

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17年度 総括・分担研究報告書  
主任研究者 田畑 泉

平成18(2006)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. 筋力と生活習慣病リスクに関する研究	-----	15
田畑 泉 (宮地元彦)		
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	-----	20
田畑 泉 (石見佳子)		
3. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究	-----	25
戸山 芳昭		
4. 中高年のローイング及び水泳運動が糖代謝、 組成、基礎代謝量に及ぼす影響	-----	27
樋口 満		
5. 生活習慣病予備軍に対する在宅型ステップ運動 プログラムの有効性	-----	32
田中 宏暁		
6. 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	-----	39
林 達也		
7. 身体活動量と耐糖能異常リスクに関する研究	-----	49
桧垣 靖樹		
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	56
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）

健康づくりのための運動指針の基になる運動基準策定のために、身体活動・運動量・体力と生活習慣病予防の関係に対する文献研究（システマティック・レビュー）をおこなったところ、糖尿病等の生活習慣病予防のために必要な運動・身体活動量を運動としては4METs・時/週（範囲2METs・時/週～10METs・時/週）、身体活動としては23METs・時/週（歩数としては1日当たり8000～10000歩）であることが示された。また、筋力については、ほぼ平均値程度が必要なことも示された。一方、実験的研究により、中高年を対象としたステップ運動トレーニングでメタボリックシンドローム改善には11.0±7.4Met・時/週の運動量が、有効であることを明らかにした。さらに、閉経後女性を対象とした1年間のウォーキング（一回45分、週3回、約9METs・時/週）により、コントロール群に対して脂肪量の減少と骨密度の増加が観察され、文献的研究から得られた運動量により生活習慣病予防効果が実際にあることが示された。また、約500名の男女を対象とした横断的研究の結果より、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の危険因子の増加や介護リスク増大を抑制することに寄与することも実験的に確認された。また、地域における横断的研究により歩数が9200歩以上の中年者ではHbA1Cの高値リスクが、最も歩数の少ない群（<5179歩/日）に比べて少ないことが示された。また、中高年のローイング・トレーニングによる生活習慣病リスクファクター改善効果、高齢者に対するチェアエクササイズ臨床的効果、及び骨に対する身体活動の効果の機序に関する基礎的研究を行った。

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 助教授）

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。また、今年度は、健康づくりのための運動指針の基になる運動基準策定のために、身体活動・運動量・体力と生活習慣病予防の関係に対する文献研究(システムティック・レビュー)を行った。

## B. 研究方法

### 1-1. 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ムティック・レビューに関する研究

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。

### 1-2. 筋力と生活習慣病リスクに関する研究

被験者は、男女 547 名(20 歳~80 歳)であった。20~39 歳までの被験者を若年群(171 名、平均年齢  $27.5 \pm 6.9$  歳)、40~60 歳の被験者を中年群(215 名、平均年齢  $49.3 \pm 6.0$  歳)、60~80 歳の被験者を老年群(197 名、平均年齢  $68.5 \pm 6.0$  歳)とし、さらに各年齢群を握力と脚伸展パワーの 2 つの筋力指標で、高筋力群と低筋力群に分類し、分析の対象とした。各年齢群において体重当たりの握力と脚伸展パワー両方において 5 段階評価の「優れている」(厚生省保健医療局健康増進関連ビジネス指導室(編)：改訂・健康増進施設認定の手引き(中央法規,1993)以上に含まれる被験者を高体力群、それ以外を低体力群に分類した。体力に加えて血液、血圧などを測定した。

### 1-3. 閉経後女性の骨密度に対するウォーキングと食品由来成分の併用効果に関する研究

閉経後 5 年以内の健常女性 128 名を対象に、週 3 回(45 分/回)のウォーキングと大豆イソフラボン(配糖体 75mg/日)食品成分の併用が身体組成及び脚力と握力に及ぼす影響を評価した。群分けは無作為割付とし、イソフラボンに関しては二重盲検法を採用した。群分けは 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+運動群とし、試験は6ヶ月間実施した。身体組成は二重エネルギー吸収法(DXA)を用いた。統計学的解析は二元配置分散分析法を用いた。

## 2. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究

4週齢のWistar系雌性ラット32匹を0.5%Ca含有食で23週齢まで飼育し、平均体重を一致させた卵巣摘除群(O群)、卵巣摘除+運動群(OE群)、偽手術群(S群)、偽手術+運動群(SE群)の4群に分けた。運動群では手術翌日より小動物用トレッドミル装置を用いた走行運動を12週間負荷した。屠殺後、大腿骨の骨幹部(皮質骨)、遠位骨端部(海綿骨)の骨微細構造と骨強度について検討した。

## 3. 中高年のローイング及び水泳運動が糖代謝、組成、基礎代謝量に及ぼす影響

### 3-1. 中高年男女ローイング愛好者の身体組成と糖代謝マーカー

ローイングクラブに所属し、1回以上のローイング・トレーニングを行っている中高年の男性(RM, N=22)と女性(RW, N=9)を対象に、身体組成(体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量)をDEXAによって測定した。早朝空腹状態にて採血を行い、血液中の糖代謝マーカーを測定した。

### 3-2. 中高年女性ローイング/スイミング愛好者の身体組成と脚伸展パワー

60歳以上でローイングを愛好している女性(RW, N=10)とスイミングを愛好している女性(SW, N=14)、及び同年齢層の運動習慣のない女性(UW, N=15)を対象として、

身体組成(DEXA法)と脚伸展パワーを測定し、比較検討した。

### 3-3. 中高年女性スイマーの身体組成と基礎代謝量

閉経後の中高年女性スイミング愛好者で日常のスイミング・トレーニング頻度が異なるグループ(高頻度群(HT)、N=28、低頻度群(LT)、N=24)を対象として、身体組成(DEXA法)と基礎代謝量(BMR)を測定し評価した。

## 4. 生活習慣病予備群に対する在宅型ステップ運動プログラムの有効性に関する研究

対象者は、福岡県飯塚市I病院の従業員検診においてBMI $\geq$ 24.3kg/m<sup>2</sup>に加え、①収縮期血圧 $\geq$ 135mmHgかつ/または拡張期血圧 $\geq$ 85mmHg、②総コレステロール $\geq$ 220mg/dlかつ/または中性脂肪 $\geq$ 150mg/dlかつ/またはHDLコレステロール $<$ 39mg/dl)の診断基準の内1項目以上を有する「生活習慣病予備群」と診断された者60名の内、研究参加の同意が得られた32名(男性19名、女性13名)であった。この32名を年齢、性、BMI、総コレステロール値を層別化因子としてトレーニング群とコントロール群の2群に分け、介入した。研究参加期間は8週間とし、トレーニング介入前及び8週間後に、運動能力測定、医学的検査、身体組成項目、血管内皮機能検査、頰動脈エコーを実施した。

8週間の運動トレーニングは、台高20cmの踏み台を用いた踏み台昇降運動(ステップ運動)で行い、週1回の健康運動教室(監視型トレーニング)と自主的に自宅で実施する非監視型トレーニングを実施した。トレ

ーニング強度は、ステップテストより測定された LT 強度に相当する高さと昇降頻度を個人毎に設定して行った。健康運動教室では1回のトレーニングで10分間のステップ運動を3回、計30分間の運動を行った。自宅では厚生労働省から推奨されている健康づくりのための運動所要量に基づき週当たり180分間以上を目標とした。

## 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

### 5-1. 転倒防止運動プログラム「倒れません、こけません」の臨床効果に関する検討

京都市内の老人福祉施設に、自力歩行にて通所することのできる60歳以上の者で、運動を禁止すべき疾患をもたない者を対象とした。

平成17年8月2日から9月20日までの間に22回、毎回1時間にわたり「倒れません、こけません」プログラムを用いた集団トレーニングを行った。基本的なプログラム構成は、ウォームアップ+ストレッチ→有酸素運動→バランス強化運動→下肢筋力強化運動→クールダウン+ストレッチとした開催したトレーニングのうち70%以上(16回以上)にわたって参加した61~88歳までの29名(男性2名女性27名、年齢74.6±1.3歳)を解析対象とした。

トレーニング前後に、身体計測(身長・体重・体脂肪率・筋肉率)、血圧測定、血液検査(空腹時血糖・HOMA指数・血清脂質)、体力測定を行った。

### 5-2. 有酸素運動「すわろビクス」とレジスタンス・トレーニング「鍛えマッスル」の臨床効果の検討

兵庫県朝来市住民で、運動を禁止すべき疾患をもたない中高齢者を対象とした。

平成17年9月に参加者に対する説明会を開催し、チェア・エクササイズの実技と家庭での実施方法について解説した。また、ビデオ「すわろビクス」と「鍛えマッスル」を各参加者に配布し、そのどちらかの運動、ないしは両者を、なるべく毎日1回行うよう説明した。また生活習慣病対策のための一般的な食事に関する指導もあわせて行った。その後平成18年2月に終了するまでの5ヶ月間、月2回スクール形式での「健康教室」を開催し、チェア・エクササイズと適切な食事についての集団講習を行うとともに、希望者には個別相談を行った。参加者は途中からの参加を含めて47名であったが、規定の身体・体力・血液測定を受けた32名(女性のみ、年齢63.9±1.7歳)をデータの解析対象とした。

プロジェクト前後に、身体計測(身長・体重・体脂肪率・筋肉率)、血圧測定、血液検査(空腹時血糖・HOMA指数・血清脂質)、体力測定を行った。体脂肪率・筋肉率はオムロンHBF-354を用いてインピーダンス法にて測定した。

## 6. 身体活動量と耐糖能異常リスクに関する研究

対象集団は、S市W及びT校区の、調査参加時の年齢が40歳から69歳までの男女であった。まず、住民基本台帳から抽出された研究対象者(8,818名)のうち、協力の意思のあった者は1,620名で、研究参加率は18.4%であった。調査期間は、平成17年10月31日から平成18年2月28日で、今回の解析には、平成18年1月31日の時

点で調査が完了している者、1,019名（男424名、女595名）を対象とした。調査内容は、自記式質問票調査、身体計測、血液生化学検査、身体活動量の測定であった。統計解析には、SAS Ver8を用いた。歩数分類別の比較にはTukey多重比較を、歩数分類によるHbA1c高値リスクの調整オッズ比は、ロジステックモデルを用いた。補正の変数は、年齢は40代、50代、60代の3群で、BMIは各群がほぼ同数となる4群で、ウエスト囲は男女で層別化後、男女別各群がほぼ同数となる4群とした。

（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る。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う。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. 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・レビューに関する研究

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。これらの文献から生活習慣病予防に必要な身体活動量は23METs・時/週、運動量は4METs・時/週（範囲として2~10METs・時/週）、体力のうち最大酸素摂取量（mL/kg/min）としては、20歳代（男：40，女：33），30歳代（男：38，女：32），40歳代（男：37，女：31），50歳代（男：34，女29），60歳代（男：33，女：28）であることが示された。また筋力については日本人のほぼ平均値であることが明らかとなった。

### 1-2. 筋力と生活習慣病リスクに関する研究

中年群、高齢群において、低筋力群は高筋力群に比較して全身体脂肪率（%）は有意に高い値を示した。しかし、最大酸素摂取量を共変量とした共分散分析の結果、全身%FMは筋力群間の差が有意ではなくなった。

糖質および脂質代謝に関する血液生化学的指標は、すべての各年齢群および各筋力群において、各項目の平均値は基準値正常範囲内であった。HDLコレステロールは、中年群と高齢群で、低筋力群が高筋力群よりも有意に低い値を示した。しかし、最大酸素摂取量を共変量とした共分散分析の結果、HDLコレステロールは筋力群間の差が有意ではなくなった。

高筋力群の収縮期血圧が低体力群よりも有意に低い値を示した。全身の動脈硬化度を表す脈波速度は、収縮期血圧と同じ傾向を示した。しかし、最大酸素摂取量を共変量とした共分散分析の結果、拡張期血圧と脈波測度は筋力群間の差が有意ではなくな

った。

若年群と高齢群において全身骨密度は、高筋力群が低筋力群と比較して有意に高値を示した。最大酸素摂取量を共変量とした共分散分析を行ってもなお、全身骨密度は高筋力群が低筋力群と比較して有意に高値を示した。

### 1-3. 閉経後女性の骨密度に対するウォーキングと食品由来成分の併用効果に関する研究

週3回のウォーキング(1回45分)により、全身、体幹部の脂肪重量は3ヶ月目より、四肢の脂肪重量は6ヶ月目より非運動群に比べて有意に低値を示した。

1年間の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。脚伸展力は試験開始時には群間で有意な差はなかったが、6ヶ月後では運動群が非運動群に比べて高値傾向を示した( $p=0.08$ )。大腿骨頸部骨密度は併用群で最も高値を示した。

## 2. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究

12週間の走行運動はS群、O群のBV/TVをそれぞれ4%、6%増加させ、Tb.Thを6%、11%増加させた。また、12週間の走行運動はS群、O群のTb.Pfを31%、7.6%減少させ、SMIを13%、9%減少させた。

### 3. 中高年のローイング及び水泳運動が糖代謝、組成、基礎代謝量に及ぼす影響

3-1. 中高年ローイング愛好者は、男性(年齢 $67\pm 2$ 歳、体脂肪率 $20\pm 4\%$ )、女性( $67\pm 2$ 歳、 $25\pm 4\%$ )いずれも、体脂肪率がこれまでに報告した同年齢層のウォーキング

愛好者(男性:22%)やスイミング愛好者(女性:29%)よりも低い水準であった。

中高年ローイング愛好者の男女とも、血糖値、血漿インスリン濃度、ヘモグロビンA1cが正常範囲であり、フルクトサミンも正常範囲をやや超える男女それぞれ2人を除いた全員が正常範囲にあった。

3-2. ローイングを愛好している中高年女性(RW:年齢 $67\pm 3$ 歳)は同年齢層の運動習慣のない女性(UW: $67\pm 4$ 歳)やスイミングを愛好している女性(SW: $66\pm 5$ 歳)よりも体重、体脂肪率が低くなっていたが、全身の除脂肪量(LBM)には差がみられなかった。脚伸展力はRW群、SW群がUW群よりも有意に高かった。

3-3. 50歳以上のスイミング愛好者をトレーニングが高頻度(WT:年齢 $61\pm 6$ 歳)と低頻度(LT: $63\pm 6$ 歳)に分けて比較すると、WT群がLT群よりもFMについては有意に少なくなっていたが、LBMでは顕著な差がみられなかった。また、両群間の基礎代謝量(BMR)にも差が認められなかった。

## 4. 生活習慣病予備群に対する在宅型ステップ運動プログラムの有効性に関する研究

プログラム期間中の運動群の平均ステップ運動時間は $107.5\pm 80.4$ 分/週(0~280分/週)であり、目標時間を達成した者は16名中3名であった。本トレーニングの結果、腹囲周径、METs@LT、脚伸展パワー、動脈硬化指数に有意な改善が認められた。しかし他のパラメータはいずれも有意な変化がなかった。コントロール群はすべてのパ



ラメータに有意な変化がなかった。

## 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

### 5-1. 転倒防止運動プログラム「倒れません、こけません」の臨床効果に関する検討

体重はトレーニング前に比しトレーニング後にわずかな差であったが有意に増加した ( $52.4 \pm 1.9 \text{ kg} \rightarrow 52.8 \pm 2.0 \text{ kg}$ ,  $P < 0.05$ )。体脂肪率、筋肉率、収縮期血圧、拡張期血圧、脈拍数には有意差はみられなかった。

下肢筋の最大筋力については、足関節背屈力がトレーニング後に有意に向上した

( $114.2 \pm 9.9 \text{ N} \rightarrow 142.3 \pm 7.9 \text{ N}$ ,  $P < 0.05$ )。

しかし、膝関節伸展力、股関節屈曲力、股関節外転力については有意な差は認められなかった。腹筋回数は有意に向上したが

( $3.2 \pm 0.1 \rightarrow 3.5 \pm 0.1$ ,  $P < 0.05$ )、座位両足

開閉回数には差を認めなかった。

開眼片足立ち (秒)  $\rightarrow 16.6 \pm 2.1$  秒)、ファンクショナルリーチともに有意差はみられなかった。

長座体前屈 (cm) は有意の変化を認めなかった。

空腹時血糖値、HbA1c、HOMA 指数には有意差はなかった。

トレーニングの後で HDL コレステロールは有意に増加した ( $62.9 \pm 4.3 \text{ mg/dl} \rightarrow 66.0 \pm 4.4 \text{ mg/dl}$ ,  $P < 0.05$ )。トリグリセリド、総コレステロール、LDL コレステロールには有意差は認められなかった。

### 5-2. 有酸素運動「すわろピクス」とレジスタンス・トレーニング「鍛えマッスル」の臨床効果の検討

体重、BMI に変化はなかったが、体脂肪

率の上昇 ( $32.8 \pm 0.6 \% \rightarrow 34.3 \pm 0.6 \%$ ,  $P < 0.01$ ) と、筋肉率の低下 ( $23.2 \pm 0.3 \% \rightarrow 22.5 \pm 0.4 \%$ ,  $P < 0.01$ ) が認められた。収縮期血圧、拡張期血圧、脈拍数は有意差はみられなかった。

下肢筋の最大筋力については、足関節背屈力が有意に低下した ( $244.3 \pm 6.4 \text{ N} \rightarrow 211.2 \pm 10.5 \text{ N}$ ,  $P < 0.05$ )。肘関節伸展力、膝関節伸展力、股関節屈曲力、股関節外転力について差は認められなかった。握力も変化しなかった。座位両足開閉回数は有意の向上を認めた ( $30.6 \pm 0.7 \text{ 回} \rightarrow 32.5 \pm 1.0 \text{ 回}$ ,  $P < 0.05$ )。

開眼片足立ち、ファンクショナルリーチともに有意の変化はみられなかった。

長座体前屈において有意の向上を認めた ( $33.3 \pm 1.8 \text{ cm} \rightarrow 38.2 \pm 1.7 \text{ cm}$ ,  $P < 0.01$ )。

6 分間歩行距離は有意に増加した ( $538 \pm 12 \text{ m} \rightarrow 564 \pm 15 \text{ m}$ ,  $P < 0.01$ )。

空腹時血糖値、HbA1c には変化を認めなかったが、インスリン抵抗性の指標である HOMA は有意の改善を認めた ( $1.5 \pm 0.2 \rightarrow 0.9 \pm 0.1$ ,  $P < 0.01$ )。

HDL コレステロールに有意な増加 ( $68.9 \pm 2.7 \text{ mg/dl} \rightarrow 72.6 \pm 3.2 \text{ mg/dl}$ ,  $P < 0.05$ )、LDL コレステロールに有意の低下 ( $149.4 \pm 6.4 \text{ mg/dl} \rightarrow 137.0 \pm 6.2 \text{ mg/dl}$ ) が認められた。総コレステロール、トリグリセリドには変化はなかった。

## 6. 身体活動量と耐糖能異常リスクに関する研究

HbA1c 5.8% 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を基準にQ2からQ4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。以上のことは、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。

#### D. 考察

##### 1-1. 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・レビューに関する研究

システマティック・レビューにより導き出された生活習慣病予防のための身体活動量は一日の歩数でいうと8,000~10,000歩であるが、平成16年の値は男性7,532歩、女性6,446歩と、8,000歩~10,000歩よりも低い値であり、国民の半分以上の身体活動量は23METs・時/週の基準より少ないと考え得られる。しかし、これらの基準の達成は多くの施策により国民の身体活動に対する意識が高まれば不可能ではないので、妥当な量と考えられる。

運動では4METs・時/週であり、週ああ足り速歩で約1時間であるが、汗をかくような運動を週2回以上行っている国民は男性30.8%女性25.8%であり(平成16年度国民健康栄養調査)、これについても多くの国民がこの値をクリアしていないので、まず

はこの量を推奨するのが適切であると考えられる。

##### 1-2. 筋力と生活習慣病リスクに関する研究

日本人の標準よりも高い握力、脚伸展パワー共に筋力を有する者は標準以下の者と比較して、1)加齢による腹部脂肪の蓄積が抑制され、筋量減少が抑制されている、2)加齢による血糖コントロールの悪化が抑制されている、3)加齢による収縮期血圧の増加が抑制されている、4)加齢による骨密度の低下が抑制されている、以上4点が明らかとなった。最大酸素摂取量に代表される全身持久力のみならず、握力や脚力といった筋力を高い水準に保持することが、腹部肥満、高血糖、高血圧、低骨密度、の予防に有効であることが示唆された。

我々は昨年の本報告書において、高い全身持久力を有するものは、肥満、高血圧、高脂血のリスクが低いことを示した。本年は、体力のもう一つの重要な要素である筋力が生活習慣病危険因子に及ぼす影響について検討した。全身持久力が高いことの効果が見られなかった、血糖値、HbA1c、全身LBM、骨密度などにおいて、筋力が高い者では低い者と比較して、中年及び高齢者で好ましい値が観察された。このことは、生活習慣病の予防のために、単に有酸素性運動による全身持久力の向上を図るだけではなく、筋力トレーニングなどにより、高い筋力を維持することの重要性を示唆している。筋力の高い者は、加齢による全身LBMと全身骨密度の低下が抑制されていた。この結果は、メタボリックシンドロームに代表される生活習慣病の予防のみでなく、介護の予防に対しても筋力を高く保持すること

が効果的であることを示唆している。この効果は昨年度報告した全身持久力の指標である最大酸素摂取量を高く保つことでは見られなかった効果である。以上のことから、生活習慣病の予防と介護の予防の両方の効果を得るためには、高い全身持久力を持つことに加えて、高い筋力を持つことが重要であると考えられる。

### 1-3. 閉経後女性の骨密度に対するウォーキングと食品由来成分の併用効果に関する研究

閉経後女性において、1年間のウォーキングは全身および四肢の脂肪重量を低下させ、大腿骨近位部の骨密度の低下を抑制することが明らかになった。さらにウォーキングにより脚伸展力が増加することが明らかになった。握力には変化がなかったことから、この変化はウォーキングが直接脚力を増加させたことが示唆される。

ウォーキング群の1年間の1日当りの平均歩数は約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歩の早足ウォーキングを実施することにより、脚伸展力の強化とともに身体組成が改善されることが明らかになった。

一方、今回の試験ではイソフラボンとウォーキングの併用群の脚伸展力の変化率ももっとも高かったことから、両者の併用は骨および脂肪ばかりでなく、筋に対しても有効である可能性が示唆された。

### 2. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究

本研究の結果は、走行運動がTb.Thの増加、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

ことによって、正常ラットおよびOVXラット大腿骨の骨梁構造を改善したことを示唆している。骨強度に関連するさまざまな要素のうち、高い相関が認められているのは、骨の量である。これは2次元の指標ながらDXA法に臨床応用され広く普及している。ただしBMDだけでは骨強度のすべてを説明できないことは基礎的、臨床的研究で明らかである。骨粗鬆症の治療効果を骨折予防の点から評価するために、微細構造に関するパラメーターが臨床応用されることが期待される。

### 3. 中高年のローイング及び水泳運動が糖代謝、組成、基礎代謝量に及ぼす影響

本年度に行われた研究により、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を示唆した。さらに、中高年男女において、日常的に行われるローイング運動が、血中糖代謝諸指標を正常に保持する可能性があることも示唆された。また、スイミングやローイングを愛好している中高年女性では、脚伸展力が運動習慣のない同年齢層の女性よりも高いことが明らかになった。全身、及び脚部など身体各部のLBMには3群間に顕著な差がみられなかったにもかかわらず、脚伸展力に顕著な差がみられた利用としては、日常のスイミングやローイングのトレーニングが脚部の筋・神経系の機能を高めている可能性があると考えられた。

さらに、スイミング・トレーニングを週に2回程度の頻度で行っている中高年女性では、2週間に1回程度である同年齢層の女性と比べて、明らかに脂肪量は少なくな

っていたが、内臓、筋肉、骨を含む LBM に差がみられず、基礎代謝量もほぼ同レベルであったことから、週 2 回程度のスイミングでは、スイミングによるエネルギー消費量を高め、脂肪燃焼が促されるものの、安静時におけるエネルギー代謝量を高めるほどの効果は期待できないといえる。

#### 4. 生活習慣病予備群に対する在宅型ステップ運動プログラムの有効性に関する研究

目標とした週あたり 180 分のステップ運動を確保できたものは 16 名中 3 名で、あったが、先行研究と同様に有酸素性作業能と脚伸展パワーの向上効果が認められた。さらに、メタボリックシンドロームの診断項目であるウエスト周囲径(男性; $94.1 \pm 6.5 \rightarrow 92.2 \pm 5.9\text{cm}$ 、女性; $99.4 \pm 11.4 \rightarrow 97.5 \pm 9.8\text{cm}$ )と動脈硬化指数( $3.1 \pm 0.6 \rightarrow 2.9 \pm 0.7$ )が有意に改善した。

田畑らは、身体活動量・運動と冠状動脈疾患や糖尿病の罹患率の関係を見た大規模な縦断的研究についてシステマティックレビューを行った結果、生活習慣病の発症リスクが低くなる運動量の値は約 2Met・時/週から 10 Met・時/週であることを報告している(私的コミュニケーション)。本研究のトレーニング群が行った総運動量を Met・時/週で表すと  $11.0 \pm 7.4\text{Met} \cdot \text{時/週}$  となり、平均運動時間がシステマティックレビューで示された上限の運動量であった。すなわち本研究結果は、上記 10 Met・時/週を獲得することが内臓脂肪減少効果をもたらすメタボリックシンドロームの予防・治療に有効な運動療法になる可能性を示唆している。

#### 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

##### 5-1. 転倒防止運動プログラム「倒れません、こけません」の臨床効果に関する検討

本研究では大半の参加者で「転倒しにくい体」への変化を自覚した。しかしながら、採用した体力検査方法においては、足関節背屈筋力の向上と腹筋レベル強化で統計的有意差が得られたのみであった。これは、自覚的な改善に比して実質的な体力的向上が得られていなかった可能性もあるが、バランス機能計測においてより鋭敏な検査法を用いることや、より多くの筋群に対する筋力測定を行うことで、自覚的改善に対応した検査結果が得られた可能性も否定できない。

血液指標において HDL コレステロールの上昇が認められたことは、今回のトレーニングが参加者にとって実質的な身体活動量の増加につながった可能性を示唆している。

##### 5-2. 有酸素運動「すわろピクス」とレジスタンス・トレーニング「鍛えマッスル」の臨床効果の検討

参加者の平均において体脂肪率が上昇するとともに筋肉率が低下する結果となり、肥満防止に関する生活習慣指導(運動・食事)が十分に遵守されなかったことが示唆された。また、「鍛えマッスル」トレーニングによる筋力低下の防止が期待されたが、足関節屈曲筋力において有意な低下をきたす結果となった。

一方、呼吸循環持久力指標である 6 分間歩行、柔軟性の指標である長座体前屈、下肢筋の筋持久力と俊敏性の指標である座位両足開閉試験においては有意の改善を得た。

また、血液検査上、HDL コレステロール上昇、LDL コレステロール低下、HOMA 指数の低下（インスリン感受性の改善）が得られた。これらの臨床効果は、ビデオに収録された有酸素運動、筋力トレーニング、柔軟性トレーニングの総合効果として当初より予想されたものであった。

## 6. 身体活動量と耐糖能異常リスクに関する研究

本研究では、日本人を対象に約1000人の横断的研究結果に基づき、歩数で評価した身体活動量が年齢・性・BMI・ウエスト囲とは独立して、耐糖能低下のリスクを下げる事がわかった。BMI やウエスト囲の減少を通じてだけではなく、身体活動量それ自体を増加させることで、耐糖能の低下を予防できる可能性を示唆している。

今回の結果は横断的解析ではあるが、日常生活状況も含めた身体活動量が耐糖能低下の予測因子となりうる点で興味深い。特に、補正因子として、従来の報告に加えウエスト囲を加えた後も調整オッズ比が補正前と近似していたことは、身体活動量をある一定の水準に保つことが糖尿病予防に対して肥満や内臓脂肪蓄積とは独立した要因となることを示唆している。

## E. 結論

### 1-1. 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・レビューに関する研究

身体活動・運動量・体力と生活習慣病予防の関係に対する文献研究（システマティック・レビューを行い）、新しい“健康づくりのための運動基準 2005-身体活動・運動・

体力・策定に寄与した。

### 1-2. 筋力と生活習慣病リスクに関する研究

547名の男女を対象とした横断的研究の結果より、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の危険因子の増加や介護リスク増大を抑制することに寄与することが示唆された。

### 1-3. 閉経後女性の骨密度に対するウォーキングと食品由来成分の併用効果に関する研究

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。

## 2. 運動が骨代謝に及ぼす影響に関する研究

本研究では、骨密度の増加効果は部位によりことなり、その効果は骨幹部と遠位部で強いことが明らかとなった。マイクロCTを用いることにより、走行運動が骨微細構造に及ぼす変化を明らかにした。

## 3. 中高年のローイング及び水泳運動が糖代謝,組成,基礎代謝量に及ぼす影響

ローイングを日常的に行っている中高年

男女の体脂肪率は運動習慣のない同年齢層の人々よりも低く、ほとんどのローイング愛好者の糖代謝マーカーは正常範囲内であったことから、ローイングの健康増進・生活習慣病予防効果の一端が明らかとなった。トレーニング頻度が高いスイミング愛好中高年女性も、低頻度の人々に比べて体脂肪率が低くなっていたが、除脂肪体重には差がなく、基礎代謝量もほぼ同レベルであった。

#### 4. 生活習慣病予備群に対する在宅型ステップ運動プログラムの有効性に関する研究

ステップ運動を主体としたトレーニングプログラムは、中年労働者の有酸素性作業能の向上に加え、メタボリックシンドローム危険因子の改善効果が期待でき、メタボリックシンドローム及び生活習慣病に対する早期の予防治療に有効であると考えられる。

#### 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・エクササイズ形式で作成した転倒予防運動プログラム「倒れません、こけません」、有酸素運動「すわろビクス」、レジスタンス・トレーニング「鍛えマッスル」を中高齢者を対象に導入し、生活習慣病に関連する身体、体力、血液指標の変化を検討した。予想された臨床効果が必ずしも統計的有意差となって現れなかったが、筋力や呼吸循環持久力、柔軟性、血清脂質、インスリン抵抗性指標など、健康づくりや生活習慣病予防に寄与する指標の改善が得られた。

#### 6. 身体活動量と耐糖能異常リスクに関する研究

地域住民 1,019 名を対象とした横断的研究結果より、歩数で評価した身体活動量が性・年齢・BMI・ウエスト囲とは独立して、耐糖能低下のリスクを下げることが示唆された。

#### F. 健康危険情報

問題なし。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

- ① Miyachi M, Tanaka H, Kawano H, Okajima M, Tabata I, Lack of Age-Related Decreases in Basal Whole-Leg Blood Flow in Resistance-Trained Men. *J Appl Physiol* ; 99(4); 1384-1390, 2005
- ② Ueno LM, Miyachi M, Matsui T, Takahashi K, Yamazaki K, Hayashi K, Onodera S, Moritani T, Effect of aging on carotid artery stiffness and baroreflex sensitivity during head-out water immersion in man. *Braz J Med Biol Res* ; 38(4); 629-637, 2005
- ③ Hayashi K, Miyachi M, Seno N, Takahashi K, Yamazaki K, Sugawara J, Yokoi T, Onodera S, Mesaki N. Variations in carotid arterial compliance during the menstrual cycle in young women. *Exp Physiol*. 2006 Mar;91(2):465-72
- ④ Hayashi K, Miyachi M, Seno N, Takahashi K, Yamazaki K, Sugawara J, Yokoi T, Onodera S, Mesaki N.

- Fluctuations in carotid arterial distensibility during the menstrual cycle do not influence cardiovagal baroreflex sensitivity. *Acta Physiol (Oxf)*. 2006 Feb;186(2):103-10.
- ⑤Wu J, Oka J, Higuchi M, Tabata I, Toda T, Fujioka M, Fuku N, Teramoto T, Okuhira T, Ueno T, Uchiyama S, Urata K, Yamada K, Ishimi Y. Cooperative effects of isoflavone and exercise on bone and lipid metabolism in postmenopausal Japanese women. *Metabolism* 55:423-433, 2006.
- ⑥Higuchi M, Yoshiga C, Oka J, Yashiro K: Effects of rowing on health promotion in older people. *Exercise, Nutrition, and Environmental Stress, Volume 4, International Sports Science Network Forum Nagano, 2004*, pp.275-291, Cooper Publishing Group, LLC, 2005.
- ⑦田中早津紀, 豊田太郎, 林 達也. 運動療法. 最新医学. 2006 61(3月増刊号メタボリックシンドローム前篇): 658-67.
- ⑧鴫田佳津子, 梅田陽子, 林 達也. チェアエクササイズ. 臨床スポーツ医学. 2005 22 (臨時増刊号: 高齢社会における運動支援実践ガイド): 106-12.
2. 学会発表
- ①Miyachi M, Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance, *Acta Cardiologica Sinica, Symposium in 35th Annual Meeting of Taiwan Society of Cardiology*, 2005
- ②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
- ③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 7.23.2005
- ④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
- ⑤ Effects of Treadmill Exercise, Alfacalcidol and Parathyroid Hormone (1-34) on Bone Mass and Bone Metabolism in Spontaneously Diabetic Male Rats. *British Orthopaedic Research* 2005
- ⑥Usui 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., June 2, 2005.*
- ⑦Yashiro 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、東京、7月31日、2005.
- ⑧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、倉敷、9月24日、2005.
- ⑨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.

⑩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、倉敷、9月25日、2005.

⑪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、倉敷、9月25日、2005.

⑫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、名古屋、3月25日、2006.

⑬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 京都、11月12日、2005.

⑭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「すわるピクス」と「鍛えマッスル」. 第2回府中生活習慣病研究会、広島、8月24日、2005.

⑮桧垣靖樹. 身体活動・運動の定量化—実験研究から疫学研究まで—. 福岡大学国際シンポジウム. 「運動疫学の最先端とその戦略」. 2005.5.14 (シンポジウム)

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 2005.11.13 抄録集 164.

#### 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



筋力と生活習慣病リスクに関する研究

主任研究者 田畑 泉

(独立行政法人 国立健康・栄養研究所)

研究協力者 宮地元彦、宮谷昌枝

(独立行政法人 国立健康・栄養研究所)

年齢と筋力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、血圧)、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)との関係を横断的研究により検討した。被験者は、定期的な運動を実施している者、および実施していない者を含む、男女 547 名(20 歳～80 歳)であった。20～39 歳までの被験者を若年群(171 名)、40～60 歳の被験者を中年群(215 名)、60～80 歳の被験者を老年群(197 名)とし、さらに各年齢群を握力と脚伸展パワーの 2 つの筋力指標で、高筋力群と低筋力群に分類し、分析の対象とした。本研究の結果をまとめると以下の通りである。日本人の標準よりも高い筋力を有する者は標準以下の者と比較して、1) 加齢による腹部脂肪の蓄積が抑制され、筋量減少が抑制されている、2) 加齢による血糖コントロールの悪化が抑制されている、3) 加齢による収縮期血圧の増加が抑制されている、4) 加齢による骨密度の低下が抑制されている、以上 4 点が明らかとなった。最大酸素摂取量に代表される全身持久力のみならず、握力や脚力といった筋力を高い水準に保持することが、腹部肥満、高血糖、高血圧、低骨密度、サルコペニアの予防に有効であることが示唆された。

A. 研究目的

近年、全身持久力すなわち有酸素性能力の指標である最大酸素摂取量に優れている者はそうでない者に比較して、生活習慣病危険因子に異常が少ないことから、最大酸素摂取量が、健康度を評価するうえで有用な体力指標とされるようになってきた。しかし、体力のもう一つの重要な要素である筋力が生活習慣病危険因子にどのように関連しているかについては十分に明らかになっていない。

このことをふまえて本年度は、加齢に伴う生活習慣病危険因子の異常化、特に昨今問題となっているメタボリックシンドローム

の抑制ならびに、高齢化社会を迎えている本邦において重要な課題の 1 つである介護を予防するためにはどの程度の体力を身に付けるべきか、もしくは必要とするかについて明らかにしていくために、年齢と筋力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、血圧)、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)との関係を横断的研究により検討した。

B. 研究方法

被験者は、定期的な運動を実施している者、および実施していない者を含む、男女

547名(20歳~80歳)であった。20~39歳までの被験者を若年群(171名、平均年齢 $27.5 \pm 6.9$ 歳)、40~60歳の被験者を中年群(215名、平均年齢 $49.3 \pm 6.0$ 歳)、60~80歳の被験者を老年群(197名、平均年齢 $68.5 \pm 6.0$ 歳)とし、さらに各年齢群を握力と脚伸展パワーの2つの筋力指標で、高筋力群と低筋力群に分類し、分析の対象とした。各年齢群の体力水準による分類は、厚生省保健医療局健康増進関連ビジネス指導室(編):改訂・健康増進施設認定の手引き(中央法規,1993)の握力計を用いた握力を体重で除したものの、コンビアネロプレスによる脚伸展パワーの体重当たりの評価値をもとに行なった。各年齢群において体重当たりの握力と脚伸展パワー両方において5段階評価の「優れている」以上に含まれる被験者を高体力群、それ以外を低体力群に分類した。

#### 握力の測定

握力の値とした。筋力としては握力を測定した。スドレー式握力計を用いて右左の最大等尺性筋力を測定し、分析には左右のそれぞれにおける最大値の平均値を用いた。

#### 脚伸展パワーの測定

コンビ社のアネロプレスを用いて、座位での両脚による前方への脚伸展のパワーを5回測定した。5回の測定値のうち、最も高い2つの値を平均して評価値とした。

#### 身体組成の測定

##### 最大酸素摂取量の測定

最大酸素摂取量の測定は自転車エルゴメーター(Monark 818 E)を使用し、多段階負荷漸増法で実施した。運動は被験者が運動を随意に継続できなくなり、疲労困憊に至るまで実施した。呼気はダグラスバック法により30秒ごとに採取し、ガスメーター(品川製作所製)にて換気量を測定するとともに質量分析計(アルコシステム社製)を用いて酸素および二酸化炭素濃度を分析した。これらの最大値を最大酸素摂取量とし、体重当たりに表した。

身体組成は、DXA法(QDR-4500, Hologic, Waltham, MA, USA)を用いて、体脂肪率(%FM)および筋量の指標として全身除脂肪体重(LBM)を求めた。腹部脂肪の指標として、体幹部の%FMも測定した。

#### 血圧検査

血圧は血圧脈波検査装置(form PWV/ABI, COLIN社製)を用いて測定した。分析には上腕部測定値の左右の平均値を用いた。

#### 血液生化学的指標の測定

採血は、空腹時に実施し、血糖値、インスリン、ヘモグロビンA1c、血中総コレステロール、HDLコレステロール、中性脂肪の濃度を測定した。インスリン抵抗性の指標としてHOMA指数(空腹時血糖値 $\times$ インスリン/405)を算出した。

#### 統計

各項目について、年齢群および体力水準群を要因とした二元配置分散分析を行なった。各要因に対する主効果が有意な場合のみ、student-Newman-keulsのpost-hoc testを行なった。有意水準は危険率5%未満とした。

### C. 研究結果

本研究で対象とした被験者の特徴を表1に示した。各年齢群における被験者数は、若年群の場合、高筋力群は58名( $29 \pm 6$ 歳)、低体力群は103名( $30 \pm 6$ 歳)で、握力の平均値はそれぞれ、 $44.8 \pm 11.1$ kg重、 $34.8 \pm 8.9$ kg重で、脚伸展パワーの平均値は $1635 \pm 648$ W、 $1216 \pm 604$ Wであった。同様に中年群の場合、高体力者は69名( $49 \pm 6$ 歳)、低体力者は132名( $50 \pm 6$ 歳)で、握力はそれぞれ、 $34.5 \pm 4.9$ kg重、 $27.5 \pm 5.6$ kg重で、脚伸展パワーの平均値は $999 \pm 219$ W、 $785 \pm 342$ Wであった。老年群の場合、高体力者は66名( $65 \pm 4$ 歳)、低体力者は126名( $66 \pm 6$ 歳)で、握力はそれぞれ、 $36.6 \pm 10.4$ kg重、 $26.1 \pm 8.0$ kg重で脚伸展パワーの平均値は $1061 \pm 400$ W、 $680 \pm 304$ Wであった。握力・脚伸展パワー共に、すべての年齢群において、低体力群は高体力群よりも有意に低い値を示した。身長は年齢群が高いほど、有意に低く、筋力が高い方が高く、体重は、中年群が有意に若年群より高い値を示し、高筋力群が重かった。体重当たりの値に関しても、握力脚伸展パワーともに同様の結果を示した。

各群における体格、身体組成、血液生化学的指標、血圧・動脈硬化指数の結果を表

に一括して示した。%FM および体幹%FM は、年齢群間および体力群間で有意差が認められた。年齢群間差をみると、全身%FM および体幹%FM については、中年群、高齢群において、高筋力群および低筋力群ともに若年群の同筋力群に比較して高い値を示した。またこれらの指標について筋力群間の差をみると、中年群、高齢群において、低筋力群は高筋力群に比較して有意に高い値を示した。しかし、最大酸素摂取量を共変量とした共分散分析の結果、全身%FM は筋力群間の差が有意ではなくなった。

全身 LBM については、年齢群と筋力群の影響がともに認められ、中年群と高齢群において、高筋力群および低筋力群ともに若年群の同体力群に比較してそれぞれ低い値を示した。全身骨密度に関しては、加齢に伴い両体力群とも有意に低下した。若年群と高齢群において高筋力群が低筋力群と比較して有意に高値を示した。最大酸素摂取量を共変量とした共分散分析を行ってもなお、LBM は高筋力群が低筋力群と比較して有意に高値を示した。

糖質および脂質代謝に関する血液生化学的指標は、すべての各年齢群および各筋力群において、各項目の平均値は基準値正常範囲内であった。血糖値、HbA1c、総コレステロール、中性脂肪、HOMA-R においては、年齢群間による有意差が認められ、中年群、高齢群は若年群の同筋力群に比較して高い値を示した。一方で、HDL コレステロールについては、筋力群間にも有意差が認められ、HDL コレステロールは、中年群と高齢群で低筋力群が高筋力群よりも有意に低い値を示した。しかし、最大酸素摂取量を共変量とした共分散分析の結果、HOMA-R、総コレステロール、中性脂肪、HDL コレステロールは筋力群間の差が有意ではなくなった。

血圧は、収縮期血圧の場合、年齢群間および、筋力群間に有意差が認められた。年齢群の影響をみると、中年群、高齢群で、高体力群および低筋力群ともに若年群の同筋力群に比較して高い値を示した。筋力群間の差をみると、中年群と高齢群において、高筋力群が低体力群よりも有意に低い値を示した。拡張期血圧の場合は、

年齢群間にもみ差がみとめられ、中年群、高齢群で、高筋力群および低筋力群ともに若年群の同筋力群に比較して高い値を示した。全身の動脈硬化度を表す脈波速度は、収縮期血圧と同じ傾向を示した。しかし、最大酸素摂取量を共変量とした共分散分析の結果、拡張期血圧と脈波測定は筋力群間の差が有意ではなくなった。

全身骨密度に関しては、年齢群と筋力群の影響がともに認められ、中年群と高齢群において、高筋力群および低筋力群ともに若年群の同体力群に比較してそれぞれ低い値を示した。全身骨密度に関しては、加齢に伴い両体力群とも有意に低下した。若年群と高齢群において高筋力群が低筋力群と比較して有意に高値を示した。最大酸素摂取量を共変量とした共分散分析を行ってもなお、全身骨密度は高筋力群が低筋力群と比較して有意に高値を示した。

#### D. 考察

本研究の結果をまとめると以下の通りである。日本人の標準よりも高い握力、脚伸展パワー共に筋力を有する者は標準以下の者と比較して、1) 加齢による腹部脂肪の蓄積が抑制され、筋量減少が抑制されている、2) 加齢による血糖コントロールの悪化が抑制されている、3) 加齢による収縮期血圧の増加が抑制されている、4) 加齢による骨密度の低下が抑制されている、以上4点が明らかとなった。最大酸素摂取量に代表される全身持久力のみならず、握力や脚力といった筋力を高い水準に保持することが、腹部肥満、高血糖、高血圧、低骨密度、サルコペニアの予防に有効であることが示唆された。

我々は昨年の本報告書において、高い全身持久力を有するものは、肥満、高血圧、高脂血のリスクが低いことを示した。本年は、体力のもう一つの重要な要素である筋力が生活習慣病危険因子に及ぼす影響について検討した。全身持久力が高いことの効果が見られなかった、血糖値、HbA1c、全身 LBM、骨密度などにおいて、筋力が高い者では低い者と比較して、中年及び高齢者で好ましい値が観察された。このことは、生活習慣病の予防のために、単に有酸素性運動による全身持久力の向上を図るだけで

はなく、筋力トレーニングなどにより、高い筋力を維持することの重要性を示唆している。

筋力の高い者は、加齢による全身LBMと全身骨密度の低下が抑制されていた。この結果は、メタボリックシンドロームに代表される生活習慣病の予防のみでなく、介護の予防に対しても筋力を高く保持することが効果的であることを示唆している。この効果は昨年度報告した全身持久力の指標である最大酸素摂取量を高く保つことでは見られなかった効果である。以上のことから、生活習慣病の予防と介護の予防の両方の効果を得るためには、高い全身持久力を持つことに加えて、高い筋力を持つことが重要であると考えられる。

本研究では筋力の評価に握力と脚進展パワーを用いた。この項目を選択した根拠として、先行研究により年代別の標準値が確立していること、高い再現性を有していること、上半身と下半身の筋力を共に評価する必要があったことなどがあげられる。一方で、これらの測定を行うためには握力計とアネロプレスといった、測定機器を必要とするという問題点もある。最大酸素摂取量の測定に高価な機器が必要であるのと同様に、筋力の評価にも同様の問題がある。体力を指標とした、生活習慣病予防のための運動指導を広く実施していくためには、これらの機器に依存しない、簡便かつ信頼性の高いテスト方法を早急に確立する必要がある。

#### E. 結論

547名の男女を対象とした横断的研究の結果より、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の危険因子の増加や介護リスク増大を抑制することに寄与することが示唆された。

#### F.健康危険情報

問題なし。

#### G.研究発表

##### 1. 論文発表

- Miyachi M, Tanaka H, Kawano H, Okajima M, Tabata I, Lack of Age-Related Decreases in Basal

Whole-Leg Blood Flow in Resistance-Trained Men. *J Appl Physiol*; 99(4): 1384-1390, 2005

- Ueno LM, Miyachi M, Matsui T, Takahashi K, Yamazaki K, Hayashi K, Onodera S, Moritani T, Effect of aging on carotid artery stiffness and baroreflex sensitivity during head-out water immersion in man. *Braz J Med Biol Res*; 38(4): 629-637, 2005
- スポーツ用サプリメントの有効性と有害性, 宮地元彦, 樋口満, 成人病と生活習慣病; 35(9):1015-1019, 2005
- Hayashi K, Miyachi M, Seno N, Takahashi K, Yamazaki K, Sugawara J, Yokoi T, Onodera S, Mesaki N. Variations in carotid arterial compliance during the menstrual cycle in young women. *Exp Physiol*. 2006 Mar;91(2):465-72
- Hayashi K, Miyachi M, Seno N, Takahashi K, Yamazaki K, Sugawara J, Yokoi T, Onodera S, Mesaki N. Fluctuations in carotid arterial distensibility during the menstrual cycle do not influence cardiovascular baroreflex sensitivity. *Acta Physiol (Oxf)*. 2006 Feb;186(2):103-10.

##### 2. 学会発表

- 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
- 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

他多数

#### 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