

厚生労働科学研究費補助金

循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業

「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-

(H18-循環器等 (生習) 一般-002)

平成16年度～18年度 総合研究報告書

主任研究者 田畑 泉

平成19 (2007) 年 3月

総合研究報告書目次

目 次

I. 総合研究報告		
「健康づくりのための運動指針」に関する研究-	-----	1
-身体活動量増加による生活習慣病の一次予防効果-		
田畑 泉		
II. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	16
III. 研究成果の刊行物・別刷	-----	21
(資料) 1. 健康づくりのための運動基準2006-身体活動・運動・体力-		英語訳
2. 同		韓国語訳
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)		韓国語訳
4. 同		中国語訳
5. 新しい運動基準・運動指針普及定着ガイドブック		

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業）
総合研究報告書

「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-
平成16～18年度

- 主任研究者 田畑 泉（（独）国立健康・栄養研究所 健康増進プログラム プログラムリーダー）
分担研究者 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 助教授）
戸山芳昭（慶應義塾大学 医学部 教授）
研究協力者 宮地元彦（独立行政法人 国立健康・栄養研究所 プロジェクトリーダー）
石見佳子（独立行政法人 国立健康・栄養研究所 プロジェクトリーダー）
田中茂穂（独立行政法人 国立健康・栄養研究所 プロジェクトリーダー）
高田和子（独立行政法人 国立健康・栄養研究所 上級研究員）

本研究の目的は、生活習慣病発症予防に必要な身体活動量, 運動量を定め、健康づくりのための運動基準及び健康づくりのための運動指針策定をすることを目的とした。

本研究の結果より、①身体活動量, 運動量, 体力と生活習慣病予防との関係に対するシステマティック・レビューから、それに必要な身体活動量は23メッツ・時/週, 運動量は4メッツ・時/週であるが、現在ほとんどすべての年代で、それを満たしていないこと、②メタボリックシンドロームの解消に10メッツ・時/週の運動が必要であることがシステマティックレビューにより示されたが、非監視下の家庭で行われるステップエクササイズやチェアーエクササイズによる10メッツ・時/週程度の運動トレーニングによりメタボリックシンドロームが解消されること、③生活習慣病発症予防に、持久力の指標である最大酸素摂取量と筋力という体力と体組成が重要であること、④閉経後女性閉経後女性の大腿骨の骨密度に対する食事由来成分摂取と9メッツ・時/週程度の速歩は有効であること、⑤安全に介護予防のためのレジスタントトレーニングを行うには有酸素性トレーニングを同時に行なうことが必要であること、⑥ スポーツ習慣もつ中高年者は、自然に、運動量, 身体活動量, 体力を健康づくりのための運動指針2006で示された量を超える身体活動, 運動を行っており、生活習慣病発症の危険が低いことが明らかとなった。また地域住民の活動量と生活習慣病危険因子に関する研究により身体活動量は対糖能低下の独立因子であり、その量は9202歩以上であること、また肥満予防に有効と考えられる身体活動量は7メッツ・時/週以上、目標とする身体活動量は10メッツ・時/週以上であることが示された。

これらの研究成果は、1989年に制定された「健康づくりのための運動所要量（厚生省）」を17年ぶりに改定するための科学的エビデンスとして使われ、その妥当性の検証のために用いられた。

さらに健康づくりのための運動基準2006～身体活動・運動・体力～と健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）の普及定着のために「新しい運動基準・運動指針普及定着ガイド」を発刊し、健康運動指導士等の運動指導の専門家養成校の主任教員に配布した。さらに世界への紹介を行うために、これらの2つの文書を英訳、中国語訳及び韓国語訳を行った。

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」策定をするため、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する。

B. 研究方法

これらの目的を持つ研究を次の研究方法を用いて1

a. 「体力・身体活動量と生活習慣病危険因子に関する研究」、1b. 「閉経後女性の骨密度に対するウォーキングの影響に関する研究」、1c. 「身体活動量, 運動量, 体力と生活習慣病予防との関係に対するシステマティック・レビュー」、1d. 「安全なレジスタンストレーニング法の開発に関する研究」、1e. 「身体活動量の定量法に関する研究」、2. 「スポーツ活動（ローイング運動）実施者の体力と生活習慣病危険因子に関する研究」3. 「在宅運動プログラム（ステップ運動）の開発に関する研究」4. 「安全なチェア・エクササイズの開発に関する研究」5. 「地域住民の活動量と生活習慣病危険因子に関する研究」6. 「運動が骨代謝に与える影響に関する研究」を行った。

1a. 体力・身体活動量と生活習慣病危険因子に関する研究

500名程度の多数の中年者を対象に体力（持久力：最大酸素摂取量, 筋力：脚伸展パワー）、体組成（DXA法による体脂肪量）、血液成分を分析し、生活習慣病の危険因子との関係を観察した。

1b. 閉経後女性の骨密度に対するウォーキングの影響に関する研究

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、その後さらに2年間観察を続けた。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。

1c. 身体活動量, 運動量, 体力と生活習慣病予防との関係に対するシステマティック・レビュー

Medlineと医学中央雑誌データベースにおける平成17年4月11日までのすべての文献を対象に、検索式は以下とし、（（“physical activity” OR exercise OR “physical training” OR fitness）AND（疾病毎に選択）AND（follow* OR observation* OR prospective OR longitudinal OR retrospective））、対象とした生活習慣病等：肥満、高血圧症、高脂血症、糖尿病、脳血管疾患、循環器病による死亡、骨粗鬆症、ADL、総死亡であった。この、検索式でヒットした論文を、さらにタイトルと抄録による一次スクリーニングで絞り込み、それらの全文を取り寄せ精読した。

1d. 安全なレジスタンストレーニング法の開発に関する研究

循環器疾患発症の独立した危険因子である頸動脈

に代表される中心動脈コンプライアンスに対する中強度筋トレとコンバインドトレーニングが頸動脈コンプライアンスに及ぼす影響を見るために、39名の健康な成年男子を、中強度筋トレ（6種目、60%1RM、15回、3セット）かコンバインドトレーニング（6種目、80%1RM、10回、3セット+60%HRmaxのジョギング30分）を4ヶ月、週3回実施する群、運動介入を受けない群の3群に無作為に割り付けられた。4ヶ月の介入期間の後に、運動介入効果を確認するために4ヶ月の脱トレ期間を置いた。

1e. 身体活動量の定量法に関する研究

ヒトを対象に、二重標識水法及びカロリーメータによる酸素摂取量からのエネルギー消費量を基準として、身体活動評価器（IDEA）、1次元及び3次元加速時計を用いた活動量測定や記録紙法から得られた活動量を比較した。

1f. 国民の身体活動量の現状値に関する研究

各性・年齢別の国民の身体活動量のメッツ・時/週としての現状値を明らかにするために、加速時計を搭載した身体活動量計（スズケン社製 ライフコーダ）により、メッツ・時/週を測定した。

2. スポーツ活動（ローイング運動）実施者の体力と生活習慣病危険因子に関する研究

ローイングクラブに所属する中高年男女と同年齢層の他の運動（ウォーキング）愛好者及び非運動群を対象に、その運動量、身体活動量、体力（最大酸素摂取量）、体組成（体脂肪量）及び血液成分を分析・測定し、ローイングなどのスポーツ活動が生活習慣病予防に与える影響を観察した。

3. 在宅運動プログラム（ステップ運動）の開発に関する研究

中高齢者を対象にステップ台を用いた在宅型非監視下の短期有酸素性トレーニングが、メタボリックシンドローム改善及び有酸素性作業能力に対する効果を検証した。

4. 安全なチェア・エクササイズの開発に関する研究

イスに座った姿勢、あるいはイスを支えにして行う運動形式（チェア・エクササイズ）を用いて作成した健康増進のための運動プログラム中高年者を対象に実施し、その効果を検証した。

5. 地域住民の活動量と生活習慣病危険因子に関する研究

地域における住民を対象に糖尿病及び肥満の危険因子と加速度計を用いた活動量計で得られた身体活動量との関係を見た。

6. 運動が骨代謝に与える影響に関する研究

ヒト及び実験動物に対する歩行及び走運動が骨密度に与える影響をみた。

C. 研究結果

1a. 体力・身体活動量と生活習慣病危険因子に関する研究

i) 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。

ii) 547名の成人男女を対象とした横断的研究の結果、筋力を高い水準に保持することが、加齢による腹部肥満、高血糖、高血圧の進展、すなわちメタボリックシンドロームを抑制することが明らかとなった。

iii) 生活習慣病予防のための V_{O_2max} （健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力—）に対応する体重あたりの四肢筋量は、20—60歳代の各年代でそれぞれ、28.3、28.6、28.9、28.4、28.6%であり、年代間で差がなく、また全ての年代の平均値は28.5%であった。

1b. 閉経後女性の骨密度に対するウォーキングの影響に関する研究

閉経期女性に見られる体脂肪率の上昇と大腿骨頸部骨密度の低下が、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のイソフラボン配糖体を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軽微であるが抑制された。運動とイソフラボン摂取の併用効果には交互作用は認められなかったが、両者の併用により閉経後女性の脂質代謝および骨代謝が効率良く改善される可能性が示唆された。

さらにこれらの対象者に対する2年間の介入を中止して1年後のウォーキング介入群の生活活動度は、介入を中止しても非運動群に比べて有意に高く、全身、体幹部、下肢の体脂肪量も対象群に比べて有意に低かった。一方、介入中止1年後の大腿骨及び腰椎骨密度は、運動及びイソフラボン摂取の有無に関わらず低下した。

1c. 身体活動量、運動量、体力と生活習慣病予防との関係に対するシステマティック・レビュー

検索式でヒットした件数は8,134本であった。さらに、タイトルと抄録による一次スクリーニングにより794本に絞りこまれ、それらの全文を取り寄せ精読したところ、採択基準に該当する文献数は84本であった。

1d. 安全なレジスタンストレーニング法の開発に関する研究

4ヶ月の中強度レジスタンス・トレーニングは、有意に頸動脈コンプライアンスを低下させた。4ヶ月のコンバインドトレーニングでは、頸動脈コンプライアンスを増加させる傾向が見られた（ $P=0.06$ ）。さらに、4ヶ月のトレーニング後の4ヶ月の脱トレ期間中に、両群の頸動脈コンプライアンスは介入開始前の水準に完全に戻った。対照群ではこれらのような頸動脈コンプライアンスの変化は見られなかった。

1e. 身体活動量の定量法に関する研究

IDEEAを用いると、座位活動内及び立位や掃除のPA-Rをある程度推定できた（ $R^2=0.36$ ）。歩行時は更に推定精度が高かった。これにより、ほとんどの年代において1分間歩数は100歩であることが明らかとなった。一方、3次元加速度計を用いると、これらの活動をより正確に判別することが可能であることが明らかとなった。

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。

1f. 国民の身体活動量の現状値に関する研究

20歳代男性 (21±12メッツ・時/週), 女性 (23.1±9.6メッツ・時/週), 26±13メッツ・時/週), 30歳代男性 (19±6メッツ・時/週), 女性 (17±8メッツ・時/週), 40歳代男性 (22±10メッツ・時/週), 女性 (17±9メッツ・時/週), 50歳代男性 (24±10メッツ・時/週), 女性 (18±14メッツ・時/週), 60歳代男性 (15±9メッツ・時/週), 女性 (15±10メッツ・時/週), 70歳代男性 (12±8メッツ・時/週), 女性 (10±7メッツ・時/週), 80歳代男性 (9±10メッツ・時/週), 女性 (4±3メッツ・時/週) であった。

2. スポーツ活動 (ローイング運動) 実施者の体力と生活習慣病危険因子に関する研究

i) ローイングを行っている中高年者男女は、筋量が運動習慣のない同年齢層の人々よりも多いことが明らかとなった。また、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なかった。

ii) ローイングを行っている男女の体脂肪率は、運動習慣のない同年齢層の人より低い。また、血中糖代謝マーカーについても、ほとんどのローイング愛好者で正常であった。

iii) ローイング運動をする高齢者の最大酸素摂取量が、健康づくりのための最大酸素摂取量 (健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力

一) より、かなり高い。また、ローイング運動以外でも非常に活発な日常生活を送っていることが明らかとなった。

3. 在宅運動プログラム (ステップ運動) の開発に関する研究

20~63歳 (平均 40.8±11.6歳) の男女75名 (男性47名、女性28名) を対象に非監視型の強度、運動量によるステップ運動プログラム (強度: LT (乳酸閾値), 運動量: 8.2±5.8メッツ・時/週 (最小~最大: 0.8~31.9), 期間: 8週間) は、①有酸素性作業能を著しく改善させ、それに伴いメタボリックシンドロームを予防・改善する可能性があること、②日常生活活動量を低下させることなく、一日の身体活動量を向上させる運動習慣の形成に有効な方法であることが明らかとなった。

4. 安全なチェア・エクササイズの開発に関する研究

中高年肥満女性 (平均年齢54歳) に対する17週間のチェア・エクササイズ介入により運動量増加 (4.5メッツ・時/週) と、ウォーキングなどによる運動量増加 (5.9メッツ・時/週)、計10.4メッツ・時/週が増加し、により、臍周囲径減少を伴う肥満度の改善 (メタボリックシンドローム解消)、血圧低下、抑鬱度スコアの低下、空腹時血糖低下、インスリン抵抗性の減少、筋力・筋持久力指標と動的平衡機能指標の向上を得た。臍周囲径・肥満度・抑鬱度スコア・動的平衡機能については、対照群を置いた分散分析上、有意の交互作用を得た。

5. 地域住民の活動量と生活習慣病危険因子に関する

研究

i) 40 歳から 69 歳の地域住民 1019 名(男性:424 名,58.8±7.7 歳, 女性:595 名,57.0±8.1 歳)を対象に HbA1c5.8%以上をカットオフ値とし、歩数で評価した身体活動量が耐糖能低下の独立因子であるか、検討した。まず、平均歩数結果に基づき最も低い水準を Q1 とし4群に分類した。その結果、年齢、体重、BMI(女性)、ウエスト囲で歩数水準による差が認められた。歩数水準が、これらの要因とは独立した因子であるか、さらに検討を加えた。その結果、性・年齢による調整オッズ比は、Q1(5179 歩以下)、を基準に Q2(5180 以上 7051 歩以下)から Q3(7052 歩以上,9202 歩以下),Q4(9202歩以上)へと減少し、Q4 は Q1 に比べ有意に低値を示した($p<0.05$)。補正因子に BMI を加えた結果も同様な傾向を示し($p=0.06$)、その傾向はウエスト囲を加えて補正した後も変わらず、調整オッズ比はいずれのモデルにおいても、0.54~0.59を示した。

ii)地域住民(5,234名)の10日間の歩数の平均は男性;8,060歩/日、女性;7945歩/日であった。BMI25以上を示す者は1,234名で全体の約24%であった。ライフコーダの強度及び頻度記録を用いて週当たりの身体活動量(メッツ・時)の推定値を算出したところ、男性(平均年齢57.2歳):15.2(メッツ・時/週)、女性(平均年齢:56.3歳)12.8(メッツ・時/週)であった。身体活動量を低い水準から5分位し、肥満度との関連性を検討した結果、肥満リスクに対する性及び年齢による調整オッズ比は、最も低い群(6.6メッツ・時/週以下)を基準に2番目以上のすべての群において有意に低かった。

6. 運動が骨代謝に与える影響に関する研究

特に運動習慣のない閉経後女性35名を運動(最大酸素摂取量の50%に相当する歩行速度で1日30分以上、総歩数8,000歩以上、週に4日以上歩行を12ヶ月)群23名と非運動群12名に分け、運動群トレーニングを行ったところ、骨密度は、運動群は非運動群に比し有意な増加を示した。

ラットを対象に行った実験により、走行運動が骨梁連結性の増加、骨梁形状のrod様からplate様構造への変化などを誘導することにより、正常ラット及び卵巣切除ラット大腿骨の骨梁構造を改善すること、さらにI型糖尿病モデルラットにおいて走行運動、ビタミンD、PTHは、II型糖尿病のモデルラットにおいて腰椎の骨塩量を増加させることを明らかとした。

D. 考察

1a. 体力・身体活動量と生活習慣病危険因子に関する研究

i)若年者と高齢者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)との関係を横断的に見たところ、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る。

ii) 前述のように、持久性の体力である最大酸素摂取量の維持は生活習慣病の予防に効果があるが、介護予防には効果がない。一方、筋力が高いことは、腹部脂肪などのメタボリックシンドロームの要因を抑制することが明らかになった。したがって、生活習慣病の予防、介護予防には最大酸素摂取量を高める持久性運動と筋力を高めるレジスタンス・トレーニングを行う必要があることが示唆された。

iii) 生活習慣病予防のための VO_2max 基準値が加齢に伴って段階的に低くなっているが、生活習慣病予防のための VO_2max 基準値に該当する四肢筋量は全ての年代で体重の28.5%であった。本研究の被験者の68%がこの値を満たし、残りの32%が見たさなかったが、 VO_2max の最も低い者たちの生活習慣病リスクが最も高いことを考慮すると、この水準に基準値が設定されたことは、筋量の少ない人がこの基準値を目標にする上で、実現可能性の高い目標であると言える。

1b. 閉経後女性の骨密度に対するウォーキングの影

響に関する研究

1日45分、週3回の運動（速歩）は、閉経後女性の骨密度及び体脂肪量の閉経後の変化を有意に抑制することが明らかとなった。この運動量は9メッツ・時/週に相当し、健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力—で推奨されている生活習慣病予防のための運動量である4メッツ・時/週よりも多く、メタボリックシンドローム解消のための運動量よりと同等であることが明らかとなった。また、介入終了後において、身体活動量が維持され体組成には好影響が残ったにもかかわらず、骨密度に対しては、非運動群と差がなかったことは、介入中止1年後では骨密度が低下したことから、運動と食品成分の併用は継続することが必要であると考えられる。

1c. 身体活動量, 運動量, 体力と生活習慣病予防との関係に対するシステマティック・レビュー

本研究の結果、身体活動, 運動量を増加させることにより糖尿病などの生活習慣病の発症を抑制する境界値は、身体活動として23メッツ・時/週, 運動として4メッツ・時/週であることが明らかとなった。また、持久力としての最大酸素摂取量については性・年齢別に、生活習慣病発症予防のための必要な値を示すことができ、それらはほぼ日本人の平均値とほぼ同等であることを明らかにできた。また、筋力については、「どの筋力測定値でもそれぞれの集団の概ね平均以上の値」が境界値であることを明らかにした。

1d. 安全なレジスタンス・トレーニング法の開発に関する研究

高強度筋力トレーニングは、急激な血圧の上昇を伴うことから、高齢者や循環器疾患のハイリスク者に対しては推奨されていなかった。その代わりに中強度の筋力トレーニングの実施が勧められていたが、本研究の結果は、中強度筋トレでも慢性的な効果として、頸動脈スティフネスの低下という好ましくない結果が得られた。介護や生活習慣病予防を目的とした運動を実践・指導する際に、筋トレのみを指導するよりも、有酸素性トレーニングと筋トレをバランスよく実施することが重要であると考えられる。

1e. 身体活動量の定量法に関する研究

本研究により、1分100歩でることが明らかになったことにより、健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）において、生活習慣病予防のために必要な週あたりの身体活動量23エクササイズを「歩行を中心とした生活なら1日8000から10000歩」という文章に落とし込むことが可能となった。

1f. 国民の身体活動量の現状値に関する研究

20歳代女性と50歳代女性のみが平均値で、健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）で推奨されている身体活動量23メッツ・時/週を越えていた。

2. スポーツ活動（ローイング運動）実施者の体力と生活習慣病危険因子に関する研究

ローイング運動をする高齢者の V_{O_2max} は、「健康づくりのための運動基準2006」による健康づくりのための最大酸素摂取量基準値の同年齢層の男性（33ml/kg/min）、女性（28ml/kg/min）の値を超えてい

る。この値はローイング運動を定期的に行っていることも原因と考えられるが、加えて日常的に運動をする習慣が付いている人が多いということも原因として上げられると思われる。

ローイング運動を習慣的にしている高齢男女は、同年齢の人に比べて筋量が多く、体脂肪量が多いことはメタボリックシンドロームの予防にもローイング運動が有効であることを示している。

3. 在宅運動プログラム（ステップ運動）の開発に関する研究

20～63歳（平均40.8±11.6歳）の男女75名（男性47名、女性28名）を対象に非監視型のLT（乳酸閾値）強度によるステップ運動プログラムは、①有酸素性作業能を著しく改善させ、それに伴いメタボリックシンドロームを予防・改善する可能性があること、②日常生活活動量を低下させることなく、一日の身体活動量を向上させる運動習慣の形成に有効な方法であることが明らかとなった。

また、本トレーニング法は、その他の生活習慣病の危険因子に対して良好な影響を与えることも明らかとなった。

本研究の運動量8.2±5.8メッツ・時/週は、健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）によりメタボリックシンドローム解消のための運動量として推奨されている10メッツ・時/週とほぼ等しい値であった。

4. 安全なチェア・エクササイズの開発に関する研究

チェア・エクササイズを取り入れた生活習慣介入によって、チェア・エクササイズ以外の運動を含

めた運動習慣が惹起されるとともに、抗肥満・抗メタボリックシンドローム効果や心理的・体力的向上が効果的に得られること示唆するものである。チェア・エクササイズは生活習慣介入の構成要素として有用な運動手段と考えられる。

5. 地域住民の活動量と生活習慣病危険因子に関する研究

i) HbA1c5.8%以上をカットオフ値とし、歩数で評価した身体活動量が耐糖能低下の独立因子であるか、検討し結果、性・年齢による調整オッズ比は、Q1(5179歩以下),を基準に Q2(5180 以上 7051 歩以下)から Q3(7052 歩以上,9202 歩以下),Q4(9202歩以上)へと減少し、Q4 は Q1 に比べ有意に低値を示したことは、身体活動量が耐糖能低下の独立因子であることを示唆するものと思われる。

ii) Q2 群の週当たりのメッツ・時推定値の範囲は、ほぼ 7~10 メッツ・時/週に相当する。このような低い水準に対する増加でさえ有意な肥満度リスク低下が認められたことは、日常生活活動に 3 メッツ以上の生活活動あるいは運動を少しでも取り入れることで効果が期待できることを示唆している。さらに、Q3 群の点推定値 0.61(0.49-0.74)は Q5 群の 0.59 (0.48- 0.72)のそれとほぼ同水準であることから、肥満予防のための目標身体活動レベルは Q3群の最低範囲である 10 メッツ・時/週以上が妥当であるかもしれない。

6. 運動が骨代謝に与える影響に関する研究

介入前の歩数4256±348歩から介入開始6ヶ月後は8053±352歩, 12ヶ月後は8153±315歩となり、約4000

歩が増加した。速度は分速70m程度あり、それほど早くはないが、40分程度の歩行時間の増加により閉経後の女性の骨密度に良好な効果が得られることが明らかとなった。

また、走行運動による正常ラット及び卵巣切除ラット大腿骨の骨梁構造の改善は、骨梁連結性の増加、骨梁形状のrod様からplate様構造への変化などによることが示唆された。

E. 結論

1a. 体力・身体活動量と生活習慣病危険因子に関する研究

i) 女性において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。しかし、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。

ii) 筋力を高く維持することによりメタボリックシンドロームが抑制される。

iii) 健康づくりのための最大酸素摂取量を満たすためには、女性では年齢に関係なく、体重の28.5%の四肢筋量を保持することが必要である。

1b. 閉経後女性の骨密度に対するウォーキングの影響に関する研究

閉経後女性の大腿骨の骨密度に対する食事由来成分摂取と9メッツ・時/週の速歩は有効である。

1c. 身体活動量, 運動量, 体力と生活習慣病予防との関係に対するシステマティック・レビュー

健康づくりのための身体活動量は23メッツ・時/週, 運動量は4メッツ・時/週である。

1d. 安全なレジスタンストレーニング法の開発に関する研究

高強度レジスタントトレーニングによる頸動脈コンプライアンス低下は有酸素性トレーニングを同時に行なうことで抑制される。

1e. 身体活動量の定量法に関する研究

ほとんどの年代において1分間歩数は100歩である。

1f. 国民の身体活動量の現状値に関する研究

現在ほとんどすべての年代で健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）で推奨されている健康づくりのための身体活動量である23メッツ・時/週を満たしていない。

2. スポーツ活動（ローイング運動）実施者の体力と生活習慣病危険因子に関する研究

ローイングのような持久性スポーツを行っている中高年者男女は、健康づくりのための運動指針2006（エクササイズガイド2006）で示された量を超える身体活動、運動を行っている。また生活習慣病予防の危険因子である持久力の指標である最大酸素摂取量及び筋量が運動習慣のない同年齢層の人々よりも多く、生活習慣病の危険因子も低い。

3. 在宅運動プログラム（ステップ運動）の開発に関する研究

成人男女に対する非監視型のLT（乳酸閾値）強度によるステップ運動プログラム（運動量の平均値8.2メッツ・時/週）は、有酸素性作業能を著しく改善

させ、それに伴いメタボリックシンドロームを予防・改善する。

4. 安全なチェア・エクササイズの開発に関する研究

チェア・エクササイズを取り入れた生活習慣介入（運動量の増加：10.4メッツ・時/週）は、チェア・エクササイズ以外の運動を含めた運動習慣が惹起されるとともに、抗肥満・抗メタボリックシンドローム効果や心理的・体力的向上が効果的に得られる。

5. 地域住民の活動量と生活習慣病危険因子に関する研究

i) 身体活動量は対糖能低下の独立因子であり、その量は9202歩以上である可能性が示唆された。

ii) 肥満予防に有効と考えられる身体活動量は7メッツ・時/週以上、目標とする身体活動量は10メッツ・時/週以上である。

6. 運動が骨代謝に与える影響に関する研究

分速70mの歩行運動40分の週4回の走行トレーニングは、閉経後女性の骨密度に良好な影響を与える。

E. 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. Higuchi M, C Yoshiga, J Oka, K Yashiro. Effects of Rowing on Health Promotion in Older People. *Exercise, Nutrition, and Environmental Stress* 4:279-291, 2004.
4. 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
5. 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
6. 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.
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.
8. Miyachi M, H Tanaka, H Kawano, M Okajima, I Tabata. Lack of age-related decreases in Basal whole leg blood flow in resistance-trained men. *J Appl Physiol* 99: 1384-1390, 2005.
9. 藤本恵理, 田畑泉. ウォーキング大会参加者の随時血糖値. *ウォーキング研究* 9: 195-199, 2005.
10. K Inami, K Chiba, Y Toyama. Determination of reference intervals for vibratory perception thresholds of the lower extremities in normal subjects. *Orthopaedic Science* 10:291-297, 2005.
11. Wu J, J Oka, M Higuchi, I Tabata, T Toda, M Fujioka, N Fuku, T Teramoto, T Okuhira, T Ueno, S Uchiyama, K Urata, K Yamada, Y Ishimi. Cooperative effects of isoflavones and exercise on bone and lipid metabolism in postmenopausal Japanese women: A randomized placebo-control trial. *Metabolism* 55:423-433, 2006.
12. Kawano H, Tanaka H, Miyachi M. Resistance Training and Arterial Compliance: Keeping the Benefits While Minimizing the Stiffening. *J Hypertension*: 24(9): 1753-1759, 2006
13. Wu J, Oka J, Tabata I, Higuchi M, Toda T, Fuku N, Ezaki J, Sugiyama F, Uchiyama S, Yamada K, Ishimi Y. Effects of isoflavone and exercise on bone and lipid metabolism in postmenopausal Japanese women: One-year randomized placebo-controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research* 21: :780-9, 2006
14. 山本英彦, 武友麻衣, 田中宏暁, 吉田るみ子, 萱島誠, 小野敦子, 名取省一, 橋口照人, 丸山征郎.
生活習慣病の予防・改善のための運動療法- ベンチステップ運動を用いた無作為化比較試験. *人間ドック*. 21(4): 18-23. 2006
15. Sanada K, Kuchiki T, Miyachi M, McGrath K,

Higuchi M, 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 years. *European Journal of Applied Physiology*: 99(5): 475-483, 2007.

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. *American Physiological Society Intersociety Meeting, The Integrative Biology of Exercise*, Hilton Austin, Austin, TX, USA, 2004
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, 2004
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 51st Annual Meeting*, Indianapolis, U.S.A., June 4, 2004.
4. 土井由紀子、森由香梨、中山露、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～. 第59回日本体力医学会 2004
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ロースポーツへ, 埼玉, 2004.

6. Miyachi M, Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance, *Acta Cardiologica Sinica, Symposium in 35th Annual Meeting of Taiwan Society of Cardiology*, 2005
7. 宮地元彦, シンポジウム 循環器応答からみたレジスタンストレーニング- エビデンスを基に効果と安全を考える-, 第60回日本体力医学会, 2005
8. 中道憲明, 市村正一, 岩本潤, 戸山芳昭. 自然発症型糖尿病ラットにおける走行運動、活性型ビタミンD、副甲状腺ホルモンが骨代謝に及ぼす影響. 日本骨形態計測学会2005
9. 石見佳子 : 生活習慣病予防のための運動と食事の効果、第35回滋賀県公衆衛生学会特別講演. 2005
10. 石見佳子、岡純、田畑泉、福典之、戸田登志也、内山成人、山田和彦、呉堅. 閉経後女性の骨代謝および脂質代謝に対する大豆イソフラボン摂取と運動の併用効果: 第23回日本骨代謝学会 . 2005
11. Usui C, Miyachi M, Tabata I, Higuchi M: Body composition in Japanese middle-aged elderly female swimmers. *American College of Sports Medicine 52nd Annual Meeting*, Nashville, U.S.A., 2005.
12. Yashiro K, Usui C, Tabata I, Higuchi M: Swimming prevents the weakness of leg extensor muscle in women after menopause. 第13回日本運動生理学会、2005.
13. ⑦河野寛、宮地元彦、樋口満、小野寺昇 : 一過性の有酸素性運動およびレジスタンス運動後の頸動

- 脈コンプライアンスの変化. 第60回日本体力医学会大会、2005.
14. 宮谷昌枝、宮地元彦、樋口満、薄井澄誉子、河野寛、岡島真由美、田畑泉：年齢別全身持久力ならびに筋力水準と介護予防関連因子との関係. 第60回日本体力医学会大会、倉敷、9月24日、2005.
15. 薄井澄誉子、呉泰雄、金子香織、宮谷昌枝、宮地元彦、田畑泉、樋口満：中高年女性の基礎代謝量に及ぼす身体各部の組成の影響. 第60回日本体力医学会大会、2005.
15. 宮地元彦、宮谷昌枝、樋口満、薄井澄誉子、河野寛、岡島真由美、田畑泉：年齢別の全身持久力ならびに筋力水準と動脈硬化との関係. 第60回日本体力医学会大会、2005.
16. 溝田理恵、木村裕美、千原明美、桧垣靖樹、田口尚人、瀧本留美、藤田義智、野口治嗣、前田勝子、新地浩一. 要介護高齢者の介護予防に関する研究—デイサービスにおける筋力向上トレーニングの効果—. 第10回 日本老年看護学会学術集会 2005
17. 鴫田佳津子、林 達也. イスを用いて行う健康増進運動プログラムの理論と実際. 第22回京都インスリン治療研究会、2005.
18. 林達也. 生活習慣病予防と改善のためのチェア・エクササイズ「すわろビクス」と「鍛えマッスル」. 第2回府中生活習慣病研究会、広島、2005.
19. 梅田陽子、鴫田佳津子、久保摩里子、小笹寧子、木村 剛、藤原兌子、中尾一和、林達也. チェア・エクササイズ形式での有酸素運動・レジスタンストレーニングの臨床的有用性. 第70回日本循環器学会総会・学術集会、2006.
21. Sanada K, Miyachi M, Usui C, Miyatani M, Kawano H, Tabata I, Higuchi M. Absence of Age-Related Increases in the Risk of Lifestyle-Related Diseases in Male Rowers.: American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting: 2006.
22. Miyatani M, Miyachi M, Usui C, Kawano H, Ishikawa-Takata K, Higuchi M, Tabata I. The relationship between physical activity, cardiovascular fitness, muscle strength and Age-related Change In Body Composition. American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting: 2006
23. 真田樹義、宮地元彦、田畑泉、鈴木克彦、樋口満. 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回日本体力医学会大会: 2006
24. 石見佳子、呉堅、岡純、田畑泉、戸田登志也、江崎潤子、大友拓弥、内山成人、山田和彦: 閉経後女性における大豆イソフラボンと運動の併用効果: 第60回日本・栄養食糧学会: 2006.
25. Ishimi Y, Oka J, Tabata I, Toda T, Uchiyama S, Yamada K, Wu J: Effects of isoflavone and exercise on bone mineral density and fat mass in postmenopausal Japanese women. 28th Annual Meeting of the American Society for Bone and Mineral Research: 2006. 9. 17: Philadelphia
26. 高橋恵理、薄井澄誉子、樋口満、田畑泉：若年女性の身体組成と基礎代謝量：第53回日本栄養改善学会学術総会：2006.
27. 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.

11th Annual Congress European College of Sport Science, Lausanne, Switzerland, 2006.

28. Sanada K, Miyachi M, McGrath KF, Usui C, Higuchi M: Associations between regional muscle mass, muscle function, and bone mineral density in postmenopausal women. 11th Annual Congress European College of Sport Science, Lausanne, Switzerland, 2006.

29. 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. 11th Annual Congress European College of Sport Science, 2006.

30. Kumahara H, Taketomo M, Nakamura A, Hirata A, Doi Y, Mori S, Tobina T, Yamamoto H, Yoshida R, Kayashima M, Maruyama I, Hashiguchi T, Kiyonaga A, Shindo M, Tanaka H. Home based bench step exercise attenuates metabolic

syndrome risk in middle-aged and older adults. Physical Activity+Obesity, International Congress of Obesity Satellite Conference. 2006.

31. 鶴田佳津子, 梅田陽子, 藤原兌子, 中嶋貞枝, 椿野美穂, 林 達也. 椅子を用いた家庭用運動プログラムビデオの有用性と生活習慣病関連指標への効果. 第43回日本糖尿病学会近畿地方会, 2006.

32. 梅田陽子, 藤林真美, 園田幸子, 林みつる, 橘千鶴, 林 達也, 森谷敏夫. 有疾患・高齢者向け有酸素運動“ココから体操”の有用性の検討. 第43回日本糖尿病学会近畿地方会, 2006.

F. 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

資料

別紙 4

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
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	Journal of Applied Physiology	96	911-916	2004
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 and Mineral Metabolism	22	500-508	

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 and Mineral Metabolism	22	26-31	2004
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
Miyachi M, Kawano H, Sugawara J, Takahashi K, Hayashi K, Yama zaki K, Tabata I, Tanaka H.	Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance. A randomized intervention study.	Circulation	110	2858-2863	2004
Higuchi M, C Yoshiga, J Oka, K Yashiro	Effects of Rowing on Health Promotion in Older People	Exercise, Nutrition, and Environmental Stress	4	279-291	2004
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

Miyachi M, H Tanaka, H Kawano, M Okajima, I Tabata	Lack of age-related decreases in basal whole leg blood flow in resistance trained men	Journal of Applied Physiology	99	1384-1390	2005
K Inami, K Chiba, Y Toyama	Determination of reference intervals for vibratory perception thresholds of the lower extremities in normal subjects	Orthopaedic Science	10	291-297	2005
藤本恵理, 田畑泉	ウォーキング大会参加者の随時血糖値	ウォーキング研究	9	195-199	2005
Wu J, J Oka, M Higuchi, T Toda, M Fujioka, N Fuku, T Teramoto, T Okuhira, T Ueno, S Uchiyama, K Urata, K Yamada, Y Ishimi	Cooperative effects of isoflavones and exercise on bone and lipid metabolism in postmenopausal Japanese women: A randomized placebo-control trial.	Metabolism	55	423-433	2006