

厚生労働科学研究研究費補助金

健康科学総合研究事業

「健康づくりのための運動指針」に関する研究

-身体活動量増加による生活習慣病の一次予防効果-

(H16-健康-022)

平成16年度 総括・分担研究報告書  
主任研究者 田畑 泉

平成17(2005)年 3月

研究報告書目次

目 次

I. 総括研究報告		
「健康づくりのための運動指針」に関する 研究-身体活動量増加による生活習慣病の 一次予防効果-	-----	1
田畑 泉		
II. 分担研究報告		
1. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究	-----	12
戸山芳昭		
2. 中高年者のローイング運動が身体組成と 血中脂質プロフィールに及ぼす影響	-----	14
樋口 満		
3. 高齢者に対するベンチステップ運動 による在宅型非監視下によるトレ ニング効果に関する研究	-----	20
-体力及び心機能に及ぼす影響-		
田中宏暁		
4. チェア・エクササイズを用いた生活 習慣病の予防と対策に関する研究	-----	27
林 達也		
5. 中・高齢者の身体活動量に関する研究	-----	37
檜垣靖樹		
6. 全身持久力と加齢と生活習慣病危険因子	-----	39
-横断的研究-		
田畑 泉 (宮地元彦)		
7. 中高年女性の身体組成に対する ウォーキングと食品成分の併用効果	-----	48
田畑 泉 (石見佳子)		
8. 日常における身体活動の評価法に関する検討	-----	51
田畑 泉 (田中茂穂)		
9. 簡易な身体活動量測定機器の評価	-----	54
田畑 泉 (高田和子)		
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	60
IV. 研究成果の刊行物・別刷		

「健康づくりのための運動指針」に関する研究

—身体活動量増加による生活習慣病の一次予防効果—

主任研究者 田畑 泉（独立行政法人 国立健康・栄養研究所 健康増進研究部長）

本研究の初年度である平成16年度は、体力、加齢、生活習慣病危険因子との関係を明らかにすることを目的に、主に横断的研究を行った。その結果、①身体活動量増加により、改善の可能性がある生活習慣病危険因子が明らかになった。②中高年者の健康増進に積極的な役割が期待されるスポーツ活動について、ローイングを対象にその健康増進効果及び生活習慣病予防効果を明らかにした。③地域における身体活動量増加を介した健康増進・保健活動の基礎として、地域において中高年者の歩数の調査を行い、歩数と介護予防との関係を明らかにし、地域における介入プログラム策定のためのデータを得た。④健康、あるいは軽度の疾病を有する中高年者を対象として安全で気軽に行える「すわるピクス」と「ステップ運動」の運動の有効性についての基礎的研究を行い、後年度に行う介入研究に用いる運動プログラム作成の基礎データを得た。⑤ヒューマン・カロリーメーター及び二重標識水法を用いて身体活動量の正確な把握に関する基礎的研究を行った。⑥閉経後女性の骨の健康に対するウォーキング及び食品由来成分の影響を明らかにした。

分担研究者 氏名

戸山芳昭（慶應義塾大学医学部 教授）

樋口 満（早稲田大学スポーツ科学学術院  
教授）

田中宏暁（福岡大学スポーツ科学部教授）

林 達也（京都大学大学院人間・環境科学  
研究科 助教授）

檜垣靖樹（佐賀大学医学部 助手）

A. 研究目的

国民の運動不足による生活習慣病罹患率の上昇を予防するために10年前(平成5年)に初めて制定された「健康づくりのための運動指針」では、運動習慣のない世代を対象にウォーキングを中心とする低い強度の運動(いわゆる有酸素性運動)を処方することにより、国民の運動量増加の基礎を築き一定の成果をあげた。しかし、運動継続率の高いスポーツ活動や、エネルギー消費速度が高く肥満予防に有効である比較的高い強度の運動、高齢者のQOLを維持するのに有効であるとして国民の多くが実施しているレジスタンス・トレーニング(いわゆる筋力トレーニング)などの処方については、ほとんど触れられていない。また、アクティ

ブ 80 ヘルスプランの施策のために厚生労働省が認定した健康増進施設(平成 63 年厚生省告知 273 号)における運動処方もウォーキング中心である現行の運動指針では対象者の欲求の多様性に対応できていない。そこで本研究では、比較的高い強度の運動を含むスポーツ活動やレジスタンス・トレーニングを含む新しい「健康作りのための運動指針」策定のするために必要な各種強度の運動による生活習慣病の一次予防効果のエビデンスを明らかにすることを目的とした。

## B. 研究方法

### 1-1 全身持久力と加齢と生活習慣病危険因子 —横断的研究—

#### 1. 被験者

被検者は若年群(64名、平均年齢 27.7 歳)、中年群(83 名、平均年齢 50.1 歳)、老年群(51 名 80 歳、平均年齢 67.2 歳)であった。さらに、それを年齢群毎に最大酸素摂取量の水準で分類し、「優れている」以上に含まれる被験者を高体力群、それ未満を低体力群とした。これらの対象について 最大酸素摂取量(自転車エルゴメーター、ダグラスバッグ)、身体組成(DEXA 法)、握力(最大等尺性筋力)、血圧、血液を測定した。

### 1-2 中高年女性の身体組成に対するウォーキングと食品成分の併用効果

閉経後 5 年以内の健常女性 128 名を 1. 対照群、2. イソフラボン摂取群、3. 運動群、4. イソフラボン摂取+運動群と無作為に群分けし、その影響を 1 年間観察した。運動はウォーキングとし、週 3 回(45 分/回)実施した。イソフラボン摂取群は骨に対して弱い女性ホルモン様作用を示す大豆イソフラボン(75mg/日)を摂取した。イソフラボン

に関しては二重盲検法を採用した。身体組成は二重エネルギー吸収法(DXA)を用いた。1-3 日常における身体活動の評価法に関する検討

健康な日本人男女大学生 23 名を対象に、ヒューマンカロリメーター内で、1 日 3 回の食事と睡眠(8 時間)の他、そうじ・片付け、座位と立位を規定した時間をそれぞれ 30 分×2 回、さらにトレッドミル上での歩行を 95m/分と 71m/分の速度で行った。それ以外の時間帯は自由時間とした。基礎代謝量(BMR)は、7 時に起床後、早朝空腹時に仰臥安静・覚醒状態にて測定した。

被検者は IDEEA(MiniSun 社)や 3 次元加速度計(アクティブトレーサー、ジー・エム・エス社)を装着するとともに、活動内容を自分で記録した。

### 1-4 簡易な身体活動量測定機器の評価

10 年以上エアロビクスの指導にあっている女性 14 名(35~55 歳)を対象に、基礎代謝量(ダグラスバッグ法)、エネルギー消費量(DLW 法)、活動エネルギー消費量(① 2 方向加速度計:Suzuken 社の LifecorderEX ② 3 方向加速度計:GMS 社の A-210)、身体組成(DEXA 法:Hologic 社 QDR-4500)の測定を行った。

### 2. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究

対象者は、特に運動習慣のない閉経後女性 35 名とし、これを運動群 23 名と非運動群 12 名に分けた。運動群では、最大酸素摂取量の 50%に相当する歩行速度をトレッドミルにて教育し、この速度で 1 日 30 分以上、総歩数 8,000 歩以上、週に 4 日以上歩行をおこなうように指導した。運動は 12 ヶ月間おこない、その後は自主性に任せた。骨

密度は第2から第4腰椎においてDXAで測定した。代謝動態の評価のために血液及び尿の分析を行った。

### 3. 中高年者のローイング運動が身体組成と血中脂質プロフィールに及ぼす影響

#### ①中高年男性を対象とした研究

##### a. 中高年男性ローイング愛好者の身体組成・呼吸循環器系機能と血中脂質・リポ蛋白プロフィール

ローイングクラブに所属する中高年男性(R)と同年齢層のウォーキング愛好者(W)を対象とした。ローイング・クラブメンバーは、日常のトレーニング状況から週に2回以上のローイング・トレーニングを行っている高トレーニング群(HT)と、週に1回以下しかトレーニングを行っていない低トレーニング群(LT)に分類した。各被験者に対してR群はローイングエルゴメーターで、W群はトレッドミルで最大酸素摂取量( $V_{O2max}$ )を測定した。さらに身体組成(DEXA)と血液を分析した。

##### b. 中高年男性ローイング愛好者の身体各部の筋組成比

ローイングクラブに所属し、日常規則的に全身的に筋肉を動員する運動であるローイング・トレーニングを行っている中高年男性(ROW)と、主として下肢を動員して行う運動であるランニング・トレーニングを習慣的に行っている同年齢層の男性(RUN)を対象として、全身の体組成(BOD POD法)と身体各部の筋組成比(MRI法)を測定した。

#### ②中高年女性を対象とした研究

##### a. 中高年女性ローイング愛好者の身体組成と血中脂質・リポ蛋白プロフィール

肥満していない閉経後の中高年女性( $BMI < 25 \text{kg/m}^2$ )で日常の運動・スポーツ習

慣が異なる人々を対象として、身体組成(DEXA法)と、血中脂質・リポ蛋白濃度を測定し評価した。グループ分けは運動習慣のない人々(UT)と、様々な運動・スポーツを日常的に行っている人々(T)であり、T群については、主として下肢を動員する低強度・有酸素運動であるウォーキングを行っているグループ(W)、上肢・下肢を動員する荷重負荷が低い有酸素運動であるスイミングを行っているグループ(S)、そして荷重負荷がかかり、ほぼ全身の筋肉を動員する運動であるバスケットボール・テニス・バレーボールなどの球技とローイングを行っているグループ(B)とした。

##### b. 中高年女性ローイング愛好者の身体各部の筋組成比

ローイングクラブに所属し、日常規則的にローイング・トレーニングを行っている中高年女性(R)と、ウォーキングを週1回程度行っている同年齢層の女性(W)を対象として、全身の体組成(BOD POD法)と身体各部の筋組成比(MRI法)を測定した。

#### 4. 高齢者に対するベンチステップ運動による在宅型非監視下によるトレーニング効果に関する研究

本研究では、ステップ台を用いた在宅型非監視下の12週間の短期有酸素性トレーニングが、高齢者の有酸素性作業能力及び心機能を改善するか否かを検討した。本研究で用いた在宅型非監視下トレーニングプログラムでは、1回の運動を10分以上、1日に3回、1週間で140分以上を目標とさせた。ステップ台を用いた漸増負荷試験を行い、乳酸性作業閾値強度(LT)を求め代謝当量(METS)として表し、有酸素性作業能の指標及び至適運動強度として用いた。心臓超音

波ドップラー法を用いEarly diastolic flow (E波)とAtrial contraction flow(A波)を測定し、心臓拡張機能として、E波及びEA比を用いた。

#### 5. チェア・エクササイズを用いた生活習慣病の予防と対策に関する研究

中高齢者や糖尿病・肥満症などの生活習慣病患者を対象とした運動療法教育プログラム「生活習慣病改善のための運動療法教室」への参加者に対して、さまざまな運動プログラムを試行し、アンケートや聞き取り調査にてフィードバックを受けながら、高齢者や低体力者、生活習慣病患者であってもおおむね施行可能なチェア・エクササイズを作成した。また、有酸素運動プログラムとして「すわるビクス」を作成し、その至適性、トレーニング効果を見た。またレジスタンス・トレーニングとして「鍛えマッスル」のトレーニング効果を見た。

#### 6. 中・高齢者の身体活動量に関する研究

対象は、デイサービス施設を利用している要支援あるいは要介護度1の認定者60名(76-96歳)とH町の健康診査を受診した40歳以上の者より各年代及び男女別にそれぞれ同数となるように無作為抽出した410名(40-84歳)、計470名である。日常生活における身体活動量の評価にはライフコーダ(スズケン)を用いた。平日と日祭日の活動量の変化を考慮して、ライフコーダは7日間以上、装着していただくよう、依頼した。

(倫理面への配慮)

フィールド研究を行う場合には、研究者と市町村等の保健行政担当者との間で、調査の実施、データの取り扱い、被対象者に対する結果返し等に関して十分な協議を行

うとともに、疫学研究に関する倫理指針(平成14年文部科学省・厚生労働省告示第2号)に則り、研究機関における倫理委員会の承認を得た。また、個々の対象者への事前の説明を十分に行い、同意を得るとともに、得られたデータが対象者個人の健康管理に役立てることが出来るように事後の結果説明あるいは保健指導を行った。また、既存のデータの使用も含めて、個人情報保護等について、最大限の倫理的な配慮を払った。

#### C. 研究結果

##### 1-1 全身持久力と加齢と生活習慣病危険因子 —横断的研究—

全身LBM(除脂肪体重)、下肢LSTM、体幹LSTMについては、老年群の高体力群は同低体力群に比較して高い値を示した。下肢%FM(脂肪率)および体幹%FM(脂肪率)は、若年群、中年群において、低体力群は高体力群に比較して有意に高い値を示した。下肢%FMは若年群、中年群において低体力群が高体力群に比較して有意に高い値を示した。

全身骨密度は体力群間の差は若年群のみで認められ、若年群では高体力群は低体力群に比較して高い値を示した。

HDLコレステロールは、中年群においてのみ、低体力群が高体力群よりも有意に低い値を示した。インスリン、HOMA指数については、若年群においてのみ、低体力群が高体力群よりも有意に高い値を示した。老年群において、高体力群が低体力群よりも収縮期血圧が有意に低い値を示した。

握力は、老年群の高体力群は同低体力群に比較して高い値を示した。

##### 1-2 中高年女性の身体組成に対するウオ

## ーキングと食品成分の併用効果

対照群では1年間に体脂肪率の上昇と大腿骨頸部の骨密度が低下した。

ウォーキングは体脂肪率を非運動群に比べて有意に低下させた。また大腿骨頸部およびWARD'S三角部の骨密度の低下が非運動群に比べて有意に抑制された。

イソフラボン摂取により、体幹部の脂肪重量が対照群に比べて有意に低下した。大腿骨WARD'S三角部の骨密度の低下が対照群に比べて有意に抑制された。また、運動とイソフラボンの併用群では顕著であった。

血中のHDL・コレステロールは併用群において有意に上昇した。

## 1-3 日常における身体活動の評価法に関する検討

IDEEAを用いると、BMRや安静時代謝量の実測値を用いた場合に、座位活動内でのPARをある程度推定できた( $R^2=0.36$ )。立位やそうじに関しては、実測値を用いるかどうかに関わらず、同程度の推定精度であった。歩行時は更に推定精度が高くなったが、71m/分の時( $R^2=0.64$ )の方が、95m/分の時( $R^2=0.38$ )より推定できた。

一方、3次元加速度計を用いると、これらの活動間の判別は、座位と立位は約70%、それ以外は90%程度の精度で判別が可能であった。

## 1-4 簡易な身体活動量測定機器の評価

対象者の体脂肪率は平均22.1%と少なかった。基礎代謝量は基準値と同じであった。加速度計によるエネルギー消費量はDLWに比べて過小に評価され、その差はエネルギー消費量が多い者ほど大きかった。DLWで測定したエネルギー消費量と歩数、合成加速度との間には明確な関係はみられ

なかった。

エネルギー消費量をDLWで測定した値を使用した場合は、BMRを実測、推定いずれを用いてもほぼ同じ値を示した。

## 2. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究

運動群の介入前の目標心拍数は平均108(回/分)、目標速度は(4.2km/時)であった。運動中の1日あたりの総歩数は8,185歩であり、開始12ヶ月後には同じ運動負荷に対する心拍数が有意に減少した。骨代謝マーカーの推移ではBAPが歩行開始12ヶ月後において有意な減少を示したが、OCは有意な変化を示さなかった。NTxは、運動群で開始3ヶ月以後介入前に比し有意な減少がみられたが、非運動群は有意な変化を示さなかった。骨密度は、運動群は非運動群に比し有意な増加を示した。また自主性に任せた後に、総歩数は4,832歩と減少し、18ヶ月以後ではNTxの有意な上昇と骨密度の減少傾向がみられた。

## 3. 中高年者のローイング運動が身体組成と血中脂質プロファイルに及ぼす影響

### ① 中高年男性を対象とした研究

#### a. 中高年男性ローイング愛好者の身体組成・呼吸循環器系機能と血中脂質・リポ蛋白プロファイル

HT群は、LT群やW群よりも体脂肪率が低かった。また、HT群のVozmaxはLT群よりも高かった。血中脂質・リポ蛋白濃度について、HT群とLT群の間には差がなかった。

#### b. 中高年男性ローイング愛好者の身体各部の筋組成比

ROW群はRUN群よりも体格が大きかったが、体脂肪率には差がなかった。ROWは

RUN に比べて、下肢全体の横断面積及び筋肉のみの横断面積で大きい傾向が認められた。上肢全体の横断面積には両グループ間に有意な差がみられなかったが、筋肉のみの横断面積は ROW が RUN よりも有意に大きかった。

## ②中高齢女性を対象とした研究

### a. 中高齢女性ローイング愛好者の身体組成と血中脂質・リポ蛋白プロフィール

UT 群と T 群では、全身の除脂肪量(LM)に顕著な差が認められた。しかし、体脂肪量(FM)には有意な差はみられなかった。

全身の LM は、UT 群、W 群に比べて、S 群、B 群が有意に高かった。

血中脂質・リポ蛋白濃度については UT 群、および T 群(W、S、B 各群)間に有意な差は認められなかった。

### b. 中高齢女性ローイング愛好者の身体各部の筋組成比

全身の体脂肪率は R 群が W 群よりも低かった。また、全身の LM は、R 群が W 群よりも多くなっており、中高齢女性においては、ローイング運動は除脂肪量を高め、体脂肪量を減少させる効果があることが示唆された。

## 4. 高齢者に対するベンチステップ運動による在宅型非監視下によるトレーニング効果に関する研究

対象者のステップ台を用いた運動の時間は 12 週間で 120 分±47 分/週であった。12 週間後、LT に相当する METS 及び E 波が有意に上昇し、EA 比は増加する傾向がみられた。しかしながら、介入前の EA 比が正常値 0.75m/sec 未満に相当するもの(異常群)と正常値(正常群)に分け、拡張機能に対するトレーニング効果を比較したところ、

異常群において E 波、EA 比が顕著に改善し、正常群において変化はなかった。また本プログラム終了後、LDL コレステロール、血糖値、尿酸値が有意に低下した。

## 5. チェア・エクササイズを用いた生活習慣病の予防と対策に関する研究

「すわろビクス」の最大運動強度は、「大きな動きの運動」においても約 3.5 METs と無酸素性作業閾値のレベルに一致し、至適運動強度を保った。4 ヶ月間のすわろビクストレーニング後の計測で、有酸素運動能力(最高酸素摂取量・無酸素性作業閾値)の有意の改善が認められた(最高酸素摂取量：前  $20.6 \pm 0.8$ , 後  $23.1 \pm 1.2$  mg/kg/min,  $P < 0.01$  無酸素性作業閾値：前  $13.5 \pm 0.6$ , 後  $14.6 \pm 0.6$  mg/kg/min)。

「鍛えマッスル」トレーニングにより膝関節伸展・屈曲の最大筋力については、30 度/秒、60 度/秒、120 度/秒いずれの等角速度運動においても有意の筋力向上を認められた( $n=10$ ,  $P < 0.05$ )。

## 6. 中・高齢者の身体活動量に関する研究

解析には、3 日間以上、1 日 8 時間以上の装着が確認できた 428 名のデータを用いた。一日の平均歩数は加齢とともに減少するが、特に 60 歳代後半以降での低下率が著しく、60 歳代の肥満者(BMI : 25 以上)の歩数(5,831 歩)は、非肥満者(7,562 歩)に比べ顕著に低かった。また、運動量も同様な結果であった。

要介護認定者の平均歩数(1,337 歩)は、同年代の要介護認定非該当者(3,605 歩)に比べて低値を示し、活動強度レベルにおいても顕著な低値を示した。

## D. 考察

### 1-1 全身持久力と加齢と生活習慣病危険因



## 子 一横断的研究一

本研究では、加齢による生活習慣病および危険因子の異常化、および介護予防に関係する指標の低下を、全身持久的な運動により抑制可能かどうかを明らかにする前段階として、若年者から高齢者までの最大酸素摂取量水準と生活習慣病危険因子(全身、身体各部位の体脂肪率、血液生化学的指標)、および介護予防関連指標(全身、身体各部位の筋量、全身骨密度、筋力、単位筋量あたり筋力)との関係を横断的研究方法で明らかにすることを目的とした。その結果、生活習慣病危険因子ならびに介護予防関連指標は、加齢および体力水準によって、1) 加齢による変化を体力づくりでは抑制できない指標(拡張期血圧、血糖値、HbA1c、総コレステロール、中性脂肪、全身 LBM、下肢および体の LSTM、上肢筋量当たりの握力、全身骨密度)、2) 加齢による変化を体力づくりで抑制可能な指標(全身%FM および身体各部位%FM、収縮期血圧、上肢 LSTM、握力)、3) 加齢の影響を受けないが、体力づくりが効果的な指標(HDL コレステロール、インスリン、HOMA 指標)、4) 加齢・体力づくり両方の影響を受けない指標と分類されることが明らかになった。

介護予防の観点から重要である全身 LBM、下肢および体幹の LSTM、上肢筋量当たりの握力、全身骨密度については、全身持久力を高めるような運動を行うだけでは、その異常化、低下を抑制することは困難であることを示唆しており、別の対処法、例えば筋量の減少や骨粗鬆症の予防については、持久的運動とは別に筋量、筋力を向上させるようなレジスタンストレーニングなどを実施することが必要であろう。

HOMA 指数が有酸素性体力向上により全世代で改善することは高血糖を生じる前段階のインスリン抵抗性の増加をどの世代においても持久的運動によって抑制できる可能性を示唆している。

## 1-2 中高年女性の身体組成に対するウォーキングと食品成分の併用効果

ウォーキング群の1年間の1日当たり平均歩数は約 8,500 歩であり、対照群では約 6,000 歩であったことから、1日平均 2,500 歩のウォーキング(時速およそ 6km/h)の実施により、身体組成が改善されることが明らかになった。

一方、イソフラボンの体脂肪率および骨に対する有効性は特定の部位に限られていた理由として、本研究に参加した被験者の1日当たりのイソフラボン摂取量(約 45mg)が他の日本人と同様に多く、顕著な介入効果が得られにくい可能性が示唆された。今後はイソフラボンの介入量を検討する必要がある。

本研究では大腿骨骨密度に対するウォーキングおよびイソフラボンの有効性は各々単独では認められたが、両者の交互作用は認められなかった。このことから、1年間の介入では両者の併用効果は相加的であり、相乗効果は認められないことが明らかになった。

## 1-3 日常における身体活動の評価法に関する検討

IDEEA で BMR や座位安静時代謝量の両方を用いると座位時の PAR の推定精度が向上した。また、座位時の安静時代謝量は、体重との関係式において、大きな切片が存在する。したがって、座位時の PAR の推定に安静時代謝量の実測値を用いるか、体重を

適切に考慮した推定値を用いれば、精度が高まる可能性が示唆された。また、座位時の PAR の推定値として、1.4(読書, テレビなど)や 1.7(デスクワーク)等を用いてきたが、実際の値はこれらより小さかった。

3 次元加速度計の場合は、日常生活での支障もかなり小さいことから、活動強度の分類ができれば、低強度の身体活動の評価には有効であり、活動内容のパターン化も可能となる。

#### 1-4 簡易な身体活動量測定機器の評価

日本人を対象として DLW により測定したエネルギー消費量と加速度計で測定したエネルギー消費量を検討した研究では、いずれも加速度計は 7~37%の過小評価をしている。今回、活動量の多いエアロビクスインストラクターを対象に測定したが、加速度計は DLW に比べ 100~7%、平均 30%の過小評価をしていた。この値はこれまでの研究に比べると大きい傾向にある。これは、これまでの研究でも指摘されているように活動量の多い者での過小評価が大きい傾向にあることと一致している。

#### 2. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究

運動群では運動開始 3 ヶ月後より骨吸収マーカーが有意に低下し、12 ヶ月間の減少率と腰椎骨密度の増加率との間に有意な相関がみられた。一方、骨形成マーカーでは BAP のみが 12 ヶ月後に有意に減少した。以上より運動は主に骨吸収を抑制することにより骨量の維持に貢献しているものと考えられた。そしてその運動量の減少は骨吸収を亢進させ、増加した骨量を減少させることが明らかとなった。

#### 3. 中高年者のローイング運動が身体組成

#### と血中脂質プロフィールに及ぼす影響

本研究で行われた横断的研究から、中高年の男性と女性のいずれにとっても、ローイングは加齢に伴う除脂肪量の減少と体脂肪量の増加を抑制する効果があることが示唆された。

さらに、中高年男性においてローイング運動が、有酸素運動として広く推奨されているウォーキングと同様に、血中脂質・リポ蛋白プロフィールを抗動脈硬化型へと改変する可能性があることを示唆している。

しかし、中高年女性では、血中 LDL-コレステロール濃度の上昇を抑制したりすることは困難であることが示唆された。

#### 4. 高齢者に対するベンチステップ運動による在宅型非監視下によるトレーニング効果に関する研究

先行研究の在宅型非監視下の有酸素性運動プログラムでは、本研究で得られたように高齢者に対して 12 週間という短期間で体力の向上とともに生活習慣病の危険因子と心機能の改善をもたらすような効果を認めた報告はない。先行研究の多くが野外でのウォーキングを行っており、このようなプログラムでは環境により影響を受け運動を中止せざるを得ない時があるが、本研究のステップ台を用いた在宅型非監視下の有酸素性運動プログラムは、天候に左右されずに行える利点がある。さらに非監視下のウォーキングでは強度の管理が難しいのに対して、本プログラムで用いたステップ運動は台高と頻度が個人毎に決めることができるので非監視下でも強度を一定にすることができる。本研究では在宅型トレーニングでありながら顕著な効果が認められた理由はこのような差異に基づくものと考えら

れた。

## 5. チェア・エクササイズを用いた生活習慣病の予防と対策に関する研究

2型糖尿病患者において、低下した有酸素運動能力が、既知の危険因子(高血糖や肥満、高血圧、高脂血症、喫煙、高齢など)とは独立した予後規定因子であることが報告されるようになり、有酸素運動能力の維持あるいは向上が臨床的観点から重要されるようになってきた。本研究では、糖尿病患者において4ヶ月間の「すわろピクス」トレーニング後の計測で、有酸素運動能力(最高酸素摂取量・無酸素性作業閾値)に有意な改善が認められた。運動習慣を持ち、有酸素運動能力を維持することの重要性が、肥満者や高血圧症患者、一般健常人においても明らかにされていることから「すわろピクス」による有酸素運動能力の改善は、糖尿病患者に限定されず重要な臨床的意義を有するものと考えられる。

## 6. 中・高齢者の身体活動量に関する研究

一般的に健康診査を受ける者の健康意識は高いと言われているが、60歳代後半からの歩数、活動量の低下は注目すべき点である。介護予防の観点からもハイリスク集団と位置づけられるため、早急な対応が望まれる。また、歩数の低下と同時に活動強度レベルの著しい低下が観察されたため、運動強度も加味した運動プログラムづくりが望まれる。

### E. 結論

#### 1-1 全身持久力と加齢と生活習慣病危険因子 —横断的研究—

本研究では日本人女性の全身持久力と生活習慣病危険因子と要介護に関する因子との関連を横断的手法により検討した。その

結果、最大酸素摂取量が高いことが、肥満、高血圧、インスリン抵抗性といった生活習慣病のリスクを低く抑えることが示唆された。一方で、骨粗鬆症、サルコペニアといった要介護のリスクには関係しないことも示唆された。

#### 1-2 中高年女性の身体組成に対するウォーキングと食品成分の併用効果

閉経期の女性では体脂肪率の上昇と大腿骨頸部骨密度の低下が認められたが、週3回のウォーキングを1年間継続することにより、これらの変化が有意に抑制された。1日あたり75mgのイソフラボンを1年間摂取することにより、大腿骨WARD'S三角部の骨密度の低下が抑制された。運動とイソフラボン摂取の効果には交互作用は認められなかったが、両者の併用により脂質代謝および骨密度の維持に関して最も高い効果が得られた。

#### 1-3 日常における身体活動の評価法に関する検討

座位や立位のPARにも個人差が存在する。これらを含む詳細な身体活動の把握が必要な場合はIDEAAを、活動強度を大別する必要がある場合は3次元加速度計を用いることにより、身体活動の内容を量的に評価することが可能である。

#### 1-4 簡易な身体活動量測定機器の評価

多様な運動習慣を有する者を対象とした既存の加速度計での評価に、まだ課題が多い。

#### 2. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究

閉経後女性における歩行運動療法は、主に骨吸収を抑制することによって骨量を維持し、その効果を持続するためには運動を継続する必要がある。

#### 3. 中高年者のローイング運動が身体組成

と血中脂質プロフィールに及ぼす影響

ローイングを行っている中高年者では男女を問わず、筋量が運動習慣のない同年齢層の人々よりも多くなっていた。

血中脂質・リポ蛋白プロフィールについてみると、中高年男性ではローイングを含む様々な運動・スポーツによる抗動脈効果作用が認められたが、中高年女性ではその効果は明らかでなかった。

#### 4. 高齢者に対するベンチステップ運動による在宅型非監視下によるトレーニング効果に関する研究

ステップ台を用いた在宅型非監視下の12週間の短期有酸素性トレーニングは、高齢者の有酸素性作業能力を上昇させるだけでなく生活習慣病の危険因子を下げ、低下した心機能を改善させるのに有効であることが示唆された。

#### 5. チェア・エクササイズを用いた生活習慣病の予防と対策に関する研究

チェア・エクササイズである「すわるビクス」には、有酸素運動・レジスタンストレーニング・バランス機能強化運動と、その準備・整理運動としてのストレッチングが含まれており、すでに生活習慣病を発病した患者においても、健常人の生活習慣病予防の観点からも有用な運動方法と考えられる。

#### 6. 中・高齢者の身体活動量に関する研究

生活習慣病及び要介護に対する一次予防として、加齢に伴う身体活動量の低下を防止する施策の重要性が示唆された。

#### F. 健康危険情報

問題なし。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. Miyachi M, kawano H, Sugawara J, Takahashi K, Hayashi K, Yamazaki K, Tabata I, Tanaka H. Unfavorable Effects of Resistance Training on Central Arterial Compliance. A Randomized Intervention Study. *Circulation*; 110(18): 2858-2863, 2004
2. Wu J, Wang XX, Chiba H, Higuchi M, Nakatani T, Ezaki O, Cui H, Yamada K, Ishimi Y. Combined intervention of soy isoflavone and moderate exercise prevents fat elevation and bone loss in ovariectomized mice. *Metabolism* 53: 942-948 (2004)
3. Iwamoto J, Shimamoto C, Takeda T, Abe H, Ichimura S, Sato Y, Toyama Y. Effect of treadmill exercise on bone mass, bone metabolism, and calciotropic hormones in young growing rats. *J Bone Miner Metab* 22: 26-31, 2004
4. Yamazaki S, Ichimura S, Iwamoto J, Takeda T, Toyama Y. Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. *J Bone Miner Metab* 22: 26-31, 2004
5. 薄井澄誉子, 金子香織, 岡 純, 田畑 泉, 樋口 満. 中高年男女スポーツ愛好者の身体組成と基礎代謝量. *栄養学雑誌* 63:21-25, 2005.
6. Ogawa K, Oka J, Yamakawa J, Higuchi M: A single bout of exercise influences natural killer cells in elderly women, especially those who are habitually active. *Journal of Strength and Conditional Research* 19:45-50, 2005.

7. Hamada T, Hayashi T, Kimura T, Nakao K, Moritani T. Electrical stimulation of human lower extremities enhances energy consumption, carbohydrate oxidation, and whole body glucose uptake. *J. Appl Physiol.* 2004 96:911-6.
9. 桧垣靖樹, 田口尚人, 田中恵太郎. ITを活用した介護予防事業の提案. 産官学連携フォーラム in 佐賀 2004. 産官学連携フォーラム in 佐賀 2004 実施報告書, 23-27, 2004.
2. 学会発表
1. Miyachi M, Tabata I, Kawano H, Okajima M, Oka J, Tanaka H. Lack of Age-related Decreases in Limb Blood Flow in Resistance-Trained Men 2004 American Physiological Society Intersociety Meeting, The Integrative Biology of Exercise, 2004 .10 .07, Hilton Austin, Austin, TX, USA
2. Wu J, Oka J, Higuchi M, Tabata I, Fujioka M, Sugiyama F, Fuku N, Toda T, Okuhira T, Ueno T, Uciyama S, Urano K, Yamada K, Ishimi Y. Effects of isoflavone on bone loss in postmenopausal women Depend on bacterio-typing for equol, a bacterial metabolite of isoflavone: randomized, placebo-controlled trial. The 26th Annual Meeting for the American Society for Bone and Mineral Research: Seattle, Washington
3. Higuchi M, Miyazaki J, Tachibana K, Yashiro K: Effect of rowing for older men in aspects of muscular size, explosive and aerobic power. American College of Sports Medicine 51<sup>st</sup> Annual Meeting, Indianapolis, U.S.A., June 4, 2004.
4. 土井由紀子, 森由香梨, 中山藤, 飛奈卓郎, 清永明, 進藤宗洋, 田中宏暁. ステップ運動が高齢者の心機能に及ぼす影響～SAT プロジェクト 162～. 体力科学 2004;53: pp886 (抄録). 第59回日本体力医学会
5. 林 達也. 座位を基本とした有酸素運動・レジスタンストレーニングの臨床的有用性. 第59回日本体力医学会大会 シンポジウムファストスポーツからスロースポーツへ, 埼玉, 9月15日, 2004.
- H. 知的財産権の出願・登録状況  
(予定を含む。)
1. 特許取得 なし
  2. 実用新案登録 なし
  3. その他 なし

## 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究

分担研究者：戸山 芳昭 慶應義塾大学医学部整形外科 教授

研究協力者：松本 守雄 慶應義塾大学医学部整形外科 講師

研究要旨：トレッドミル負荷により、閉経後女性における歩行運動療法の有用性を検討した。歩行運動療法は、主に骨吸収を抑制することによって骨量を維持し、その効果を持続するためには運動を継続する必要がある。

### A. 研究目的

高齢化社会を迎え、骨粗鬆症が社会的な問題となり、治療の目標は、骨密度増加や骨折予防のみならず、除痛さらには QOL の向上を重視する方向に変移しつつある。今回我々は、閉経後女性における歩行運動とその後の歩行量の減少が骨代謝および骨量に及ぼす影響について検討した。

### B. 研究方法

対象患者は特に運動習慣のない閉経後女性 35 名で、これを運動群 23 名と非運動群 12 名に分けた。運動群では、最大酸素摂取量の 50%に相当する歩行速度をトレッドミルにて教育し、この速度で 1 日 30 分以上、総歩数 8,000 歩以上、週に 4 日以上歩行をおこなうように指導した。運動療法時は、運動強度および歩数の確認を頻回におこなった。運動療法は 12 ヶ月間おこない、その後は自主性に任せた。代謝動態の評価のため、骨形成マーカーとして血清中の骨型アルカリフォスファターゼ（以下 BAP）およびオステオカルシン（OC）を、骨吸収マーカーとして早朝第 2 ないし第 3 尿中の NTx を測定した。骨密度は第 2 から第 4 腰椎におい

て DXA で測定した。

### C. 研究結果

初診時の BMI および各測定値において両群間に有意差はなかった。運動群の初診時の目標心拍数は平均 108（回/分）、目標速度は（4.2km/時）であった。運動療法中の 1 日あたりの総歩数は 8,185 歩であり、開始 12 ヶ月後には同じ運動負荷に対する心拍数が有意に減少した。骨代謝マーカーの推移では BAP が歩行開始 12 ヶ月後において有意な減少を示したが、OC は有意な変化を示さなかった。NTx は、運動群で開始 3 ヶ月以後初診時に比し有意な減少がみられたが、非運動群は有意な変化を示さなかった。骨密度は、運動群は非運動群に比し有意な増加を示した。また自主性に任せた後に、総歩数は 4,832 歩と減少し、18 ヶ月以後では NTx の有意な上昇と骨密度の減少傾向がみられた。

### D. 考察

運動群では運動療法開始 3 ヶ月後より骨吸収マーカーが有意に低下し、12 ヶ月間の減少率と腰椎骨密度の増加率との間に有意な相関がみられた。一方、骨形成マーカー

ではBAPのみが12ヶ月後に有意に減少した。以上より運動は主に骨吸収を抑制することにより骨量の維持に貢献しているものと考えられた。そしてその運動量の減少は骨吸収を亢進させ、増加した骨量を減少させることが明らかとなった。

#### E. 結論

閉経後女性における歩行運動療法は、主に骨吸収を抑制することによって骨量を維持し、その効果を持続するためには運動を継続する必要がある。

#### F. 健康危険情報

問題なし。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. Iwamoto J, Shimamoto C, Takeda T, Abe H, Ichimura S, Sato Y, Toyama Y. Effect of treadmill excise on bone mass, bone metabolism, and calciotropic hormones in young growing rats. J Bone Miner Metab 22: 26-31, 2004
2. Yamazaki S, Ichimura S, Iwamoto J, Takeda T, Toyama Y. Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. J Bone Miner Metab 22: 26-31, 2004

##### 2. 学会発表

1. 山崎智, 市村正一, 竹田毅, 岩本潤, 戸山芳昭. 閉経後女性における歩行運動及びその減少が骨代謝に及ぼす影響. 日本骨代謝学会 2004

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

予定していない。

## 中高年のローイング運動が身体組成と血中脂質のプロフィールに及ぼす影響

分担研究者 樋口 満 早稲田大学スポーツ科学学術院 教授

習慣的にローイング（ボート漕ぎ）を行っている中高年男性は、ウォーキングを行っている同年齢の男性とほぼ同様に良好な血中脂質・リポ蛋白プロフィールであった。中高年男性ローイング愛好者は上肢の筋量がランニング愛好者よりも多くなっていた。中高年女性においては、ローイングや球技系スポーツを行っている人々は、運動習慣のない人々やウォーキングを行っている人々よりも体脂肪量が少なく、筋・骨を含む除脂肪量が多くなっていたが、血中脂質・リポ蛋白プロフィールには顕著な差が認められなかった。とくに、ローイングを習慣的に行っている中高年女性は他のスポーツを行っている人々よりも筋量が多くなっていた。

### A. 研究目的

これまでの多くの研究を踏まえて、高脂血症などの生活習慣病の予防には日常規則的な有酸素運動が推奨されている。一方、最近では、中高年者にあつては、加齢に伴う筋肉や骨の減少を予防するためにレジスタンス運動を生活に組み入れることが、「生活の質」(QOL)を高く保持するために重要であるとの指摘がなされるようになってきた。ウォーキングやジョギング・ランニング、そしてスイミングは有酸素運動として世界的に広く行われている運動・スポーツである。ローイング(ボート漕ぎ)は有酸素運動としての健康効果が明らかになってきた運動・スポーツであるが、その運動様式から考えて、レジスタンス運動としての効果も期待される。しかし、中高年者を対象としたローイングの生活習慣病予防、QOL向上に関する研究はまだ、端緒にすぎないばかりである。

そこで、まず我々は中高年男女を対象と

して、ローイング運動が身体組成(体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量、筋肉量、骨量など)と脂質代謝に関連する血液諸指標に及ぼす影響を横断的に検討した。

### B. 研究方法

#### 1. 中高年男性を対象とした研究

##### 1-1. 中高年男性ローイング愛好者の身体組成・呼吸循環器系機能と血中脂質・リポ蛋白プロフィール

ローイングクラブに所属する中高年男性(R: N=28)と同年齢層のウォーキング愛好者(W: N=10)を対象とした。ローイング・クラブメンバーは、日常のトレーニング状況から週に2回以上のローイング・トレーニングを行っている高トレーニング群(H T: N=16)と、週に1回以下しかトレーニングを行っていない低トレーニング群(L T: N=12)に分類した。各被験者に対して最大酸素摂取量( $Vo_{2max}$ )、身体組成(体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量)を測定した。R群に対する  $Vo_{2max}$  測定はローイング・エル



ゴメータにより行い、身体組成は DEXA を用いて測定した。早朝空腹状態にて採血を行い、血中脂質・リポ蛋白濃度・総コレステロール(TC)、HDL-コレステロール(HDL-C)、トリグリセリド(TG)を SRL(株)に委託して分析した。LDL-コレステロール(LDL-C)は Friedewald らの計算式から算出した。

### 1-2. 中高年男性ローイング愛好者の身体各部の筋組成比

ローイングクラブに所属し、日常規則的に全身的に筋肉を動員する運動であるローイング・トレーニングを行っている中高年男性(ROW : N=10)と、主として下肢を動員して行う運動であるランニング・トレーニングを習慣的に行っている同年齢層の男性(RUN : N=10)を対象として、全身の体組成(BOD POD 法)と身体各部の筋組成比(MRI 法)を測定した。

## 2. 中高年女性を対象とした研究

### 2-1. 中高年女性ローイング愛好者の身体組成と血中脂質・リポ蛋白プロフィール

肥満していない閉経後の中高年女性(BMI<25kg/m<sup>2</sup>)で日常の運動・スポーツ習慣が異なる人々を対象として、身体組成(DEXA 法)と、血中脂質・リポ蛋白濃度を測定し評価した。グループ分けは運動習慣のない人々(UT : N=101)と、様々な運動・スポーツを日常的に行っている人々(T : N=93)であり、T 群については、主として下肢を動員する低強度・有酸素運動であるウォーキングを行っているグループ(W : N=34)、上肢・下肢を動員する荷重負荷が低い有酸素運動であるスイミングを行っているグループ(S : N=16)、そして荷重負荷がかかりほぼ全身の筋肉を動員する運動で

あるバスケットボール・テニス・バレーボールなどの球技とローイングを行っているグループ(B : N=43)とした。

### 2-2. 中高年女性ローイング愛好者の身体各部の筋組成比

ローイングクラブに所属し、日常規則的に全身的に筋肉を動員する運動であるローイング・トレーニングを行っている中高年女性(R : N=8)と、主として下肢を動員して行う運動である軽度の有酸素運動であるウォーキングを週 1 回程度行っている同年齢層の女性(W : N=32)を対象として、全身の体組成(BOD POD 法)と身体各部の筋組成比(MRI 法)を測定した。

(倫理面への配慮)

すべての研究は独立行政法人国立健康・栄養研究所の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。各被検者には研究の趣旨と方法、起こりうる危険性などを説明し理解を得て、インフォームド・コンセントを得て実施した。

## C. 研究結果

### 1. 中高年男性を対象とした研究

#### 1-1. 中高年男性ローイング愛好者の身体組成・呼吸循環器系機能と血中脂質・リポ蛋白プロフィール

高頻度にローイング運動を行っている中高年男性(HT : 年齢 67±2 歳、BMI 23.2±2.4 kg/m<sup>2</sup>)は、低い頻度でしかローイングを行っていない同年齢層の男性(LT : 68±4 歳、24.6±3.2 kg/m<sup>2</sup>)やウォーキング愛好者(W : 69±4 歳、22.2±2.2 kg/m<sup>2</sup>)よりも体脂肪率が低くなっていた(HT 17.6±4.4 vs. LT 20.5±4.9 vs. W 22.6±4.5%)。また、HT 群の Vo<sub>2</sub>max は LT 群よりも高くなっていた(35±5 vs. 30±3 ml/kg/min)。

血中脂質・リポ蛋白濃度についてみると、HT群とLT群の間には顕著な差がなく、W群と比べるとTC、HDL-Cがやや高くなっていた(TC: HT 213±26, LT 210±18, W 201±28 mg/dl; HDL-C: HT 66±10, LT 64±11, W 56±14 mg/dl; TG: HT 110±58, LT 134±73, W 117±44 mg/dl)。

#### 1-2. 中高年男性ローイング愛好者の身体各部の筋組成比

日常的にローイングを行っている中高年男性(ROW)はランニングを習慣的に行っている同年齢層の人々(RUN)よりも体格が大きかったが、体脂肪率には差がなかった。下肢についてみると、ROWはRUNに比べて、全体のCSA(筋肉+骨+脂肪+皮膚: 191±26 vs. 173±26 cm<sup>2</sup>)、及び筋肉のみのCSA(154±22 vs. 143±24 cm<sup>2</sup>)で大きい傾向が認められた。

また、上肢についてみると、全体のCSA(59±10 vs. 49±5 cm<sup>2</sup>)には両グループ間に有意な差がみられなかったが、筋肉のみのCSA(41±8 vs. 34±5 cm<sup>2</sup>)はROWがRUNよりも有意に大きくなっていった。

上肢と下肢の全体及び筋肉のCSA比率(上肢/下肢の断面積比率)はROWがRUNよりも高くなっていた(全体: 31±3 vs. 29±2%, 筋肉: 26±3 vs. 24±2%)。

### 2. 中高年女性を対象とした研究

#### 2-1. 中高年女性ローイング愛好者の身体組成と血中脂質・リポ蛋白プロフィール

運動習慣のない中高年女性(UT: 年齢 61±5歳、BMI 22.0±1.9 kg/m<sup>2</sup>)と各種運動・スポーツ習慣のある中高年女性(T: 60±5歳、BMI 21.5±1.7 kg/m<sup>2</sup>)では、全身の除脂肪量(LM)に顕著な差が認められた(T: 37.7±3.3 vs. UT: 36.2±2.6 kg)。しかし、

体脂肪量(FM)には有意な差はみられなかった(T: 14.8±3.3 vs. UT: 14.9±2.8 kg)。

全身のLMは、UT群(36.2±2.6kg)、W群(36.8±2.6kg)に比べて、S群(38.6±3.8kg)、B群(38.1±3.5kg)が有意に高くなっていた。B群のなかからローイングを行っている女性をとりだしてみると、サンプルサイズ(N=6)は小さいが、彼女たちの全身のFM(13.4±4.0kg)は低く、LM(39.7±3.6kg)が多いことが明らかになった。

血中脂質・リポ蛋白濃度についてはUT群。およびT群(W、S、B各群)間に有意な差は認められなかった(TC: UT 230±38, W 237±26, S 231±22, B 226±31 mg/dl; HDL-C: UT 70±17, W 71±16, S 69±12, B 71±15 mg/dl; TG: UT 99±54, W 109±86, S 100±46, B 94±43 mg/dl)。

#### 2-2. 中高年女性ローイング愛好者の身体各部の筋組成比

全身の体脂肪率はR群(年齢 65±4歳、BMI 20.9±1.1 kg/m<sup>2</sup>)がW群(63±4歳、21.7±1.9 kg/m<sup>2</sup>)よりも低くなっており(R 25.5±5.2 vs. W 31.2±5.0%)、全身のLMは、R群がW群よりも多くなっていた(38.4±2.3 vs. 35.3±3.5 kg)。

下肢(大腿部)全体のCSAについてみると、R群はW群よりやや低値であったが、筋のCSAはR群、W群ほぼ同レベルであった(全体: W 172±23 vs. R 162±16 cm<sup>2</sup>; 筋肉: W 97±11 vs. R 100±9 cm<sup>2</sup>)。下肢CSAを筋/全体の比で見ると、R群がW群よりも高くなっていた(W 57±6 vs. R 62±5%)。

上肢(上腕部)のCSAについてみると、全体ではR群がW群より低値であり、筋肉のみのCSAはW群とR群が同じレベルであった(全体: W 51±7 vs. R 46±5 cm<sup>2</sup>; 筋

肉：W  $22 \pm 3$  vs. R  $22 \pm 3$  cm<sup>2</sup>)。上肢 CSA を筋/全体の比で見ると、R 群が W 群よりも高くなっていた(W  $44 \pm 5$  vs. R  $48 \pm 8$ %)。

さらに、体幹(腰部・背筋)における筋量(W  $42 \pm 10$  vs. R  $48 \pm 10$  cm<sup>2</sup>)をみると、W 群が R 群に比べて少なくなっており、逆に腹部皮下脂肪量(W  $118 \pm 40$  vs. R  $101 \pm 33$  cm<sup>2</sup>)は W 群が R 群よりもやや多くなっていた。

これかのデータから、中高年女性においては、ローイング運動は除脂肪量を高め、体脂肪量を減少させる効果があることが示唆された。

#### D. 考察

ローイング(ボート漕ぎ)は全身の 70%以上の筋肉を動員する運動・スポーツであり、有酸素的な機能とともにレジスタンス的な機能を有することが知られている。

ヨーロッパや北米では、ローイングは非常にポピュラーなスポーツであり、子どもから中高年まで、幅広い年齢階層の男女に楽しまれている。ヨーロッパや北米を中心として、毎年、中高年ボート愛好者が参加する世界マスターズ・ボート選手権大会も国際ボート協会の主催で開催されている。我が国においては、中高年ボート愛好者は欧米ほど多くはないが、最近では、我が国からも世界マスターズ大会に参加する中高年者が増加しつつある。

本プロジェクトはそのようなボート愛好者とともに、健康増進・生活習慣病予防のための有酸素運動として推奨されており、すでに我が国で広く愛好されているスポーツであるウォーキングやスイミング、さらに各種球技系スポーツを行っている中高年者を研究対象として、各種運動・スポーツ

による身体活動量の増加が、中高年者の身体組成と血中脂質・リポ蛋白プロフィールに及ぼす影響を検討するために行われている。

本プロジェクトで行われた横断的研究から、中高年の男性と女性のいずれにとっても、ローイングは加齢に伴う除脂肪量の減少と体脂肪量の増加を抑制する効果があることが示唆された。

さらに、中高年男性においては、日常的に行われるローイング運動が、有酸素運動として広く推奨されているウォーキングと同様に、血中脂質・リポ蛋白プロフィールを抗動脈硬化型へと改変する可能性があることを示唆している。しかし、本横断研究から、中高年女性では、血中 HDL・コレステロール濃度は運動習慣の有無に関わらず男性に比べて高くなっているため、そのレベルをさらに高めたり、また閉経後の性ホルモンの低下による血中 LDL・コレステロール濃度の上昇を抑制したりすることは困難であることが示唆された。

#### E. 結論

運動習慣のある中高年者、とくにローイングや各種球技系スポーツを行っている中高年者では男女を問わず、筋量が運動習慣のない同年齢層の人々よりも多くなっていた。血中脂質・リポ蛋白プロフィールについてみると、中高年男性では様々な運動・スポーツによる抗動脈効果作用が認められたが、中高年女性ではその効果は明らかでなかった。一連の横断的研究によって、中高年者にとって、ローイングをはじめ、習慣的に行われる様々な運動・スポーツは QOL の向上に有効である可能性が示唆された。

## F. 健康危険情報

問題なし。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

1. Terada S, Tabata I, Higuchi M: Effect of high-intensity intermittent swimming training on fatty acid oxidation enzyme activity in rat skeletal muscle. *Japanese Journal of Physiology* 54:47-52, 2004.
2. 青山友子, 吳 泰雄, 金子香織, 成田知代, 薄井澄誉子, 樋口 満. 食事条件がウォーキング中のエネルギー代謝に及ぼす影響. *Walking Research* 8:177-181, 2004.
3. 薄井澄誉子, 樋口 満. 運動と基礎代謝. *体育の科学*: 54:792-796, 2004.
4. Wu J, Wang X, Chiba H, Higuchi M, Nakatani T, Ezaki O, Cui H, Yamada K, Ishimi Y. Combined intervention of soy isoflavone and moderate exercise prevents body fat elevation and bone loss in ovariectomized mice. *Metabolism* 53 :942-948, 2004.
5. Wu J, Wang XX, Higuchi M, Yamada K, Ishimi Y. High bone mass gained by exercise in growing male mice is increased by subsequent reduced exercise. *Journal of Applied Physiology* 97:806-810, 2004.
6. 寺田 新, 田畑 泉, 樋口 満. 特集○糖尿病の治療と予防—運動療法を中心とした最近の進歩— 総論 身体運動と糖尿病の関連トレーニング効果の生化学的評価: 分子生物学的観点より. *臨床スポーツ医学* 22:121-128, 2005.
7. 薄井澄誉子, 金子香織, 岡 純, 田畑 泉,

樋口 満. 中高年男女スポーツ愛好者の身体組成と基礎代謝量. *栄養学雑誌* 63:21-25, 2005.

8. Ogawa K, Oka J, Yamakawa J, Higuchi M: A single bout of exercise influences natural killer cells in elderly women, especially those who are habitually active. *Journal of Strength and Conditional Research* 19:45-50, 2005.
  9. 樋口 満 (分担執筆): 生活習慣病対策および健康維持・増進のための運動療法と運動処方, IV. 生活習慣病の運動療法 B. 各種疾患の運動療法 ④高脂血症. pp.167-174, 佐藤祐造編著、文光堂、2005.
- ### 2. 学会発表
1. Sonou T, Terada S, Nakamura Y, Muraoka I, Higuchi M: Effect of different types of carbohydrate supplementation on glycogen supercompensation in rat skeletal muscle. *American College of Sports Medicine 51<sup>st</sup> Annual Meeting*, Indianapolis, U.S.A., June 2, 2004.
  2. Higuchi M, Miyazaki J, Tachibana K, Yashiro K: Effect of rowing for older men in aspects of muscular size, explosive and aerobic power. *American College of Sports Medicine 51<sup>st</sup> Annual Meeting*, Indianapolis, U.S.A., June 4, 2004.
  3. Yashiro k, Tachibana K, Miyazaki J, Higuchi M. Anthropometric comparison of rowing and running-trained older men using MRI technique. *9<sup>th</sup> Annual Congress*