医科学*: No22, 50-61, 2007.

### 2. 学会発表

- 真田樹義、宮地元彦、鈴木克彦、樋口満、田畑泉 中高年男性を対象としたメタボリックシンドロームの発症と体力および身体組成との関係 第61回日本体力医学会 (2006.9、神戸)
- 谷本道哉、宮地元彦、真田樹義、河野寛 筋発揮張力維持法的なレジスタンストレーニング実践者の動脈・血管系機能に関する横断的研究 第61回日本体力医学会 (2006.9、神戸)
- 谷口裕美子、真田樹義 総筋量と活動量が女子大生の基礎代謝量に及ぼす影響 第61回日本体力医学会 (2006.9、神戸)
- Sanada K, Miyachi M, McGrath KF, Tabata I, Usui C, Higuchi M. Associations between regional skeletal muscle mass, muscle function, and bone mineral density in postmenopausal women. 11<sup>th</sup> Annual

- Congress of the European College of Sport Science (Lausanne, 2006.7)
- Yashiro K, Sanada K, Usui C, Tabata I, Higuchi M. Abdominal skeletal muscle and adipose tissue cross-sectional area measured by magnetic resonance imaging in older female swimmer. 11<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science (Lausanne, 2006.7)
  - Usui C, Miyatani M, Sanada K, Miyachi M, Tabata I, Higuchi M. Regularly performed swimming exercise does not induce increase of basal metabolic rate associated with soft lean tissue mass in postmenopausal women. 11<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science (Lausanne, 2006.7)
  - K. Sanada, M. Miyachi, C. Usui, M. Miyatani, H. Kawano, I. Tabata, M. Higuchi. Absence of age-related increases in the risk of lifestyle-related diseases in male rowers. 53rd Annual Meeting of the American College of Sports Medicine (Denver, 2006.6)

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

## 20歳から80歳までの男女1463名を対象とした骨格筋量と換気閾値との関係

分担研究者 樋口満（早稲田大学スポーツ科学学術院）  
研究協力者 真田樹義（早稲田大学生命医療工学研究所）  
鈴木克彦（早稲田大学人間科学学術院）

換気閾値（VT）は有酸素能の指標として、あるいは運動強度の目安として重要である。しかし、加齢によるVT低下の原因については十分な研究がなされていない。本研究の目的は、20歳から80歳の日本人男女1463名を対象にVTの参照値を示し、加齢によるVTの低下と骨格筋量との関係について報告することである。被験者は、都内フィットネスクラブに所属する健康な男女1463名（男性807名、女性656名、20～80歳、平均年齢 $49.3 \pm 13.5$ 歳）とした。VT、最大酸素摂取量（ $VO_{2peak}$ ）の測定は、Breath by breath法を用いた。運動はトレッドミル上での歩行とし、プロトコルはramp負荷法（3分間のW-up後、1分毎に速度と傾斜を交互に漸増）を用いた。VTは、運動負荷中の $VO_2$ の増加に対して $VCO_2$ が急激に増加するポイント、もしくは $VE/VCO_2$ が不変で $VE/VO_2$ が上昇するポイントとした。骨格筋量は超音波法を用い、Sanadaらの式（2006）を用いて推定した。全身および局所（体幹部、大腿部）骨格筋量は、男女とも年齢との間に有意な負の相関が認められた（全身骨格筋量は男性が年間0.13kg、女性が0.02kg減少し、大腿部骨格筋量は男性が年間0.052kg、女性が0.014kg減少した）。VTは、男女とも体重、FFMとの間には有意な相関は得られなかったが、大腿部骨格筋量との間には有意な正の相関が認められた。体重あたりのVTは男女とも有意な加齢低下が観察されたが、骨格筋量あたりではその低下が認められなかった。この結果は、VTの加齢低下の大部分が骨格筋量の低下に関係すると考えられ、VTを指標とした有酸素能の加齢低下を予防するためには骨格筋量の維持が重要であると考えられる。

### A. 研究目的

$VO_{2peak}$ は、多くの健康上の利益と関連し、また総死亡率、特に心血管系疾患による早期死亡を減少させる（Blair et al, 1989, 1995, Fletcher et al, 1992）。したがって、中高年者に対して $VO_{2peak}$ を測定し、評価する意義は大きい。しかし、 $VO_{2peak}$ を正確に測定するためには疲労困憊にいたる最大負荷運動の実施が必要であり、中高年者に対してこの測定を実施するには限界がある。換気閾値（VT）は、乳酸閾値（LT）と一致

することが知られており、中高年者においても呼吸循環能を直接測定できる重要な指標の1つである（McArdle et al, 2001）。また、運動指導の現場においても、安全で効果的な運動の下限強度として広く用いられている。最近の研究では、 $VO_{2peak}$ と同様にVTもまた、心血管系疾患の罹患率や死亡率の指標との関連が指摘されて始めている（Tuomainen et al 2005）。縦断的な研究デザインで $VO_{2peak}$ の加齢低下は、男性で年間0.43ml/kg/min、女性で0.19ml/kg/min、VT

の加齢低下は男性で年間 0.14ml/kg/min、女性で 0.11ml/kg/min と報告されている (Stathokostas et al, 2004)。このような VO<sub>2</sub>peak の加齢低下は、心拍出量や身体組成の変化とともに骨格筋量の低下との関連が指摘されているが (Frontera et al, 2000, Proctor and Joyner, 1997)、VT の加齢変化と骨格筋量との関係についての報告はみられない。さらに、日本人を対象とした VO<sub>2</sub>peak、VT、骨格筋量の参照値は現在のところ報告されていない。最近の我々の研究室では、超音波法を利用した全身および局所骨格筋量の簡易推定式を開発した。超音波測定に用いる装置は、非常に軽重量 (約 10kg) で測定時間も短く (約 10 分)、多数の被験者を安全に測定することができる。そこで本研究は、1) 日本在住の男女 1463 名を対象に全身の骨格筋量、VO<sub>2</sub>peak、および VT を測定し、有酸素能の加齢変化と骨格筋量との関係について検討すること、および 2) 全身骨格筋量および骨格筋量あたりの VO<sub>2</sub>peak、VT の参照値を作成することを目的とした。

## B. 研究方法

被験者は、都内フィットネスクラブに所属する健康な男女 1463 名 (男性 807 名、女性 656 名、20~80 歳、平均年齢 49.3±13.5 歳) とした (表 1)。

Table 1. Physical characteristics of subjects

Gender and age range (yrs)	n	Body mass (kg)	Fat free body mass (kg)	Body mass index (kg m <sup>-2</sup> )	% body fat (%)	Waist circumference (cm)
<b>Men</b>						
20-29	55	73.2 ± 10.7 †	60.3 ± 9.9 †	24.3 ± 3.3	18.2 ± 6.4	73.7 ± 6.7
30-39	110	72.0 ± 9.3 †	58.2 ± 6.2 †	24.3 ± 2.8	18.8 ± 5.4	75.2 ± 7.1
40-49	205	71.6 ± 9.6 †	58.3 ± 6.8 †	24.5 ± 3.1	18.2 ± 6.2	75.5 ± 7.2
50-59	205	70.5 ± 9.3 †	57.7 ± 6.1 †	24.7 ± 2.8	18.0 ± 5.3	70.1 ± 7.1
60-69	167	67.1 ± 7.3 †	55.3 ± 5.1 †	24.0 ± 2.2	17.4 ± 3.9	63.3 ± 6.3
70+	65	63.6 ± 5.8 †	52.9 ± 4.1 †	23.1 ± 1.7	16.6 ± 3.4	58.1 ± 5.6
All	807	69.9 ± 7.2 †	57.1 ± 6.2 †	24.3 ± 2.7	17.8 ± 5.3	67.4 ± 7.7
<b>Women</b>						
20-29	61	53.4 ± 5.8	40.6 ± 3.6	20.6 ± 2.3	23.5 ± 7.1	62.8 ± 9.1 †
30-39	158	52.4 ± 7.0	40.1 ± 3.9	20.5 ± 2.5	22.9 ± 6.8	65.7 ± 7.0 †
40-49	173	53.3 ± 6.6	40.0 ± 4.1	21.0 ± 2.4	24.2 ± 7.2	67.4 ± 8.1 †
50-59	150	53.0 ± 6.7	40.3 ± 3.8	21.4 ± 2.4	23.3 ± 5.8	69.3 ± 7.3
60-69	101	54.0 ± 6.6	40.0 ± 4.4	22.4 ± 2.6	25.8 ± 5.0	67.6 ± 6.6
70+	13	55.4 ± 5.0	41.5 ± 3.5	22.8 ± 2.2	24.9 ± 4.8	66.9 ± 5.9
All	656	53.2 ± 6.6 *	40.2 ± 4.0 *	21.2 ± 2.5 *	23.9 ± 6.4 *	78.4 ± 8.4 *

†, Significant difference in the 70-79-yr-old group (P < 0.05); \* Significant difference in all male subjects (P < 0.05).

VT、VO<sub>2</sub>peak の測定は、Breath by breath 法 (ミナト医科学社 AE-280S) により行った。運動は、トレッドミル上での歩行 (速度傾斜漸増法) とし、プロトコルは ramp 負荷法 (3 分間の W-up 後、1 分毎に速度と傾斜を交互に漸増) を用いた。VO<sub>2</sub>peak は、運動負荷中の心拍数と VO<sub>2</sub> の直線回帰式と推定最大心拍数 (220-年齢) を使用し、VT は、運動負荷中の VO<sub>2</sub> の増加に対して VCO<sub>2</sub> が急激に増加するポイント (Beaver et al, 1986)、もしくは VE/VCO<sub>2</sub> が不変で VE/VO<sub>2</sub> が上昇するポイントとした。

## C.D.E. 結果と考察

全身および局所 (体幹部、大腿部) 骨格筋量は、男女とも年齢との間に有意な負の相関が認められた (全身骨格筋量は男性が年間 0.13kg、女性が 0.02kg 減少し、大腿部骨格筋量は男性が年間 0.052kg、女性が 0.014kg 減少した、表 2)。

Table 2. Total and regional SM mass in men and women

Gender and age range (yrs)	n	Total SM mass (kg)	Trunk SM mass (kg)	Thigh SM mass (kg)
<b>Men</b>				
20-29	55	28.1 ± 3.3 †	11.6 ± 1.7 †	10.5 ± 1.3 †
30-39	110	26.5 ± 3.6 †	10.8 ± 1.8 †	9.9 ± 1.5 †
40-49	205	25.7 ± 3.1 †	10.4 ± 1.5 †	9.6 ± 1.4 †
50-59	205	24.8 ± 3.2 †	9.9 ± 1.4 †	9.2 ± 1.4 †
60-69	167	23.2 ± 2.5 †	9.3 ± 1.2 †	8.6 ± 1.1 †
70+	65	21.4 ± 2.1 †	9.2 ± 1.3 †	7.8 ± 1.0 †
All	807	24.8 ± 3.5	10.0 ± 1.6	9.2 ± 1.5
<b>Women</b>				
20-29	61	15.3 ± 2.1	6.3 ± 0.8	5.8 ± 0.8
30-39	158	14.6 ± 2.0	6.0 ± 0.8	5.6 ± 0.8
40-49	173	15.0 ± 2.5	6.1 ± 0.9	5.6 ± 0.9
50-59	150	14.6 ± 2.3	5.9 ± 0.8	5.4 ± 0.8
60-69	101	14.4 ± 2.6	5.9 ± 0.9	5.2 ± 0.9
70+	13	13.9 ± 2.7	5.8 ± 0.7	4.9 ± 1.0
All	656	14.7 ± 2.3	6.0 ± 0.8	5.5 ± 0.9

†, Significant difference in the 70-79-yr-old group (P < 0.05); \* Significant difference in all male subjects (P < 0.05).

VT は、男女とも年齢との間に有意な負の相関が認められた (男性は年間 0.09ml/kg/min、女性は年間 0.10ml/kg/min 減

少しした、図1)。

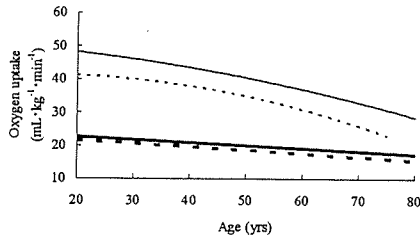


Figure 1. Relationship between age and cardiorespiratory fitness (VO<sub>2</sub>peak and VT) in men and women. The thin line indicates VO<sub>2</sub>peak and the heavy line VT. The solid line indicates men and the dashed line women. Significant quadratic age declines were observed in VO<sub>2</sub>peak in men (n = 807, R<sup>2</sup> = 0.34, Y = 50.989 - 0.096x - 0.002x<sup>2</sup>, P < 0.001) and women (n = 656, R<sup>2</sup> = 0.32, Y = 40.605 - 0.122x - 0.005x<sup>2</sup>, P < 0.001). On the other hand, VT declined linearly with age in men (n = 755, R<sup>2</sup> = 0.12, Y = 24.549 - 0.091x, P < 0.001) and women (n = 612, R<sup>2</sup> = 0.13, Y = 23.623 - 0.102x, P < 0.001).

Table 3. Absolute and normalized VO<sub>2</sub>peak in various age groups

Gender and age range (yrs)	Percentage of VO <sub>2</sub> peak (%)	Absolute value (l·min <sup>-1</sup> )	Normalized values					
			Body mass (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	Body mass <sup>0.75</sup> (ml·kg <sup>-0.75</sup> ·min <sup>-1</sup> )	Fat free body mass (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	Total FM mass (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	Lean FM mass (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	
<b>Men</b>								
20-29	35	3.44 ± 0.66	41.2 ± 7.9	197.1 ± 32.4	28.7 ± 7.6	123.9 ± 15.3	308.3 ± 50.6	336.4 ± 60.1
30-39	33	3.15 ± 0.69	44.3 ± 7.3	193.3 ± 28.0	34.1 ± 6.7	119.2 ± 17.3	294.8 ± 47.5	322.2 ± 55.2
40-49	29	2.84 ± 0.52	42.6 ± 5.2	176.3 ± 23.9	32.3 ± 8.3	118.7 ± 16.0	294.7 ± 35.7	319.9 ± 62.2
50-59	26	2.71 ± 0.45	38.7 ± 5.7	159.7 ± 22.6	47.2 ± 6.6	102.6 ± 17.3	292.2 ± 22.7	291.6 ± 47.3
60-69	18	1.79 ± 0.28	33.7 ± 5.3	146.8 ± 20.0	43.2 ± 6.3	103.1 ± 19.0	269.4 ± 46.2	280.6 ± 48.0
70+	45	1.94 ± 0.32	30.7 ± 4.9	121.8 ± 19.5	36.4 ± 5.6	92.9 ± 15.6	214.6 ± 62.4	231.0 ± 41.4
All	307	2.78 ± 0.41	39.8 ± 7.4	163.8 ± 30.9	48.4 ± 9.0	116.6 ± 18.2	315.7 ± 74.2	301.5 ± 53.3
<b>Women</b>								
20-29	61	2.13 ± 0.34	40.5 ± 6.1	153.2 ± 22.5	32.4 ± 8.3	139.6 ± 22.7	340.1 ± 45.4	369.6 ± 66.4
30-39	58	2.06 ± 0.37	39.6 ± 6.3	149.6 ± 23.5	31.9 ± 7.6	144.1 ± 24.0	354.6 ± 53.3	376.0 ± 60.6
40-49	53	1.92 ± 0.26	33.9 ± 6.3	134.9 ± 31.2	47.6 ± 8.6	128.5 ± 25.6	317.8 ± 31.1	343.6 ± 65.5
50-59	50	1.76 ± 0.32	33.5 ± 5.7	123.3 ± 20.8	43.7 ± 6.7	123.1 ± 21.0	303.5 ± 60.1	327.0 ± 57.5
60-69	31	1.27 ± 0.20	29.4 ± 4.6	109.6 ± 18.0	39.2 ± 6.9	110.8 ± 21.6	270.5 ± 60.6	294.2 ± 62.1
70+	13	1.29 ± 0.24	25.3 ± 5.0	93.2 ± 18.1	33.6 ± 5.7	101.4 ± 20.0	262.6 ± 60.0	297.3 ± 88.4
All	256	1.87 ± 0.29	31.4 ± 7.1	127.5 ± 24.2	46.1 ± 8.0	128.2 ± 26.1	278.2 ± 56.5	247.2 ± 67.6

† Significant difference in the 70-79-year-old group (P < 0.05); \* Significant difference in all male subjects (P < 0.05)

さらにVTは、男女とも体重、FFMとの間には有意な相関は得られなかったが、大腿部骨格筋量との間には有意な正の相関が認められた(表4)。20歳から70歳までのVTの加齢による減少率は、絶対量が28%、大腿部骨格筋量あたりでは8%に減少した。これらの結果から、VTの加齢による減少の大部分は、骨格筋量減少(sarcopenia)の影響であることが推察される。

Table 4. Absolute and normalized VT in various age groups

Gender and age range (yrs)	Percentage of VO <sub>2</sub> peak (%)	Absolute value (l·min <sup>-1</sup> )	Normalized values						
			Body mass (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	Body mass <sup>0.75</sup> (ml·kg <sup>-0.75</sup> ·min <sup>-1</sup> )	Fat free body mass (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	Total FM mass (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	Lean FM mass (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )		
<b>Men</b>									
20-29	47	48.7 ± 7.8	1.71 ± 0.26	221.4 ± 42.7	92.5 ± 16.9	28.4 ± 4.9	601.8 ± 98	1502 ± 303	1624 ± 267
30-39	38	47.6 ± 8.1	1.66 ± 0.26	208.9 ± 38	85.6 ± 15.1	23.5 ± 4.2	564 ± 107	1393 ± 281	1517 ± 253
40-49	29	48.9 ± 7.4	1.61 ± 0.26	194.2 ± 31	82.5 ± 13.1	23.3 ± 4.1	574 ± 88	1338 ± 288	1524 ± 244
50-59	18	51.7 ± 8.2	1.60 ± 0.26	198.9 ± 33	81.4 ± 14.1	24.2 ± 4.0	548 ± 102	1473 ± 301	1539 ± 285
60-69	14	23.3 ± 3.3	1.26 ± 0.22	109.6 ± 18	76.1 ± 12.6	23.8 ± 3.8	548 ± 102	1272 ± 303	1463 ± 250
70+	45	20.0 ± 2.8	1.11 ± 0.19	174 ± 23	70.9 ± 9.7	20.9 ± 2.9	517 ± 72	1273 ± 123	1428 ± 228
All	255	35.1 ± 6.9	1.39 ± 0.23	159.9 ± 33	81.9 ± 12.0	23.5 ± 4.6	562 ± 99	1401 ± 297	1519 ± 281
<b>Women</b>									
20-29	47	23.3 ± 4.0	1.29 ± 0.22	235 ± 34	76.9 ± 12.0	23.2 ± 4.8	71.6 ± 10.7	176.1 ± 34.8	190.3 ± 30.9
30-39	44	22.4 ± 3.9	1.25 ± 0.22	189 ± 33	74.4 ± 12.8	23.6 ± 4.8	71.9 ± 13.1	176.9 ± 40.0	190.3 ± 30.9
40-49	41	24.3 ± 3.9	1.23 ± 0.22	184 ± 33	72.5 ± 12.3	23.7 ± 4.9	69.4 ± 14.7	171.4 ± 41.2	186.9 ± 29.1
50-59	48	25.6 ± 4.0	1.07 ± 0.18	164 ± 22	68.2 ± 12.1	24.1 ± 4.1	67.0 ± 12.0	161.8 ± 33.2	182.9 ± 32.9
60-69	30	20.7 ± 3.0	0.90 ± 0.16	148 ± 23	63.1 ± 9.6	22.7 ± 3.7	63.9 ± 12.3	155.8 ± 34.2	173.3 ± 24.1
70+	13	20.8 ± 3.9	0.86 ± 0.20	136 ± 22	55.6 ± 10.9	24.6 ± 4.1	58 ± 11.2	146.8 ± 31.8	160.1 ± 48.4
All	252	23.3 ± 4.6	1.01 ± 0.21	183 ± 32	70.1 ± 13.1	23.8 ± 4.7	68.2 ± 12.5	168.4 ± 28.1	181.8 ± 33.7

† Significant difference in the 70-79-year-old group (P < 0.05); \* Significant difference in all male subjects (P < 0.05)

F.健康危険情報

問題なし。

G.研究発表

1. 論文発表

- 肥満関連遺伝子、身体組成、有酸素能力がメタボリックシンドロームに及ぼす影響. 真田樹義、田畑泉、宮地元彦、河野寛、鈴木克彦. 健康医科学: No22, 50-61, 2007.

2. 学会発表

- 真田樹義、宮地元彦、鈴木克彦、樋口満、田畑泉 中高年男性を対象としたメタボリックシンドロームの発症と体力および身体組成との関係 第61回日本体力医学会 (2006.9、神戸)
- 谷本道哉、宮地元彦、真田樹義、河野寛 筋発揮張力維持法的なレジスタンストレーニング実践者の動脈・血管系機能に関する横断的研究 第61回日本体力医学会 (2006.9、神戸)
- 谷口裕美子、真田樹義 総筋量と活動量が女子大生の基礎代謝量に及ぼす影響 第61回日本体力医学会 (2006.9、神戸)
- Sanada K, Miyachi M, McGrath KF, Tabata I, Usui C, Higuchi M. Associations between regional skeletal muscle mass, muscle function, and bone mineral density in postmenopausal women. 11<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science (Lausanne, 2006.7)

- Yashiro K, Sanada K, Usui C, Tabata I, Higuchi M. Abdominal skeletal muscle and adipose tissue cross-sectional area measured by magnetic resonance imaging in older female swimmer. 11<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science (Lausanne, 2006.7)
- Usui C, Miyatani M, Sanada K, Miyachi M, Tabata I, Higuchi M. Regularly performed swimming exercise does not induce increase of basal metabolic rate associated with soft lean tissue mass in postmenopausal women. 11<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science (Lausanne, 2006.7)
- K. Sanada, M. Miyachi, C. Usui, M. Miyatani, H. Kawano, I. Tabata, M. Higuchi. Absence of age-related increases in the risk of lifestyle-related diseases in male rowers. 53rd Annual Meeting of the American College of Sports Medicine (Denver, 2006.6)

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

日本人の生活習慣病一次予防に必要な身体活動量・体力基準値策定のための大規模  
介入研究における食事指導法について

独立行政法人国立健康・栄養研究所 健康増進プログラム

高橋 佳子

独立行政法人国立健康・栄養研究所 栄養疫学プログラム

佐々木 敏

これまでの運動介入による効果を検証する研究では、運動・身体活動と共に生活習慣病発症の重要な要因である食事・栄養が運動介入により変化する可能性が高いにもかかわらず十分に考慮されていなかった。そこで本研究では精度の高い方法で食事摂取状況を把握し、食事・栄養の変化を調整した身体活動の効果を明らかにする。また、対象者の研究参加への継続率、特に運動介入を行わない対象者の参加継続率を高めることを目的として、全対象者に個人結果票の返却による食事指導を実施する。食事調査および食事指導には、分担研究者である佐々木が厚生労働科学研究費補助金による「健康づくりのための個々人の身体状況に応じた適切な食事摂取に関する栄養学的研究」にて主任研究者として開発を進めている、簡易版自記式食事歴法質問票（BDHQ）を用いることとした。さらに3ヶ月に1回、食事・栄養に関するニュースレターを配布する。BDHQの食事調査・食事指導システムは、調査票の妥当性や、大規模な集団に対する利用可能性、食事指導の効果などについてこれまでに十分検討されており、すでにさまざまな地域や対象者に対して利用されている方法である。本研究においても十分利用が可能であると考えられる。次年度は、このシステムを用いて、対象者の食事調査および食事指導を実施する。

A. 研究目的

「運動基準2006」や「エクササイズガイド2006」に採用された「23METs・時／週」の身体活動を継続的に実施することで生活習慣病発症やそれによる死亡リスクを低下できる」という基準値に基づく身体活動の実施が、日本人中年の生活習慣病の発症を抑制する」という仮説を検証することを目的とした大規模介入研究を実施する。運動・身体活動と共に生活習慣病発症の重要な要因である食事・栄養が運動介入により変化する可能性が高いに

にもかかわらず、これまでの研究では十分に考慮されていなかった。そこで本研究では精度の高い方法で食事摂取状況を把握し、食事・栄養の変化を調整した、適切な身体活動の効果を明らかにする。また、対象者の研究参加への継続率、特に運動介入を行わない対象者の研究参加への継続率を高めることを目的として、食事指導を実施する。

B. 研究方法



## B-1. 研究デザイン

健康な 35 歳から 64 歳の中年男女約 1200 名の身体活動量（質問紙、3 次元加速度活動量計）、体力（最大酸素摂取量、筋力）、生活習慣病危険因子（BMI、腹囲、血圧、血糖値、血中脂質）、食事調査等をベースラインデータとして測定する。「運動基準 2006」で示された目標を満たす者（活動群）と満たさない者（非活動群）に群分けする。非活動群の中で「運動基準 2006」で示された目標を満たす身体活動による介入を実施する者（介入群）と実施しない者（非介入群）に無作為に割り付ける。全対象者に食事指導を実施する。活動群、介入群、非介入群の 3 群を、研究期間追跡し、その間の BMI、骨格筋量、骨密度、腹囲、血糖値、血圧、血中脂質、動脈硬化指数などの生活習慣病危険因子の変化を比較する。また、研究期間のみならず終了後も、メタボリックシンドロームを中心とした生活習慣病の累積罹患率を追跡し、3 群間で比較する。

## B-2. 食事調査法および食事指導法の検討

大規模集団に対する食事調査法と食事指導法について検討した。大規模な集団に対して、精度の高い方法で食事調査および食事指導を実施することは容易なことではない。対象者は、運動・身体活動量、体力、生活習慣病危険因子などのほかの調査、測定、採血もあるので、食事調査の負担はできる限り

軽減する必要がある。そこで、本研究の分担研究者である佐々木が主任研究者として、厚生労働科学研究費補助金による健康科学総合研究事業「健康づくりのための個々人の身体状況に応じた適切な食事摂取に関する栄養学的研究」にて開発を進めている、簡易版自記式食事歴法質問票（BDHQ）を用いて食事調査および食事指導を実施することとした。

- 簡易型自記式食事歴法質問票

（BDHQ）；厚生労働科学研究費補助金による健康科学総合研究事業健康づくりのための個々人の身体状況に応じた適切な食事摂取に関する栄養学的研究にて開発中

A4 大 4 ページ（A3 大見開き両面で 1 枚）で、回答時間は 15 分程度。回答の方法は、マークシート方式で、一部に数字を記入する質問がある。回答された質問票は専用入力ソフトを用いて入力を行う。専用の栄養価計算解析ソフトを用いて、栄養素摂取量ならびに食品摂取量を個人ごとに算出する。個人ごとの結果は、「個人結果帳票」にまとめられる。エネルギー（BMI）および脂質、飽和脂肪酸、コレステロール、カルシウム、鉄、ビタミン C、食物繊維、カリウムについて食事摂取基準（2005 年版）等に基づき、それぞれ摂取状況を「青信号」（ちょうどよい）、「黄色信号」（少し足りない/少しとりすぎ）、「赤信号」（足りない/とりすぎ）で示す。赤信号を示した栄養素については、さらに栄養素別に詳細に結果を説明する

「栄養素別個人結果帳票」が1栄養素につき1枚（両面）返却する。ある自治体の一般住民健診にてBDHQのシステムを利用した結果、一人あたりの赤信号の数（つまり、栄養素別個人結果帳票が返却される数）は3つ（枚）程度である。BDHQと、個人結果帳票のサンプルを参考として示す。

### B-3. 食事調査・食事指導の実施方法

対象者に事前にBDHQを配布し、自宅で回答してもらい、次回、調査実施の際に持参してもらう。その場でBDHQについてトレーニングを受けた栄養士が記入もれ、記入誤りを確認する。後日、出力された個人結果帳票は郵送にて全対象者に返却する。個人結果帳票のコピーは、各施設で食事調査および食事指導を担当する栄養士が保管する。3ヶ月に1回、食事や栄養に関する情報を掲載したニュースレターを全対象者に郵送する。

各群間で食事指導法に差が生じないようにするため、原則として個別の食事指導は行わない。対象者から問い合わせがあった場合には、個人結果帳票に記載されている内容をもとに、それをわかりやすく説明することに留めるようにする。1年間の介入期間の終了後、再びBDHQを全対象者に実施する。

### C. D. 研究結果と考察

BDHQによる食事調査および食事指導システムは、本研究の分担研究者である佐々木が中心となって、厚生労働科学研究費補助金「健康づくりのための個々人の身体状況に応じた適切な食事摂取に関する栄養学的研究」にて開発を進めており、調査票の妥当性や大規模な集団に対する利用可能性、食事指導の効果について確かめられているほか、調査者マニュアルも作成されている。これまですでに、さまざまな地域や対象者に対して利用されており、本研究においても十分利用が可能であると考えられる。次年度は、対象者に食事調査・食事指導を実施する。

### F. 健康危険情報 なし

### G. 研究発表 なし

### H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得  
なし
2. 実用新案登録  
なし
3. その他  
なし

# 「あなたの食習慣を知るための質問票」へのご記入のお願い

あなたは、ご自分の栄養バランスをご存知ですか？  
あなたは、ご自分が毎日食べている食塩やカルシウムやビタミンの量をご存知ですか？

バランス良く食べることのたいせつさは、さまざまところで強調されていますが、自分が食べている栄養バランスを具体的に調べることができる機会はほとんどありません。

**「あなたの食習慣を知るための質問票」にご記入いただくと、裏のような個人結果を後日、お返しいたします。**

およそではありますが、ご自分の栄養バランスを知り、より健康的な食事を考えるためのきっかけにさせていただくことができます。

あなたの食習慣についておたずねします  
最近1か月の食習慣について、お答えください

たくさん質問がありますが、あまり考え込まずに、第一印象でお答えください。  
自分の好きな食べ物には、あなたの生活で食べる量を入れていただくようお願いいたします。

【記入の仕方】  
太い線の数字で記入してください。  
この票は複数で使えます。文字は印刷はかまいませんがご記入ください。

0123456789

この記入の仕方  
性別  男  女  
年齢  10代  20代  30代  40代  50代  60代  70代  80代  90代

〒100-0001 東京都千代田区千代田1-1-1

裏面をご覧ください。

お答えいただいた内容は厳重に管理し、「食べ物と健康との関連」を明らかにし、だれもが健康な生活を送れるようにするための貴重な資料として使わせていただきます。  
その場合、結果はたくさんのひとたちの平均値などの数値として公表され、あなた個人がわかるような形で公表されることは絶対にありません。

正しい結果をお返しできますように、次の点に注意してご記入ください。

- ① 質問票の表紙に書いてある説明をよく読んでから記入を始めてください。
- ② あまり考え込まずに、第一印象でお答えください。
- ③ すべての質問にお答えください。一部だけに答えたり、記入もれがあったりすると正しい答えを出すことができません。
- ④ 「平均的な1日に食べたごはん」は平均的な1日に食べたごはんの合計です。朝食、昼食、夕食、その他の食事で食べるごはんを足した合計の杯数を教えてください。みそ汁についても同じです。
- ⑤ 「主食のある朝ごはん」は、「ごはん（おもち、おかゆなどを含む）、パン類、めん類、コーンフレークのいずれかがある朝食」についての質問です。何かを食べたり、飲んだりしても、これらが無い朝食の場合は、ここには含めませんので、ご注意ください。
- ⑥ 記入もれが多い質問は、「牛乳・ヨーグルト」についての2つの質問、「コーヒー・紅茶に入れる砂糖」、「玄米・胚芽米などのごはんの種類」の3つです。忘れないようにしてください。

お願い

この紙は、質問票といっしょにご返却ください。

あなたの最近 1 か月間の食習慣についておたずねしました

サンプル様

性別：女性

年齢：56歳

番号 9999  
調査日 平成16年6月20日

たくさんの質問にお答えいただきましてありがとうございます。これからの健康維持・増進に役立てていただけるように、簡単な結果【あなたの食事・栄養の特徴】を作りました。ただし、結果はあくまでも目安とお考えください。

質問への回答率=93%

【結果の見方】

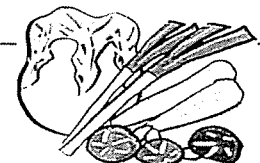
☆これはおよその結果です。答え方によって、実際とは少しちがっていることもあります。

- 青 信 号：現在のままの食事を続けることをお勧めします。  
黄色信号：他の項目とのバランスを考えながら、少し気をつけてください。
- 赤 信 号：この項目を中心にした食習慣の改善を目指してください。  
黄色信号や赤信号がついている場合には、それぞれの項目の注意書きを見て下さい。



こんな食べ物や食べ方に注意しましょう。		こんな病気に気をつけましょう。 ( )内はまだじゅうぶんには明らかではないものです。
カルシウムをじゅうぶんに取っていますか？		
573mg	牛乳や乳製品だけでなく、豆腐や納豆などの大豆製品、野菜にも多く含まれています。骨ごと食べる魚もお勧めです。	骨粗鬆症
鉄をじゅうぶんに取っていますか？		
● 5.1mg	穀類を除けばほとんどの食品に含まれています。好き嫌いせず、いろいろな食品を食べることが大切です。加工食品に少ない傾向があります。	貧血
ビタミンCをじゅうぶんに取っていますか？		
104mg	果物、野菜、いも類に多く含まれています。熱や水に弱いので、調理方法に気をつけましょう。	高血圧・脳卒中などの循環器疾患・(胃がん)
カロテンをじゅうぶんに取っていますか？		
3377mcg	にんじんやかぼちゃ、ほうれん草など、赤や黄、緑の色の濃い野菜に多く含まれています。	(いくつかの種類のがん)
食物繊維をじゅうぶんに取っていますか？		
10.2g	野菜、豆類、きのこ類、海藻類に多く含まれています。	循環器疾患 (糖尿病・大腸がん)
カリウムをじゅうぶんに取っていますか？		
● 2849mg	野菜、果物、豆類など、いろいろな食品に含まれています。	高血圧・脳卒中などの循環器疾患・(骨粗鬆症)
食塩を取りすぎていませんか？		
● 7g	調味料だけでなく、加工食品にも多く含まれています。みそ汁やめん類のスープにも多く含まれているので、取り過ぎには注意しましょう。	高血圧・脳卒中などの循環器疾患・胃がん (骨粗鬆症)
脂肪を取り過ぎていませんか？		
● 18%	料理に使う油(揚げ物や炒め物)、調味料(マヨネーズやドレッシング、バターやマーガリン)、肉のあぶりみ、洋菓子に多く含まれています。取り過ぎないように、少なめにすることをお勧めします。	心筋梗塞などの循環器疾患 (乳がん)
飽和脂肪酸を取り過ぎていませんか？		
● P S比 0.59	乳製品や肉類(とり肉以外)、洋菓子などに多く含まれています。食べ過ぎないように気をつけましょう。	心筋梗塞などの循環器疾患
コレステロールを取りすぎていませんか？		
● 178mg	卵や魚、肉類に多く含まれています。高脂血症の人は少なめにした方がよいでしょう。	心筋梗塞などの循環器疾患

数字はあなたの質問票から計算した結果です。  
数字よりも、栄養素ごとに信号の色を見比べて、あなたの食習慣の特徴を把握するようにしてください。



あなたは、この1か月のあいだ、以下の食べ物をごくらの頻度で食べていましたか？もっともあてはまる回答のひとつの中に○印を入れてください。

肉を使った料理(ハン・ソー・セージなどの肉加工品も含む)		揚げ物・でんぶら(定食・一人前程度の量)		和風の煮物・鍋物・どんぶり物・汁物・みそ汁	
焼肉・ステーキ・グリル	ハンバーガー・カレー・ミートソースなど洋風の料理	揚げ物	でんぶら	煮物	鍋物
毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上
毎日1回	毎日1回	毎日1回	毎日1回	毎日1回	毎日1回
週1~2回	週1~2回	週1~2回	週1~2回	週1~2回	週1~2回
週1~3回	週1~3回	週1~3回	週1~3回	週1~3回	週1~3回
週1回	週1回	週1回	週1回	週1回	週1回
週1回未満	週1回未満	週1回未満	週1回未満	週1回未満	週1回未満
ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない

もっともあてはまる回答のひとつの枠の中に○印を入れてください。

お肉(牛肉や豚肉)の脂身は

好んで食べている

やや好んで食べている

好きで食べている

あまり食べていない

ほとんど食べていない

魚を使った料理(いか・たこ・えび・貝も含む)		煮魚・鍋物・汁物・みそ汁		てんぷら・揚げ魚(定食・一人前程度の量)	
さしみ・すし	焼き魚	煮魚	鍋物・みそ汁	揚げ魚	てんぷら
毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上
毎日1回	毎日1回	毎日1回	毎日1回	毎日1回	毎日1回
週1~2回	週1~2回	週1~2回	週1~2回	週1~2回	週1~2回
週1~3回	週1~3回	週1~3回	週1~3回	週1~3回	週1~3回
週1回	週1回	週1回	週1回	週1回	週1回
週1回未満	週1回未満	週1回未満	週1回未満	週1回未満	週1回未満
ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない

食事のときに使うようゆ・ソース		外食の定食1人前と、自分が普段食べている量を比べると		食べる量は	
頻度は	量は	おかずの量は	ごはんの量は	食べる量は	食べる量は
ほとんど使わない	ほとんど使わない	おかずの量が少し多い	ごはんの量が少し多い	お粥が多い	お粥が多い
よく使っている	よく使っている	おかずの量が少し多い	ごはんの量が少し多い	お粥が多い	お粥が多い
よく使っている	よく使っている	おかずの量が少し多い	ごはんの量が少し多い	お粥が多い	お粥が多い
よく使っている	よく使っている	おかずの量が少し多い	ごはんの量が少し多い	お粥が多い	お粥が多い
よく使っている	よく使っている	おかずの量が少し多い	ごはんの量が少し多い	お粥が多い	お粥が多い

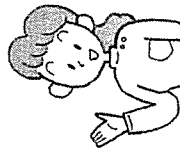
季節によって食べ方が大きく変わらう食べ物		いちご	
この1年間でもっともよく食べた季節を思い出して、その頃の食べ方についてお答えください。			
みかんなどの柑橘かんきつ類	かき(柿)	いちご	
毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上	毎日2回以上
毎日1回	毎日1回	毎日1回	毎日1回
週1~2回	週1~2回	週1~2回	週1~2回
週1~3回	週1~3回	週1~3回	週1~3回
週1回	週1回	週1回	週1回
週1回未満	週1回未満	週1回未満	週1回未満
ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	ほとんど食べていない

最後にお願いします。		この1か月に栄養補助食品を使いましたか		最近、食事習慣を意図的に変えましたか		現在、医師・栄養士、その他専門家の指導のもとで、食事のコントロールをしていますか	
もっともあてはまる回答のひとつに○印を入れてください。							
		毎日2回以上	毎日2回以上	はい	はい	はい	はい
		毎日1回	毎日1回	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
		週1~2回	週1~2回	はい	はい	はい	はい
		週1~3回	週1~3回	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
		週1回	週1回	はい	はい	はい	はい
		週1回未満	週1回未満	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ
		ほとんど食べていない	ほとんど食べていない	はい	はい	はい	はい

これが終わりました。ありがとうございます。

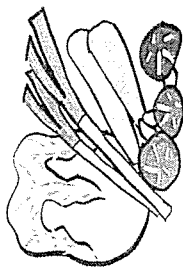
# あなたの食習慣についておたずねします

## 最近1か月の食習慣について、お答えください



たくさん質問がありますが、あまり考え込まずに、第一印象でお答えくださいね。

質問の内容が難しい場合には、あなたの家庭で食事の準備をおもにしているひとといっしょに考えながら、答えてください。



お答えいただいた内容(食生活、食生活と健康との関係)を明らかにし、あなた自身の健康や生活に役立つようにするために、あなたの食生活に関する資料として活用させていただきます。

すべての質問にお答えいただいた場合、あなたの食生活に関する健康維持・増進に役立つ情報が得られるように、前回の結果【かみ】の食事・栄養の情報を【かみ】させていただきます。

あらかじめ記入されていない場合はご記入ください

ふりがな	
氏名	
番号(記入不要)	

【記入の仕方】  
太い黒の鉛筆で記入してください。  
この用紙は機械で読み取ります。文字は枠線にからないように丁寧に記入してください。

数字の見本

0123456789

「○印」の記入例  
枠線の中にある  
をなぞって下さい。  
まわりの枠線に線が触れないようにご記入ください。

良い例  毎日2回以上

悪い例  毎日2回以上

ご記入ください

性別(○印を記入)	生年月日(年号は○印を記入)
<input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性	年 月 日
今日(この質問票に答える日)の日付	身長
平成 年 月 日	cm
体重	Kg



# カリウム不足のあなたへのメッセージ

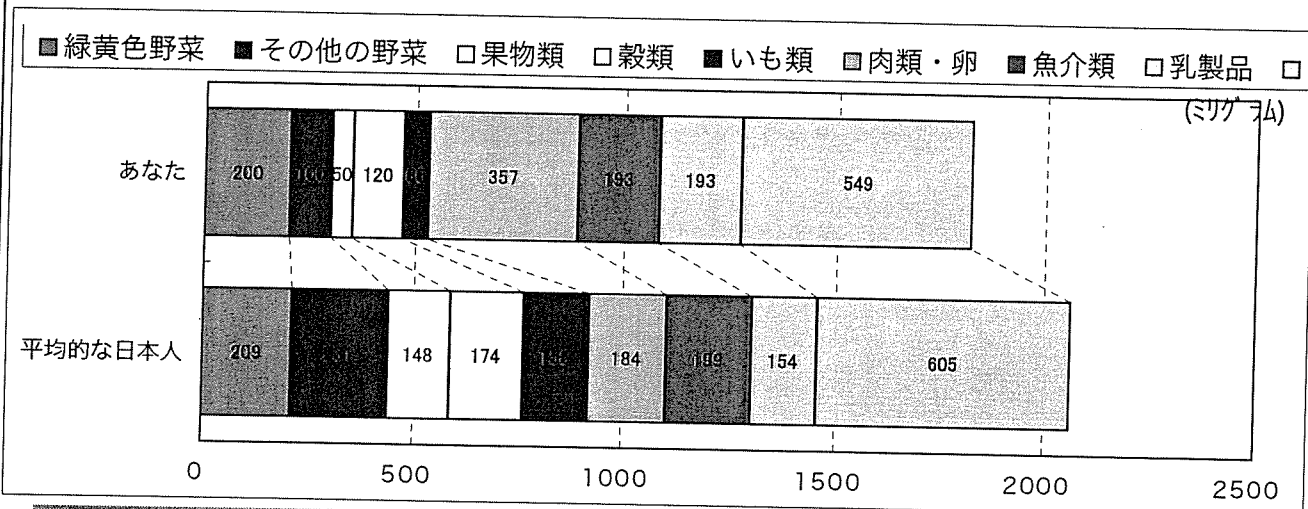
このメッセージは、カリウムの摂取量が特に少なかった人にだけ、お渡ししています。

- カリウムは血圧値の低下、脳卒中の予防、骨粗しょう症の予防に関係する栄養素です。
- あなたのカリウム摂取量は、同じ性別、同じ年齢の人に比べて少なめでした。
- ご自分でできる食事改善について考え、できる範囲内で挑戦してみましょう。

あなたの摂取量 (1日あたり)	1800ミリグラム
平均的な日本人の摂取量 (1日あたり)	2079ミリグラム

のぞましい摂取量 (1日あたり)	2800ミリグラム
------------------	-----------

あなたがどんな食品からカリウムをとっているか、平均的な日本人と比べましょう。  
ポイントは、野菜類、果物類、いも類 です。



## ◆たくさん食べるポイント

- ①カリウムが豊富に入っている食べ物を食べる。
- ②カリウムがある程度入っている食べ物で、好きな食べ物をいっぱい食べる。

1回に食べる平均的な量からどれくらい (何ミリグラム) のカリウムがとれるのでしょうか。

食べもの	1回に食べるおよその量 (ミリグラム)	カリウムの量 (ミリグラム)	上手に食べるワンポイント	あなたの摂取頻度
緑の濃い葉野菜	ほうれん草 80g <sup>※</sup> として	552	ゆでたり炒めたりしてたっぷり食べましょう。	2~3回/週
きゃべつ・白菜	70	146		2~3回/週
根菜類 (玉ねぎ、れんこん、ごぼうなど)	れんこん 60g <sup>※</sup> として	264	食べ過ぎは食塩のとりすぎにつながります。	0回
緑の濃い葉野菜の漬物	35	137		0回
いも類 (じゃがいも、さつまいも、さといもなど)	じゃがいも 100g <sup>※</sup> として	410	皮にもカリウムが豊富に含まれます。丸ごと食べる調理の工夫をしてみましょう。	2~3回/週
納豆	30	198		大豆を丸ごと食べるのでカリウムが豊富です。
かんきつ類	みかん 80g <sup>※</sup> として	104	旬の果物を毎日食べるように心がけましょう。	1回/週
柿・いちご・キウイ	いちご80g <sup>※</sup> として	136		1回/週
飯	160	(白米) 46 (玄米) 152	精製度の低い穀類 (玄米・全粒粉) には多く含まれています。	(玄米や胚芽米を食べる頻度) 食べない

あなたの値は質問票で調べた結果です。答え方の影響を受けますので、あくまでも「およその量」と考えるようにしてください。

## カリウムをたっぷり食べるための工夫

### ■カリウムの健康への影響

- カリウムは、体内のバランスをとって高血圧の原因のひとつであるナトリウム（食塩）の排泄をうながす働きがあります。
- カリウムの摂取量の増加によって、血圧値の正常化、脳卒中の予防、骨密度の増加につながります。

(参考)	あなたの食塩摂取量 (1日あたり)	12グラム
	めざしてもらいたい量 (1日あたり)	8グラム

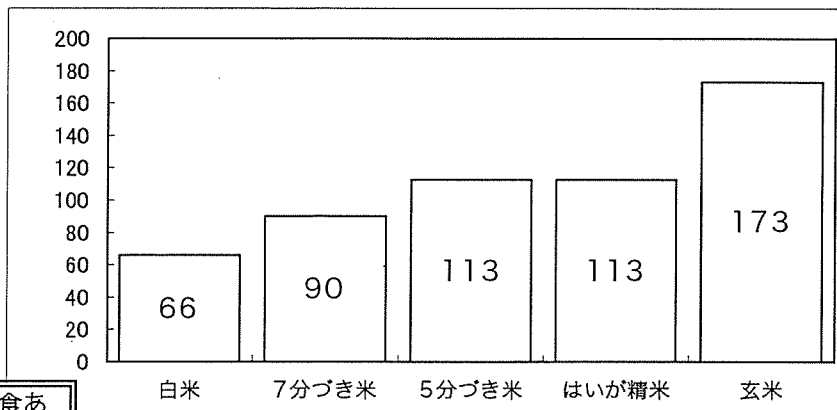
### ■カリウムの上手なとりかた

#### ●カリウムを多く含む食品：精製度の低い食品、野菜・果物・いも類

①カリウムは精製されていない、あらゆる食品に広く含まれています。

---小麦のふすま、米の胚芽、野菜・果物・豆などの皮の部分に多く含まれています。

(例) ごはん、茶碗1杯 (160g)あたりのカリウム量 (ミリグラム)



1日3食 (1食あたり茶碗に1杯) ご飯を食べたときの、総摂取量の比較

204 ミリグラム ⇒ 270 ミリグラム ⇒ 339 ミリグラム ⇒ 339 ミリグラム ⇒ 519 ミリグラム

(例) 納豆

大豆を丸ごと食べる納豆は、大豆に含まれるカリウムをムダなくたっぷりとる事が出来ます。

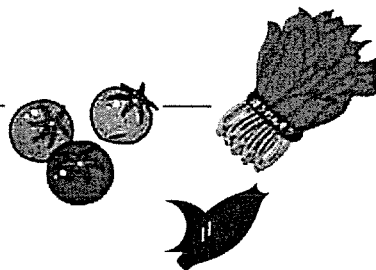


小パック1個 (30グラム) 198ミリグラム

(参考)

あなたの玄米や胚芽米を食べる頻度
食べない
あなたの納豆を食べる頻度
0回

- 野菜・果物・いも類に多く含まれています。
- 野菜類・果物類・いも類をすすんで食べましょう。





III. 研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Kawano H, Tanaka H., and <u>Miyachi M</u>	Resistance Training and Arterial Compliance: Keeping the Benefits While Minimizing the Stiffening	J Hypertens	24 (9)	1753-1759	2006
Fukuba Y, Endo MY, Ohe Y, Hirotooshi Y, Kitano A, Shiragiku C, Miura A, Fukuda O, Ueoka H., and <u>Miyachi M.</u>	Central circulatory and peripheral O2 extraction changes as interactive facilitators of pulmonary O2 uptake during a repeated high-intensity exercise protocol in humans	Eur J Appl Physiol	99 (4)	361-369	2007
<u>宮地元彦</u> 、 <u>樋口満</u>	スポーツ用サプリメントの有効性と有害性	成人病と生活習慣病	35 (9)	1015 -1019	2005
<u>宮地元彦</u>	生活習慣病予防のための体力：特集 新しい健康づくりのための運動基準・指針	体育の科学	56 (8)	608-614	2006
<u>宮地元彦</u>	動脈弾性の評価とその可塑性	Journal of Training Science for Exercise and Sports	18 (3)	187-193	2006
<u>宮地元彦</u>	薬物療法を開始する前	Medical	24	111-114	2007

	にすべきこと 運動療法の実際—継続のコツ—	Practice	(1)		
宮地元彦	メタボリックシンドロームの運動療法	Clinic Magazine	2007 (1)	43-50	2007
宮武伸行、松本純子、西河英隆、国橋由美子、藤井昌史、宮地元彦、高橋佳子、沼田健之	メタボリックシンドロームと生活習慣との関連	保健の科学	印刷中	印刷中	印刷中
Sanada K., Kuchiki T., <u>Miyachi M.</u> , McGrath K, <u>Higuchi M.</u> , and Ebashi H	Effects of Age on Ventilatory Threshold and Peak Oxygen Uptake Normalized for Regional Skeletal Muscle Mass in Japanese Men and Women Aged 20-80 yrs	Eur J Appl Physiol	99	475-483	2007
真田樹義、田畑泉、宮地元彦、河野寛、鈴木克彦	肥満関連遺伝子、身体組成、有酸素能力がメタボリックシンドロームに及ぼす影響	健康医科学	22	50-61	2007

#### IV. 研究成果の刊行物・別刷

# Resistance training and arterial compliance: keeping the benefits while minimizing the stiffening

Hiroshi Kawano<sup>a,b,c</sup>, Hirofumi Tanaka<sup>d</sup> and Motohiko Miyachi<sup>a</sup>

**Objectives** This study aimed to determine the effects of moderate resistance training as well as the combined resistance and aerobic training intervention on carotid arterial compliance.

**Background** Resistance training has become a popular mode of exercise, but intense weight training is shown to stiffen carotid arteries.

**Methods** Thirty-nine young healthy men were assigned either to the moderate-intensity resistance training (MODE), the combined resistance training and endurance training (COMBO) or the sedentary control (CONTROL) groups. Participants in the training groups underwent three training sessions per week for 4 months followed by four additional months of detraining.

**Results** All training groups increased maximal strength in all the muscle groups tested ( $P < 0.05$ ). Carotid arterial compliance (via simultaneous carotid ultrasound and applanation tonometry) decreased approximately 20% after MODE training (from  $0.20 \pm 0.01$  to  $0.16 \pm 0.01$  mm<sup>2</sup>/mmHg,  $P < 0.01$ ). No significant changes in carotid arterial compliance were observed in the COMBO ( $0.20 \pm 0.01$  to  $0.23 \pm 0.01$  mm<sup>2</sup>/mmHg) and CONTROL ( $0.20 \pm 0.01$  to  $0.20 \pm 0.01$  mm<sup>2</sup>/mmHg) groups. Following the detraining

period, carotid arterial compliance returned to the baseline level. Peripheral (femoral) artery compliance did not change in any groups.

**Conclusions** We concluded that simultaneously performed aerobic exercise training could prevent the stiffening of carotid arteries caused by resistance training in young healthy men. *J Hypertens* 24:1753–1759 © 2006 Lippincott Williams & Wilkins.

Journal of Hypertension 2006, 24:1753–1759

Keywords: arterial structure and compliance, exercise, imaging, cross-training, ultrasonics

<sup>a</sup>Division of Health Promotion and Exercise, National Institute of Health and Nutrition, Tokyo, <sup>b</sup>Graduate School of Human Sciences, Waseda University, Tokorozawa, Saitama, <sup>c</sup>Department of Health and Sports Sciences, Kawasaki University of Medical Welfare, Okayama, Japan and <sup>d</sup>Department of Kinesiology and Health Education, University of Texas, Austin, Texas, USA

Correspondence and requests for reprints to Motohiko Miyachi, PhD, Division of Health Promotion and Exercise, National Institute of Health and Nutrition, Shinjuku, Tokyo 162-8636, Japan  
Tel: +81 33 203 8061; fax: +81 33 203 1731; e-mail: miyachi@nih.go.jp

Sponsorship: This study was supported by grants from the Ministry of Health, Labor and Welfare (H18-J-W-002), the Japan Society for the Promotion of Science (17300226), and the National Institutes of Health in the US (AG20966).

Received 13 February 2006 Accepted 4 April 2006

## Introduction

The aorta and large arteries play an important role in the cardiovascular system not only as blood conduits to the peripheral tissues, but also as a buffer for pressure changes resulting from intermittent ventricular ejection of blood. By absorbing a proportion of the energy in systole and releasing it in diastole, they maintain coronary blood flow and avoid an increase in left ventricular afterload. Through the impairment of this buffering function, reductions in arterial compliance or increases in arterial stiffness contribute to elevations in systolic blood pressure, left ventricular hypertrophy, and coronary ischemia [1,2]. Indeed, higher arterial stiffness is associated with a greater rate of mortality in patients with end-stage renal failure and essential hypertension [3,4]. Accordingly, any interventions that could act to decrease arterial compliance should be cautiously performed or even avoided.

Resistance training has become a popular modality of exercise performed by most populations, and has become an integral component of exercise recommendations endorsed by a number of national health organizations

[5–7]. Resistance training has profound effects on the musculoskeletal system, thereby contributing to the maintenance of functional capacity and the prevention of sarcopenia and osteoporosis [7]. The effects of resistance training on the cardiovascular system, however, are not well understood. We have recently demonstrated that high-intensity resistance training is associated with reduced arterial compliance [8,9]. This finding was initially observed in cross-sectional studies comparing strength-trained individuals and sedentary controls [8] and later confirmed by interventional studies involving several months of resistance training interventions [9]. Considering a number of functional and physiological benefits that resistance training induces, practice of resistance training should not be discouraged. A remaining critical question is whether any type of resistance training could be performed regularly without inducing arterial stiffening. In this context, two strategies appear plausible. First, the intensity and volume of the resistance training used in the previous studies [8,9] were more strenuous and vigorous than those recommended for the comprehensive health programs [5–7]. It is not currently