

200926001A

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基準・エクササイズガイド改定に関する研究

(H19・循環器等(生習)・一般・001)

平成 21 年度 総括研究報告書

研究代表者 田畑 泉

平成 22 (2010) 年 4 月

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基準・エクササイズガイド改定に関する研究

(H19・循環器等（生習）・一般・001)

平成 21 年度 総括研究報告書

研究代表者 田畑 泉

平成 22 (2010) 年 4 月

## 目 次

I. 総括研究報告	
健康づくりのための運動基準・エクササイズガイド改定に関する研究	1
田畑泉	
II. 研究代表者の個別研究報告	
1. 歩数及びエクササイズ (Ex) と最大酸素摂取量との関連性	17
曹振波、佐々木梓、田畑泉	
2. 柔軟性体力と動脈硬化に関する研究	29
山元健太、宮地元彦、田畑泉	
III. 分担研究報告	
1. 体力・身体組成とメタボリックシンドロームリスクに関する研究	35
樋口満	
2. 最大酸素摂取量基準値の検討及びメタボリックシンドロームとの 関連について	45
津下一代	
3. 岡山県南部健康づくりセンターにおける最大酸素摂取量をはじめとした 体力基準値作成の試み	61
沼田健之	
4. 20代から70代における身体活動量および身体活動強度が 換気閾値 (VT) に及ぼす影響	67
呉泰雄	
5. 自体重負荷を用いたレジスタンストレーニングによる筋力向上の 決定要因に関する研究	71
福永哲夫	
6. 運動実践者が一時的運動停止に導かれるハイリスク状況とその対処の評価	83
竹中晃二	
(資料) 新しいエクササイズガイド策定のための研究会	87
主催：厚生労働科学研究費補助金 健康づくりのための運動基準・ エクササイズガイド改定に関する研究班	
開催日：平成21年5月23日(土) 13:00~18:00	
場所：独立行政法人 国立健康・栄養研究所	
IV. 研究成果の刊行に関する一覧表	227
V. 研究成果の刊行物・別刷	231

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

健康づくりのための運動基準・エクササイズガイド改定に関する研究

研究代表者 田畑 泉 （独）国立健康・栄養研究所 健康増進プログラムリーダー）  
研究分担者 樋口 満 （早稲田大学スポーツ科学学術院 教授）  
津下一代 （あいち健康の森健康科学総合センター副センター長）  
竹中晃二 （早稲田大学人間科学学術院 教授）  
福永哲夫 （鹿屋体育大学 学長）  
沼田健之 （岡山県南部健康づくりセンター 所長）  
呉 泰雄 （松本大学人間健康学部スポーツ健康学科 講師）

2006年策定の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）では、生活習慣病予防に必要な体力、特に持久力の指標である最大酸素摂取量の値（基準値）示された。そこで、本研究の目的は日本人の最大酸素摂取量の直近値の測定及び、それとメタボリックシンドローム等の関係、またそれに影響を及ぼす身体活動を明らかにすることであった。

本研究の結果、男性の最大酸素摂取量は、20歳代から50歳代で基準値とほぼ同等であるが、60歳代では、基準値よりも低い傾向が見られた。女性は、30代からすでに基準値より低下傾向を示し、特に50代から60代の中高年で下限値よりも低値となった。これらの結果より、女性の中高年及び男性60歳代の持久力向上の必要が示された。

男性において最大酸素摂取量は肥満度や筋力とは独立した血中中性脂肪濃度の予測因子であること、女性において筋力は肥満度や心肺体力とは独立した空腹時血糖濃度の予測因子であることなどの最大酸素摂取量とメタボリックシンドローム関連項目との関連が示唆された。また過去の運動歴も、最大酸素摂取量への影響が推察されたことから、生活習慣病予防の発症を抑制する目標として、最大酸素摂取量の基準値を定め、その基準値を目標にする重要性が示唆された。

歩数と中等度以上の強度の身体活動量（エクササイズ（Ex））は最大酸素摂取量に影響を与える重要な独立した予測因子であることが確認され、さらにExは歩数より最大酸素摂取量に与える影響が大きいことが明らかとなった。したがって、生活習慣病予防するために必要な体力である最大酸素摂取量の向上という観点から、中等度以上の強度の身体活動量向上の必要性が示された。また、身体活動量は換気閾値にも影響を与えていることが示された。

横断研究により、座位体前屈で評価される柔軟性が低い、すなわち体の硬い中高年者は、動脈が硬いことを初めて明らかにした。本研究結果は、生活習慣病の観点からは注目されてこなかったこの柔軟性体力の新しい可能性を示した。また、この柔軟性についても男性3011名、女性6874名で柔軟性（座位体前屈（cm））を測定した結果より、基準値が定められた。

6ヶ月間の自体重を用いたレジスタンストレーニングは、膝関節伸展筋力の低い者ほど筋力を増加させること、さらに、トレーニング初期の筋力増加は、体重当たりの膝関節伸展筋力の初期値とトレーニング量が影響することが明らかとなった。

運動習慣者のスリップ・ラプスを再発予防モデル（Relapse Prevention Model: RPM）を用いて、調べたところ、運動習慣者の逆戻りリスク場面において、対処行動の適用が男女によって異なることなど運動のスリップ・ラプスを調べたRPM適用に関する先行研究の結果と同様な結果が得られた。

## A. 研究目的

本研究の目的は、①2006年策定の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）のバリデーションを行うこと及び、エクササイズガイド 2006の普及啓発の方法論の研究を行うことと②運動基準 2006とエクササイズガイド 2006の策定時において重要と認識されながら、掲載することのできなかつた科学的エビデンスの獲得である。

## B. 研究方法

本年度は、下記の7つの研究を行った。①歩数及びエクササイズ (Ex) と最大酸素摂取量との関連性：成人を対象に、加速度センサー付き身体活動量計で計測した歩数及びエクササイズ (Ex) と  $VO_{2max}$  との関連性を検討することであった。被験者は、20～69歳の日本人男女合計321名（男性169名、女性152名）を対象とした。身長と体重及び体組成はインナーキャン 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体組成（体重、体脂肪率）を測定した。また、布製のメジャーを使用し、臍位置での腹囲を測定した。最大酸素摂取量は自転車エルゴメーター(Monark社製)を用いた漸増負荷法により、 $VO_{2max}$ を測定した。ペダル回転数は60rpmとし、1分毎に15Wずつ負荷を増加させた。運動中、呼気ガス指標は呼吸代謝測定システム（ミナト医科学社製）を用いて、breath-by-breath法により測定した。「エクササイズガイド 2006」において持久力の評価法として採用されている3分間歩行は、体育館で20mの折り返し直線のコースを、主観的運動強度が13「ややきつい」と被験者自身が

感じる速さで3分間歩き、その距離を測定した。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。椅子の座り立ちテストでは、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回繰り返して行い、要した時間を小数点以下第1位まで測定した。身体活動量は、連続する7日間に起床時から就寝時まで睡眠時と入浴時を除いて腰部に1軸身体活動記録機ライフコーダ（株式会社スズケン社製）を装着し、平均1日の歩数と週当たりのエクササイズ (Ex: メッツ・時/週) を測定した。

②柔軟性体力と動脈硬化に関する研究：526名の成人男女を、若年者（20-39歳）、中年者（40-59歳）および高齢者（60-83歳）に分類し、それぞれの年代で男女別10年代ごとの柔軟性の平均値を基準に低柔軟性群と高柔軟性群の計6群に分類した。長座位体前屈の測定は竹井機器株式会社デジタル長座位体前屈計を用いた。最高酸素摂取量は自転車エルゴメーター(Monark社製あるいはLode社製)を用いた漸増負荷法により、行った。ペダル回転数は60rpmとし、1分毎に15Wずつ負荷を増加させ、被験者が疲労困憊に至るまで自転車エルゴメータ運動を行わせた。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。上腕動脈一足首動脈間脈波伝播速度 (baPWV) はコーリンメディカルテクノロジー社製 form PWV/ABI を使用し測定した。

③体力・身体組成とメタボリックシンドロームリスクに関する研究：糖尿病や薬剤による治療を受けていない20～69歳の男性114人、及び女性109人の計223人を対象にした。身長、体

重、体脂肪率、および腹囲（WC）を早朝空腹状態で測定した。体脂肪率はインピーダンス法（部位測定インナーキャン BC600：タニタ、東京）によって測定した。WCは非伸縮性のメジャーを用いて、臍位置にて0.1 cm 単位で計測した。また、MRI 装置を用いて撮影した臍位置の横断像より、内臓脂肪（VF）面積をもとめた。血圧は、早朝空腹状態のまま椅座位で5分程度安静にした後、自動血圧計（HEM-759P：オムロン、京都）によって測定した。早朝空腹状態において、肘静脈から採血を行い、中性脂肪（TG）、HDL コレステロール（HDL-C）、および空腹時血糖（FPG）を分析した。メタボリックシンドロームリスク（メタボリックシンドロームのリスク）は、IDF（国際糖尿病連合）およびNCEP-ATPIII（米国コレステロール教育プログラム）によるメタボリックシンドローム判定基準にもとづいて、WC、TG、HDL-C、SBP・DBP、FPG から MS risk score（MS-score）をもとめた。両診断基準において WC は、アジア人に適用した判定基準（男性： $\geq 90$  cm、女性： $\geq 80$  cm）を用いた。さらに、WCを除いて計算した MS-score を MS-score<sup>wc</sup>とした。心肺体力（CRF）の指標として体重あたりの最大酸素摂取量を①と同様の方法で測定した。筋力の指標として握力（HGS）を測定した。

④最大酸素摂取量基準値の検討及びメタボリックシンドロームとの関連について：対象者は、生活習慣病現病歴、定期的運動習慣のない20歳から69歳までの男女を各年代10名ずつ募集し、参加意思を示し、診察の結果治療中の疾病を保有することが判明したもの・負荷心電図異常の者を除く277名を分析の対象とした。身体計測、血圧、血液・生化学検査、体力測定、身体活動量

調査を実施した。血液検査は従来の項目に加え、インスリン、アディポネクチン及び肺活量、PWVを測定した。さらに、最大酸素摂取量・脚伸展パワー・長座位前屈・3分間歩行測定・椅子座り立ち時間、活動量計測と質問紙による運動・身体活動量調査及び質問紙（BDHQ）による食事・栄養調査を実施した。最大酸素摂取量は①と同様の方法で測定した。さらに3分間歩行測定、椅子座り立ち時間を、アネロプレス3500（コンビ社製）を使用し脚伸展パワー測定、長座位前屈について実施した。生活習慣記録機ライフコーダPLUS（髙スズケン社製）を用い2週間の活動記録を計測した。

⑤岡山県南部健康づくりセンターにおける最大酸素摂取量をはじめとした体力基準値作成の試み：対象は、岡山県南部健康づくりセンターで、薬物治療を受けていない20-69歳男性150名、女性150名で最大酸素摂取量を、男性3018名、女性6881名で筋力を、男性3011名、女性6874名で柔軟性を測定した。最大酸素摂取量は、呼気ガス分析法を用いて自転車エルゴメータによる運動負荷試験により求めた。筋力は握力計（酒井医療社製）により測定し、脚伸展力は（MINATO社製、OG技研社製）を用い測定した。柔軟性は長座位前屈を測定した。長座位前屈は、THP-14（酒井医療社製、東京）を用いて測定した。

⑥20代から70代における身体活動量および身体活動強度が換気閾値（VT）に及ぼす影響：長野県在住の生活習慣病発症履歴のない健康な男性121名、女性112名（20歳から79歳）の合計233名を対象とした。

身体組成は身長(cm)、体重(kg)、BMI(kg/m<sup>2</sup>)、体脂肪率(%)を測定した。身長(cm)の測定には全自動身長体重計(株式会社ヤガミ YKH-230P)を用い、体重(kg)、BMI(kg/m<sup>2</sup>)、体脂肪率(%)の測定には体脂肪計(TANITA BC-118E)を用いた。

最大酸素摂取量(ml/w/min)の測定には研究①と同様の方法で測定した。換気閾値(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、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。

身体活動強度(低強度: Low intensive: 3メッツ未満、中強度: Middle intensive: 3メッツ以上6メッツ未満、高強度: High intensive: 6メッツ以上)・歩数・カロリー消費量・エクササイズ(メッツ・時/週/週(Ex))の測定には、加速度計付歩数計(株式会社スズケン Lifecorder®PLUS、以下ライフコーダとする)を用いた。

⑦自体重負荷を用いたレジスタンストレーニングによる筋力向上の決定要因に関する研究: 被検者は、65歳から74歳までの運動習慣のない前期高齢者17名であった。被検者は、6ヶ月間の自体重負荷トレーニングプログラムに参加した。トレーニングプログラムは、椅子の座り立ち動作、座位姿勢での膝関節伸展および屈曲動作、立位姿勢での股関節屈曲・伸展動作の3種目から構成された。被検者には、それぞれの動作を毎日2セット(16回/セット)以上、週6日、自宅でトレーニングを行うように指示した。毎日のトレーニング量を事前に渡した記録帳に記載させた。トレーニング前(Pre)、トレーニング開始3ヵ月後(Mid)および6ヵ月後(Post)に、Bモード超音波装置(SSD-900、ALOKA社製、Japan)を用いて、膝関節伸展筋群の筋厚、VTK-

002R/L、VINE社製、Japan)を併用いた等尺性膝関節伸展筋力(knee joint extension force: KE)、椅子の座り立ちテストの測定を行った。

⑧運動実践者が一時的運動停止に導かれるハイリスク状況とその対処の評価: 調査対象者は、現在、運動指導を行っている者、またはこれから運動指導に携わろうとしている者で、学生時代に何らかの運動部に所属していた、または過去および現在において運動を継続して行っている男性282名、女性395名の計677名であり、年齢は16—62歳(平均38.9±9.9歳)であった。

調査は、まず調査者が調査内容の説明を含む問表を配布し、対象者に対して、1)ハイリスク状況の内容、2)ハイリスク状況に対する認知的対処方略、3)ハイリスク状況に対する行動的対処方略、4)運動実践の有無について自由記述を求めた。また、それぞれの部分には口頭で説明を加え、特にハイリスク状況については、例を示しながら原因・理由となる事柄を抽出できるようにした。

ハイリスク状況の内容については、Stetson et al. (2005)の区分け(場所、天候、時間帯、状況の社会的特徴、および実施者の体調)に倣って分類を行った。その後、新たに分類できる項目、また内容が質的に類似する項目ごとに整理した。次に、回答のあった、ハイリスク状況に対する認知的および行動的対処方略について、それぞれの内容が認知的方略として、また行動的方略として妥当であるか否かを確認した。また、コーディングの基準については、Stetson et al. (2005)の分類表に倣い、新たに独自のコーディング基準表を開発した。その後、この基準表に基づき、先のハイリスク状況の分類作業と

同様に、複数の研究者による合議によって分類を実施した。

### C. 研究結果

① 3分間歩行距離及びVO<sub>2</sub>maxは、エクササイズ(メッツ・時/週)と有意な正の相関関係が認められ、相関係数rはそれぞれ、0.17、0.28であった(P<0.001)。また、歩数(歩/日)もVO<sub>2</sub>maxと有意な正の相関関係が認められ(r=0.18, P<0.001)。年齢と性別で調整した偏相関を行った結果、3分間歩行距離及びVO<sub>2</sub>maxと歩数及びエクササイズとの相関関係が認められ、偏相関係数rはそれぞれ、0.16と0.19(P<0.05)、0.32と0.35(P<0.001)であった。VO<sub>2</sub>maxを従属変数とし、年齢、性別、それぞれの身体組成指標(BMI、腹囲、体脂肪率)、歩数あるいはエクササイズ(Ex)を独立変数として重回帰分析を行った結果、歩数とエクササイズ(Ex)は、VO<sub>2</sub>maxに年齢、性別及びそれぞれの身体組成指標(BMI、腹囲、体脂肪率)の独立した関与を認めた。また、歩数(β=0.17、P<0.001)と比べてVO<sub>2</sub>maxに対するエクササイズ(Ex)(β=0.24、P<0.001)寄与度が大きかった。

② 低柔軟性群および高柔軟性群の長座位体前屈の値は、若年者においてはそれぞれ32±8および47±6 cm(P<0.01)、中年者においてはそれぞれ31±5および46±5 cm(P<0.01)、高齢者においてはそれぞれ26±7および41±6 cmであった(P<0.01)。分散分析の結果、年齢と柔軟性はbaPWVに対して有意な交互作用を示した(P<0.01)。中高年齢者において、低柔軟性群のbaPWV(中年者:1260±141 cm/s、高齢者:1485±224 cm/s)は高柔軟性群(中年者:1200±124 cm/s、高齢者:1384±199 cm/s)と比較

して高値を示した(それぞれP<0.01)。また、長座位体前屈の値とbaPWVの間には負の相関が観察された(中年者:r=-0.17、P<0.05、高齢者:r=-0.45、P<0.001)。それに対して若年者においては、柔軟性によるbaPWVの差(低柔軟性群 vs 高柔軟性群:1085±106 vs 1080±119 cm/s)や相関は観察されなかった。ステップワイズ回帰分析の結果、柔軟性(長座位体前屈、β=-0.14)、全身持久力(最高酸素摂取量、β=-0.12)、筋力(脚伸展パワー、β=0.17)、年齢(β=0.61)はそれぞれbaPWVの独立変数として採用された。

③ 心肺体力(VO<sub>2</sub>max)は、男性においてFPG以外のメタボリックシンドローム危険因子と有意な相関が認められ、女性においてHDL-C以外のメタボリックシンドローム危険因子と有意な負の相関が認められた。筋力(HGS)は、男性においてはどのメタボリックシンドローム危険因子とも有意な相関関係はみられなかったが、女性ではFPGおよびIDF MS-scoreとの間に有意な負の相関関係が認められた。年齢、喫煙歴、およびアルコール摂取量で調整したところ、BMI modelでは、心肺体力は、男性においてのみBMIや筋力とは独立したTGの予測因子であることが示された。一方、筋力は、女性においてのみBMIや心肺体力とは独立したFPGの予測因子であることが示された。VF modelにおいても、心肺体力は男性においてTGと、筋力は女性においてFPGと有意な相関関係がみられた。女性では筋力(β=-0.26)およびVF(β=0.24)のβ(標準化係数)が大きく異なる値ではなかったことから、それぞれ同じ程度FPGに寄与していることが明らかになった。一方、男性では心肺体力(β=-0.22)よりVF



( $\beta = 0.49$ ) の  $\beta$  が大きいことから、VF は心肺体力よりもより強い TG の予測因子であること示された。年齢、喫煙歴、およびアルコール摂取量で調整した結果、BMI model では、心肺体力は女性においてのみ BMI や筋力とは独立した IDF および NCEP ATP III MS-score の予測因子であることが示された。筋力もまた女性においてのみ BMI や心肺体力と独立した IDF MS-score の予測因子であることが認められた。次に、WC model において、MS-score<sup>wc</sup> を目的変数として、WC 以外の MS 危険因子の集積に、体力要素と WC のどちらが強く寄与しているかを検討した結果、女性において筋力 ( $\beta = 0.23$ ) と WC ( $\beta = 0.40$ ) はそれぞれ独立して IDF MS-score<sup>wc</sup> に関係していたが、 $\beta$  の値が筋力より WC が大きいことから、WC の方がより強い予測因子であることがわかった。WC の代わりに VF を用いた場合も同様に、女性において筋力 ( $\beta = -0.20$ ) と VF ( $\beta = 0.47$ ) はそれぞれ独立して IDF MS-score<sup>wc</sup> に関係していたが、VF の方がより強い予測因子であった。

④対象者 304 名 (男性 150 名、女性 154 名) 中メタボリックシンドローム (MetS) 該当者は、男性 13 名、女性 2 名、予備群 (腹囲 + 1 項目) は、男性 16 名、女性 6 名、腹囲のみで男性 21 名、女性 4 名であった。

最大酸素摂取量について男性は、20 歳代から 50 歳代で基準値とほぼ同等であるが、60 歳代では、基準値が 33ml/Kg/min であるのに対し、平均値は  $30.2 \pm 5.6$  ml/Kg/min と低い傾向が見られた。

女性は、30 代からすでに基準値より低下傾向を示し、特に 50 代から 60 代の中高年で下限値よりも低値となった。

最大酸素摂取量と各検査項目に対し、年齢を制御変数として偏相関分析を用い関連性を検討した。男性は、体重 :  $r = -0.2416$  ( $p = 0.005$ )、BMI :  $r = -0.2621$  ( $p = 0.002$ )、腹囲 :  $r = 0.2901$  ( $p < 0.001$ )、と負の相関が得られた。血液データでは、HDL :  $r = 0.2717$  ( $p = 0.002$ ) と正の相関が中性脂肪 :  $r = -0.2204$  ( $p = 0.011$ ) と負の相関が認められた。女性でも、体重 :  $r = -0.1658$  ( $p = 0.048$ )、BMI :  $r = -0.1969$  ( $p = 0.018$ )、腹囲 (図 4) :  $r = 0.2317$  ( $p = 0.005$ )、と負の相関が認められたものの、中性脂肪、HDL など血液データとの関連はみられなかった。インスリン、HOMA 指数、アディポネクチン、PWV の各性・年代別平均値を示した。最大酸素摂取量との関連を検討した結果、どの項目とも関連性は認められなかった。

男性は、30 代で 1 日あたり  $8096 \pm 2433$  歩と少なく、50 代が  $10090 \pm 3771$  歩と最も多かった。女性では、40 代が  $7973 \pm 2060$  歩と最も少なく、その他の年代はほぼ同等であった。エクササイズ数については男性は 50 代、60 代が多い反面、女性では、若年層が高かった。

男女のエクササイズ数と最大酸素摂取量との間に男性  $r = 0.1736$  ( $p = 0.048$ )、女性  $r = 0.3306$  ( $p < 0.001$ ) と関連がみられた。さらに、過去の運動習慣との関連について分散分析を行った。男女共に過去に運動習慣があると、有意に最大酸素摂取量が高かった。年齢を制御変数として運動実施年数及び運動をやめてからの年数と最大酸素摂取量との偏相関分析をおこなった。男性では実施年数で、 $r = 0.3236$  ( $p = 0.001$ )、やめてからの年数では、 $r = -0.2638$

( $p=0.005$ ) と有意な相関を示したが、女性ではどちらも、関連が認められなかった。

男女とも最大酸素摂取量と、3 分間歩行及び脚伸展と有意な正の相関がみられた。椅子座り立ち時間と脚伸展パワーでも男女とも負の相関関係が見られた。

⑤ 最大酸素摂取量の平均値は男性 37.2ml/kg/分、女性 30.8ml/kg/分であった。男女とも 40 歳代から有意な低下を認めた。また、年齢、身体計測、身体組成との相関を検討すると、男女とも DEXA 法による体脂肪率との相関係数が最も高かった (男性  $r=-0.622$ 、女性  $r=-0.604$ )。

性、年代別に筋力の平均値およびその変化を検討すると、握力は男女とも 50 歳代から有意な低下を認めた。脚伸展力は男性では 40 歳代から、女性では 50 歳代から有意な低下を認めた。一方、体重あたりの脚伸展力は男性では 30 歳代から、女性では 40 歳代から有意な低下を認め、脚伸展力に比較すると若い年代から低下を認めた。

性、年代別に長座体前屈の値を比較したところ、男性では、30 歳代は 20 歳代に比較して、50 歳代は 20、40 歳代に比較して有意に低値を示した。しかしながら、女性では、30、40、50、60 歳代は 20 歳代に比較して、50、60 歳代は 30 歳代に比較して、60 歳代は 40 歳代に比較して高値を示し、加齢により柔軟性の向上が認められた。

⑥加齢による身体組成の変化で男性では身長・除脂肪量が有意に低下し、BMI・腹囲・脂肪量・皮下脂肪厚が有意に高くなった。女性では加齢による変化は認められなかった。身体活動強度 3 メッツ以下を低強度、3-6 メッツを中強度、6 メッツ以上を高強度で分類したところ、男

性の高強度の身体活動と VT のみで、正の相関関係が認められた ( $y = 1.6855x - 7.2356$ 、 $r = 0.4$ )。

⑦体重は、Pre と比較して Post で有意に低下した。膝関節伸展筋群の筋厚は、6 ヶ月のトレーニングによって増加傾向であったが、有意ではなかった ( $P = 0.066$ )。体重当たりの膝関節伸展筋の筋厚は、トレーニングによって Pre と比較して 5.9%増加した。KE および KE/BM は、3 ヶ月間では有意に変化しなかったが、Post では Pre と比較してそれぞれ 16.8%および 18.4%有意に増加した。10 回の椅子の座り立ちに要する時間は、6.3 秒有意に早くなった (Pre:  $14.7 \pm 3.8$  秒、Post:  $8.3 \pm 1.0$  秒)。

トレーニング開始から 3 ヶ月間のトレーニング量とトレーニング後半 3 ヶ月間のそれとの間に有意な差は認められなかった。トレーニング開始から 3 ヶ月間の KE/BM の変化率は、Pre の KE/BM と相関傾向 ( $r = -0.471$ 、 $p = 0.076$ ) を示し、トレーニング量との間に有意な相関関係 ( $r = 0.693$ 、 $p = 0.004$ ) を示した。トレーニング後半 3 ヶ月間では、トレーニングによる KE/BM の変化率と Mid の KE/BM との間には有意な相関関係が認められた ( $r = -0.721$ 、 $p = 0.001$ ) が、トレーニング量との間には有意な関係が認められなかった。トレーニング開始から 3 ヶ月間の KE/BM の変化率と Pre の KE/BM との関係から得られた回帰式の傾きと切片は、トレーニング後半 3 ヶ月間のそれらとの間に有意な差は認められなかった。

⑧ ハイリスク状況としては、疲労、悪天候、体調不良・怪我、仕事・学業、実生活における問題、人間関係などが明らかにされ、これらの頻度順位は男女で異なって表れた。一方、「合

理化」(認知的方略)や「回避・引き延ばし活動」(行動的方略)のような否定的対処方略の使用は、スリップ・ラプスを導く傾向にあった

#### D. 考察

①最大酸素摂取量を増加させるための運動強度には閾値が存在することが知られている。歩数よりもエクササイズの方が、最大酸素摂取量と関係が深い理由として、エクササイズでは、最大酸素摂取量増加の刺激とならないと推測される3メッツ未満の低い強度の身体活動を歩数はカウントするが、エクササイズ量は3メッツ以上の身体活動しかカウントしないからと推測される。

②従来、多種のスポーツ等の競技成績や、生活の質を高めると言う観点からや、測定されていた柔軟性が身体の柔軟性ばかりではなく、血管の硬さとも関係のあることが明らかとなった。横断的研究であるのでどちらが原因・結果であるかは不明であるが、最大酸素摂取量のように血管の硬さと関係が報告されている他の体力の指標とも独立した指標であることが統計的に示された。したがって、今後は柔軟性を高めるようなトレーニングを用いた介入研究を行い、“柔軟性を高めることが血管の硬さを改善し、そのアウトカムである脳卒中などの生活習慣病の発症予防となる”という仮説を証明することが求められる。

③本研究の結果から日本人における肥満度、心肺体力、および筋力とメタボリックシンドロームとの関係性は、男性と女性で異なる可能性が示唆された。本研究の重要な知見は、女性では筋力およびVFは、それぞれ独立して、同じ程度FPGに関係していることである。一方、男性では心肺体力はVFとは独立してTGと関係して

いることが認められたが、VFは心肺体力よりも強いTGの予測因子であった。

女性でIDF MS-scoreにおいてのみ筋力との関係が認められた理由は、NCEP ATPⅢの診断基準に比べてIDFはより低いFPGで高血糖と判定することが関係していると考えられる。

④最大酸素摂取量と基準値との関係を見ると男性では、60歳代で基準値を下回るものの、各年代の基準値とほぼ同等であった。しかし、女性では、40歳代から加齢とともに基準値よりも低下を示した。さらに、女性の中高年の上限及び下限値は男性の同年代より範囲が狭いため、目標の下限値より50歳代、60歳代では、下回る結果であった。このことから、現在の基準値が日本人に適応できるかをさらに修正する必要があると考えられた。

最大酸素摂取量と生活習慣病に影響する検査項目について関連性を検討した。男性では、体重、腹囲、HDLコレステロール、中性脂肪、女性でも体重、腹囲などとの有意な関連があり、最大酸素摂取量は生活習慣病発症にかかわる因子であることが示唆された。

身体活動及び過去の運動習慣と最大酸素摂取量の関連では、男性は、日常生活よりも過去の運動経験が最大酸素摂取量を増加させる一つの要因として考えられ、反対に女性では、過去の運動経験より日常活動による歩数が最大酸素摂取量を増加させる一要因であると考えられた。

性別で年齢を制御変数として最大酸素摂取量と偏相関分析をおこなった結果、男女とも有意な正の相関{男性 $r=0.3067$ ( $p<0.001$ )、女性 $r=0.3195$ ( $p<0.001$ )}が認められた。また、同様に椅子座り立ち時間と脚伸展パワーの検討を行った。男性は $r=-0.2998$ 、 $p=0.001$ 、

女性で  $r = -0.2114$ 、 $p = 0.012$  と有意な負の相関が認められその有用性が示唆された。しかし、3 分間歩行や椅子座り立ち時間の測定では、測定者の対応により、参加者への意欲などに影響も考えられるため、測定方法は十分な検討が必要と思われた。

⑤最大酸素摂取量および筋力は加齢に伴う低下を認め、体重あたりの脚伸展力は握力、脚伸展力の絶対値に比較すると若い年代からの有意な低下を認めた。しかしながら、今回柔軟性の指標とした長座位体前屈の値は既報とは違った傾向を示した。文部省の報告によると、長座位体前屈の平均値は男女とも加齢に伴い低下している。今回の調査では、このような既報とやや異なり女性では加齢に伴う長座位体前屈の向上が認められた。これは、測定法の差及び対象者の差によるものと推測される。

⑥男性のみで加齢により身体組成で脂肪が増えることと有酸素能力の維持には身体活動強度が影響することが明らかになった。⑦6 ヶ月間のトレーニングは、膝関節伸展筋力(16.8%)および体重当たりの膝関節伸展筋力(18.4%)を増加させた。それらの増加の程度は、先行研究で報告されている増加の程度と同程度であった(9-22%)(Aniansson and Gustafsson, 1981; Kubo et al., 2003)。筋肥大のない筋力の増加は、主働筋の筋活動の増加によるものであると推測される。

体重当たりの膝関節伸展筋力がトレーニングによる体重当たりの膝関節伸展筋力の変化率と関係があった。このことは、膝関節伸展筋の力発揮能力が低い者ほど、日常生活動作中の主働筋の相対強度が大きくなることを示している。

⑧女性は、男性と比べて、人間関係をスリッ

プ・ラプスを招きやすいハイリスク状況と判断しており、男性は、疲労を最もハイリスクと捉えていた。「課題指向の問題解決」のように肯定的な認知的方略、および「運動前に行ういつもの行動」のように肯定的な行動的方略は、ハイリスク状況に対して最も共通して使用されており、男女とも肯定的な運動アウトカムに関係していた。一方、「合理化」(認知的方略)や「回避・引き延ばし活動」(行動的方略)のような否定的対処方略の使用は、スリッ・ラプスを導く傾向にあった

## E. 結論

①歩数と中等度以上の強度の身体活動量(エクササイズ(Ex))は  $VO_{2max}$  を反映する重要な独立した予測因子であることが確認され、さらにエクササイズ(Ex)は歩数より  $VO_{2max}$  に与える影響が大きいことが明らかとなった。また、生活習慣病予防するための体力(全身持久力)向上という観点から、中等度以上の強度の身体活動量向上の必要性が示された。

②横断研究により、座位体前屈で評価される柔軟性が低い、すなわち体の硬い中高年者は、動脈が硬いことを初めて明らかにした。本研究結果は、生活習慣病の観点からは注目されてこなかったこの柔軟性体力の新しい可能性を示した。

③本研究の結果から、男性において心肺体力は肥満度や筋力とは独立した TG の予測因子であるが、心肺体力よりも肥満度がより強い TG の予測因子であることが示唆された。また、女性において筋力は肥満度や心肺体力とは独立した FPG の予測因子であり、筋力と肥満度は FPG に同じ程度寄与している可能性が示唆された。さらに、女性では筋力は肥満度や心肺体力

とは独立した IDF メタボリックシンドロームリスクの予測因子である可能性が示唆された。

女性は筋力を高めるような身体活動を生活に取り入れることで、メタボリックシンドロームや糖尿病のリスクが軽減される可能性が示唆される。

④生活習慣病等の有疾患ではない 20 歳から 69 歳までの成人男女を各年代別に最大酸素摂取量およびその他の体力、活動量について調査した結果、男性は基準値とほぼ同等であったものの、女性の中高年で、基準値より低下傾向がみられた。生活習慣病予防の観点からは、メタボリックシンドローム項目との関連が示唆され、最大酸素摂取量の維持、向上は、生活習慣病予防の一要因と考えられた。さらに、過去の運動歴や日常生活活動でも、最大酸素摂取量への影響が推察されたことから、生活習慣病予防の発症を抑制する目標として、最大酸素摂取量の基準値を定め、その基準値を目標にする重要性が示唆された。

⑤本研究の結果は、日本人の最大酸素摂取量及び筋力さらに柔軟性の基準値策定に資すると期待される。

⑥男性では有酸素能力の維持には身体活動強度が影響することが明らかになった。

⑦6 ヶ月間のトレーニングは、膝関節伸展筋の力発揮能力の低い者ほど筋力を増加させる。さらに、トレーニング初期の筋力増加は、体重当たりの膝関節伸展筋力の初期値と同様にトレーニング量も影響する。

⑧ 対処行動の適用が男女によって異なること、また運動における対処能力や対処方略の重要性を示し、運動のスリップ・ラプスを調べた RPM 適用に関する先行研究の結果と一致し、ま

たそれ以上の知見も得られた。本研究から得られた測定方法や知見が運動指導現場への適用が期待される。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1) 田畑泉. 生活習慣病予防に必要な身体活動量・運動量・体力一連載 運動・身体活動と公衆衛生(13). 日本公衆衛生雑誌 56(3):184-187, 2009.

2) Sanada K, M Miyachi, I Tabata, M Miyatani, M Tanimoto, TW Oh, K Yamamoto, C Usui, E Takahashi, H Kawano, Y Gando, M Higuchi. Muscle mass and bone mineral indices: does the normalized bone mineral content differ with age? Eur J Clin Nutri 63(4):465-472, 2009

3) Usui C, E Takahashi, Y Gando, K Sanada, J Oka, M Miyachi, I Tabata, M Higuchi. Resting energy expenditure can be assessed by dual-energy X-ray absorptiometry in women regardless of age and fitness. Eur J Clin Nutri 63(4):529-535, 2009

4) 曹振波, 宮武伸行, 樋口満, 田畑泉. 3 分間歩行テストによる最大酸素摂取量推定式の開発に関する研究. 体力科学 58 (10) :527-536, 2009.

5) Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Iemitsu M, Murakami H, Sanada K, Tanimoto M, Ohmori Y, Higuchi M, Tabata I, Miyachi M, Poor trunk flexibility is associated

with arterial stiffening. *Am J Physiol Heart Cir Physiol* 297:H314-H318, 2009.

6) Cao ZB, N Miyatake, M Higuchi, M Miyachi, K Ishikawa-Takata, I Tabata. Predicting  $VO_{2max}$  with an objectively measured physical activity in Japanese women. *Med Sci Sports Exerc* 42(1):179-186, 2010.

7) Sugiyama K, R Sakakibara, H Tachimoto, M Kishi, T Kaga, I Tabata. Effects of acetic acid bacteria supplementation on muscle damage after moderate-intensity exercise. *Anti-Aging Medicine* 7(1):1-6, 2010. Published on line 1-22-2010.

8) Fujimoto E, S Machida S, M Higuchi, I Tabata. Effects of nonexhaustive bouts of high-intensity intermittent swimming training on GLUT-4 expression in rat skeletal muscle. *J Physiol Sci* 60(2):95-101, 2010.

9) Oshima Y, K Kawaguchi, S Tanaka, K Ohkawara, Y Hikiyama, K Ishikawa-Takata, I Tabata. Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer. *Gait and Posture* 31(3):370-374, 2010.

10) 青山友子, 浅香明子, 金子香織, 石島寿道, 河野寛, 坂本静男, 田畑泉, 樋口満. 中高年男性における心肺体力と身体活動の量およびその強度との関係. *体力科学* 59(2), 2010. (印刷中)

11) Cao Z-B, N Miyatake, M Higuchi, M Miyachi, I Tabata. Predicting  $VO_{2max}$  with an objectively measured physical activity in Japanese men. *Eur J Appl Physiol* (in press)

12) Gando Y, Kawano H, Yamamoto K, Sanada K, Tanimoto M, Oh T, Ohmori Y, Miyatani M, Usui C, Takahashi E, Tabata I,

Higuchi M, Miyachi M. Age and cardiorespiratory fitness are associated with arterial stiffening and left ventricular remodeling. *J Hum Hypertens.* 2010 Mar;24(3):197-206.

13) Asaka M, Usui C, Ohta M, Takai Y, Fukunaga T, Higuchi M. Elderly oarsmen have larger trunk and thigh muscles and greater strength than age-matched untrained men. *Eur J Appl Physiol.* 2009 Dec 29. [Epub ahead of print]

14) Kawano H, Fujimoto K, Higuchi M, Miyachi M. Effect of combined resistance and aerobic training on reactive hyperemia in men. *J Physiol Sci.* 2009 Nov;59(6):457-64.

15) Sanada K, Miyachi M, Tabata I, Suzuki K, Yamamoto K, Kawano H, Usui C, Higuchi M. Differences in body composition and risk of lifestyle-related diseases between young and older male rowers and sedentary controls. *J Sports Sci.* 2009 Aug;27(10):1027-34.

16) 青山友子, 浅香明子, 石島寿道, 河野寛, 薄井澄子, 坂本静男, 田畑泉, 樋口満. 中高年者における心肺体力とメタボリックシンドローム危険因子との関係—“健康づくりのための運動基準 2006”を用いた検討—. *体力科学*, 2009 Jun;58(3):341-52

17) Nobuyuki Miyatake, Sumiko Matsumoto, Motohiko Miyachi, Takeyuki Numata: Increasing oxygen uptake at ventilatory threshold is associated with improving metabolic syndrome in Japanese men. *Journal of Preventive Medicine.* 4: 11-16, 2009.

- 18) Nobuyuki Miyatake, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Takeyuki Numata: Leg strength per body weight is associated with ventilatory threshold in Japanese women. ANTI-AGING MEDICINE. 6(2): 5-9, 2009.
- 19) 宮武伸行、西河英隆、森下明恵、斉藤剛、久富百合子、山下裕絵、白石温子、沼田健之。岡山県南部健康づくりセンターにおける運動施設利用の実態とその問題点: 体育の科学. 59(5): 345-348, 2009.
- 20) Nobuyuki Miyatake, Akiko Tanaka, Miki Eguchi, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Takeyuki Numata: Reference data of multi frequencies bioelectric impedance method in Japanese. ANTI-AGING MEDICINE. 6(3): 10-14, 2009.
- 21) Nobuyuki Miyatake, Takeshi Saito, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Takeyuki Numata: Evaluation of muscle strength and its relation to exercise habits in Japanese. Acta Medica Okayama 63: 151-155, 2009.
- 22) Nobuyuki Miyatake, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Takeyuki Numata: Body fat percentage measured by dual energy X-ray absorptiometry is associated with maximal oxygen uptake in Japanese. ANTI-AGING MEDICINE 6: 41-45, 2009.
- 23) Nobuyuki Miyatake, Masafumi Fujii, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Suzue Takeshi, Tomohiro Hirao, Takeyuki Numata: Change in Metabolic Syndrome and Its Components with Lifestyle Modification in Japansene Men. INTERNAL MEDICINE. 49: 261-265, 2010.
- 24) Yohei Takai, Megumi Ohta, Ryota Akagi, Hiroaki Kanehisa, Yasuo Kawakami, Tetsuo Fukunaga: Sit-Stand Test to Evaluate Knee Extensor Muscle Size and Strength in the Elderly: A Novel Approach. J Physiol Anthropol. 28(3): 123-128, 2009
- 25) 竹中晃二、大場ゆかり、満石寿。運動実施者が一時的運動停止に導かれるハイリスク状況とその対処の評価。体育学研究。2010; 55印刷中
- 26) 竹中晃二。健康行動変容の理論。糖尿病。2009; 52(7), 507-510.
2. 学会発表  
国際学会
- 1) Hazizi Abu Saad , Leong Yu Man, Izumi Tabata, Zahratul Nur Kalmi. Relationship between pedometer-determined physical activity and body composition variables among students of the University Putra Malaysia. 24th Scientific Conference and Annual General Meeting of the Nutrition Society of Malaysia: 2009.3.26: Kuala Lumpur, Malaysia.
- 2) Jonghoon P, K Ishikawa-Takata, S Tanaka, M Yuko, I Tabata. Validation of Accelerometers during Walking at Three Step Frequency on Various Walking Speeds, 55th annual meeting of the American College of Sports Medicine, Seattle, Washington, USA, 2009
- 3) Miyachi M, K Sanada, Y Gando, K Yamamoto, M Haruka, M Tanimoto, Y Ohmori, I Tabata. Attenuated Age-related increase in Carotid intima-media thickness in

Cardiorespiratory fit men and women. 55th annual meeting of the American College of Sports Medicine, Seattle, Washington, USA, 2009

4) Cao Z-B, N Miyatake, M Higuchi, K Ishikawa-Takata, M Miyachi, I Tabata. Non-exercise model for predicting Vo2max with objectively measured physical activity variable for Japanese women. 55th annual meeting of the American College of Sports Medicine, Seattle, Washington, USA, 2009

5) Mikami E, Fuku N, Kawahara T, Takahashi H, Ohiwa N, Nishigaki Y, Higuchi M, Tanaka M. Mitochondrial haplogroups associated with elite Japanese athlete status. 14<sup>th</sup> International Conference Biochemistry of Exercise. 2009. 6. 3. Guelph, Canada

6) Sanada K, Miyachi M, Yamamoto K, Higuchi M, Tabata I. Reference values and prediction models of sarcopenia in Japanese men and women. American College of Sports Medicine, 2009. 5. 30. Seattle, USA

7) Asaka M, Usui C, Takai Y, Fukunaga T, Higuchi M. Psoas major muscle in elderly female rowers. American College of Sports Medicine, 2009. 5. 29. Seattle, USA

#### 国内学会

1) 田畑泉. メタボリックシンドローム解消のためのエクササイズガイド 2006. 特別講演. 第 20 回日本スポーツ歯科医学会学術集会. 7-4-2009, 大宮ソニックシティ

2) 家光素行, 朴鐘薫, 佐藤幸治, 前田清司, 麻美直美, 田畑泉. 閉経後の習慣的な運動は有

酸素性エネルギー代謝能と PPAR $\alpha$  を介した分子機構を改善指させる. 第 17 回日本運動生理学会大会. 7-25-2009, 東京慈恵会医科大学 (東京)

3) 田畑泉. 最大酸素摂取量の測定. シンポジウム 8. 健康と最大酸素摂取量. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

4) 熊江隆, 鈴川一宏, 水野増彦, 田畑泉. 強化合宿による大学男子短距離選手の主観的疲労度と血液検査値の変動. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

5) 呉泰雄, 中島節子, 根本賢一, 仲立貴, 田畑泉. 地方在住の 20 代から 70 代における身体活動量および身体活動強度が最大酸素摂取量に及ぼす影響. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

6) 三宅理江子, 田中茂穂, 大河原一憲, 引原有輝, 高田和子, 大島秀武, 川口加織, 田畑泉. 歩行と歩行以外の活動別にみた中高強度活動の継続性. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

7) 柳川尚子, 増田和茂, 田畑泉. 健康運動指導士、健康運動実践指導者実態調査 2. 従事状況. 第 64 回 日本体力医学会大会. 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター. 9-19-2009

8) 谷本道哉, 真田樹義, 河野寛, 丸藤祐子, 山元健太, 田畑泉, 宮地元彦. 筋発揮力維持法(LST)を用いた筋力トレーニングが安静時代謝量に与える影響. 第 64 回 日本体力医学会大会.



- 新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター，  
9-19-2009
- 9) 家光素行、村上晴香、真田樹義、山元健太、河野寛、丸藤祐子、谷本道哉、田畑泉、宮地元彦。体力レベルの違いが動脈 stiffness と MTHFR 遺伝子多型の関係に及ぼす影響。第 64 回 日本体力医学会大会。新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター。9-19-2009
- 10) 山口航、藤本恵理、樋口満、田畑泉。異なる強度の運動トレーニングにより骨格筋で発現するタンパク質のプロテオーム解析。第 64 回 日本体力医学会大会。新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター。9-19-2009
- 11) 曹振波、樋口満、田畑泉。身体活動量及び最大酸素摂取量とインスリン抵抗性との関連性。第 64 回 日本体力医学会大会。新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター。9-19-2009
- 12) 丸藤祐子、山元健太、村上晴香、川上諒子、谷本道哉、埴智史、田中憲子、田畑泉、樋口満、宮地元彦。3次元加速度計を用いた身体活動量および心肺体力と動脈硬化との関係。第 64 回 日本体力医学会大会。新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター。9-20-2009
- 13) 朴鍾薫、高田和子、田中茂穂、田畑泉。中高年女性における BMI (kg/m<sup>2</sup>、体格指数) および体脂肪率と一日の身体活動量との関係—横断的研究。第 64 回 日本体力医学会大会。新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター。9-20-2009
- 14) 内藤義彦、高田和子、田中茂穂、田畑泉、佐々木敏、海老根直之、原田亜紀子、荒尾孝、井上茂、北畠義典。DLW 法による公益信託日本動脈硬化予防研究基金統合研究身体活動質問紙 (JALSPAQ) の妥当性に関する研究。第 64 回 日本体力医学会大会。新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター。9-20-2009
- 15) 大島秀武、川口加織、引原有輝、田中千晶、大河原一憲、高田和子、田中茂穂、田畑泉。児童における加速度センサを用いた歩行活動と日常生活活動の判別。第 64 回 日本体力医学会大会。新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター。9-20-2009
- 16) 引原有輝、田中千晶、田中茂穂、大河原一憲、高田和子、大島秀武、川口加織、田畑泉。3次元加速度計を用いた児童の身体活動強度の評価—成人との比較に着目して—。第 64 回 日本体力医学会大会。新潟県朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター。9-20-2009
- 17) 田畑泉。肥満・メタボリックシンドロームと運動・身体活動, シンポジウム 1 肥満とメタボリックシンドローム。第 46 回日本臨床生理学会総会 宮城県盛岡市アイーナ, 10-22-2009。
- 18) 青山友子、浅香明子、河野寛、坂本静男、田畑泉、樋口満。メタボリックシンドローム及びその危険因子と心肺体力・筋力との関係。第 64 回日本体力医学会、2009. 9. 20. 新潟
- 19) 田中あゆみ、齋藤義信、小川芳弘、高橋健、樋口満、小堀悦孝。中高年者におけるメタボリックシンドローム危険因子と心肺体力・筋力との関係。第 64 回日本体力医学会、2009. 9. 19. 新潟
- 20) 青山友子、樋口満。メタボリック・シンドローム危険因子と最大酸素摂取量基準値の関係。第 64 回日本体力医学会 (シンポジウム)、2009. 9. 19. 新潟

21) 浅香明子、河野寛、樋口満. 男性における  
体幹骨格筋断面積の加齢変化. 第 64 回日本体力  
医学会、2009. 9. 18. 新潟

22) 松本綾子、津下一代、最大酸素摂取量と  
MetS の関連～過去の運動歴や身体活動量が及ぼ  
す影響～ 2009 年 臨床スポーツ学会

23) 早瀬智文、野村恵里、池野尚美、松尾知恵  
子、荒谷佳樹、加藤綾子、津下一代 (あいち健  
康の森健康科学総合センター)、田畑 泉 (独  
立行政法人 国立健康・栄養研究所)

最大酸素摂取量基準値の検討及びメタボリック  
シンドロームとの関連について 2010 年 日本  
体力医学会東海地方会

24) 肥満アメリカフットボール選手の身体組成  
と体力特性に関する研究、第 6 4 回日本体力医  
学会大会、2009 年 9 月

25) 長野県の 2 0 代から 7 0 代における身体活  
動量および身体活動強度が換気生閾値 (VT) に  
及ぼす影響、平成 21 年度健康づくり研究討論  
会、2010 年 2 月

26) 竹中晃二 日本健康心理学会第 22 回大会シ  
ンポジウム：健康心理学における介入・実践・  
教育プログラム

27) 竹中晃二 日本健康心理学会第 22 回大会シ  
ンポジウム：ヘルスコミュニケーションの実際

28) 竹中晃二 日本健康心理学会第 22 回大会：  
運動実施者が一時的運動停止に導かれるハイリ  
スク状況とその対処の評価

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

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

歩数及びエクササイズ（Ex）と最大酸素摂取量との関連性

研究代表者 田畑 泉 独立行政法人 国立健康・栄養研究所

研究協力者 曹 振波 早稲田大学スポーツ科学学術院

佐々木梓 独立行政法人 国立健康・栄養研究所

研究要旨

本研究の目的は、日本成人を対象に、加速度センサー付き身体活動量計で計測した歩数及びエクササイズ（Ex）と  $VO_{2max}$  との関連性を検討することであった。その結果、歩数とエクササイズ（Ex）は  $VO_{2max}$  を反映する重要な独立した予測因子であることが確認され、エクササイズ（Ex）が歩数より  $VO_{2max}$  に与える影響が大きいことが分かった。また、生活習慣病予防するための体力（全身持久力）向上という観点から、身体活動量向上の必要性が示された。

A. 研究目的

全身持久力の指標である最大酸素摂取量

（ $VO_{2max}$ ）と身体活動量は、循環器疾患や死亡などの独立した危険因子であることが国内外の疫学研究により明らかにされている。2006年7月、厚生労働省は生活習慣病を予防する観点から「健康づくりのための運動基準2006」を公表し、生活習慣病発症予防に必要な最大酸素摂取量の基準値及び身体活動量の基準値（一日の歩数とエクササイズ（Ex））を示した。 $VO_{2max}$  は歩数と比較的よく相関することが報告されている。しかし、日本成人を対象に、エクササイズ（Ex）が  $VO_{2max}$  とどの程度関連するのは明らかにされていない。そこで、本研究では、日本成人を対象に、加速度センサー付き身体活動量計で計測した歩数及びエクササイズ（Ex）と  $VO_{2max}$  との関連性を検討することを目的とした。

B. 研究方法

1. 対象者

被験者は、20～69歳の日本人男女合計321名（男性169名、女性152名）を対象とした。被験者の特性は【表1、2】に示した。

本研究は、独立行政法人国立健康・栄養研究所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。

2. 身体組成・腹囲の測定

各被験者に対して、身長は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）を測定した。また、布製のメジャーを使用し、臍位置での腹囲を測定した。

### 3. 最大酸素摂取量の測定

自転車エルゴメーター(Monark 社製)を用いた漸増負荷法により、VO<sub>2</sub>max 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、呼気ガス指標は呼吸代謝測定システム(ミナト医科学社製)を用いて、breath-by-breath法により酸素摂取量(VO<sub>2</sub>)と二酸化炭素排出量(VCO<sub>2</sub>)を測定し、30秒ごとの平均値に換算して出力したデータをVO<sub>2</sub>maxの決定に用いた。全ての実験前に、校正用ガスでの濃度校正ならびに2Lのシリンジを用いて熱線流量計の校正を行った。呼吸代謝測定システムの測定精度については、ダグラスバッグ法と高い妥当性が確認されている。また、運動中は心拍数(HR)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。VO<sub>2</sub>maxは1) VO<sub>2</sub>のleveling-off、2) 運動時HRの最大値が予測最大HR(220-年齢)の95%以上、3) RQ>1.0、4) RPEが19あるいは20、この四つの中2つ以上の判定基準を満たしていることを条件とした。

### 4. 3分間歩行テストと握力の測定

「エクササイズガイド2006」において持久力の評価法として採用されている3分間歩行は、体育館で20mの折り返し直線のコースを、主観的運動強度((Ratings of Perceived Exertion (RPE)))が13「ややきつい」と被験者自身が感じる速さで3分間歩き、その距離を測定した。

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。

### 5. 椅子の座り立ちテスト

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回繰り返し行い、要した時間を小数点以下第1位まで測定した。男性2名において、腰痛のため測定を中止した。

### 6. 身体活動量

対象者は、連続する7日間に起床時から就寝時まで睡眠時と入浴時を除いて腰部に1軸身体活動記録機ライフコーダ(株)スズケン社製)を装着し、平均1日の歩数とエクササイズ(Ex)を測定した。

### 7. 統計処理

男女の差の比較には、ttestを用いて検定した。測定した変数間の相関関係を検討するために、Pearson相関関係の検定を実施した。身体活動量とVO<sub>2</sub>maxとの関係を検討するために、重回帰分析を行った。有意水準は5%以下とした。

### C. 研究結果

年齢、イスの座り立ち時間、歩数及びエクササイズは男女に有意な差は認められなかった。しかし、身長、体重、BMI、腹囲、体脂肪率、VO<sub>2</sub>max、3分間歩行距離及び握力は有意に男性の方が高値を示した。一方、体脂肪率は女性の方が有意に高値を示した。年齢は歩数とエクササイズ以外のすべての身体組成と体力の指標と有意な相関関係が認められた(P<0.01)【表