

## 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

分担研究者 林 達也 京都大学大学院人間・環境学研究科 助教授

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を、運動禁忌のない中高齢者を対象に導入し、生活習慣病関連指標の変化を検討した。転倒予防プログラム「倒れません、こけません」については、自力歩行に問題のない高齢者を対象に平成17年8月から9月にかけて6週間にわたり集団運動指導を行った。また、有酸素運動プログラム「すわろビクス」、レジスタンス・トレーニングプログラム「鍛えマッスル」については、中高齢者を対象に家庭でのトレーニングを指導し、平成17年9月から平成18年2月まで5ヶ月間追跡した。前者においては、足関節背屈筋力、腹筋レベルの向上とHDLコレステロールの増加を得るとともに、多くの参加者が転倒しにくい体への変化を自覚した。後者においては、体脂肪率の上昇と筋肉率の低下、足関節背屈筋力の低下をきたしたが、6分間歩行、長座体前屈、座位両足開閉試験における有意の向上と、HDLコレステロール上昇、LDLコレステロール低下、インスリン感受性（HOMA指数）の亢進が得られた。

以上の結果は、チェア・エクササイズの健康増進・生活習慣病対策運動としての有用性を示すものである。今後は、対照群を設置した、より大規模なスタディデザインによる臨床的意義の検証が望まれる。

### A. 研究目的

健康づくりのための運動処方「有酸素運動（持久運動）」「レジスタンス・トレーニング（筋力トレーニング）」「柔軟性トレーニング（ストレッチング）」の三要素をバランスよく取り入れることが基本とされている。イスに座って、あるいはイスを体の支えに用いて行う運動「チェア・エクササイズ」は、膝や足への力学的負荷が少ないこと、運動中の体位の安定が得られやすいこと、家庭の椅子を利用して容易に行えること、個人の体力に合わせて運動強度や運動部位を調節できること、天候や時間帯に

左右されず行えることなどから、健常者のみならず、内科的・整形外科的疾患を持った「運動弱者」にも適応できる運動方法である。

本研究では、昨年度までに林らが開発したチェア・エクササイズプログラム（平成16年度報告書参照）を用いて、以下の研究を行った。

1. チェア・エクササイズによる転倒防止運動プログラム「倒れません、こけません」を、介護の必要がなく自立して生活している一般高齢者に対して導入し、身体計測値や血液、体力的指標、自覚症状にど

のような変化が現れるかを検討した。

2. 中高齢一般住民に対してチェア・エクササイズによる有酸素運動「すわろピクス」と筋力トレーニング「鍛えマッスル」を取り入れた生活習慣指導を行い、それによって身体計測値や血液、体力的指標、自覚症状にどのような変化が現れるかを検討した。

## B. 研究方法

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

### 1-1. 対象者

京都市内の老人福祉施設（上京老人福祉センター）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。有疾患者に対しては主治医による運動への参加承諾を得るよう指導した。本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り参加者に研究の趣旨と方法を説明しインフォームド・コンセントを得て実施した。

### 1-2. トレーニング方法

上京老人福祉センターにおいて、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（詳細略）。トレーニングは1人の健康運動指導士が参加者の前に出てスクール形式で行うとともに、数名のセンター職員ないしはボランティア学生が援助した。毎回の参加者は

30~35名であったが、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。

### 1-3. 測定項目

トレーニング開始前と全日程終了後に、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。体重・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。体力測定は、等尺性筋力計（ANIMA  $\mu$  Tas F-1）を用いた最大筋力測定（足関節背屈・膝関節伸展・股関節屈曲・股関節外転）、腹筋レベル（5段階評価法）、座位両足開閉回数（30秒間）、長座体前屈・ファンクショナルリーチ・開眼片足立ち試験を行った。また、全日程終了後にトレーニングの効果や体調の変化に関するアンケート調査を行った。統計的検定はpaired t検定ないしはWilcoxon符号付順位和検定を用いた。データはいずれも平均値±標準誤差で示した。

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

### 2-1. 対象者

兵庫県朝来市による広報（「運動を中心とした健康教室」）に応募した同市住民で、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。有疾患者には主治医による教室への参加承諾を得るよう指導した。本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り参加者に研究の趣旨と方法を説明しインフォーム

ド・コンセントを得て実施した。

## 2-2. 運動の方法

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 $63.9 \pm 1.7$ 歳）をデータの解析対象とした。

## 2-3. 測定項目

プロジェクト開始時と全日程終了後に、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。体力測定は等尺性筋力計（ANIMA  $\mu$ Tas F-1）を用いた最大筋力測定（肘関節伸展・足関節背屈・膝関節伸展・股関節屈曲・股関節外転）、座位両足開閉回数（30秒間）、握力（聞き手側）、長座体前屈・ファンクショナルリーチ・開眼片足立ち・6分間歩行試験を行った。また、全日程終了後にトレーニングの効果や体調の変化に関するアンケート調

査を行った。統計的検定はpaired t検定を用いた。データはいずれも平均値±標準誤差で示した。

## C. 結果

### 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

#### 1-1. 身体計測、血圧測定（N=25）

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（ $52.4 \pm 1.9$  kg  $\rightarrow$   $52.8 \pm 2.0$  kg,  $P < 0.05$ ）。身長（ $150.8 \pm 1.7$  cm  $\rightarrow$   $151.0 \pm 1.7$  cm）、BMI（ $23.0 \pm 0.7$   $\rightarrow$   $23.1 \pm 0.7$ ）、体脂肪率（ $33.9 \pm 0.9$  %  $\rightarrow$   $34.4 \pm 0.8$  %）、筋肉率（ $22.1 \pm 0.6$  %  $\rightarrow$   $21.9 \pm 0.5$  %）、収縮期血圧（ $146.2 \pm 3.6$  mmHg  $\rightarrow$   $148.0 \pm 3.7$  mmHg）、拡張期血圧（ $74.3 \pm 2.6$  mmHg  $\rightarrow$   $77.5 \pm 2.0$  mmHg）、脈拍数（ $69.2 \pm 2.3$  bpm  $\rightarrow$   $71.5 \pm 1.9$  bpm）には有意差はみられなかった。

#### 1-2. 最大筋力・筋持久力（N=25）

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（ $114.2 \pm 9.9$  N  $\rightarrow$   $142.3 \pm 7.9$  N,  $P < 0.05$ ）。しかし、膝関節伸展力（ $157.8 \pm 13.9$  N  $\rightarrow$   $146.4 \pm 11.5$  N）、股関節屈曲力（ $139.5 \pm 9.5$  N  $\rightarrow$   $147.3 \pm 8.4$  N）、股関節外転力（ $168.5 \pm 13.4$  N  $\rightarrow$   $161.6 \pm 11.4$  N）については有意な差は認められなかった。腹筋レベルは有意の向上を認めたが（ $3.2 \pm 0.1$   $\rightarrow$   $3.5 \pm 0.1$ ,  $P < 0.05$ ）、座位両足開閉回数には差を認めなかった（ $29.4 \pm 1.1$  回  $\rightarrow$   $29.6 \pm 1.2$  回）。

#### 1-3. バランス機能（N=25）

静的バランス機能の指標である開眼片足

立ち (14.2±2.1 秒→16.6±2.1 秒)、動的バランス機能の指標であるファンクショナルリーチ (27.1±1.3 cm→28.8±0.9 cm) ともに増加の傾向はみられるものの有意差はみられなかった。

#### 1-4. 柔軟性 (N=25)

対幹部の柔軟性の指標となる長座体前屈 (29.0±2.0 cm→30.7±1.8 cm) において有意の変化を認めなかった。

#### 1-5. 血液指標 (N=18)

##### <糖代謝>

空腹時血糖値 (102±4 mg/dl→101±4 mg/dl)、HbA1c (5.3±0.2 %→5.4±0.2 %)、HOMA 指数 (2.0±0.1 →2.1±0.2) のいずれにおいても有意の変化を認めなかった。

##### <血清脂質>

トレーニングの前後で HDL コレステロールは有意に増加した (62.9±4.3 mg/dl→66.0±4.4 mg/dl, P<0.05)。トリグリセリド (120.2±15.6 mg/dl→111.5±13.2 mg/dl)、総コレステロール (212.1±5.8 mg/dl→219.9±6.3 mg/dl)、LDL コレステロール (125.1±6.2 mg/dl→131.6±6.5 mg/dl) には有意差は認められなかった。

#### 1-6. アンケート調査 (N=29)

##### <転倒に関する自覚的効果>

「トレーニング前より転倒しにくい体になったように思う」と答えたものが 22 名あった。その理由としては、「足腰の力(筋力)がついたように思う」11 名、「体が柔らかくなってきた」11 名、「バランス力がついてふらつきが少なくなった」10 名「体の痛みが少なくなってきた」8 名「何となく倒

れない自信がついてきた」8 名、「すばやく動けるようになってきた」7 名であった(複数回答可)。なお、「転倒しにくい体になったとは思わない」が 2 名あり、「わからない」が 5 名あった。

##### <その他の自覚的变化>

「体調がよくなった点」については「食事がおいしくなった」23 名、「寝入るまでの時間が早くなった」10 名、「足や体が軽くなった」7 名、「腰痛、膝痛、関節痛、足の痛みが緩和した」7 名、「眠りが深くなった」5 名、「充実感を感じるようになった」3 名などが挙げられた。また、「体調が悪くなった点」については、腰痛の再発をきたした者が 1 名、「(以前はそのようなことはなかったが) 運動しないでいると体がだるく感じるようになった」とした者が 1 名あった。

##### <今後の運動と参加の意義について>

29 名全員が「今後とも何らかの形で運動を続けたい」と回答し「トレーニングに参加してよかった」とした。

## 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

### 2-1. 身体計測 (N=32)、血圧測定 (N=29)

体重 (53.0±1.4 kg→53.0±1.3 kg)、身長 (151.4±0.8 cm→151.4±0.9 cm)、BMI (23.0±0.5→23.2±0.5) に変化はなかったが、体脂肪率の上昇 (32.8±0.6 %→34.3±0.6 %, P<0.01) と、筋肉率の低下 (23.2±0.3 %→22.5±0.4 %, P<0.01) を認めた。収縮期血圧 (142.8±4.0 mmHg→143.8±3.7 mmHg)、拡張期血圧 (79.9±2.2 mmHg→80.6±1.8 mmHg)、脈拍数

(74.5±2.6 bpm→76.6±2.4 bpm) には有意差はみられなかった。

## 2-2. 最大筋力 (N=25)・筋持久力 (N=29)

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±6.4 N→211.2±10.5 N, P<0.05)。肘関節伸展力

(127.8±5.7 N→116.1±4.7 N)、膝関節伸展力 (256.4±13.2 N→292.3±18.9 N)、股関節屈曲力 (219.1±10.4 N→241.7±11.4 N)、股関節外転力 (246.7±10.2 N→268.2±10.2 N) について差は認められなかった。握力にも有意の変化は認めなかった

(24.7±1.0 kg→25.4±0.8 kg)。下肢筋持久力・俊敏性の指標となる座位両足開閉回数には有意の向上を認めた (30.6±0.7 回→32.5±1.0 回, P<0.05)。

## 2-3. バランス機能 (N=29)

静的バランス機能指標の開眼片足立ち (56.0±8.4 秒→62.2±8.6 秒)、動的バランス機能指標のファンクショナルリーチ (33.9±1.3 cm→32.1±1.3 cm) はともに有意の変化はみられなかった。

## 2-4. 柔軟性 (N=28)

対幹部の柔軟性の指標となる長座体前屈において有意の向上を認めた (33.3±1.8 cm→38.2±1.7 cm, P<0.01)。

## 2-5. 呼吸循環持久力 (N=27)

持久運動能力の指標である6分間歩行距離は有意に増加した (538±12 m→564±15 m, P<0.01)。

## 2-6. 血液指標 (N=31)

### <糖代謝>

空腹時血糖値 (99±3 mg/dl→100±3 mg/dl)、HbA1c (5.3±0.2%→5.4±0.1%)、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±0.2→0.9±0.1, P<0.01)。

### <血清脂質>

HDL コレステロールに有意な増加 (68.9±2.7 mg/dl→72.6±3.2 mg/dl, P<0.05)、LDL コレステロールに有意の低下 (149.4±6.4 mg/dl→137.0±6.2 mg/dl) が認められた。総コレステロール (231.0±6.3 mg/dl→219.9±6.3 mg/dl)、トリグリセリド (97.4±9.4 mg/dl→107.2±8.6 mg/dl) には変化はなかった。

## 2-7. アンケート調査 (N=22)

### <体調の自覚的变化>

「(参加して) 体調がよくなった面がある」と答えた者がアンケート返却者22名中15名あった。その理由としては、体が軽くなった、心身が元気になった、一日がすがすがしい、夜よく眠れる、食事がおいしくなった、体重が減るようになった、筋肉の力がついた、柔軟性がついた、などが挙げられた。「体調に変化がない」ないしは「わからない」と答えた者は7名、「悪化した面がある」と答えた者は4名であった。その内訳は、体重の増加、体脂肪の増加、血圧の上昇、「気にしすぎてかえって食事が乱れた」であった。この4名はいずれも「体調がよくなった面」も記載していた。

### <ビデオの活用について>

ビデオを見ながら運動する、ビデオを見て運動方法を覚える、など「自分なりにビデオが活用して運動できた」と答えたもの

が9名と少なく、「あまり活用できなかった」と答えた者が13名となった。十分に活用できなかった理由としては、「つい運動せずに過ごしてしまった」「運動を面倒に感じた」「(もともと持っていた)腰痛・関節痛のため」「寒さのため」「ビデオが壊れたため」などであった。

＜「健康教室」の意義について＞

月2回開催した「健康教室」について「役に立った」としたものが18名、「参加しなかった」が2名、無回答1名、「わからない」が1名であった。「健康教室」での学習を通じて「生活習慣について以前よりも注意するようになった」と答えた者は21名、「以前と変化なし」が1名であった。

#### D. 考察

##### 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

転倒に関係する身体的要因として、1. 下肢や体幹を支える筋の筋力低下、2. 全身の柔軟性の低下、3. 平衡感覚(三半規管、視力、固有感覚受容器)の衰え、4. 敏捷性の低下、5. 巧緻性の低下、6. 内科的疾患(虚血性脳血管疾患、糖尿病などによるふらつき)、7. 整形外科的疾患(変形性膝・股関節症、骨粗鬆症などによる痛みや姿勢の崩れ)などがある。「倒れません、こけません」プログラムは、加齢や運動不足によって助長されるこれらの要因を総合的に改善する運動を目指したものである。その内容は、1. 座位でのダイナミックストレッチ(ウオームアップ)、2. 座位での有酸素運動、3. 背もたれを支えとする立位でのバランス運動、4. 立位または座位での下肢・体幹筋力強化運動、5. 座位で

のダイナミックストレッチ(クールダウン)の要素から成立している。

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。

多くの参加者が、食事や睡眠、精神面に関する体調の改善を挙げたこと、また、全員が「参加してよかった」としたことは、「倒れません、こけません」トレーニングが総合的なQOLの向上につながったことを強く示唆するものである。また、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。

本研究はトレーナビリティの低い高齢者を対象としたトレーニングであったが、スタッフや会場設定の事情からトレーニング期間を約1ヵ月半と比較的短期間とせざるを得なかった。また、集団運動指導を原則としたため、個々の運動能力に合わせた個人指導は十分に行えなかった。もしトレーニング期間の延長ができていれば、また、個別指導に多くの時間を割くことができていれば、より多くの指標において統計的有意差が得られたのかもしれない。

## 2. 有酸素運動「すわるビクス」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

一般に秋から冬、とくに正月前後にかけては中高齢者の身体活動量が低下するとともに摂食量が増える傾向にある。今回の調査を行った兵庫県朝来市旧朝来町地区は主な産業を農業・林業とする山間部にあり、冬季には降雪のため身体活動の制限を受けることが多い。今回のプロジェクトは、冬季の運動不足の解消にチェア・エクササイズを役立てることを目指して実施した。実際、本年度は近年に類を見ないほどの降雪があり、中高齢者、とくに高齢者の屋外活動が大きく制限を受ける結果となったため、とりわけチェア・エクササイズの効果が期待された。しかしながら、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。

家庭内で運動を行う場合に常に問題とな

るのが、コンプライアンスである。今回の検討においても、アンケート上、ビデオを利用して積極的な運動習慣を保てたとした者は回答した22名中9名のみであった。今回の検討では、月2回「健康教室」を開催して運動や食事に関する集団講習ならびに個人相談を行った。「健康教室」はアンケート結果にあるように参加者からは好評を得ていたが、家庭内での運動習慣の維持・向上には必ずしもつながらなかったようである。実際、もっとコンプライアンスが保てていれば、さらに多くの指標において有意の改善が得られた可能性が高いものと思われる。

## E. 結論

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「すわるビクス」、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。今回の研究ではトレーニングを行わない群を設置しない介入研究の形式をとったが、今後はより大規模で対照群を明確に設置したスタディデザインを用いた検証が必要である。さらに、運動に対するコンプライアンスを高めて臨床効果を出やすくする具体的手段の開発も重要である。

チェア・エクササイズは、集団指導に適するのみならず、プログラム内容を各個人

の運動目標や体力、罹病している疾患など諸般の状況に応じて調節することが可能である。チェア・エクササイズは、こうした観点から生活習慣病の予防や対策に適した運動形式であり、今後の発展が期待される。

## F. 健康危険情報

問題なし。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- ①Nakano M, Hamada T, Hayashi T, Yonemitsu S, Miyamoto L, Toyoda T, Tanaka S, Masuzaki H, Ebihara K, Ogawa Y, Hosoda K, Inoue G, Yoshimasa Y, Otaka A, Fushiki T, Nakao K. Alpha2 isoform-specific activation of 5' adenosine monophosphate-activated protein kinase by 5-aminoimidazole-4-carboxamide-1-beta-d-ribose nucleoside at a physiological level activates glucose transport and increases glucose transporter 4 in mouse skeletal muscle. *Metabolism*. 2006 55(3):300-8.
- ②Tanaka T, Masuzaki H, Ebihara K, Ogawa Y, Yasue S, Yukioka H, Chusho H, Miyanaga F, Miyazawa T, Fujimoto M, Kusakabe T, Kobayashi N, Hayashi T, Hosoda K, Nakao K. Transgenic expression of mutant peroxisome proliferator-activated receptor gamma in liver precipitates fasting-induced steatosis but protects against high-fat diet-induced steatosis in mice. *Metabolism*. 2005 54(11):1490-8.
- ③Toyoda T, Tanaka S, Ebihara K, Masuzaki H, Hosoda K, Sato K, Fushiki T, Nakao K, Hayashi T. Low-intensity contraction activates the alpha1-isoform of 5'-AMP-activated protein kinase in rat skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2006 290(3):E583-90.
- ④Fujimoto M, Masuzaki H, Yamamoto Y, Norisada N, Imori M, Yoshimoto M, Tomita T, Tanaka T, Okazawa K, Fujikura J, Chusho H, Ebihara K, Hayashi T, Hosoda K, Inoue G, Nakao K. CCAAT/enhancer binding protein alpha maintains the ability of insulin-stimulated GLUT4 translocation in 3T3-C2 fibroblastic cells. *Biochim Biophys Acta*. 2005 1745(1):38-47.
- ⑤Tanaka T, Hidaka S, Masuzaki H, Yasue S, Minokoshi Y, Ebihara K, Chusho H, Ogawa Y, Toyoda T, Sato K, Miyanaga F, Fujimoto M, Tomita T, Kusakabe T, Kobayashi N, Tanioka H, Hayashi T, Hosoda K, Yoshimatsu H, Sakata T, Nakao K. Skeletal muscle AMP-activated protein kinase phosphorylation parallels metabolic phenotype in leptin transgenic mice under dietary modification. *Diabetes*. 2005 54(8):2365-74.
- ⑥Okazawa K, Yoshimasa Y, Miyamoto Y, Takahashi-Yasuno A, Miyawaki T, Masuzaki H, Hayashi T, Hosoda K, Inoue



- G, Nakao K. The haplotypes of the IRS-2 gene affect insulin sensitivity in Japanese patients with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2005 68(1):39-48.
- ⑦Iwakura H, Hosoda K, Son C, Fujikura J, Tomita T, Noguchi M, Ariyasu H, Takaya K, Masuzaki H, Ogawa Y, Hayashi T, Inoue G, Akamizu T, Hosoda H, Kojima M, Itoh H, Toyokuni S, Kangawa K, Nakao K. Analysis of rat insulin II promoter-ghrelin transgenic mice and rat glucagon promoter-ghrelin transgenic mice. *J Biol Chem.* 2005 280(15):15247-56.
- ⑧Synthesis of a methylene analogue of 5-amino-1- $\beta$ -D-ribofuranosylimidazole-4-carboxamide monophosphate (ZMP). *Biosci Biochnol Biochem.* 2005 69(4):836-8.
- ⑨田中早津紀, 豊田太郎, 林 達也. 運動療法の分子レベルでの効果—AMP キナーゼに関する最近の知見. *Diabetes Journal.* 2006 (in press).
- ⑩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.
- ⑪梅田陽子, 鴫田佳津子, 林 達也. 運動効果の機序は? 肥満と糖尿病. 2006 5(1):36-8.
- ⑫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.
- ⑬鴫田佳津子, 梅田陽子, 林 達也. 低体力者向けの筋トレとは? 肥満と糖尿病. 2005 4(5):857-9.
- ⑭松本珠希, 後山尚久, 林 達也, 森谷敏夫. 月経前症候群の発現に關与する神経生理的要因: 黄体後期における自律神経活動動態と不定愁訴との關連. *心療内科.* 2005 9(5):359-66.
2. 学会発表
- ①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・學術集会, 名古屋, 3月25日, 2006.
- ②林達也. 肥満症の運動療法. 第16回臨床内分泌代謝 Update, 金沢, 3月25日, 2006.
- ③林 達也. 肥満症・糖尿病改善のための運動療法. 第3回新津糖尿病運動療法研究会, 新潟, 3月3日, 2006.
- ④林 達也. 運動療法の糖代謝改善メカニズム. 第9回運動心臓病学研究会, 東京, 2月25日, 2006.
- ⑤林 達也. 生活習慣病治療において運動療法はなぜ必要なのか. 第10回京都生活習慣病科学カンファランス, 京都, 11月26日, 2005.
- ⑥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實際. 第22回京都インスリン治療研究会 京都, 11月12日, 2005.
- ⑦林 達也. 糖尿病運動療法 安全性と有効性をいかに両立させるか. 第1回糖尿病教育のナショナルスタンダードに關

する公開シンポジウム, 東京 10月9日,  
京都 10月10日, 2005.

⑧増田慎也, 林達也, 田口貞善. 骨格筋の  
収縮特性と dystrophin 発現との関連に  
ついて. 第60回日本体力医学会大会,  
岡山, 9月24日, 2005.

⑨Toyoda T, Hayashi T. Low-intensity  
contraction activates the  
alpha1-isoform of 5'-AMP-activated  
protein kinase, and possibly leads to  
enhanced glucose transport and  
acetyl-CoA carboxylase  
phosphorylation in rat skeletal muscle.  
第60回日本体力医学会大会(国際セッシ  
ョン), 岡山, 9月23日, 2005.

⑩林 達也. 生活習慣病における運動の  
位置付け～薬剤・食事との相乗効果を目  
指して. 北倭研究会, 奈良, 9月13日,  
2005.

⑪林 達也. 糖尿病治療において運動療  
法を取り入れる意義はなにか. 日本内  
科学会近畿地方会 内科専門医による教  
育セミナー, 大阪, 9月10日, 2005.

⑫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, 8月24日, 2005.

#### 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

## 身体活動量と耐糖能異常リスクに関する研究

分担研究者	桧垣 靖樹	佐賀大学医学部社会医学講座予防医学	助教授
研究協力者	田中 恵太郎	同 社会医学講座予防医学	教授
	新地 浩一	同 地域・国際保健看護学講座	
		国際保健看護学	教授
	原(松永) めぐみ	同 社会医学講座予防医学	助手

住民基本台帳から40歳から69歳の地域住民を抽出し、該当するすべての対象者に対して郵送による研究参加を募り、同意の得られた1,019名に対して身体活動量と耐糖能異常の関連性を検討した。身体活動量はライフコーダを用いて10日間調査し、1日8時間以上の装着記録のみを採用し、その平均歩数を求めた。耐糖能異常は、HbA1c値を5.8%以上とした。その結果、ライフコーダの有効解析日数は、男：8.7日、女性：9.5日であり、歩数の平均は男性；7,522歩/日、女性；7,470歩/日であった。耐糖能異常者は計108名で全体の約10.6%であった。身体活動量を低い水準から4分位し、耐糖能異常の関連性を検討した結果、最も水準の高い群は最も低い群に比べ性・年齢による耐糖能異常の調整オッズ比は0.54(95%CI; 0.30, 0.99)を示した。また、補正因子として性・年齢に加えBMI及びウエスト囲を追加した後も調整オッズ比はほぼ同水準であった。以上のことから、日常生活における身体活動量の増加は、BMIやウエスト囲の減少を通じてだけでなく、独立して耐糖能異常のリスクを下げることを示唆された。

### A. 研究目的

平成14年の糖尿病実態調査によると「糖尿病が強く疑われる人」と「糖尿病の可能性を否定できない人」は、総計約1620万人と報告されている。平成9年に行われた同調査と比較し、5年間で約250万人の増加を示したことは、今後さらなる予防対策が急務であることを示唆している。また、平成17年4月、内臓脂肪蓄積を伴う代謝性疾患をメタボリックシンドロームと定義し、その診断基準が示された。それによると男性

は85cm以上、女性は90cm以上を必要条件としている。平成15年の国民健康栄養調査結果に基づくと、男性の40歳以上ではほぼ半数がウエスト囲85cm以上に該当し、今後もさらに増加することが予想されている。昨年度は、中・高齢者の日常生活における身体活動量を年代別、要介護認定別に検討し、加齢に伴い身体活動量が低下すること、また要介護認定者の平均歩数は、同年代の要介護認定非該当者に比べて低値を示し、その活動強度レベルに顕著な低下が

認められることを報告したが、本年度は、耐糖能を評価するとともに、耐糖能異常のリスク要因である BMI や内臓脂肪蓄積との関連性を検討し、身体活動量が BMI やウエスト囲の減少を通じてだけでなく、それらとは独立に耐糖能異常のリスクを下げるか、検討した。

## B. 研究方法

対象集団は、S市W及びT校区に現住所をおく市民であり、調査参加時の年齢が40歳から69歳までの男女を対象とした。まず、住民基本台帳から研究対象者(8,818名)を抽出し、すべての対象者に研究協力の依頼文書を郵送した。協力の意思のある者について、公民館などの調査会場にて説明文書と口頭での説明を行い、同意を得た後に調査を実施した。研究協力者総数は1,620名で、研究参加率は18.4%であった。尚、本研究は、「日本多施設共同コーホート研究-佐賀地区-」(代表:佐賀大学医学部社会医学講座予防医学分野教授:田中 恵太郎)と連携し、一部協同する形で行われた。実施に際しては、佐賀大学医学部倫理委員会による承認を得た。

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(表1)。

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。ウエスト囲は、立位姿勢で

肌着を脱いだ状態で測定した。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10日間、装着していただくよう、依頼した。ライフコーダは、10日間の調査期間終了後、郵送にて回収した。解析には、1日8時間以上の装着データのある日を採用した。身体活動量の結果は、対象者本人の希望に従い、郵送にてお知らせした。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、ロジスティ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。

## C. 研究結果

対象者の特性を表1に示した。研究参加の男女比率は全体では男性に比べ女性で高く、ほぼ2:3の割合であった。また、平均年齢は男女とも高く、60歳代が全体の47.6%を占め、40歳代の参加率は17.3%と低かった。尚、40歳代、50歳代、60歳代の男女別対象者数は、男性;55名、149名、220名、女性;121名、209名、265名であった。本研究への参加率は18.4%であることから、S市W及びT校区の地域特性を示すものではないが、対象集団内の解析から、非常に興味深い結果が得られた。

### 1. BMIについて

BMIによる肥満度判定(25以上)では、男性36%(154名)、女性22%(130名)が肥満と判定された。40歳代、50歳代、60歳代のBMI25以上を示す者は、男性;40.0%、37.6%、34.5%、女性;20.7%、20.6%、23.4%であった。対象集団の特徴として、男性は女性に比べ肥満者の割合が高く、年代別の肥満者の割合に差は認められなかった。

## 2. ウエスト囲について

ウエスト囲は、メタボリックシンドロームの診断基準に従い、男性85cm以上、女性90cm以上の者を高値として集計した。その結果、男性66%(278名)、女性25%(147名)が高値を示した。40歳代、50歳代、60歳代の高値を示す者は、男性;61.8%、65.1%、67.1%、女性;9.9%、19.6%、35.6%であった。男性はどの年代でも6割以上の者がウエスト囲高値を示したが、女性は年代とともに高値者の割合は増加する傾向にあった。

## 3. 歩数について

ライフコーダ内に運動強度にかかわらず振動が記憶されている時間を合計し、1日8時間未満の日を解析から除外した。ライフコーダの有効解析日数は約9日間を示し、非常に高い装着率が得られた。1日の平均歩数は、男女ともに約7,500歩/日を示した。40歳代、50歳代、60歳代の平均歩数は、男性;8,306歩、7,562歩、7,300歩、女性;7,774歩、7,871歩、7,014歩であった。

## 4. HbA1c 値について

HbA1c 値が5.8%以上を示す者の割合は、全体の10.6%(108/1019)で、男性(13.0%)が女性(8.9%)に比べ高値を示した。40歳代、50歳代、60歳代の5.8%以上を示す者は、男性;9.1%、12.8%、14.1%、女性;4.1%、7.7%、12.1%を示し、男女ともに加齢とともに増加する傾向が見られた。

## 5. 歩数分類別にみた HbA1c 高値リスクについて(表2、表3)

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(表2)。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

平成14年度国民医療費によると、糖尿病は1兆1,250億円であり悪性新

生物、高血圧性疾患、脳血管疾患について第4位である。糖尿病は、日本人の死亡原因の第11位であり、死因の上位ではないが、日本の主要な死亡原因である脳卒中や虚血性疾患などの危険因子であることから、糖尿病が疑わしい状態あるいは耐糖能低下のリスクを有する状態を早期に発見するとともに、糖尿病にならないための予防策を講じることが重要であると考えられる。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ということがわかった。BMIやウエスト囲の減少を通じてだけでなく、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。

日本人を対象としたコーホート研究の中で、身体活動量あるいは全身持久力とII型糖尿病罹患に着目した研究は、大阪ガス及び東京ガスグループから報告されている。大阪ガスグループは、約6,000名の社員を対象に質問紙票を用いて評価した“Leisure-time physical activity”が、年齢・BMIとは独立してII型糖尿病罹患のリスクを下げる因子であり、“Sedentary activity”に対し“Vigorous activity”の相対危険は0.56を示し、ほぼリスクを半減させることを報告した。また、東京ガスグループは、約6,000名の社員に対して自転車エルゴメーターを用いた12分間の漸増式運動負荷試験を行い推定最大酸素摂取量を求め、14年間、対象者を追跡すること

により、推定最大酸素摂取量のレベルがII型糖尿病罹患の独立因子であることを報告している。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、身体活動量の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。

地域住民を対象とした大規模コーホート調査では、対象者への身体的負担や時間的な配慮を行う必要がある。近年、Cooper InstituteのBlairらのグループは、全死亡、心疾患死亡あるいはメタボリックシンドローム罹患に対して“Body fatness”より“Cardiorespiratory fitness”の重要性を指摘している。しかしながら、運動負荷試験の実施は時間及び身体的負担を伴うため現状では難しい。一方、質問紙による余暇活動の調査や日常生活状況などの評価は、歩数などに代表される絶対的な数値指標を算出することが難しい。我々は、日常生活の活動量とその強度及び活動の時間帯を記憶する機器を用い、いつ、どの程度の量をどれくらいの強度で活動することが生活習慣病の一次予防として有効か、具体的な身体活動量の指標を提示することを目標としている。今回の解析では歩数を身体活動量の指標としているが、今後、対象者数を追加するとともに身体活動の強度、時間及び時間帯を考慮に入れた解析も進めていく予定である。

## E. 結論

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を示唆された。

## F. 健康危険情報

問題なし。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

- ① 桧垣靖樹. 身体活動・運動の定量化ー実験研究から疫学研究までー. 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)
- ② 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ーデイサービスにおける筋力向上トレーニングの効果ー. 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

表1. 対象者の特性

	男	女
n	424	595
年齢 (才)	58.8 ± 7.7	57.0 ± 8.1
身長 (cm)	166.2 ± 5.7	154.0 ± 5.5
体重 (kg)	67.1 ± 9.9	54.2 ± 7.7
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.2 ± 3.0	22.9 ± 3.1
臍囲 (cm)	87.4 ± 8.3	83.1 ± 9.8
1日の平均歩数 (歩/日)	7522 ± 3675	7470 ± 2864
装着日数 (日/10日)	8.7 ± 1.9	9.5 ± 1.3
HbA1C (%)	5.3 ± 0.9	5.2 ± 0.8

平均値±標準偏差

表2. 1日の平均歩数分類(Q1~Q4)による対象者の特性

n	平均歩数による分類				p
	Q1 (≦5179)	Q2 (5179-7051)	Q3 (7052-9200)	Q4 (9201<)	
	255 (116/139)	255 (107/148)	254 (93/161)	255 (108/147)	
年齢 (才)	59.0 ± 8.0	58.1 ± 7.7	57.2 ± 8.0	56.7 ± 8.1	0.01
身長 (cm)	159.2 ± 8.1	159.7 ± 8.6	158.3 ± 7.9	159.1 ± 8.2	
体重 (kg)	60.8 ± 10.8	60.8 ± 11.9	57.4 ± 9.5	59.3 ± 10.3	0.001
BMI					
男	24.4 ± 3.1	24.7 ± 3.1	23.6 ± 2.7	24.1 ± 3.0	
(kg/m <sup>2</sup> ) 女	23.5 ± 3.5	22.9 ± 3.2	22.3 ± 2.6	22.7 ± 2.8	0.01
臍囲 (cm)					
男	88.6 ± 8.6	89.3 ± 7.9	85.3 ± 7.8	85.9 ± 8.3	0.001
女	85.4 ± 10.8	84.3 ± 10.7	81.4 ± 8.6	81.4 ± 8.5	0.001
HbA1C (%)	5.2 ± 0.8	5.3 ± 1.0	5.2 ± 0.7	5.1 ± 0.8	

n; (男性/女性)、平均値±標準偏差



表3. 歩数分類別にみた HbA1c 高値リスクの調整オッズ比

分類	n.	n. (HbA1C $\geq$ 5.8)	モデル1		モデル2		モデル3	
			調整 OR	95%CI	調整 OR	95%CI	調整 OR	95%CI
Q1	255	35	1.00	Referent	1.00	Referent	1.00	Referent
Q2	255	29	0.84	0.49, 1.42	0.84	0.49, 1.44	0.83	0.48, 1.41
Q3	254	25	0.74	0.43, 1.29	0.77	0.44, 1.34	0.77	0.44, 1.34
Q4	255	19	0.54	0.30, 0.99	0.56	0.31, 1.02	0.59	0.32, 1.07
p 値(トレンド)			0.04		0.06		0.08	

モデル1;性・年齢で補正

モデル2;性・年齢・BMIで補正

モデル3;性・年齢・BMI・臍囲で補正

研究成果の刊行に関する一覧表

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
Terada S, Kawanaka K, Goto M, Shimokawa T, and Tabata I.	Effects of high-intensity intermittent swimming on PGC-1 $\alpha$ protein expression in rat skeletal muscle.	Acta Physiol Scand	184	59-65	2005
田畑泉	高齢者のための体育論	体育の科学	55	681-684	2005
Miyachi M, H Tanaka, H Kawano, M Okajima, and I Tabata.	Lack of age-related decreases in basal whole leg blood flow in resistance-trained men.	J Appl Physiol	99	1384-1390	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, 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
Kuniharu Inami, Kazuhiro Chiba, and Yoshiaki Toyama	Determination of reference intervals for vibratory perception thresholds of the lower extremities in normal subjects	Orthopaedic Science	10	291-297	2005
Ryoji Fujimaki, Katuhiko Hayashi, Naoko Watanabe, Taketo Yamada, Yoshiaki Toyama, Kenichi Tezuka, Nobumichi Hozumi	Expression of Cre recombinase in the mouse developing chondrocytes driven by the mouse $\alpha 2(XI)$ collagen promoter	J Bone Miner Metab	23	270-273	2005

Mitsuru Yagi, Takeshi Miyamoto, Yumi Sawatani, Katsuya Iwamoto, Naobumi Hosogane, Nobuyuki Fujita, Kozo Morita, Ken Ninomiya, Yoshiaki Toyama, and Toshio Suda	DC-STAMP is essential for cell-cell fusion in osteoclasts and foreign body giant cells	The Journal of Experimental Medicine	202 (3)	345- 351	2005
Mitsuharu Higuchi, Chie Yoshiga, Jun Oka, and Kazuya Yashiro	Effects of Rowing on Health Promotion in Older People	Exercise, Nutrition, and Environmental Stress	4	274- 291	2004
樋口 満, 薄井澄誉子	中・高齢者の運動・スポーツと 栄養・食事	臨床栄養	108 (2)	150- 154	2006

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
宮地元彦, 樋口満	スポーツ用サプリメントの有効性 と有害性,	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	91(2)	465- 472	2006

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)	186 (2)	103- 110	2006
Wu 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
小清水孝子、柳沢香絵、樋口満	スポーツ選手の推定エネルギー必要量	Journal of Training Science for Exercise and Sport	17(4)	245- 250	2005
木村典代、樋口満	運動・加齢と活性酸素の問題	臨床スポーツ医学	23(1)	33-39	2006
Nakano M, Hamada T, Hayashi T, Yonemitsu S, Miyamoto L, Toyoda T, Tanaka S, Masuzaki H, Ebihara K, Ogawa Y, Hosoda K, Inoue G, Yoshimasa Y, Otaka A, Fushiki T, Nakao K.	Alpha2 isoform-specific activation of 5' adenosine monophosphate-activated protein kinase by 5-aminoimidazole-4-carboxamide-1-beta-d-ribose at a physiological level activates glucose transport and increases glucose transporter 4 in mouse skeletal muscle.	Metabolism	55(3)	300- 308	2006
Tanaka T, Masuzaki H, Ebihara K, Ogawa Y, Yasue S, Yukioka H, Chusho H, Miyanaga F, Miyazawa T, Fujimoto M, Kusakabe T, Kobayashi N, Hayashi T, Hosoda K, Nakao K.	Transgenic expression of mutant peroxisome proliferator-activated receptor gamma in liver precipitates fasting-induced steatosis but protects against high-fat diet-induced steatosis in mice.	Metabolism	54 (11)	1490- 1498	2005
Toyoda T, Tanaka S, Ebihara K, Masuzaki H, Hosoda K, Sato K, Fushiki T, Nakao K, Hayashi T.	Low-intensity contraction activates the alpha1-isoform of 5'-AMP-activated protein kinase in rat skeletal muscle.	Am J Physiol Endocrinol Metab.	290 (3)	E583- 590	2006