

平成11年度厚生科学研究費補助金
健康科学総合研究事業研究報告書

糖尿病予防のための運動教育介入による
運動継続効果に関する研究

主任研究者 新実 光朗 (国立名古屋病院内科医長)

目次

総括研究報告

- 糖尿病予防のための運動教育介入による運動継続効果に関する研究
----- 1
主任研究者 新実光朗 (国立名古屋病院内科)

分担研究報告

- 多メモリー加速度計測装置付歩数計を用いた糖尿病患者の身体活動評価
----- 7
津下一代 (愛知県総合保健センター)
新実光朗 (国立名古屋病院内科)

- 糖尿病発症初期患者に対する多メモリー加速度計測装置付歩数計を用いた運動教育介入の効果 (第2報)
----- 13
津下一代 (愛知県総合保健センター)

- 既教育入院糖尿病患者に対する外来での個別的・継続的運動療法指導の有効性
--多メモリー加速度計測装置付歩数計の活用--
----- 23
横地正裕 (国立名古屋病院
リハビリテーション科)

総括研究報告書

糖尿病予防のための運動教育介入による運動継続効果に関する研究

主任研究者 新実光朗 国立名古屋病院内科医長

【研究要旨】

糖尿病の一次予防および二次予防としての糖尿病運動療法を有効なものとするために、運動実践の評価方法を確立し、運動教育と運動習慣を継続維持することによる生活習慣病の改善状況、糖尿病のコントロールおよび合併症進行に与える影響、さらには運動療法の実際・指導のあり方や運動継続のための動機付けの方法について追求する事を目的とする。

運動教育ツールである多メモリー加速度計測装置付歩数計(LC)を使用して、日々の運動量・運動強度・運動持続時間の記録をモニターし、逐次に個人指導(1~2ヶ月毎に)をしながら、継続して運動教育による介入を行うことにより、生活習慣に対する行動の変容に与える影響や長期間での耐糖能、脂質、血圧、体型の変化についての経時的な観察を対照群(運動記録する機器は使用するが、運動教育介入はせずに運動の実践は自主性に任せる群)と比較しながら、縦断的な観察を行っている。

143名の糖尿病患者の身体活動量の評価をしたところ、男性、50~60歳代、運動教育群では身体活動量が多く、肥満者、運輸作業従事者、経口血糖降下剤服用者では身体活動量が少なかった。

はじめて糖尿病と診断された外来通院者(N=71)に prospective control study による運動教育介入を行ったところ、6ヶ月時点のLC群では運動実施状況は良好で、血糖コントロールの指標、体力検査値に有意の改善を認めた。

また、糖尿病教育入院患者(N=31)の運動教育で、入院前に比し、運動量は2倍に上昇したが、退院後には運動教育介入をしない群では退院後6ヶ月での一日歩数は9527歩/日に留まったが、運動教育を継続介入した群では14458歩/日で両群には有意の差がみられた。入院前のHbA1cでは両群とも9.4%であったが6ヶ月後では7.6%と6.0%であり、介入群が有意に低値であった。

外来での運動教育あるいは教育入院での運動教育を行い、それに続く定期的な運動教育の追加介入を行うことにより、歩数・運動量は維持され、血糖コントロールも良好な状態を保つことができた。追加の運動教育の介入がない場合は一旦形成された運動習慣も徐々に失われて、代謝状態も悪化することが、二つのスタディで見られたことは運動効果を維持するためには、継続的な運動教育介入を定期的に付加することがが欠かせないものと思われた。

平成11年度班員構成

1. 主任研究者

新実光朗 (国立名古屋病院内科医長)

運動教育による糖尿病予防の方法の研究

2. 分担研究者

津下一代 (愛知県総合保健センター臨床
検査部長)

運動教育による糖尿病予防の方法の研究

横地正裕 (国立名古屋病院運動療法主任)

運動教育の実際の研究

【研究目的】

生活習慣病の中でも糖尿病は運動習慣の不足がその発症・進展に大いに関与するものと考えられており、糖尿病の一次予防、二次予防として、運動習慣を形成し、継続的に持続させることは重要なことであり、その有用性についても経験的には周知の認めるところである。しかし、日常生活の中での運動療法の長期的・持続的な実践状況の実態把握やその医学的な正しい評価が難しく、科学的に実証されにくかったため、具体的な実践指導が困難でもあった。

そこで種々の運動教育ツールを用いて、運動の量および質の面から運動実践の評価方法を確立し、運動を長期に続けられるような運動教育介入を行って、生活習慣の変容や糖尿病の改善効果や合併症予防に与える影響を検討し、運動教育の実際・指導のあり方や運動継続のための動機付けを具体化することを目的とする。

【研究方法】

腰部に装着するだけで、長期間にわたって運動量・運動強度・運動持続時間の記録モニターができる多メモリー加速度計測装置付歩数計 (生活習慣測定計、LC) を使用し、連続して2年間の運動記録を撮り記録に基づいた運動療法の可否について、逐次 (1~2ヶ月毎に) に個人指導をしな

がら、継続して運動教育による介入を行うことにより、生活習慣に対する行動の変容に与える影響や長期間での耐糖能、脂質、血圧、体型の変化について経時的な観察を対照群 (一日歩行数のみを記録する機器を使用するが、運動の実践は自主性に任せる群) と比較しながら、縦断的に観察する prospective case control study を継続している。

1) 外来通院糖尿病患者の身体活動量の評価

糖尿病性細小血管症、脳血管障害、虚血性心疾患や整形外科的疾患を伴わない外来通院中の糖尿病患者 143 名 (男性 73 名、女性 70 名、平均年齢 53.8 ± 15.1 歳) を対象とした。対象には本機器を腰部に装着してもらい、約 1 ヶ月後にこれを回収し、データを分析し、性・年齢・体型・職業・介入法・治療法別に歩数・運動消費量・歩行時間等の身体活動量を比較した。

2) 初期糖尿病患者への運動教育介入による prospective control study

総合健診において空腹時血糖が今回はじめて 140mg/dl 以上となった者、または $110 \sim 139\text{mg/dl}$ でその後の 75g 糖負荷試験にて糖尿病型が確認された者を対象とし、LC を装着した群 34 名 (男 31 名、女 3 名、平均年齢 49.6 ± 7.8 歳)、対照群 35 名 (男 32 名、女 3 名、 50.0 ± 7.2 歳) を登録し、運動実施状況、検査成績を比較した。LC 群では多メモリー加速度装置付歩数計を装着し、1ヶ月ごとにパソコンにそのデータを赤外線通信して解析し、運動消費量・運動強度・運動継続時間のグラフを提示しながら運動状況について解説した (LC 群)。その資料をもとに、日常生活における運動のしかたについて具体的に指導した。ただし、来所指導は、1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月後のみとし、その他は郵送で結果を知らせた。

対照群では歩数表示のみ出来る歩数計を

説明書とともに配布するが、運動の実施については自主性に任せ、特別な運動指導・教育は行わない。この群では1ヶ月の平均歩数を研究者は知ることができるが、本人にはこれを通知していない。両群ともに開始前および6ヶ月毎に体重、体脂肪量、運動能力（一定運動に対する脈拍の変化量より算出）、血圧、耐糖能（75gOGTT時の血糖、血中インスリン）HbA1c、脂質、尿酸値を追跡した。

3) 既糖尿病教育入院者に対する運動教育介入による prospective control study

合併症がないか、ごく軽度で2週間の糖尿病教育入院を受けた2型糖尿病患者31例を対象とし、教育入院前に約1か月間LCを装着した。退院後は、対象をLCを装着し、1か月ごとに解析、指導を行う群（LC群：17例、男女比7/10、平均年齢52.9 ± 11.3歳、）と、歩数のみ長期記憶できる機器を装着し、指導を行わない対照群（P群：14例、男女比9/5、平均年齢51.7 ± 14.7歳）とに分け、入院前から退院6か月後までの運動実施状況、検査成績を初期糖尿病の場合と同様に比較検討した。

【研究結果】

1) 外来通院糖尿病患者の身体活動量の評価

143名の外来通院中の糖尿病患者に多メモリー加速度計測装置付歩数計(LC)を装着し、パソコンにてデータを処理して、身体活動量を評価した。患者全体では、平均歩数は8,929 ± 364歩/日、最大日14,118 ± 450歩/日、最小日3,792 ± 310歩/日であった。運動消費量は平均255.9 ± 12.5kcal/日、平均運動時間は88.0 ± 3.4分/日であった。1)男性は女性より運動強度がやや強い。2)50～60歳代の身体活動量が他の年代よりも多い。3)肥満度が高いほど身体活動量が減少し、やせ群では低強度の

運動時間が長い。4)職業により身体活動量に有意な差がある。5)運動療法教育群では身体活動量が多い。6)経口血糖降下剤使用群では身体活動量がやや低い。7)トレンドグラムを使用することにより、運動の時間帯、継続時間を知ることができる。本装置は腰部に装着するだけで個々の患者の身体活動量やライフスタイルに関する情報を簡単に得ることができた。

2) 初期糖尿病患者に対する運動教育介入による prospective control study

指導後1か月間は両群とも平均歩数が1万歩をこえ、十分な身体活動量が確保されていると考えられた。両群に対して糖尿病教室を開講し、運動療法の重要性について講義し、実技を行なうことで動機づけがなされたものと推察される。しかし、コントロール群では3か月後頃より徐々に歩数が減少し、5・6か月には6000歩程度となった。LC群でも4か月ごろやや減少する傾向がみられたが、LCデータを示して指導することにより、5か月以後やや増加の傾向がみられた。

肥満度の指標をみると、両群ともBMI、体脂肪率、ウエスト・ヒップ比の有意な減少を認めた。初めて糖尿病と診断されたことが動機づけとなり、食事・運動療法を実施したためと考えられる。

空腹時血糖、HbA1cはともに有意な改善がみられた。コントロール群では3か月後に比較して、6か月後がやや高くなる傾向がみられたが、LC群では6か月後は3か月後よりさらに改善している。6か月後の糖負荷試験の結果では各時間とも有意な血糖値の低下を認めた。介入前は全員「糖尿病型」であったが、6か月後には44%が2時間値200mg/dl未満の「境界型」へと改善がみられ、介入前より悪化したものは1例もなかった。糖負荷試験時のインスリン反応は2時間値で

有意に低下しており、インスリン抵抗性が改善したものと推察される。

血清脂質についても総コレステロール、トリグリセライドが低下するなど良好な結果が得られている。

3) 既糖尿病教育入院者に対する運動教育介入による prospective control study

運動実施状況を見ると、LC 群では入院前と退院 6 か月後との比較で、運動量が前 $2.9 \pm 1.0 \text{ kcal/kg}$ 、後 $7.1 \pm 3.6 \text{ kcal/kg}$ 、歩数が前 7062 ± 1398 歩/日、後 14458 ± 6810 歩/日と倍増以上の値を示して有意に増大した。またこれらの値は 1 か月後よりほぼ変わらず推移した。対照群では、歩数が前 7321 ± 3389 歩/日、後 9527 ± 3424 歩/日となり、増大はしたが 1.3 倍増にとどまり、処方値 12267 ± 2283 に達しなかった。また 10000 歩を越えたのは、1 か月後のみであり、LC 群との比較でも 1 ~ 6 か月後の間常に低値であった ($p < 0.05$)。空腹時血糖値は、LC 群では前が $193 \pm 50 \text{ mg/dl}$ であったが、その後は $104 \sim 115 \text{ mg/dl}$ の間で推移し、6 か月後は $106 \pm 21 \text{ mg/dl}$ と良好な値を示した ($p < 0.05$)。対照群では、前 $196 \pm 61 \text{ mg/dl}$ から 1 か月後は $139 \pm 46 \text{ mg/dl}$ となったが、その後は徐々に悪化し、6 か月後は $175 \pm 64 \text{ mg/dl}$ で有意差はみられなかった。HbA1c は、LC 群では、前が $9.4 \pm 1.5 \%$ であったが、毎月改善し、6 か月後には $6.0 \pm 0.9 \%$ と有意な改善を示した。対照群でも、前 $9.4 \pm 2.2 \%$ から 6 か月後 $7.6 \pm 2.0 \%$ と有意な改善は示したが、毎月の変化をみると、最も改善したのは 3 か月後の $7.3 \pm 1.5 \%$ で、その後は徐々に悪化し、LC 群より有意な高値を示すようになった。

【考案】

2 型糖尿病患者の治療に運動を取り入れることで、多くの効果が期待できる。運動

は血糖コントロールを改善し、インスリン感受性の低下に伴う高インスリン血症の改善や脂質代謝異常、高血圧、凝固異常などの心血管系危険因子の是正にも効果的である。運動は糖尿病の予防にも有効であり、体重を減らし、体組成を好ましい方向に変化させる、個々の自己イメージや生活の質 (QOL) をも改善する。しかし、これらの多くの問題に関して、主に代謝面の効果に焦点をあてた長期的な研究は少ない。

厚生省の平成 7 年国民栄養調査果では、1 日の平均歩数は男性で 7933 歩、女性で 6909 歩で、いずれも 60 歳代以上で減少傾向がみられると報告されているが、男女とも今回の調査の糖尿病患者の歩数の方が多く、糖尿病患者の運動への動機付けの強さが示唆される。

運動療法では、日常生活での毎日の身体活動が重要で、このためには、患者自身で運動の質と量とを判断することが望ましい。心拍数や自覚的な運動強度を指標とするのが簡単だが、長期間に渡って測定・記録することはなかなか困難である。

腰部に装着するだけで、運動量・運動強度・運動持続時間の記録モニターができる多メモリ加速度計測装置付歩数計 (生活習慣測定計、LC) を用いて、長期間にわたって運動の量ばかりでなくその質についても記録を撮り、記録に基づいた運動療法の可否について、逐次 (1 ~ 2 ヶ月毎に) に個人指導をしながら、継続して運動教育による介入を行うことにより、生活習慣に対する行動の変容に与える影響や長期間での耐糖能、脂質、血圧、体型の変化について経時的な観察を対照群 (一日歩行数のみを記録する機器を使用するが、運動の実践は自主性に任せる群) と比較しながら、縦断的に観察する prospective case control study を継続している。

今回の 6 ヶ月以上の観察では、外来での運動教育あるいは教育入院での運動教育を

行い、それに続く定期的な運動教育の追加介入により、介入を行わなかった群に比べて、6ヶ月後においても、歩数・運動量は維持され、血糖コントロールも良好な状態を保った。追加の運動教育の介入がない場合は一旦形成された運動習慣も徐々に失われて、代謝状態も悪化するのが、二つのスタディで見られたことは運動の継続的な運動教育を付加することがが欠かせないものと思われた。

1日の総歩数だけでなく、運動頻度、継続時間、運動強度など、運動の質・量ともに評価しながら指導を繰り返すことにより、効果的な運動療法を生活の中にとりこむことができたものと考えられる。長期にわたって追跡し、運動習慣の変容が定着状況について検討も必要であろう。

【結論】

糖尿病の一次予防および二次予防としての糖尿病運動療法を有効なものとするために、運動教育ツールを用いて、運動実践の評価方法を確立し、運動教育介入を行い、運動習慣を継続維持することによる生活習慣病の改善状況、糖尿病のコントロールおよび合併症進行に与える影響、さらには運動療法の実際・指導のあり方や運動継続のための動機付けの方法について検討した。

外来での運動教育あるいは教育入院での運動教育を行い、それに続く定期的な運動教育の追加介入により、介入を行わなかった群に比べて、6ヶ月後においても、歩数・運動量は維持され、血糖コントロールも良好な状態を保つことができた。追加の運動教育の介入がない場合は一旦形成された運動習慣も徐々に失われて、代謝状態も悪化することが、二つのスタディで見られたことは運動効果を維持するためには、継続的な運動教育介入を定期的に付加することがが欠かせないものと思われた。

【文献】

1. 論文発表

津下一代、新実光朗、他：多メモリー加速度計測装置付歩数計を用いた糖尿病患者の身体活動量評価。糖尿病 42(4):289～297、1999

桑山幸久、津下一代、他：運動習慣獲得と糖・脂質代謝および体力指標の変化。日本総合健診医学会誌 26:18～24、1999

新実光朗：糖尿病予防における運動継続効果と継続のための動機付け。メディカル朝日 29(2):64-66,2000

2. 学会発表

加藤泰久、新実光朗、他：運動と糖代謝。第3回日本体力医学会東海地方会

新実光朗：健康増進と運動。第3回日本体力医学会東海地方会

山田努、竹田公信、加藤泰久、新実光朗、他：糖尿病患者の運動療法（第26報）運動前後のCa・Pの変化について。第59回日本糖尿病中部地方会

桑山幸久、津下一代、他：ライフコーダを活用した糖尿病運動指導～非監視下での個別的・継続的な運動指導の確立。第27回日本総合健診医学会

津下一代、新実光朗、他：非監視下での個別的・継続的な糖尿病運動療法指導～ライフコーダーを活用した運動指導。第42回日本糖尿病学会総会

桑山幸久、津下一代：ライフコーダを活用した糖尿病運動指導。日本臨床スポーツ医学会

分担研究報告書

多メモリ加速度計測装置付歩数計を用いた糖尿病患者の身体活動量評価

分担研究者 津下一代 愛知県総合保健センター臨床研究部長
新実光朗 国立名古屋病院内科医長

【研究要旨】

歩数・運動消費量・運動強度等の情報を1ヵ月分記録する多メモリ加速度計測装置付歩数計を143名の外来通院中の糖尿病患者に装着、パソコンにてデータを処理し、身体活動量を評価した。1) 男性は女性より運動強度がやや強い。2) 50～60歳代の身体活動量が他の年代よりも多い。3) 肥満度が高いほど身体活動量が減少、やせ群では低強度の運動時間が長い。4) 職業により身体活動量に有意な差がある。5) 運動療法教育群では身体活動量が多い。6) 経口血糖降下剤使用群では身体活動量がやや低い。7) トレンドグラムを使用することにより、運動の時間帯、継続時間を知ることができる。本装置は腰部に装着するだけで個々の患者の身体活動量やライフスタイルに関する情報を簡単に得ることができることから、運動療法指導上も有用な方法と考えられた。

共同研究者

岡本秀樹（名鉄病院）今村修治（名古屋掖済会病院）田中博志（社会保険中京病院）戸谷有二（西尾市民病院）野木森剛（厚生連昭和病院）鱈部春松（知多市民病院）山本昌弘（厚生連更生病院）板津武晴（名古屋第二赤十字病院）長谷川晴彦（名古屋第一赤十字病院）大磯ユタカ（名古屋大学医学部第一内科）

【研究目的】

2型糖尿病は運動習慣にその一因がある生活習慣病のひとつとして位置づけられている。糖尿病の一次予防、二次予防として運動習慣を是正するように介入することが大切である。運動療法指導にあたっては、患者の身体活動量を可及的に正確に測定し、介入により適正に運動療法が実施されるようになったかを客観的に評価することが肝

要である。

従来、身体活動量の評価は、生活時間調査から推計したり、歩数計やカロリーカウンターを用いて1日の歩数や運動消費量を測定することにより行われてきた。しかし、生活時間調査法は患者の自己申告によるため正確に定量することが難しく、また、歩数計や従来のカロリーカウンターでは1日の歩数・運動消費量についてはある程度客観的な情報を得ることができたが、どの時間帯に、どれだけの運動強度で、何分運動したかについての定性的・定量的な評価が困難であった。

われわれは、約1ヵ月間にわたり歩数・運動消費量・運動強度等を記録する多メモリ加速度計測装置付歩数計（以下ライフコーダー（LC）スズケン社製）を糖尿病患者に使用して身体活動量を測定したところ、LCにて測定した運動強度と24時間心拍計

で測定した心拍数との間に良好な相関がみられ、運動時間、強度についての情報を得ることができることを報告した。

今回は、各運動強度の時間を積算して日常生活の活動レベルの指標とする方法を考案し、多数の糖尿病患者の運動療法実施状況を客観的に比較し得るかを検討した。また、性・年齢・職業・体型・介入法等の要因により糖尿病患者の身体活動量にどのような相違がみられるかについて検討を加えた。

【対象と方法】

糖尿病性細小血管症、脳血管障害、虚血性心疾患や整形外科的疾患を伴わない外来通院中の糖尿病患者 143 名(男性 73 名、女性 70 名、平均年齢 53.8 ± 15.1 歳)を対象とした。このうち、教育入院または糖尿病教室にて運動の実技指導(講義のみではない)を受けたものが 86 名、外来通院のみで特に実際の指導を受けていないもの 57 名であった。

歩数計である LC を腰部に装着してもらい、約 1 ヶ月後にこれを回収、データを分析し、性・年齢・体型・職業・介入法・治療法別に歩数・運動消費量・歩行時間等の身体活動量を比較した。

【結果】

1. 患者全体の身体活動量

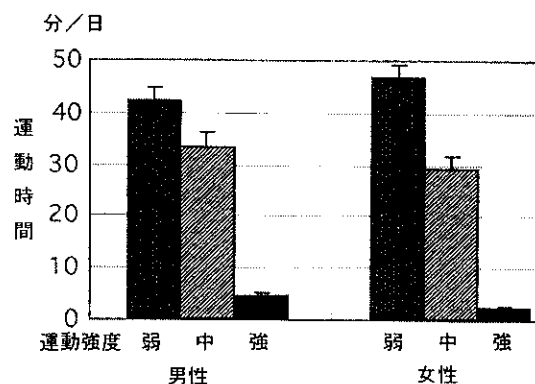
患者全体では、平均歩数は 8929 ± 364 歩/日、最大日 14118 ± 450 歩/日、最小日 3792 ± 310 歩/日であった。運動消費量は平均 255.9 ± 12.5 kcal/日、平均運動時間は 88.0 ± 3.4 分/日であった。

2. 性・年齢と身体活動量

男女を比較すると、平均・最大・最小の歩数・歩行時間には有意差を認めなかった。体重の差を反映して退勤消費量、総エネルギー消費量は男性の方が有意に大きかったが、運動消費量を体重で除した数値も男性の方がやや高い数値を示した(男性 4.74 ± 0.33 kcal/kg、女性 4.14 ± 0.27 kcal/

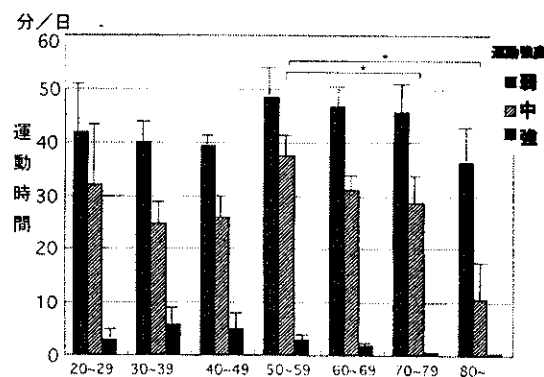
kg)運動強度を 3 段階に分けて比較すると、女性は低強度の運動時間が長く、男性は速歩～ジョギング程度の中・高強度の運動時間が長い傾向がみられた(図 1)。

図 1 性別・運動強度別の運動時間



年代別に比較すると、歩数・歩行時間は、20～40 歳代と比べて 50 歳代以上の方が多く、80 歳代でも合併症を伴っていないものは平均 7916 ± 1087 歩/日、 76.2 ± 9.9 分/日の運動が記録された。運動強度については、30・40 歳代にはジョギング程度に相当するの強度の運動が記録されているが、50 歳代以上では年齢とともに高強度の運動が減少した。50・60 歳代では速歩程度に相当するの運動時間が平均でも 30 分以上記録された(図 2)。

図 2 年齢別・運動強度別の運動時間



3. 体型と身体活動量

日本肥満学会基準に基づき、BMI によりやせ群(23 名)・普通群(60 名)・過体重群(32 名)・肥満群(28 名)の 4 群間で身体活動量を比較した。平均歩数は肥満群 7173

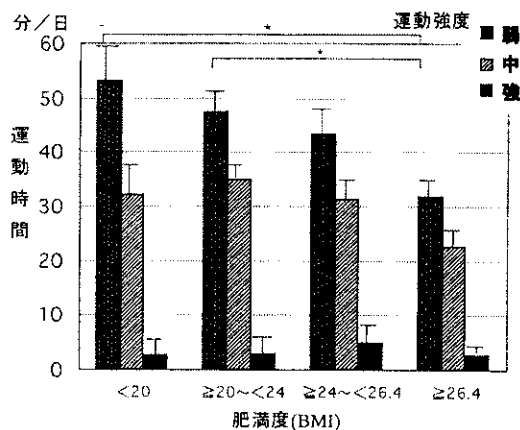
土 596 歩/日で、普通群 9682 ± 577 歩/日、過体重群 8733 ± 752 歩/日より少なく、また最大日・最小日とも肥満群は他の群よりも少ない傾向がみられた。

運動消費量は 4 秒ごとの運動強度から算出した運動係数に体重を乗じたものを 24 時間積算して求められているため、肥満度の高い群の方がやせ群よりも大きい結果となった (図 3)。

歩行時間は肥満群ではやせ群・普通群・過体重群より有意に短く、最大日・最小日とも 4 群で最も運動時間が短かった。

運動強度別にみると、普通歩行レベルはやせ群で最も長く、肥満度が高まるにつれて有意に減少した。

図 3 肥満度別・運動強度別の運動時間



4. 職業と身体活動量

男性ではタクシー等の運転手の平均歩数は 3150 ± 808 歩、平均歩行時間は 32.5 ± 7.5 分で、事務職 (9989 ± 1080 歩)、営業職 (7083 ± 750 歩)、農・漁業従事者 (7279 ± 2314 歩) よりも少なかった。運動強度のトレンドグラムから判定すると、事務職では通勤時に 30 分間程度運動しているものが多いことが示された。女性では、有職主婦の平均歩数 10551 ± 1824 歩、平均歩行時間 111 ± 16 分で専業主婦 (8512 ± 2660 歩 77 ± 22 分) より約 25% 運動量が多かった。

5. 介入法と身体活動量

「教育入院」または、「糖尿病教室」で運動の実技指導を受けたことがあるもの (教育群・86 名) は、「外来通院のみ」のもの (通院のみ群・57 名) と比較して、歩数 (9729 ± 483 歩 vs 7705 ± 523 歩) ・運動消費量 (288.2 ± 17.3kcal/日 vs 207.6 ± 15.8kcal/日) ・運動時間 (94.7 ± 4.5 分/日 vs 77.5 ± 5.1 分/日) のいずれも有意に大きかった。運動強度では普通歩行程度で、運動時間は約 45 分程度と両群に差を認めなかったが、「速歩」以上の運動は教育群が 40.6 ± 2.8 分/日に対して、通院のみ群では 25.8 ± 2.7 分/日と有意に少なかった。

6. 糖尿病の治療法と身体活動量

食事・運動療法のみ群 (46 名) の平均歩数は 10849 ± 672 歩、運動消費量は 362.4 ± 24.3kcal/日、運動時間は 105.7 ± 6.5 分/日で、経口血糖降下剤使用群 76 名 (歩数: 7681 ± 538 歩、運動消費量: 204.0 ± 15.4kcal/日、運動時間: 77.5 ± 4.9 分/日)、インスリン使用群 21 名 (歩数: 9238 ± 635 歩、運動消費量: 210.4 ± 17.0kcal/日、運動時間: 87.2 ± 6.1 分/日) よりも有意に身体活動量が多かった。経口血糖降下剤等の内服治療中のものはインスリン治療中のものよりも運動量が少ない傾向がみられた。

【考察】

LC では運動消費量や歩数・2 分ごとの運動強度を 1 ヶ月分記憶しているために、腰部に装着するだけの簡便な方法で、運動の時間的経過を把握するのに有用であると考えられた。本機器にて作成した運動強度のトレンドグラムと心拍数の間には有意な相関が得られており、ある程度客観的に運動強度を知ることができると考えられる。今回は合併症を有しない糖尿病患者の身体活動量を LC にて測定、性・年齢・職業・体型・介入法・治療法によって差がみられ

るかを検討した。その結果、国民栄養調査により報告されている一般住民よりも糖尿病患者の身体活動量が多いことが判明した。

厚生省の平成 7 年国民栄養調査では、1 日の平均歩数は男性で 7933 歩、女性で 6909 歩で、いずれも 60 歳代以上で減少傾向がみられると報告されているが、男女とも今回の調査の糖尿病患者の歩数の方が多く、糖尿病患者の運動への動機付けの強さが示唆された。

また、年代別にみると、50 歳代以降糖尿病患者ではむしろ歩数が増加していることが示された。30 歳・40 歳代では比較的高強度の運動を短時間に行う傾向があり、「仕事が忙しくて運動する時間がとれない」ことを反映しているのかもしれない。50 歳代以上になると時間的なゆとりが増えるとともに、健康に対する関心の高まりのため、運動時間が増加し、比較的低強度の運動を長く実施していることが推察される。

調査方法としても国民栄養調査は 3 日間歩数計を装着するのみであるのに対し、1 ヶ月にわたる記録から分析できるため、より日常の生活習慣を反映しているものと考えられた。

教育入院や糖尿病教室の中で運動実技指導を受けたものでは運動実施度が高く、特に速歩以上の意識的な運動が増加していることが観察され、介入による生活習慣改善の結果であろうと考えられた。糖尿病患者はそのコントロール状況のみならず、合併症の程度や治療方法等により多様であり、また運動療法をはじめとする生活習慣への介入を行う場合には、性・年齢・職業等の属性によって実施しやすさが左右されること、個々の症例に合わせた指導が大切なこと等を改めて考えさせられた。

【結論】

多メモリー加速度計測装置付歩数計(LC)を使用して、糖尿病患者の身体活動量を客観的に把握する試みを行った。性・年齢・職業・体型・介入法等多数の要因により身体活動量に相違がみられた。本装置は腰部に装着するだけで個々の患者の身体活動量やライフスタイルに関する情報を簡単に得ることができることから、運動療法指導上も有用な方法と考えられた。

本報告書の詳細は

糖尿病 42(4):289-297,1999 に掲載した。

【文献】

- 1) 津下一代、太田壽城(1997)：運動習慣と糖尿病 Diabetes Frontier 8:450-454
糖尿病の診断と治療、河盛隆造、柏木原典、門脇孝編、メジカルピュー社、東京、p123-129
- 2) 津下一代、川村孝(1995)：栄養状態の判定と身体状況調査 公衆栄養学、田中平三編、南江堂、東京 p230-235
- 3) 新実光朗、長谷川真美(1992)：運動療法の指標と効果判定 カロリーカウンターを中心として、SUZUKEN MEDICAL 64：72-79
- 4) 横地正裕、新実光朗(1995)：糖尿病患者の歩行時にカロリーカウンターによって測定されたエネルギー量の妥当性 理学療法学 .22：178-180
- 1) 野村幸史、斉藤茂、池田義雄(1986)：Kenz カロリー・カウンターの使用経験 糖尿病治療研究会報 7：49-52
- 2) 新実光朗、武内賜子、中村玲子、大井浄、加藤泰久、横地正裕、津下一代(1998)：多メモリー加速度計測装置付歩数計(生活習慣計)による身体活動の評価 プラクティス 15：458-464

糖尿病予防のための運動教育の介入による運動継続効果に関する研究

— 糖尿病発症初期患者に対する多メモリー加速度計測装置付歩数計を

用いた運動教育介入の効果（第2報）

分担研究者 津下 一代 愛知県総合保健センター 臨床検査部長

研究要旨

糖尿病とその合併症の患者数の増加・医療費の増大を抑制するためには、食習慣・運動習慣をはじめとする生活習慣を改善させることが大切である。運動療法については短期的効果についての報告は多いが、長期にわたって継続的に管理する方法とその効果についての検討はいまだ不十分な現状である。外来で管理中の多数の糖尿病患者に応用できる安価で簡便な方法が必要であると考えられる。

本研究では、糖尿病とはじめて診断された者について、新しい運動教育ツール（多メモリー加速度計測装置付歩数計（LC））を用いて運動教育介入し、その効果を評価する prospective case control study を継続中である。LCにより運動習慣の質の変化、継続状況をとらえ、検査成績の変化等を指標にして、運動教育介入の効果を LC 非使用運動指導群（コントロール群）と比較した。LC 群はコントロール群より運動実施状況は良好で、血糖コントロール指標・体力検査値の有意な改善を認めた。1日の総歩数だけでなく、運動頻度、継続時間、運動強度など、運動の質・量ともに評価しながら指導を繰り返すことにより、効果的な運動療法を生活の中にとりこむことができたものと考えられる。長期にわたって追跡し、運動習慣の変容が定着状況について検討する。

共同研究者

桑山 幸久 愛知県健康づくり振興事業団
櫻井 元晴 愛知県総合保健センター

A. 研究目的

糖尿病とその合併症の患者数の増加・医療費の増大を抑制するためには、食習慣・運動習慣をはじめとする生活習慣を改善させることが大切である。運動療法については短期的効果についての報告は多く、有用

性が指摘されているが、実際に長期に運動療法の質・量を評価して指導を継続させることは難しい。

これまでの報告では余暇時間等の活動を自己申告する方法（身体活動度調査）や歩数が用いられてきたが、前者では客観性に欠き定量性が乏しいという欠点があり、後者では運動の継続時間や強度などの質的な情報がえられにくいという欠点があり、いずれも十分な情報とはいえなかった。

これまで、われわれは、簡便で効果的な運動教育ツールの開発とその応用について研究してきた。分担研究者は都市部デスクワーク者を対象として、prospective case control study を計画し、長期にわたる運動教育介入の効果について調査中である。運動習慣の質の変化、継続状況をとらえ、検査成績の変化等を指標にして、耐糖能障害、糖尿病と診断された者に対する運動教育介入の効果を検討することを目的とした。

B. 研究方法

図 1 のようなプロトコールを作成し、具体的な運動療法指導が血糖コントロール等に及ぼす効果について検討している。

総合健診において空腹時血糖が今回はじめて 140mg/dl 以上となった者、または 110~139mg/dl でその後の 75g 糖負荷試験にて糖尿病型が確認された者を対象とし、昨年度より登録を開始した。対象は公務員・会社員などの常勤デスクワーク者で、糖尿病性細小血管症や循環器疾患などの合併症を保有せず、何ら内服治療をうけていないものを選択した。

研究の主旨を説明し、インフォームドコンセントをえて以下の研究を行なっている。研究の過程で血糖コントロールが著しく悪化した場合、何らかの合併症が出現した場合には介入を中止し、薬物療法に切り替えることとした。

対象者全員について、体力検査を実施した。自転車エルゴメターを用い、症候限界性の運動負荷試験（3秒毎に1ワットずつ漸増する Ramp 負荷）を実施し、心電図に虚血性変化のないこと、降圧剤等の治療が不要であること、運動療法の適応であることを確認した。呼気ガス分析により最大酸素摂取量(予測最大心拍数の85%までの亜最大負荷)、Wasserman らの基準に基づき無酸素性作業閾値 (AT) を測定した。その他、握力 (筋力)、上体起こし (筋持久力)、長座位体前屈 (柔軟性)、全身反応時間 (敏捷性)、閉眼片足立ち (平衡性) を測定した。また、身長・体重から BMI を算出、体脂肪率は肩

甲骨下部と上腕背部の皮脂厚合計より Nagamine らの式にて推定、さらにウエスト・ヒップ比 (W/H 比) を測定した。

生活習慣改善への動機づけを目的に、2回の糖尿病教室を開講、対象者全員が参加した。『糖尿病の病態と生活習慣について』、『糖尿病のための食事療法 (食品交換表の使い方)』などの講義、運動実技 (正しいウォーキングの方法、補強運動、ストレッチング)、ディスクッションを行なった。

対象を無作為に 2 群にわけ、1 群では、多メモリー加速度計測装置付歩数計 (ライフコーダ、スズケン医療器社製、以下 LC) を装着させ、1ヶ月ごとにパソコンにそのデータを赤外線通信して解析し、運動消費量・運動強度・運動継続時間のグラフを提示しながら運動状況について解説した (LC 群)。その資料をもとに、日常生活における運動のしかたについて具体的に指導した。ただし、来所指導は、1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月後のみとし、その他は郵送で結果を知らせた。

コントロール群では、LC を使用せず、歩数計を使用した。この歩数計は歩数のみを表示するものだが、パソコンで解析することにより、1ヶ月の平均歩数を研究者は知ることができるが、本人にはこれを通知していない。LC 群 34 名 (男 31 名、女 3 名、平均年齢 49.6 ± 7.8 歳)、コントロール群 35 名 (男 32 名、女 3 名、 50.0 ± 7.2 歳) を登録し、運動実施状況、検査成績を比較した。

表 1. 対象のプロフィール

	L C 群	コントロール群
患者数	34	35
M / F	31/3	32/3
年 齢	49.6 ± 7.8	50.0 ± 7.2
F P G (mg/dl)	147.9 ± 31.3	141.3 ± 21.0
H b A 1 c (%)	6.67 ± 1.03	6.67 ± 0.88
B M I	25.6 ± 3.2	25.1 ± 3.2

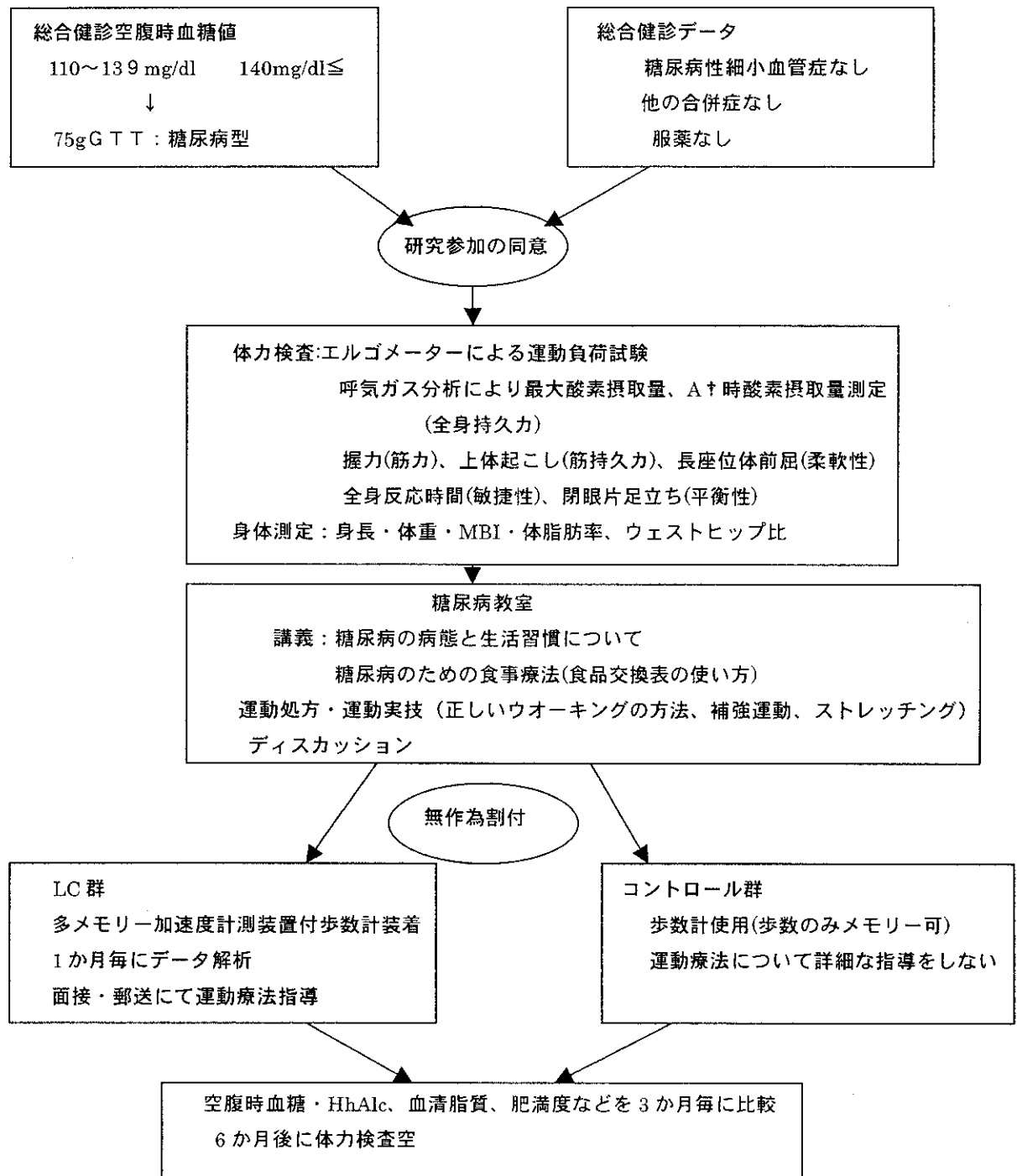
(M ± S D)

表1に示したように、性、年齢、血糖コントロール状況、肥満度について、両群間で有意な差はみられなかった。

数値は平均±標準偏差で示した。また、

統計学的有意差検定は、*t*検定および平均の多重比較を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありと判定した。

研究のプロトコール



C. 研究結果

1. 両群の平均歩数の経過 (図2)

指導後1か月間は両群とも平均歩数が1万歩をこえ、十分な身体活動量が確保されていると考えられた。両群に対して糖尿病教室を開講し、運動療法の重要性について講義し、実技を行なうことで動機づけがなされたものと推察される。しかし、コントロール群では3か月後頃より徐々に歩数が減少し、5・6か月には6000歩程度となった。LC群でも4か月ごろやや減少する傾向がみられたが、LCデータを示して指導することにより、5か月以後やや増加の傾向がみられた。

2. LC群での運動療法の状況 (図3)

LC群での運動消費量の経過を図3に示した。介入後は400kcal/日程度の運動消費量が確保されている。介入前の運動消費量は 223 ± 120 kcal/日であったので、身体活動量は約1.8倍に増加していることになる。

3. 運動強度別の運動時間の状況 (図4)

LCは上下振動による加速度を計測し、その振幅と頻度から「0」～「9」までの10段階の運動強度として記憶されている。「0」は無運動を、「1」～「3」は歩行、「4」～「6」は速歩、「7」～「9」はジョギング以上の強度に相当することは昨年までの検討で確認されている。

LC群での6か月間の経過をみると、介入前と比較して「4」以上、すなわち速歩以上の運動が増えていることがわかる。指導の中では無酸素性作業閾値(AT)に相当する速歩を勧めているが、運動療法開始後、「7」以上のやや強すぎる運動を行なっている人もあることが判明し、強度を下げるよう注意を喚起している。また、介入後に「3」以下の低強度の運動もやや増加しており、日常的な身体活動も活発になっていることが示唆される。運動強度のトレンドグラフでそれを確認することができる。

(第1報参照)

4. 意識的・継続的な歩行運動の実施状況 (図5)

運動強度のトレンドグラフより、15分以上の継続した歩行運動が記録されている日を抽出すると、介入前は計測日のうち約30%程度であったのが、介入後は70%以上と増加している。図5は10か月間経過したLC群の運動実施状況である。ほぼ安定して運動療法が継続している者、不安定で増減を繰り返している者など個人差がみられる。通勤時に歩行運動をとりいれているものでは安定した運動量が確保されているが、車通勤のものや仕事の忙しさが周期的に変動する職場に在るものでは毎日の運動ができにくいという状況であった。また、もともと運動習慣がまったくないものではとくに変動が激しく、指導後には増加するが、すぐ減少してしまう症例もみられた。しかし、最低限の目標としている週3回の15分程度の歩行運動については実施されているようである。

5. 検査データの変化 (表2. 3. 4, 図6. 7)

肥満度の指標をみると、両群ともBMI、体脂肪率の有意な減少を認めた(表2)。初めて糖尿病と診断されたことが動機づけとなり、食事・運動療法を実施したためと考えられる。しかし、ウエスト・ヒップ比はとくにLC群で減少しており、内臓脂肪量が減少していることを示唆する。

空腹時血糖、HbA1cはともに有意な改善がみられている(表3)。コントロール群では3か月後に比較して6か月後がやや高くなる傾向がみられたが、LC群では6か月後は3か月後よりさらに改善している。6か月後の糖負荷試験の結果では各時間とも有意な血糖値の低下を認めた(図6)。介入前は全員「糖尿病型」であったが、6か月後には44%が2時間値 200 mg/dl未満の「境界型」へと改善がみられている。介入前より悪化したものは1

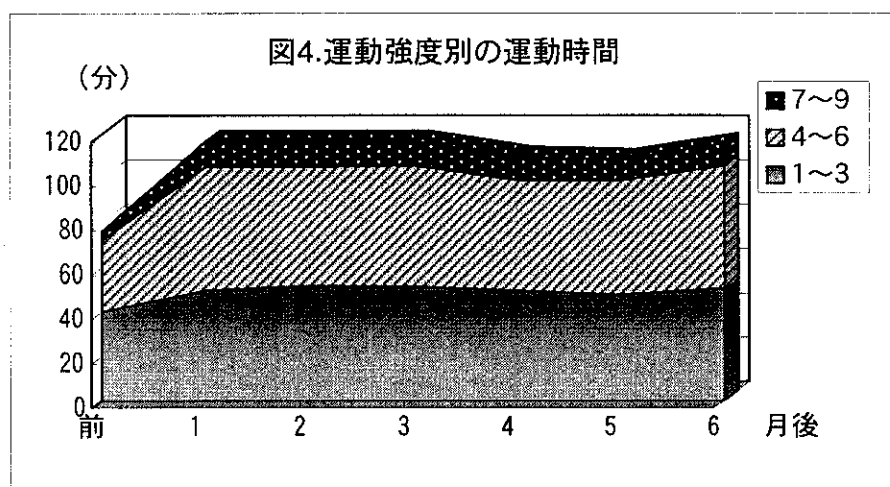
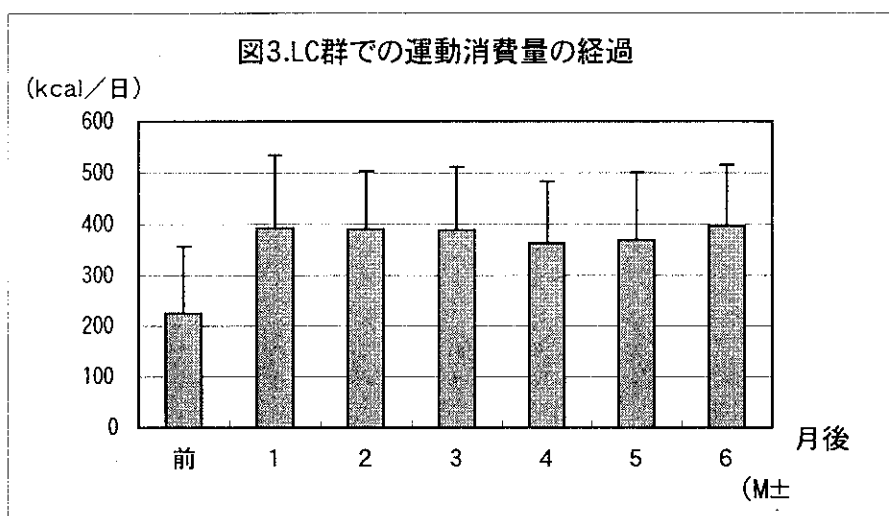
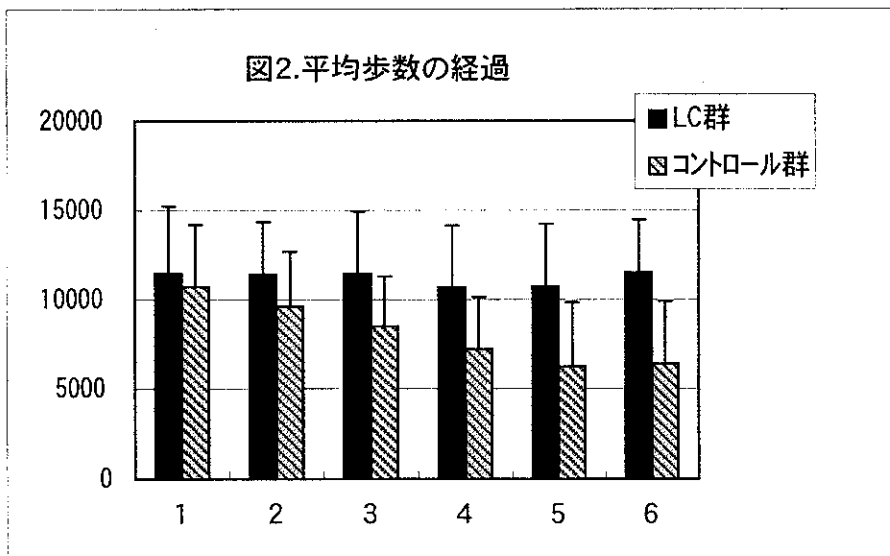


図6.意識的な歩行運動の実施状況

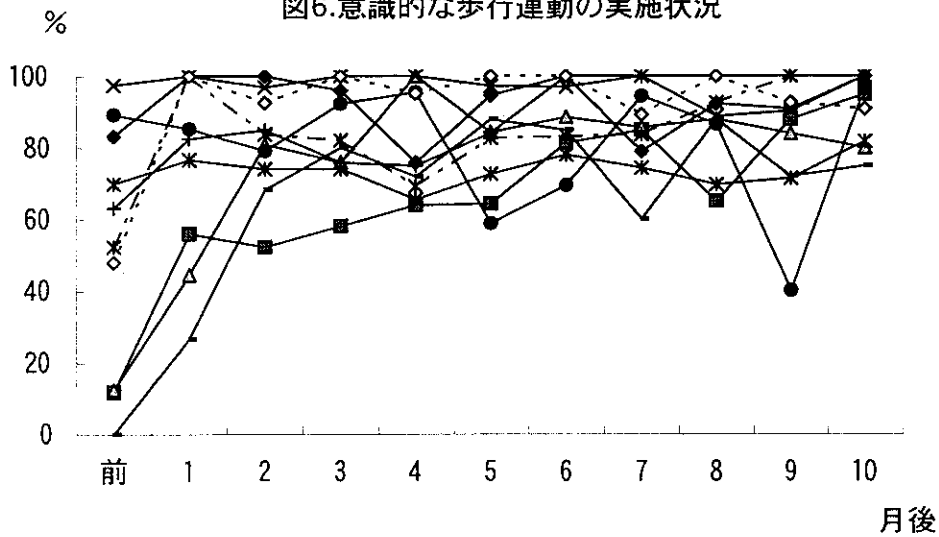


表2. 体格の変化

	LC群		コントロール群	
	0M	6M	0M	6M
BMI	25.6±3.2	23.7±3.1**	25.1±3.2	23.5±3.4**
体脂肪率	21.9±7.0	17.8±6.5**	20.0±5.5	18.5±6.1*
W/H	0.95±0.04	0.89±0.04*	0.91±0.03	0.90±0.04

(M±SD、** P<0.01、*P<0.05)

表3. 検査データの推移

	LC群			コントロール群		
	0M	3M	6M	0M	3M	6M
FPG	148±31	122±20**	120±24**	141±21	127±27*	134±36
HbA1c	6.67±1.03	6.01±0.78*	5.92±0.85**	6.67±0.88	6.36±0.84	6.28±1.02*
cholesterol	223±43	201±37	199±33*	217±37	205±38	209±34
HDL chol	53.9±10.6	53.1±11.5	52.0±10.2	50.8±12.6	51.5±12.5	53.7±14.1
triglyceride	189±82	100±47*	128±65*	168±60	120±61	150±88

(M±SD、** P<0.01、*P<0.05)

表4. 体力検査データの変化

	LC群		コントロール群	
	0M	6M	0M	6M
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	25.5±5.7	28.2±6.6*	26.4±6.3	27.0±5.4
AT時酸素摂取量 (ml/kg/min)	13.6±2.5	14.6±2.4*	14.5±2.4	14.7±3.0
握力(kg)	40.6±9.7	41.0±7.0	41.5±6.2	41.7±7.0
上体おこし(回)	15.7±10.8	21.0±9.1	18.3±8.6	19.5±8.3
長座位前屈(cm)	1.9±7.2	5.6±7.2	3.5±9.7	4.2±9.4
全身反応時間(m秒)	387±45	390±59	381±55	373±57
閉眼片足立ち(秒)	31.4±31.6	36.7±35.5	31.1±35.1	37.2±36.2

(M±SD、* P<0.05)

図7.糖負荷試験時の血糖値の変化

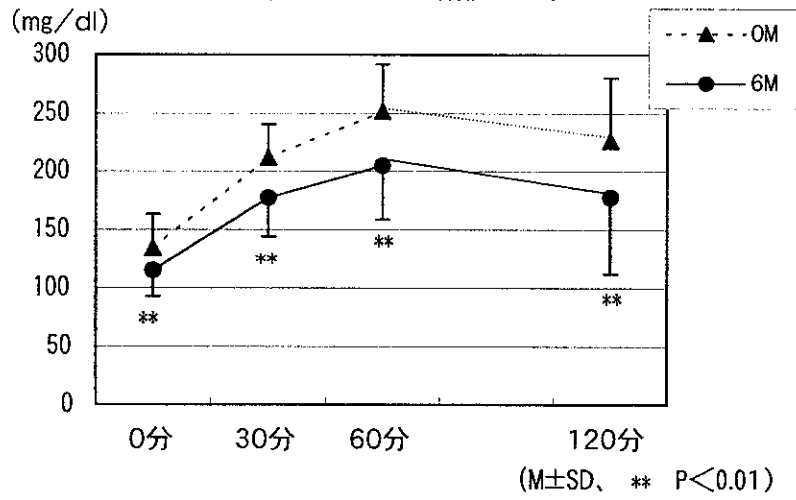
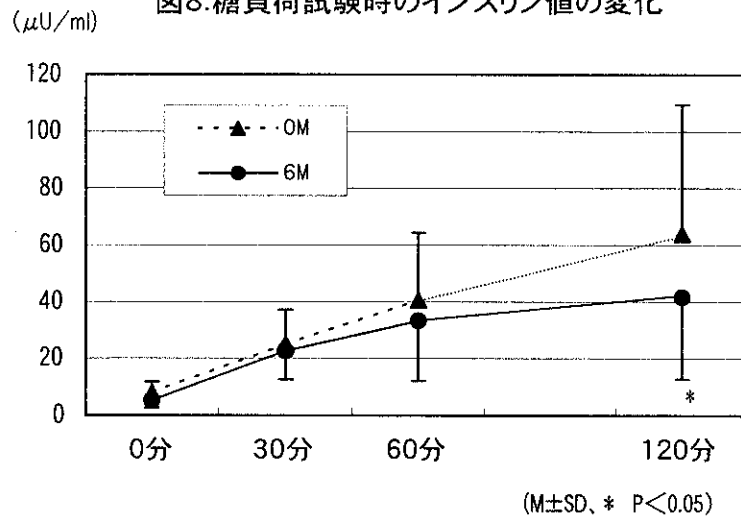


図8.糖負荷試験時のインスリン値の変化



例もなかった。糖負荷試験時のインスリン反応は2時間値で有意に低下しており、インスリン抵抗性が改善したものと推察される(図7)。

血清脂質についても総コレステロール、トリグリセライドが低下するなど良好な結果が得られている。

なお、経過中血糖コントロールの悪化や合併症の出現によって中止した症例は今のところない。

D. 考察

本研究では、糖尿病と初めて診断された、都市部デスクワーク者を対象に運動療法指導をし、その後の経過観察の方法を2群に分け、その有用性を検討したものである。

LC群では、多メモリー加速度計測装置付歩数計(LC)を使用し、1日の総歩数だけでなく、運動頻度、継続時間、運動強度など、運動の質・量ともに評価しながら指導を繰り返した。来所指導は初回、1か月後、3か月後、6か月後のみでコントロール群と同じであり、2・4・5か月後はコメントを記入した運動記録表を郵送したのみであるが、運動継続は良好であり、著明な血糖コントロール改善効果が観察された。

LC解析結果では、運動療法指導後、「速歩」レベル以上の運動強度の時間が増加していること、15分以上継続した運動の実施率が高いことが評価できると思われるが、これは、トレンドグラムをみながら「○日の運動が理想的な状態である。」などのコメントを加え、本人の意欲を引き出すことが重要だったと考えられる。ほぼ安定して運動療法が継続している者、不安定で増減を繰り返している者など個人差が大きいことが判明したため、各個人に合った具体的な方法を対象自身と一緒に考えることができる点でトレンドグラムの情報は役立った。

コントロール群では3か月後頃より徐々に歩数が減少し、5・6か月には6000歩程度となった。歩数の情報しかなく、具

体的な運動を指導しにくいことが身体活動量減少の一因と考えられる。

3か月後の検査では両群とも有意な血糖の低下がみられた。LC群ではインスリン抵抗性が改善し、介入前には全員が「糖尿病型」であったのが、6か月後には44%が「境界型」へと改善がみられた。HbA1c値も、LC群では6か月後に引き続き改善傾向を認めたのに対し、コントロール群では横ばいの状態であった。栄養指導は両群とも同様に行っているため、身体活動量の差が影響した可能性が否定できない。

また、糖尿病教室の中で、自己管理手帳に歩数と「意識的に運動した時間」を記載することを推奨したが、実施率は3か月後に55%、6ヶ月後には28%となり、自分で記録をつけることの困難さが伺える。

LCでは腰部に装着するだけの簡便な方法で、毎日の運動状況の詳細を知るだけでなく、運動強度の日内変動のグラフから患者の勤務時間、睡眠時間、通勤方法などの生活パターンを読みとることができ、運動療法以外の生活指導の上でも有用であった。患者とのコミュニケーションの材料としてまた運動療法動機づけの材料として活用していきたい。

今後は運動療法が習慣化したと考えられる対象者でLCを中止し、いったん定着した習慣が維持できうるのかについても検討を加えたい。

E. 結論

多メモリー加速度計測装置付歩数計を運動指導に活用することにより、個人の運動の時間帯、継続時間、運動強度までも評価できるようになり、より細かな運動指導が可能になった。また、患者の運動療法継続への動機付けとしても有用であると考えられた。LCで得られた情報を診療や生活指導の上で活用し、本人の意欲を引き出すことが大切であると考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

1) 津下一代、新実光朗、他：多メモリー加速度計測装置付歩数計を用いた糖尿病患者の身体活動量評価. 糖尿病 42 (4): 289~297、1999

2) 桑山幸久、津下一代、他：運動習慣獲得と糖・脂質代謝および体力指標の変化. 日本総合健診医学会誌 26: 18~24、1999

2. 学会発表

1) 桑山幸久、津下一代、他：ライフコーダを活用した糖尿病運動指導～非監視下での個別的・継続的な運動指導の確立. 日

本総合健診医学会 第 27 回大会 平成 11 年 1 月 30 日

2) 津下一代、新実光朗、他：非監視下での個別的・継続的な糖尿病運動療法指導～ライフコーダを活用した運動指導. 第 42 回日本糖尿病学会年次学術集会 平成 11 年 5 月 15 日

3) 桑山幸久、津下一代：ライフコーダを活用した糖尿病運動指導. 日本臨床スポーツ医学会 平成 11 年 11 月 6 日