

# 中高年に対するローイング運動の 健康増進効果に関する研究

早稲田大学 スポーツ科学学院	樋口 満
(共同研究者) 同	坂本 静男
同	川上 泰雄
同	鳥居 俊

## Effects of Rowing Exercise on Health Promotion for Older People

by

Mitsuru Higuchi, Sizuo Sakamoto,  
Yasuo Kawakami, Suguru Torii  
*Faculty of Sport Sciences, Waseda University*

### ABSTRACT

This study was investigated to evaluate effects of rowing exercise on health promotion and disease prevention for older people by comparing regularly rowing-trained older men (RT) with age-matched less trained men (LT). RT had higher aerobic capacity and muscle power of leg extension associated with larger leg muscle mass than LT. These results suggest that rowing could be categorized as an exercise mode with both aerobic and resistance. RT had less risk factors related to the metabolic syndrome which has been characterized as higher abdominal fat deposit, higher blood glucose, higher blood pressure, and blood lipid abnormalities, than LT. In conclusion, this study suggests that regularly performed rowing exercise could have beneficial effects on health promotion and lifestyle related diseases prevention for older people.

## 要 旨

本研究では、中高年ローイング愛好者と低レベルの運動習慣を持つ中高年者を対象に、身体組成、心肺体力、筋力、血液検査、そしてメタボリックシンドローム (MS) の観点から諸測定を行った。その結果、中高年ローイング愛好者は、同年代の他の運動愛好者に比べ、身体組成、心肺体力、筋力ともに優れており、血液検査の結果からローイング運動が血中脂質異常を改善する可能性が示唆された。MSの基準においては、内臓脂肪について更なる検討が必要であるが、その他の危険因子については他の運動愛好者と比較して低い割合であることが示された。

従って、本研究よりローイング運動は中高年者における生活習慣病リスクを軽減し、さらに健康増進につながる心肺体力および筋力の保持を可能にすることが強く示唆された。

## 緒 言

中高年者における生活習慣病予防のための体力維持・増進を目的とした運動として、大筋群を使い継続して行うことの出来るウォーキングやランニング、水泳、ローイング運動などの有酸素運動が、アメリカスポーツ医学会 (ACSM)<sup>1)</sup> により以前から推奨されている。また日本では平成17年に、メタボリックシンドローム (MS) という概念と診断基準が示された。MSとは、内臓脂肪型肥満を基礎とし、それに加えて高血糖、高血圧、脂質異常のうち2つ以上合併した状態を言い、将来、脳血管疾患あるいは心血管疾患に罹患する確率が高くなるとされている。これら生活習慣病を予防するための身体活動量・運動量及び体力の基準値として、2006年には「健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力—」<sup>2)</sup>、またそれに基づいて「健康づくりのための運動指針2006 (エクササイズガイド2006)」<sup>3)</sup> が厚生労働

省により策定された。

「エクササイズガイド2006」の中では、これまで通り、有酸素運動として特別な道具を必要とせず手軽に行うことの出来るウォーキングやランニングが推奨されていると共に、筋力の獲得もまた総死亡リスクを減少させることから、筋力トレーニングについても取り上げられている。

一方で、ACSMで推奨されているローイング運動については、ウォーキングやランニングに比べ、運動可能な場所が限られるためか、日本のエクササイズガイドでは取り上げられていない。しかしながら、近年ではローイング・エルゴメータの開発により屋内でも実行可能な運動となっている。

ローイング運動は座位で行いパワー発揮の際の膝への衝撃が小さいため、肥満者や膝に障害を持つ人でも安全に行うことが出来る。さらに、ローイング運動はリズムカルな下肢の伸展運動を含み、下肢・体幹・上肢を含めた全身の約70%の筋を動員する運動であり<sup>4)</sup>、有酸素運動とレジスタンス運動の両要素を備えている。つまり、持久力のみならず、筋量および筋力の維持・増進に効果的であると考えられる。

われわれが以前行った研究においても、中高年ローイング愛好者の最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2max}$ ) の値は同年代の平均  $\dot{V}O_{2max}$  と比べ有意に高いことが示されている<sup>5)</sup>。また、大腿伸筋群の筋量は一般中高年者と比較して有意に多く、ローイング運動が加齢に伴う筋量低下および筋萎縮を防ぐ可能性があることを明らかにした<sup>6)</sup>。さらに、中高年ローイング愛好者の動脈硬化指数は、運動習慣のない若年成人および中高年者に比べて低く、ローイング運動は冠状動脈疾患に関連する危険因子を減少させることが示唆された<sup>5)</sup>。したがって、ローイング運動は加齢に伴う心肺機能及び筋力の低下を抑制・保持し、冠状動脈疾患を防ぐのに適切な運動であると考えられる。

本研究では、これまでの研究成果を踏まえて、

中高年ローイング愛好者と低強度の運動習慣を持つ中高年者を対象に、身体組成、最高酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2peak}$ )、脚伸展パワー、そして「エクササイズガイド2006」で用いられている体力および筋力指標、さらに血液検査による糖・脂質代謝マーカーやMRI撮影による内臓脂肪面積などで、MSの評価を行うと共に、骨格筋及び心肺機能においてローイング運動が中高年者の健康増進に及ぼす効果を明らかにすることを目的とした。

## 1. 研究方法

### 1. 1 対象者

ローイングクラブに所属する中高年男性41名 (RT群:  $66.7 \pm 5.8$ 歳, 平均 $\pm$ SD) と同年齢層の低強度の運動習慣を持つ中高年男性19名 (LT群:  $66.0 \pm 2.5$ 歳), 合計60名 ( $66.5 \pm 5.0$ 歳) を対象とした。RT群は、週に1回以上のローイング・トレーニングを行っており、LT群は、週に1回以上ウォーキングやゴルフなどの比較的強度の低い運動を行っていた人々である。

本研究は、早稲田大学スポーツ科学学術院倫理委員会の承認を得て、ヘルシンキ宣言の趣旨に則り行った。対象者には事前に本研究の趣旨や測定内容、測定時の危険性などに関する説明を行い、参加への承諾を得た。

### 1. 2 身体組成の測定・採血

排尿を済ませた早朝空腹時に、各被験者に対して、身長計測とインナースキャンBC-600 (株式会社タニタ社製) を用いたインピーダンス法によって身体組成 (体重, 体脂肪率, 骨量, 体脂肪量, 除脂肪量, 骨格筋量) を測定した。次に血圧を測定し、その後、肘静脈より採血を行った。血液サンプルは糖・脂質代謝マーカーに着目し、SRL (株) に委託して分析した。

1. 3 最高酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2peak}$ )・3分間歩行  
気温25℃・湿度50%に設定された人工気象室で、自転車エルゴメーター (モナーク社製) を用いた漸増負荷法により、 $\dot{V}O_{2peak}$  を測定した。ペダル回転数は60rpmとし、心拍数 (HR) が110bpm前後になるような負荷で5分間ウォーミングアップを行わせた後、その負荷から測定を開始し、1分毎に15Wずつ負荷を増加させた。運動中は心拍数と心電図を心電計でモニタリングし、負荷を上げる毎に運動直後の主観的運動強度 (RPE) を記録した。RPEが18以上でペダル回転数が60rpmを維持できなくなった時点を疲労困憊と見なし、測定終了とした。運動中の呼気ガスは $\dot{V}O_{2000}$  (Medical Graphics Corporation社製) によって分析し、運動中の酸素摂取量の最大値を $\dot{V}O_{2peak}$  とした。

次に、「エクササイズガイド2006」において持久力の評価として挙げられている3分間歩行を行った。3分間歩行は、20m幅の直線を、3分間「ややきつい」と被験者自身が感じる早さで往復し、その距離を測定した。

### 1. 4 脚伸展パワー・イスの座り立ち・握力

脚伸展パワーの測定には、脚伸展パワー測定マシン (アネロプレス3500, COMBI社製) を用いた。

次に、「エクササイズガイド2006」において筋力の指標として取り上げられているイスの座り立ちを行った。背筋を伸ばしてイスに座り、膝が完全に伸びるまで立ち上がり、その後素早く開始時の座った姿勢に戻る動作を、できるだけ早く10回繰り返すを行い、要した時間を小数点以下第1位まで測定した。

握力は握力計を用いて左右2回ずつ測定し、高い方の値を採用した。

### 1. 5 内臓脂肪量

MSの診断基準である臍位置での腹囲の測定を行った。また、磁気共鳴画像法 (MRI) を用いて、臍位置における T1 強調画像を撮像し、解析ソフト (Osirix, open-source software) を用いて内臓脂肪面積を求めた。

### 1. 6 メタボリックシンドローム (MS) の評価

メタボリックシンドローム診断基準検討委員会によって発表された基準値を基に評価した。

1) 内臓脂肪蓄積: 臍周りの腹囲が男性 85cm 以上, 女性 90cm 以上である。(CTによる内臓脂肪面積  $\geq 100\text{cm}^2$  に相当)

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) 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

以上のうち, まず 1) に当てはまり, かつ 2) ~ 4) のうち 2 つ以上に該当する者を MS と判断した。

### 1. 7 統計処理

全てのデータは平均値  $\pm$  SD で表した。2 群間における平均値の差の検定には対応のない t-test を用いた。有意水準は 5% 以下とした。

## 2. 結果

### 2. 1 身体組成

身体組成では, 身長, 体重, 骨量, 全身筋量において, RT 群の方が LT 群に比べて有意に高い値を示した。一方, BMI および体脂肪率では 2 群間に差は見られなかった (表 1)。

インピーダンス法によって測定した骨格筋量においては, 腕筋量および脚筋量ともに RT 群が, それぞれ LT 群より 14%, 19% 高かった。また, 体重あたりの腕筋量には有意差は見られなかった

表 1 Characteristics of subjects

	RT (n=41)	LT (n=19)	Significance
Age (yrs)	66.7 $\pm$ 5.8	66.0 $\pm$ 2.5	N.S.
Height (cm)	172.5 $\pm$ 5.6	164.7 $\pm$ 4.2	***
Weight (kg)	70.2 $\pm$ 9.2	63.4 $\pm$ 8.1	**
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.6 $\pm$ 2.5	23.4 $\pm$ 3.1	N.S.
Body fat (%)	19.3 $\pm$ 4.2	21.2 $\pm$ 4.3	N.S.
Bone mass (kg)	2.9 $\pm$ 0.3	2.6 $\pm$ 0.2	***
Whole body muscle mass (kg)	53.6 $\pm$ 5.7	47.1 $\pm$ 4.6	***
Upper limb muscle mass (kg)	2.9 $\pm$ 0.4	2.5 $\pm$ 0.4	**
Lower limb muscle mass (kg)	10.8 $\pm$ 1.5	9.1 $\pm$ 1.3	***
$\dot{V}O_{2\text{peak}}$ (mL/kg/min)	38.0 $\pm$ 7.2	28.7 $\pm$ 5.7	***
Walking distance for 3 minutes (m)	404 $\pm$ 79	352 $\pm$ 43	**

Values are mean  $\pm$  SD

Significantly different between rowing trained men (RT) and less trained men (LT) :

\*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

のに対し, 体重あたりの脚筋量は RT 群で有意に高い値を示した (p<0.01)。

### 2. 2 血液生化学検査成績

血液生化学検査成績を表 2 に示した。

表 2 Blood biochemical data of subjects

	RT (n=41)	LT (n=19)	Significance
Glucose (mg/dL)	106 $\pm$ 25	105 $\pm$ 19	N.S.
HbA <sub>1c</sub> (%)	5.4 $\pm$ 1.0	5.3 $\pm$ 0.6	N.S.
Insulin ( $\mu$ U/mL)	5.4 $\pm$ 2.9	6.7 $\pm$ 6.6	N.S.
HOMA-R	1.39 $\pm$ 0.79	1.90 $\pm$ 2.46	N.S.
Total cholesterol (mg/dL)	207 $\pm$ 24	205 $\pm$ 33	N.S.
HDL-cholesterol (mg/dL)	68 $\pm$ 13	57 $\pm$ 12	**
LDL-cholesterol (mg/dL)	122 $\pm$ 22	120 $\pm$ 33	N.S.
Triglycerides (mg/dL)	87 $\pm$ 45	141 $\pm$ 153	N.S.
AI	2.14 $\pm$ 0.69	2.75 $\pm$ 0.87	*

Values are mean  $\pm$  SD

Significantly different between rowing trained men (RT) and less trained men (LT) :

\* p<0.05, \*\* p<0.01,

血糖値は RT 群 9 名, LT 群 5 名を除いた全員が正常範囲にあった。ヘモグロビン A<sub>1c</sub> は RT 群 3 名, LT 群 2 名が正常範囲を超えていた。インスリン濃度において, 正常範囲を超える者が RT 群 2 名, LT 群 1 名で, 下回る者が 2 名いた。また, 血糖値とインスリン濃度から算出したインスリン抵抗性指数 (HOMA-R) の値は, RT 群: 1.4  $\pm$  0.8, LT 群: 1.9  $\pm$  2.5 であった。これら 4 項目においては 2 群間で有意差は認められなかった。

総コレステロールはRT群で8名, LT群で7名が正常範囲を超え, またLT群で1名が正常範囲を下回っていた。しかし, 2群間で有意差は見られなかった。また, LDL-コレステロールにおいてもRT群とLT群では有意差は認められなかった。HDL-コレステロール値においては, LT群に比べRT群が有意に高い値を示した。また, 動脈硬化指数 (AI) はRT群がLT群より有意に低かった ( $p < 0.05$ )。

2.3 最高酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2peak}$ )・3分間歩行  
 体重あたりの  $\dot{V}O_{2peak}$  はRT群が  $38.0 \pm 7.2 \text{ mL/kg/min}$  であるのに対し, LT群は  $28.7 \pm 5.7 \text{ mL/kg/min}$  で, 2群間に有意な差が見られた ( $p < 0.001$ )。3分間歩行においてもRT群が有意に高い値を示した。また,  $\dot{V}O_{2peak}$  と3分間歩行の間には高い正の相関関係が認められた (図1)。

2.4 脚伸展パワー・イスの座り立ち・握力  
 脚伸展パワー, イスの座り立ち, 握力の結果を

表3 Muscle power and strength of subjects

	RT (n=41)	LT (n=19)	Significance
Leg extension power (W)	1230 ± 297	887 ± 219	***
Leg extension power (W/kg Leg muscle mass)	114.7 ± 24.8	98.4 ± 21.9	*
Sit on a chair and stand up 10 times (s)	9.99 ± 1.03	10.35 ± 1.73	N.S.
Grip strength (kg)			
Right	46.3 ± 7.7	42.3 ± 5.0	*
Left	44.2 ± 7.5	40.4 ± 6.1	*

Values are mean ± SD  
 Significantly different between rowing trained men (RT) and less trained men (LT) :  
 \*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$

表3に示した。脚伸展パワーは, LT群に比べてRT群が39%高く, また脚筋量あたりの脚伸展パワーにおいても, RT群の方が17%高かった。しかし, イスの座り立ちにおいては, 2群間に有意差は見られなかった。

握力においては, LT群と比較して, 右握力において10%, 左握力においては9%, RT群が有意に高かった。また, 握力と腕筋量の間には正の相関関係が認められた。

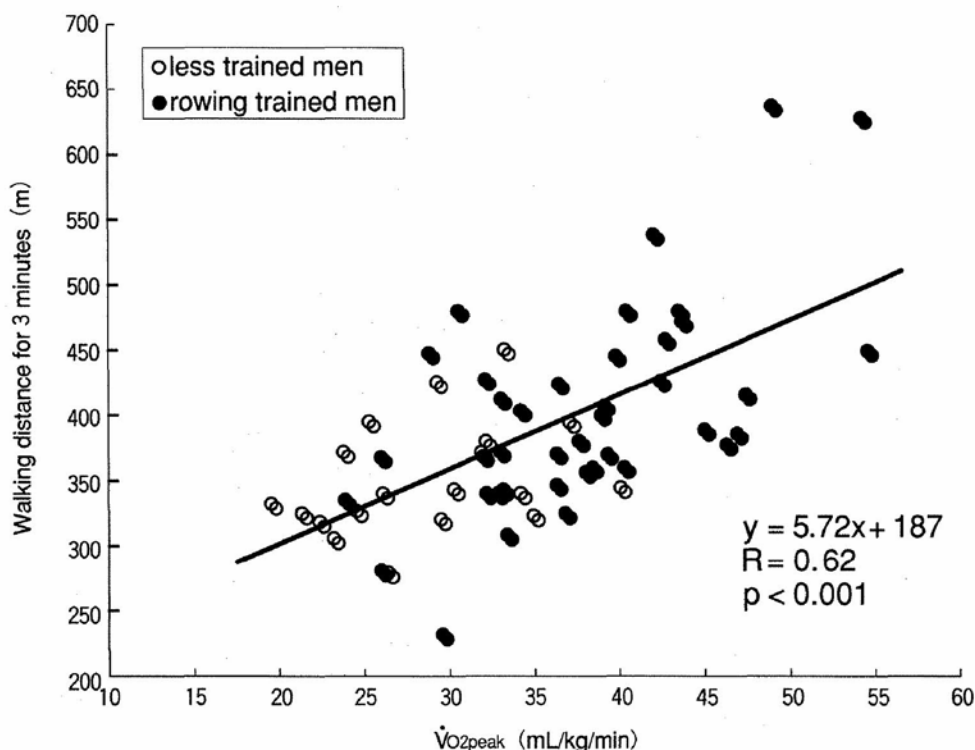


図1 The relationship between  $\dot{V}O_{2peak}$  and walking distance for 3 minutes

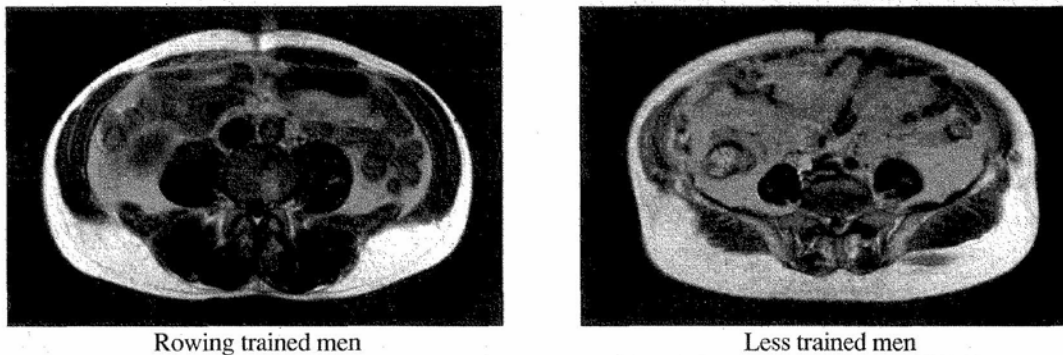


図2 Samples of cross-sectional image of visceral fat at the umbilical level

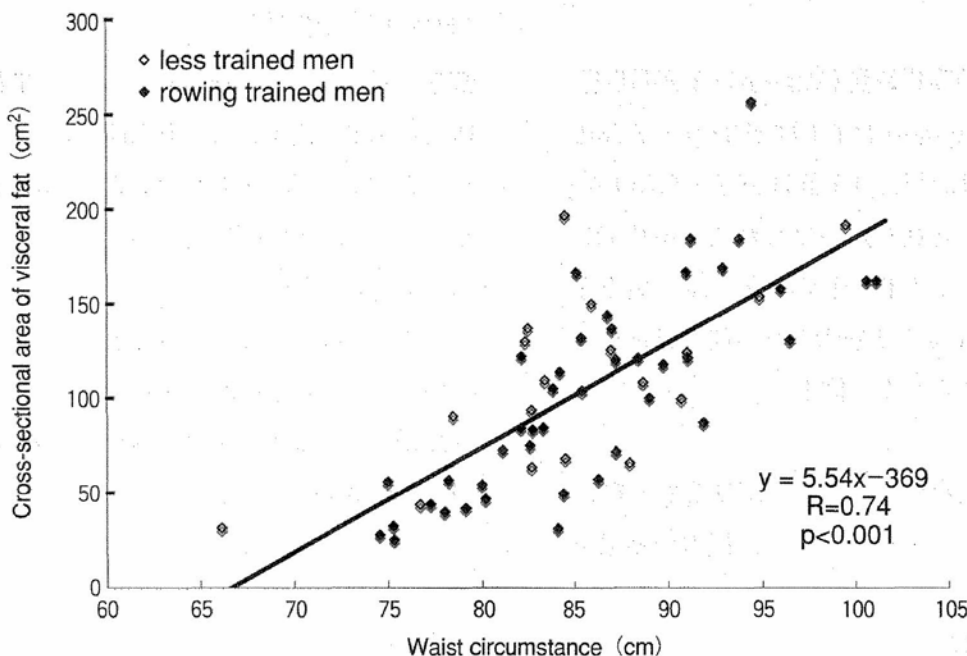


図3 The relationship between waist circumference and cross-sectional area of visceral fat

### 2. 5 内臓脂肪量

臍周りの腹囲の値は、RT群：85.8 ± 6.8cm, LT群：85.0 ± 7.1cmであり、2群間に差は見られなかった。また、MRIにより求められた臍位置における内臓脂肪面積（図2）も、RT群：102 ± 54cm<sup>2</sup>, LT群：110 ± 45cm<sup>2</sup>であり、2群間に有意差は認められなかった。腹囲と内臓脂肪面積の間には正の相関関係が認められた（図3）。

### 2. 6 メタボリックシンドロームの評価

表4はMSの各基準値を超えた者の数を示している。  
内臓脂肪量においてMSの基準値を超えていた

表4 The number of metabolic syndrome parameters

	RT (n=41)	LT (n=19)
High VFA	20 (48.8)	11 (57.9)
Hypertension	14 (34.1)	9 (47.4)
Lipid abnormality	3 (7.3)	3 (15.8)
Hyperglycemia	5 (12.2)	3 (15.8)
Number of Metabolic syndrome	7 (17.1)	5 (26.3)

Values are number of disorders (%)

人々の割合は、RT群において49%、LT群において58%であった。そのうち、内臓脂肪量以外で基準値を超えている危険因子の数は、RT群では0.5 ± 0.8個、LT群では0.8 ± 0.8個であった。

また、2つ以上MSの基準値を超えた対象者、すなわちMSと判定される人は、RT群、LT群それぞれ内臓脂肪基準値を超えた人の35%、45%であった。

したがって、どの項目においてもRT群よりもLT群の方が基準値を上回っている対象者の比率が高かった。また、3つの基準値の中でも特に高血圧に該当する者が多かった。

### 3. 考 察

本研究では、中高年ローイング愛好者と他の運動習慣を持つ中高年者を対象に、厚労省より発表された「エクササイズガイド2006」の測定項目を含めながら、ローイング運動が中高年者の体力と筋力に及ぼす影響、並びにMSの基準値を用いて、健康増進に及ぼす影響を検討した。

本研究における身体組成の結果から、身長、体重、骨量、骨格筋量においてローイング愛好者の方が有意に高い値を示した。また、体重あたりで求めた腕筋量には差が見られなかったが、脚筋量において顕著な差が認められたことから、ローイング愛好者の体格がただ全体的に大きいだけではなく、特に脚筋においては筋量も多く、加齢による脚筋量の低下を防ぐ可能性があることが示唆された。この結果は、われわれが以前MRI画像を用いて行った研究結果とも一致している。

また、 $\dot{V}O_{2peak}$ においても、LT群の平均値が同年代の目標値を下回っていたのに対し、RT群は30歳代の目標値に達しており、それに関係するとされている3分間歩行においても、RT群は20歳代の基準値よりも顕著に高かった。この結果はローイング運動が加齢に伴う心肺体力の低下を抑制する可能性を強く示唆している。

一方で、RT群の脚伸展パワーは他の運動習慣のある中高年者に比べ有意に高かったが、イス座り立ちにおいては、LT群との間に差は見られなかった。その原因をイス座り立ちの観点から考えると、RT群は全体的に身体が大きいため、イスの座り立ちを1回するときの時間的ロスがLT群よりも大きかったために、このような結果が生じた可能性がある。

血液検査の結果からは、糖代謝マーカーにおいてはRT群とLT群の違いは見られず、また基準値を超える者が数名いた。これは、中高年ローイング愛好者と同年代のウォーキング愛好者を比較した先行研究<sup>7)</sup>と同様な傾向であった。

一方、脂質代謝マーカーにおいては、HDL-コレステロールに関してLT群に比べ、RT群で有意に高い値を示し、さらに動脈硬化指数(AI)に関しても、RT群でLT群より有意に低かった。この結果は先行研究とも一致しており、ローイング運動が血中脂質異常を改善する可能性が示唆された。

今回はメタボリックシンドローム(MS)にも着目して測定を行った。その結果、MSであると判定される被験者数、また各危険因子において基準値を超えている被験者数の割合に関しては、いずれもLT群に比べてRT群の方が低かった。したがって、高齢者においてもローイング運動を行うことにより、MSをより効果的に予防できる可能性が示唆された。

しかしながら、腹囲および内臓脂肪面積に関してはLT群とRT群の間に有意な差は見られなかった。この結果から、ローイング運動では内臓脂肪型肥満を防ぐことが出来ないとも考えられる。しかし、本研究で対象としたローイング愛好者の体格は、他の運動習慣のある中高年者と比べて顕著に大きく、従って、身体が全体的に大きい分、腹囲も大きかったのではないかと思われる。また、内臓脂肪面積に関しても、腹囲の基準値を超えていても内臓脂肪面積が低かった人もいた。さらに、多くのローイング愛好者のように体格の大きい者にとって、内臓脂肪面積が $100\text{cm}^2$ 以上の場合、果たして体格の小さい者と同等のMSへの影響が出るのかどうか疑問が残る。本研究成績からだけでは結論を導くには限界があり、今後更なる検討が必要である。

#### 4. 結論

本研究では、中高年ローイング愛好者と低レベルの運動習慣を持つ中高年者を対象に、身体組成、心肺体力、筋力、血液検査、そしてMSの観点から諸測定を行った。その結果、中高年ローイング愛好者は、同年代の他の運動愛好者に比べ、身体組成、心肺体力、筋力ともに優れていた。また血液検査の結果では、ローイング運動が血中脂質異常を改善する可能性が示唆された。MSの基準においては、内臓脂肪において更なる検討が必要であるが、その他の危険因子においては他の運動愛好者と比較して低い割合であることが示された。

従って、本研究よりローイング運動は中高年者におけるMSを代表例とする生活習慣病リスクを軽減し、さらに健康増進につながる心肺体力および筋力の保持を可能にすることが示唆された。

#### 謝 辞

本研究課題に対して助成していただきました石本記念デサントスポーツ科学振興財団に感謝の意を表します。また、本研究の遂行に際しましてご協力いただきました早稲田大学スポーツ科学学院の金子香織氏、薄井澄誉子氏、浅香明子氏に心から感謝いたします。

#### 文 献

- 1) American College of Sports Medicine. Position Stand on the Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30:975-991 (1998)
- 2) 健康づくりのための運動基準 (2006), 厚生労働省 (2006)
- 3) 健康づくりのための運動指針 (2006 (エクササイズガイド) 2006), 厚生労働省 (2006)
- 4) Secher N.H. The physiology of rowing. *J. Sports Sci.*, 1:23-53 (1983)
- 5) Yoshiga C.C., Higuchi M., and Oka J. Serum lipoprotein cholesterol in older oarsmen. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 87:228-232 (2002)
- 6) Yoshiga C.C., Yashiro K., Higuchi M., and Oka J. Rowing prevents muscle wasting in older men. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 88:1-4 (2002)
- 7) 寺田 新, 樋口 満, 田畑 泉, 岡 純. ローイング・トレーニングが中高年者の糖処理能力に及ぼす影響. *デサントスポーツ科学*, 26:69-84 (2005)