

平成10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

- 生活習慣病の運動習慣改善に用いる多メモリー加速度計測装置付歩数計の  
機能限界・使用限界の評価 ----- 7  
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装置付歩数計を用いた  
運動教育介入の効果 ----- 13  
津下一代（愛知県総合保健センター）

- 糖尿病患者の教育入院前後における日常生活での運動療法実践変遷  
多メモリー加速度計測装置付歩数計の有用性に関する検討 ----- 19  
横地正裕（国立名古屋病院リハビリ科）

# 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】 糖尿病発症予防とその合併症の進展予防を目指して、糖尿病運動療法の運動実践の評価方法を確立し、運動教育と運動を継続維持のすることにより、生活習慣の改善や糖尿病に与える影響および運動療法の実際・指導のあり方を追求することを目的とする。

長期間にわたって簡単に運動量・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）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、縦断的に観察することが進行中である。

歩数計による運動習慣把握の定量性について検討した結果、運動療法として日常的に行われる平地歩行に限れば、かなり精度良く、運動の量ばかりでなく運動の質についても簡便に記録できることが確認された。

健診センターの外来において1～6ヶ月に渡って、歩数計の記録に基づいて運動の良否を指導することにより、対照群に比して運動習慣の形成、糖代謝に与える効果に好影響がもたらされた。さらに長期の継続を行っている。また、糖尿病教育入院患者の運動教育で、この歩数計を用いて入院前後の短期的な運動習慣を検討すると、運動教育が運動内容の向上および糖・脂質代謝の改善に対して有効であったことが判明した。

長期的な運動療法の継続が可能な介入方法を含めて、生活習慣病の予防および進展防止のためには、中高年者の運動の量および質の両面をどの程度にするのが、適当であるのかを明らかにし、生活習慣病に対費用効果がもっとも良い運動療法の価値をさらに高め、臨床応用を可能なものとしたい。

### 平成10年度の班員構成

#### 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】

現代の社会生活の中では身体活動の量が減少する生活様式となっており、生活習慣病である糖尿病が近年著しく増加している原因として、運動不足の影響は少なくない。糖尿病の運動療法は、日常生活上で種々の制限を受ける食事療法と比べて、積極的な方向にあるために、糖尿病患者には比較的には受け入れやすいので、よりよい運動習慣を形成することができれば、耐糖能異常などの代謝異常の改善に効果的である。

運動療法のみでインスリン抵抗性が改善されたために、血糖降下薬が不要となる糖尿病例も多く、対費用効果が著しく高い療法であるが、現在のところは個々にその運動処方をするための定まった方法もなく、中高年者に対する運動教育の実践的な手段も少ない。さらに、長期的な運動効果の評価方法は必ずしも確立していない。

糖尿病が今日のように国民的な疾病となると一般に普及しやすい手軽な方法で、糖尿病の発症予防・進展予防に有効なる運動の教育指導が実現されるべく、科学的に立証された方法を模索される必要がある。運動療法は糖尿病のみならず、併存し易い高血圧症、高脂血症、動脈硬化症にも有効なものであり、各々の疾患ごとにそれぞれに高価な薬剤を服用することを不要とすることが出来れば、適正で有効な運動療法は個人のQOLを高めるばかりでなく、まさに生活習慣病のそのものの効率のよい治療に繋がるものであることは、今更云うまでもない。

## 【研究方法】

長期間にわたって簡単に運動量・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）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。

歩数計による運動習慣把握の定量性について検討した結果、運動療法として、日常的に行われる平地歩行に限れば、かなり精度良く、運動の量ばかりでなく、運動の質についても簡便に記録できることが確証された。

### 1) 耐糖能障害者への運動教育介入

30-60歳の成人で健診時に空腹時血糖値およびHbA1cでスクリーニングの後、75gOGTTによる血糖値、血中インスリン値を測定し、耐糖能異常を示したものを2群に分け（A, B群：1群約30名）A群では多メモリー加速度装置付歩数計を装着し、1ヶ月ごとに運動量、運動強度、運動継続時間のグラフ表示記録を指導コメントとともに配布する。また、開始前および3-6ヶ月毎に、適正歩行運動について、1日の平均運動量が300kcal以上を目標として、記録の評価

とともに実地歩行運動指導を繰り返す。B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。ただし、6ヶ月毎に歩数計の装着状況についてのアンケート調査をする。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、尿酸値を追跡する。

## 2) 既糖尿病教育入院者に対する運動教育介入

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糖尿病患者を2群に分け(C, D群、1群:約30名)、A・B群と同様な運動実施状況調査と運動教育を行い、6ヶ月毎に同様な項目についての臨床検査を行う。ただし、C・D群ではトレッドミルを用いた運動能力検査と糖尿病性合併症の検査を付け加える。糖尿病教育入院患者で、この歩数計を用いて、入院前後の短期的な運動習慣を検討したが、運動教育により、運動の量ばかりでなく、運動の質の向上が見られ、また糖・脂質代謝に対して有効であることを確認したので、今年度はその教育効果が長期的に継続していくか、追加する教育介入の効果について、C・D群の対比の上で検討する変更点として、同一個人での運動教育の有無による意識変化を観るために、また同意を取り易くするために、B・D群の3年目は多メモリー加速度計測装置付歩数計の装着として、継続

とする。

## 【研究結果】

### 1) 多メモリー加速度装置付歩数計の運動量把握に対する精度の検討

この歩数計の計測に関わる基礎的なデータについても検討したところ、歩数計の上下振動回数が200/分以下、水平位から45度以内での装着では、良好に振動が計数され、再現性もかなりよかった。膝上部装着を除いては、装着場所による歩数・運動量の計数値に差は少なく、腰部ベルト上の装着は最も安定した再現性が得られた。平地歩行では、歩行速度に応じた運動強度を検出し、80歩/分から160歩/分では妥当な運動量の計測が可能であった。運動量を脈拍数で推定すると階段の登りで約50%以上の数え落しが、下降では約50%以内の数え過ぎがみられた。交通機関の乗車でも振動を捕捉したが、誤差内であった。

### 2) 耐糖能障害者への運動教育介入

健診センターの外来において1~6ヶ月に渡って、歩数計の記録に基づいて、運動の良否を指導することにより、対照群に比して定期通院率も高く、運動量も65%増加した。HbA1cの3ヶ月間での変化は介入群で6.7%→6.0%、対照群6.7%→6.4%であった。また、運動習慣の形成に与える効果にも好影響がもたらされた。さらに長期の継続を行っている。今までに300人規模の事業所2カ所と1健診センターでの登録指導、担当者の教育指導が終了し、一部は運動教育介入に入ったので、今年度はこれを継続追加を

して行く。

### 3) 既糖尿病教育入院者に対する運動教育介入

糖尿病教育入院患者の運動教育の中で、この歩数計を用いて行った入院前後の短期的な検討では、平地歩行の運動習慣は向上し、1日に運動量では2倍以上、速歩以上の運動強度での運動時間は5倍以上、10分間以上継続した運動持続延べ時間は3倍以上に改善した。運動教育により、運動の量ばかりでなく、運動の質の向上が見られ、また、糖・脂質代謝に対しても有効であったことが判明した。

#### 【考案】

糖尿病の運動療法の短期的な効果については内分泌代謝面での改善効果のみならず、循環・呼吸領域、神経筋方面に対する有効性が述べられている。長期にわたる身体活動の増加による糖尿病の発症・進展の予防効果については、経験的には知られているが、具体的な運動方法、運動強度、運動頻度などについて、どの程度がよいかを詳しく述べた成績は少ない。それには従来より、運動療法の長期的・持続的な実践の把握・評価が難しかったために置き去りにされていた感もある。とくに日常的な生活の中へ取り入れやすい運動を具体的に継続して行わせ、身体活動の運動量をモニターした長期的な記録に基づいて、それを医学的に正しく評価することが必要であるが、それが煩雑であるために、なかなか実証されなかったことなどにより、具体的な実践指導が困難であったことがあげられる。

運動が身体に与える影響について、我々は長年にわたって、検討を続けてきており、糖尿病患者での内分泌代謝動態に影響を与えない至適運動強度、運動時間のあり方についても一定の成績を得ている

'96より、糖尿病予防の啓蒙教育・治療教育の中で、連続した身体活動の運動強度、運動持続時間、運動頻度などの日常生活の中での実践状態の概要を知るためのツールを開発してきた。24時間に亘る2分毎の運動強度や運動持続時間の6週間のデータを蓄積できる多メモリー加速度計測装置付歩数計で、運動の実践記録の詳細を評価しながら、運動教育にも役立たせている。

今回の研究においては、新しく開発された長期間の平地歩行運動の量および質をモニターできる機器を用いて、実証的に運動を評価し、長期的な運動教育指導による介入の効果をみて、運動療法の身体的な有用性と運動教育による個人個人の行動変容を検証しようとするものである。

#### 【結論】

多メモリー加速度装置付歩数計を糖尿病患者の運動指導・教育に活用することにより、運動量の把握ばかりでなく、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、より詳細な運動指導が可能となった。また、運動継続への動機付けのツールとしても有用なものであると考えられた。

長期的な運動療法の継続が可能な介入方法を含めて、生活習慣病の予防および

進展防止のためには、中高年者の運動の量および質の両面をどの程度にするのが、適当であるのかを明らかにし、生活習慣病に対費用効果がもっとも良い運動療法の価値をさらに高め、臨床応用を可能なものとした。

## 【文献】

- 1) 新実光朗、武内陽子、中村玲子、大井 浄、加藤泰久、横地正裕、津下一代「多メモリ加速度計測装置付歩数計（生活習慣測定計）による身体活動の評価」プラクティス 15:433-438, 1998
- 2) 新実光朗、加藤泰久、大井 浄、中村玲子、武内陽子、津下一代、横井正史、岩塚徹、稲垣朱実、大磯ユタカ「日常生活の中での運動量・運動強度・運動継続時間を長期間モニターすることでの糖尿病運動療法実践に対する実態把握」日内会誌 87:suppl 236,1998
- 3) 新実光朗、武内陽子、中村玲子、大井 浄、加藤泰久「高齢者糖尿病患者の日常の平地歩行における運動習慣の内容」日本老年医学会誌 35:suppl 112,1998
- 4) 新実光朗、武内陽子、中村玲子、大井 浄、加藤泰久「高齢者糖尿病患者の運動療法の実態」日本老年医学会誌 35:324,1998
- 5) 新実光朗「国立病院・療養所におけるコンピュータネットワークを利用した運動教育による糖尿病予防の方法の検討運動教育による糖尿病予防の方法の検討——歩数計を応用した生活習慣測定計での運動指導——」平成9年度厚生省長期慢性疾患総合研究事業 糖尿病調査研究報告書 p77-80、1998 厚生省保健医療局
- 6) 新実光朗、横地正裕、津下一代「中高年者の運動療法に用いる歩数計の機能限界・使用限界の評価」体力医学 47:suppl 237, 1998
- 7) 新実光朗「運動教育による糖尿病予防の方法の検討——1ヶ月の身体活動の実態を知り、評価するためのツールの開発——」平成8年度厚生省長期慢性疾患総合研究事業 糖尿病調査研究報告書 p73-76、1997 厚生省保健医療局疾病対策課
- 8) 新実光朗、横地正裕、津下一代「中高年者の健康増進をめざす身体活動の長期管理のための「生活習慣測定計」を用いた評価法の検討」体力科学 46:702,1997

- 9) 新実光朗、武内陽子、中村玲子、大井 浄、加藤泰久、安井友紀子、島田章江、山家由子、長谷川真美、津下一代、戸谷有二

「糖尿病患者の運動療法の実施に伴う問題点の検討」

臨床内分泌と代謝 14:104-112, 1997

- 10) 津下一代、横地正裕、新実光朗「肥満患者の運動療法実施状況—多メモリ加速度計測装置付歩数計を用いての検討」

肥満研究 4:162-167,1998

- 11) 津下一代、岡本秀樹、谷能之、罇部春松、近藤国和、山本昌弘、野木森剛、戸谷有二、稲垣朱実、新実光朗「糖尿病患者の年代別・体型別の運動療法遵守状況」糖尿病 41:suppl 345,1998

- 12) 津下一代、米田正弘、野木森剛、小川克仁、罇部春松、尾形惟愛、新実光朗「高齢者糖尿病患者における運動療法の実施状況」糖尿病 40:435,1997

- 13) 横地正裕、新実光朗、加藤泰久、大井 浄、中村玲子、武内陽子、津下一代

「糖尿病教育入院・運動指導による実践度の変遷——生活習慣測定計を用いての運動日内変動のモニターの有用性」

第8回臨床運動療法研究会抄録集 1998

- 14) 横地正裕、新実光朗、古賀右介「国立病院療養所における理学療法士による糖尿病運動指導の実態」第53回国立病院療養所総合医学会抄録集 1998

## 分担研究報告書

### 生活習慣病の運動習慣改善に用いる

### 多メモリー加速度計測装置付歩数計の機能限界・使用限界の評価

研究者 国立名古屋病院内科 新実光朗

【研究要旨】6週間の長期間の運動療法の量的・質的な実施記録を簡便に取ることが可能である多メモリー加速度計測装置付歩数計の運動評価における機能限界・使用限界について検討し、適正な運動教育ツールとしての活用法の参考とするため、健康成人の歩行時に種々な部位に装着、種々な運動下での運動量・運動強度を計測した。

歩数計の上下振動回数が200/分以下、水平位から45度以内の装着では、良好に振動が計数され、再現性もかなりよかった。膝上部を除いては、装着場所による歩数・運動量の計数値に差は少なく、腰部ベルト上の装着は最も安定した再現性が得られた。平地歩行では、歩行速度に応じた運動強度を検出し、80歩/分から160歩/分では妥当な運動量の計測が可能であった。

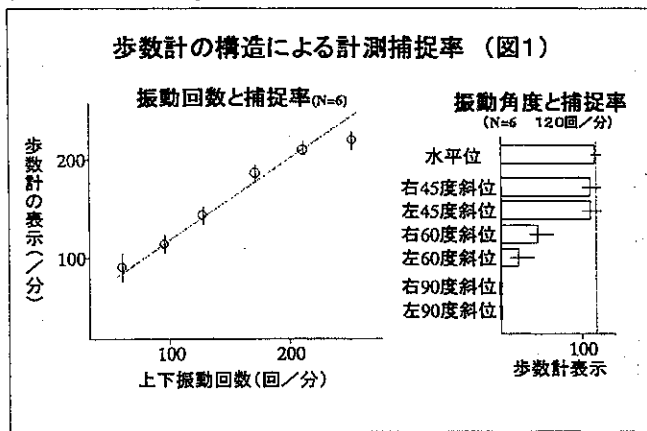
運動量を脈拍数で推定すると階段の登りで約50%以上の数え落しが、下降では約50%以内の数え過ぎがみられた。交通機関の乗車でも振動を捕捉したが、誤差範囲内であった。中高年者の運動療法で勧められる平地歩行に限れば、多メモリー加速度計測装置付歩数計は運動療法の評価・教育に有用であると考えられた。

【目的】多メモリー加速度計測装置付歩数計は6週間の長期間の平地歩行における運動療法の量的・質的な実施記録を簡便に取ることが可能なツールであるが、その運動評価における機能限界・使用限界について検討し、適正な運動療法の評価・教育ツールとしての活用を考える場合の参考とした。

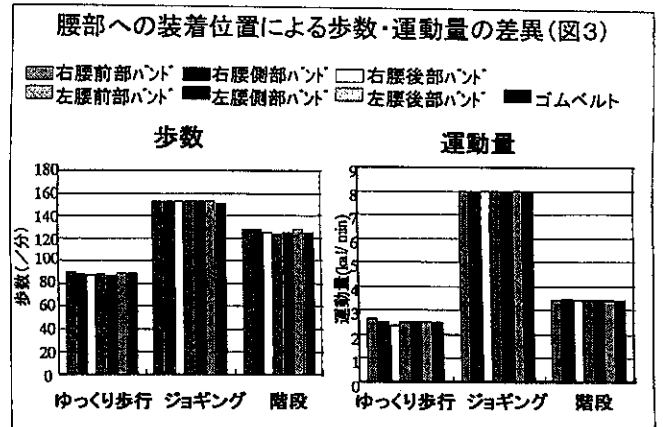
【方法】健康成人6名に多メモリー加速度計測装置付歩数計(ライフコーダ、スズケン医療器)を身体の種々な部位に装着、種々な運動下での運動量・運動強度を計測した。この歩数計の特徴は、①6週間の歩行数、運動量、運動継続時間を日毎のデータとして30200セルのメモリーに記憶でき、②上下振動による加速度



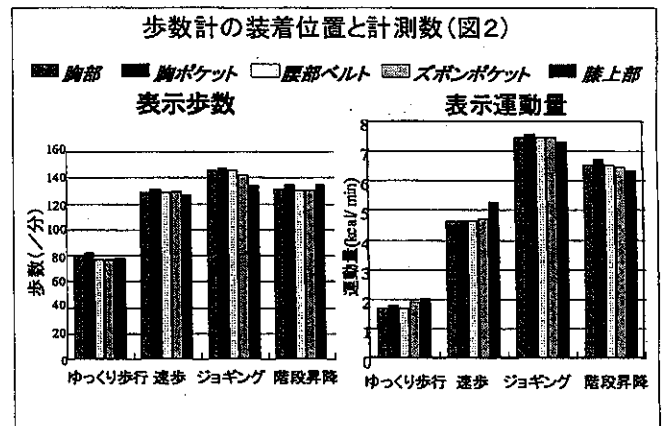
を計測して、2 分間毎の 8 段階の運動強度として、6 週間に渡り、24 時間のデータ蓄積が出来る。③記憶されたデータは内蔵する赤外線通信装置により、簡単にパソコンに移送ができ、記録を統計処理してパソコン画面へ表示が出来る。2 分間の運動強度の最多値を 4 段階の身体活動レベル (0 : 無運動 (運動強度:0)、1 : 微小運動 (運動強度:1 に満たない信号入力のある場合)、2 : 軽度～普通歩行 (運動強度 1,2,3) 3 : 速歩 (運動強度:4~7)) に分けた。



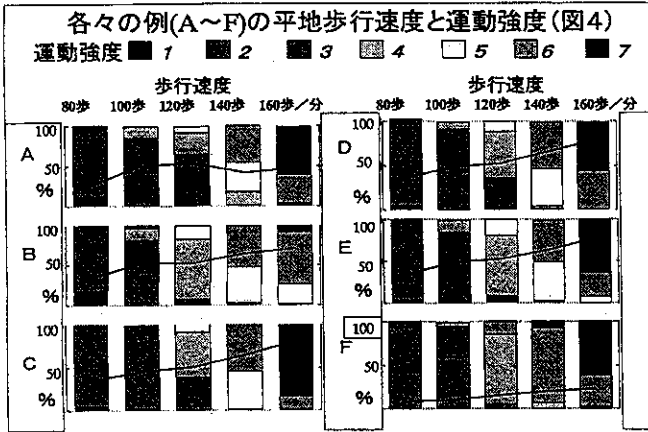
【結果】機械的な上下振動を与えて、振動回数と歩数計の表示とを比較すると、振動数 80 回/分～200 回/分未満までは両者の一致が見られたが、200/分以上では振動回数に対して、歩数計の計測捕捉が追従できずに数え落としがみられた (図 1)。  
歩数計の平常装着位置を水平位として、水平位より左右 45 度までは角度の影響を受けなかったが、それ以上では補足率の低下が見られた。



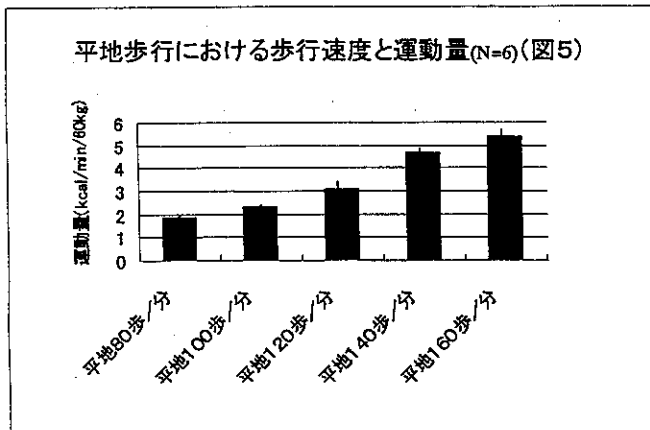
胸部固定、胸部ポケット、腰部ベルト、ズボンポケット、膝上部固定などの装着部位におけるゆっくり歩行、速歩、ジョギング、階段昇降による計測数の差を見ると、表示歩数、表示運動量ともに膝上の大腿部に着けたものを除いて、ほぼ同一な計測数を示した。(図 2)



腰部の革ベルトの前、横、後の装着や柔らかいゴムベルトへの装着の場合のゆっくり歩行、速歩、ジョギング、階段昇降による計測数は、ほぼ同じであり、腰部のどこへ装着しても変化はなかった (図 3)。



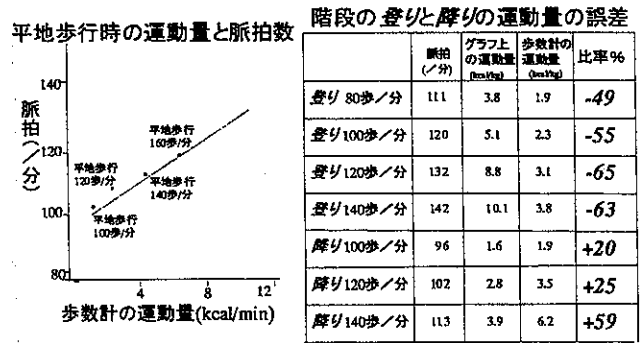
。6名の健康成人での80歩/分から160歩/分の歩行速度とこの歩数計の加速度計測で得られた運動強度とを比較してみると、歩行速度が80歩/分では1~2の運動強度であったが、160歩/分では6~7の運動強度が得られ、若干の個人差はあるものの歩行速度に応じた運動強度が示された。(図4)



80~160歩/分での平地歩行速度とこの歩数計で得られた運動量とは直線比例して、妥当な運動量の測定が可能であった。(図5)

各速度での6名の健康成人での平均脈拍数と、歩数計で得られた運動量とは直線関係が得られたが、この直線で階段の登りと下りの運動量を平地歩行として換

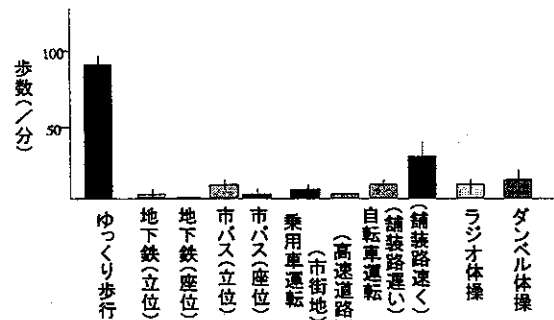
階段昇降による歩数計での実測値と推定運動量(図6)



あつ算すると80歩/分の階段登りの時には推定運動量の51%が表示され、階段登りの速度が早くなればなるほど数え落としは多くなった。逆に階段の下り100歩/分では歩数計表示は20%の数え過ぎが見られ、階段下降の140歩/分では49%の数え落としが見られた。(図6)

地下鉄、バス、乗用車など交通機関の乗車中にも振動を拾って歩数計の計数が行われたが、誤差範囲内のものであった。歩行運動を伴わないダンベル体操、ラジオ体操でも10分間で50歩以下であった。自転車の場合には道路状況により振動を拾ってしまう場合が見られた。(図7)

各種状態(10分間)での歩数計の捕捉量(N=4)(図7)



【考案】糖尿病、高血圧症、高脂血症などの最近、増加した疾患は生活習慣病という概念で括られ、致命的、あるいはQOLを著しく損なう脳卒中、心筋梗塞などの動脈硬化性疾患を惹起するものとして、疾病予防の面からも注目されている。かかる疾患において、生活習慣が引き起こす役割の中で、中でも運動不足が与える影響は大きく、運動習慣の形成が叫ばれているが、運動習慣が実践されているか否かを判断する客観的な方法はあまりなかった。運動の比較的長期に定量化できる方法として生活行動調査法や24時間の心拍計による方法などがあるがいずれも煩雑で、しかも数ヶ月に及ぶ長期の運動の定量化は出来なかった。一部に歩数計の利用が検討されたが、きわめて大雑把な方法としか考えられていて、あくまでも定性的なものであるが日常的に簡易で取り入れられやすいツールとしての価値はあった。しかし、技術革新により、加速度計測装置や多メモリーの記憶装置の導入により、運動の定量性についてもその価値は高まって来た。

原理的には身体に加わる上下振動を計測するものであるから、感度の設定によっては歩行しなくても乗り物の振動を加算することもあり、上下振動が少ないぞろぞろ歩きといった歩行では計測しない。適度な感度範囲を調節すれば、平地歩行においては歩行数や加速度より求める運動強度を的確にあらすことが出来た。装着の位置や方法についても日常的な平地歩行や軽いジョギングの範囲内では測定値に大きな差はなく、また、測定

値の再現性はよく、機器間の測定値のバラツキも少なかった。

問題点としては階段の昇下降や登山のように身体の上下振動の大きさが運動量とは必ずしも比例しない場合がある。今回の検討でも明らかなように階段上昇では運動量の過小評価が、階段の下降では振動衝撃の強さから運動量の過小評価がある。上れば、必ず下るのであるから相殺されるとも思われるが、それでは定量的とは言い難い。また、体重移動を伴わないレジスタンストレーニングの場合も運動量をあらわさない。しかし、特殊な病態を除いては、身体活動の多さは歩行数に比例することも多いとされている。他の運動定量的方法がきわめて煩雑なことや長期にわたる定量化が難しいことを考えるとこの多メモリー加速度計測装置付歩数計は中高年者の生活習慣病の是正のための長期にわたる運動療法を定量化するためには大いに活用されるべきと考えられる。

【結論】中高年者の運動療法で勧められている平地歩行に限れば、多メモリー加速度計測装置付歩数計は機器の信頼性も高く、使用法も簡便であり運動療法の評価・運動教育に有用であると考えられた。

## 【研究発表】

### 1. 論文発表

多メモリ加速度装置付歩数計（生活習慣測定計）による身体活動の評価  
新実光朗、武内陽子、中村玲子、大井浄、  
加藤泰久、横地正裕、津下一代  
PRACTICE 15:433-438、1998

「国立病院・療養所におけるコンピュータネットワークを利用した運動教育による糖尿病予防の方法の検討ー歩数計を応用した生活習慣測定計での運動指導ー」  
新実光朗

平成9年度厚生省長期慢性疾患総合研究  
糖尿病調査研究報告書 p77-80、1998  
厚生省保健医療局疾病対策課

### 2. 学会発表

新実光朗、新谷順子、中村玲子、武内陽子、  
大井 浄、加藤泰久、津下一代  
「糖尿病患者の運動療法(第25報)ー歩数計による運動評価の限界についてー」  
第57回日本糖尿病学会中部地方会 1998

新実光朗、加藤泰久、大井 浄、中村玲子、  
武内陽子、津下一代、横井正史、岩塚徹、  
稲垣朱実、大磯ユタカ  
「日常生活の中で運動量・運動強度・運動継続時間を長期間モニターすることでの糖尿病運動療法実践に対する実態把握」  
第95回内科学会総会 1998

大井浄、新実光朗、津下一代、加藤泰久、  
田中博志、山守育雄、長谷川晴彦、三浦義

孝、板津武晴、今村修治、大磯ユタカ  
「糖尿病性合併症を持つ患者の日常身体活動の実態と患者教育

ー生活習慣測定計を用いての検討ー」  
第41回日本糖尿病学会総会 1998

津下一代、岡本秀樹、谷能之、鰐部春松、  
近藤国和、山本昌弘、野木森剛、戸谷有二、  
稲垣朱実、新実光朗  
「糖尿病患者の年代別・体型別の運動療法遵守状況」  
第41回日本糖尿病学会総会 1998

新実光朗、中村玲子、武内陽子、大井浄、  
加藤泰久、津下一代  
「高齢者糖尿病患者の日常の平地歩行運動における運動習慣の内容の検討」  
第35回日本老年医学会総会 1998

新実光朗、横地正裕、津下一代  
「中高年者の運動療法に用いる歩数計の機能限界・使用限界の評価」  
第53回日本体力医学会総会 1998

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

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

増加しつづける糖尿病患者に歯止めをかけ、その合併症による医療費の増大を抑制するためには、食習慣・運動習慣に対して効果的に介入する一次予防・二次予防の充実が急務である。運動療法が糖尿病予防に有効であるとの報告は多いが、社会人を対象とする糖尿病予防・治療のための運動教育介入の方法についての研究や、その効果を客観化し継続につなげるための実際に即した研究はまだ緒についたばかりで、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。

本研究は、糖尿病とはじめて診断された者に対して、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 を計画した。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、来所状況、運動実施状況は良好で、血糖コントロールも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。今後、長期にわたって追跡し、運動習慣の変容が定着するかを検討する。

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

糖尿病患者およびその合併症患者数の増加による医療費の増加が社会問題となってきた。日本において糖尿病の90%以上を占める2型糖尿病（インスリン非依存型糖尿病）は、運動習慣を原因とする生活習慣病のひとつに位置づけられており、運動不足がその発症・増悪に関与していることについてはこれまでも多くの報告がある。糖尿病患者の増加をくいとめるためには、運動習慣に対して効果的に介入する一次

予防・二次予防の充実が急務であると考えられる。

しかし、社会人を対象にどのように運動教育介入すべきか、また運動教育の効果を客観化し、継続させるためにはどのような方法が最適かというような実際に即した研究は少ない。また、多数の糖尿病患者に応用するためには、安価で簡便な方法が望ましい。

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検討した。新しい運動教育ツールを用いて運

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。

## B. 研究方法

総合健診にて空腹時血糖の上昇を認め、75g 経口糖負荷試験にて初めて糖尿病と診断された者を対象とした(表1)。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て対象とした。

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	31
M / F	31/3	28/3
年 齢	49.6±7.8	50.5±7.4
F P G (mg/dl)	147.9±31.3	141.3±21.0
HbA1c (%)	6.67±1.03	6.67±0.88
B M I	25.6±3.2	25.1±3.2
	(M±SD)	

エルゴメーター運動負荷試験などの体力検査を実施、呼気ガス分析により無酸素性作業閾値(AT)を測定し、ATレベルの有酸素運動・補強運動・ストレッチング等の運動初期指導については全例についておこなった。

対象を無作為に2群にわけ、1群では、運動指導前から多メモリー加速度計測装置付歩数計(LC)を装着させ、1ヶ月後パソコンにそのデータを赤外線通信して解析し、運動量・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、その後LCを1ヶ月毎に回収・解析し、運動強度・頻度・時間帯などについて6ヶ月間指導を繰り返した。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、通常歩数計を使用し、歩数や運動時間を自己管理手帳に記録させることにより運動実施状況を評価した。

今年度、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31名(男28名、女3名、50.5±7.4歳)を登録し、来所状況(1ヶ月後、3ヶ月後、6ヶ月後)、運動実施状況、検査成績を比較した。

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。

## C. 研究結果

### 1. 運動教育介入前の体力指標

介入前の運動習慣は両群間で差はなく、週に1回以上定期的な運動をしている者は35%、3回以上運動しているものは26%であった。体力検査指標は、全身持久力(最大酸素摂取量、AT時酸素摂取量)、筋力(握力)、筋持久力(上体おこし)、柔軟性(長座位体前屈)、敏捷性(全身反応時間)、平衡性(閉眼片足立ち)を測定したが、両群間で有意な差はみられなかった。(表2)

表 2. 対象の体力指標

	LC 群	コントロール群
最大時酸素摂取量 (ml/kg/min)	25.5±5.7	26.0±5.3
A T時酸素摂取量 (ml/kg/min)	13.6±2.5	14.1±2.4
握 力 (kg)	40.6±9.7	42.4±10.1
上体おこし (回)	15.7±10.8	15.3±10.4
長座位前屈 (cm)	1.9±7.2	2.3±8.3
全身反応時間 (m秒)	387.2±45.2	385.7±49.5
閉眼片足立ち (秒)	31.4±31.6	28.8±34.2

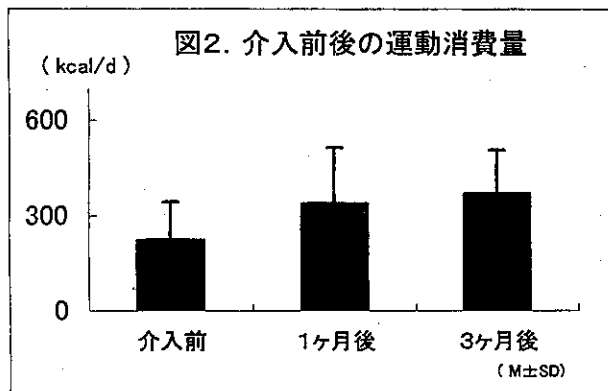
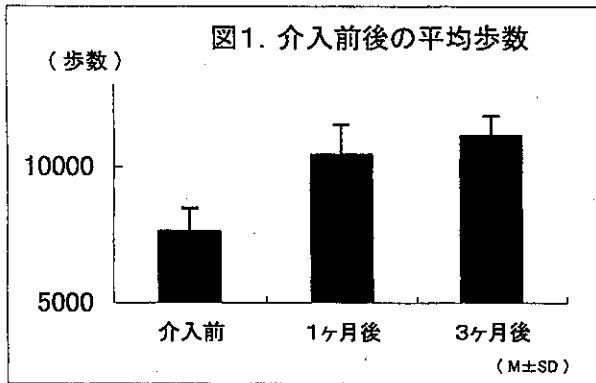
### 2. 来所状況

LC群では1ヶ月、3ヶ月後とも全員が自発的に来所し、LCの装着状況が良好なため、全例の運動習慣を把握することができた。

コントロール群では1ヶ月後の自発的な来所者は90%、3ヶ月後は61%と減少し、また運動記録継続者は1ヶ月後81%、3ヶ月後55%と減少した。コントロール群で自発的に来所しなかった人は、「運動記録がつけられなかった」、「運動が実施できなかった」、「忙しくて来所できなかった」という理由をあげた。

### 3. 運動実施状況

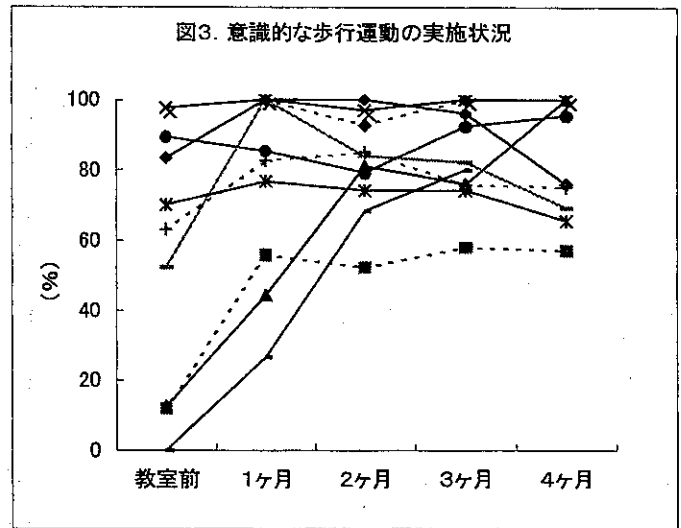
LC 群では、指導前の平均歩数は  $7,620 \pm 843$  歩であったが、1ヶ月後  $10,420 \pm 1,102$  歩、3ヶ月後  $11,095 \pm 759$  歩と漸増し、以後は安定した運動実施状況であった(図1)。運動消費量も  $223 \pm 120$  kcal/d (指導前)  $\rightarrow$   $338 \pm 177$  kcal/d (1ヶ月後)  $\rightarrow$   $369 \pm 137$  kcal/d (3ヶ月後) と増加した(図2)。



運動強度の日内変動のトレンドグラムより15分以上の意識的な運動実施日を抽出すると、指導前には計測日のうち  $34 \pm 13\%$  であったのが、1ヶ月後は  $67 \pm 10\%$ 、3ヶ月後では  $72 \pm 8\%$  の実施と、有意に増加した。とくに指導前運動実施率 20%以下の症例で著明に運動療法実施率が増加した。(図3, 4)

運動継続者のうち 77% が朝の通勤時に実施していたが、休日には実施率が低下する傾向が見られた。運動強度が強すぎる傾向にあった者については指導によって AT レベルの適度な運動強度に改善することができた。

コントロール群では3ヶ月間運動記録継続者17名の運動実施状況をみると、3ヶ月の平均歩数は  $10,010 \pm 2,450$  歩で、個人によるばらつきが大きかった。運動強度や運動継続時間につい



ては情報が得られないため評価できなかった。運動記録を継続できていない14名については、運動状況が客観的に評価できなかった。

### 3. 検査成績の変化

LC 群では、空腹時血糖値の初診時  $147.9 \pm 31.3$  mg/dl から3ヶ月後  $122.5 \pm 20.1$  mg/dl、HbA1c 値の初診時  $6.67 \pm 1.03\%$  から3ヶ月後  $6.01 \pm 0.78\%$  へと有意に低下した。

コントロール群では空腹時血糖値の初診時  $141.3 \pm 21.0$  mg/dl から3ヶ月後  $127.2 \pm 26.9$  mg/dl、HbA1c 値の初診時  $6.67 \pm 0.88\%$  から3ヶ月後  $6.36 \pm 0.84\%$  へと低下する傾向がみられたが、LC 群と比較すると軽微な変化にとどまった。(図5, 6)

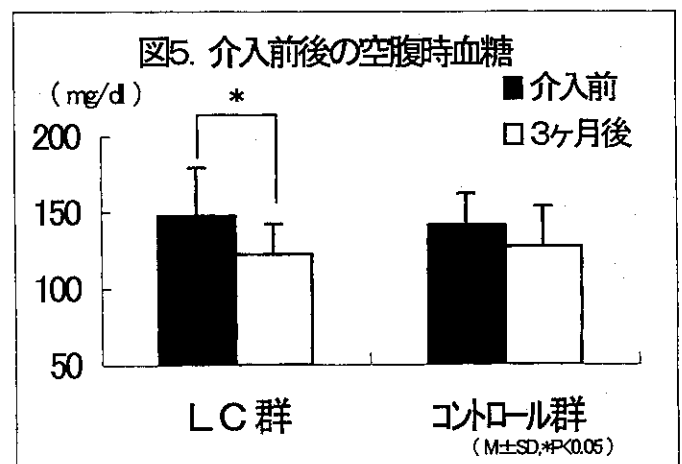
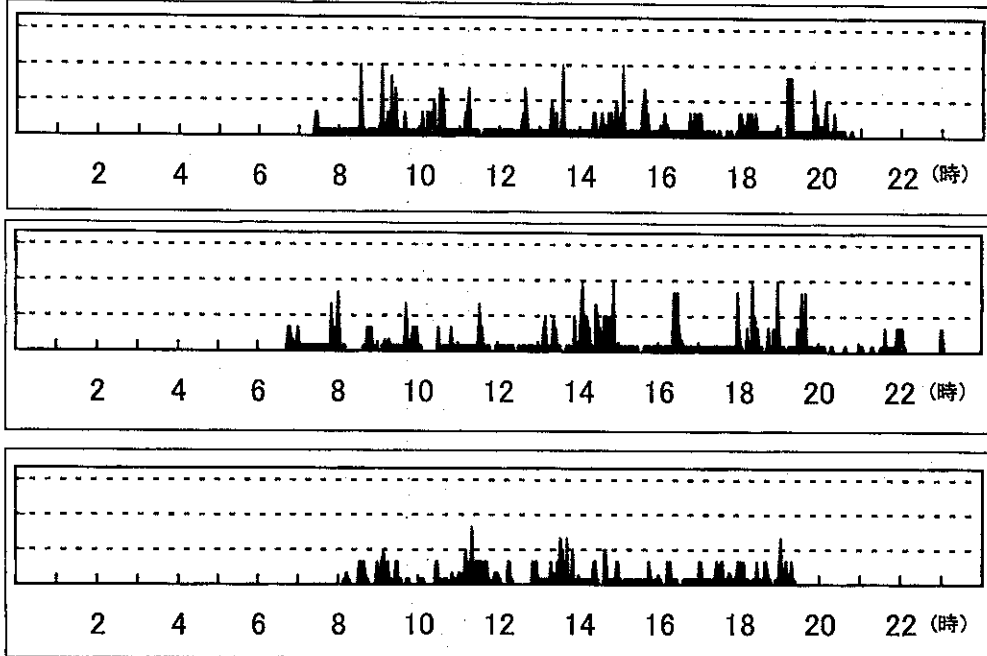
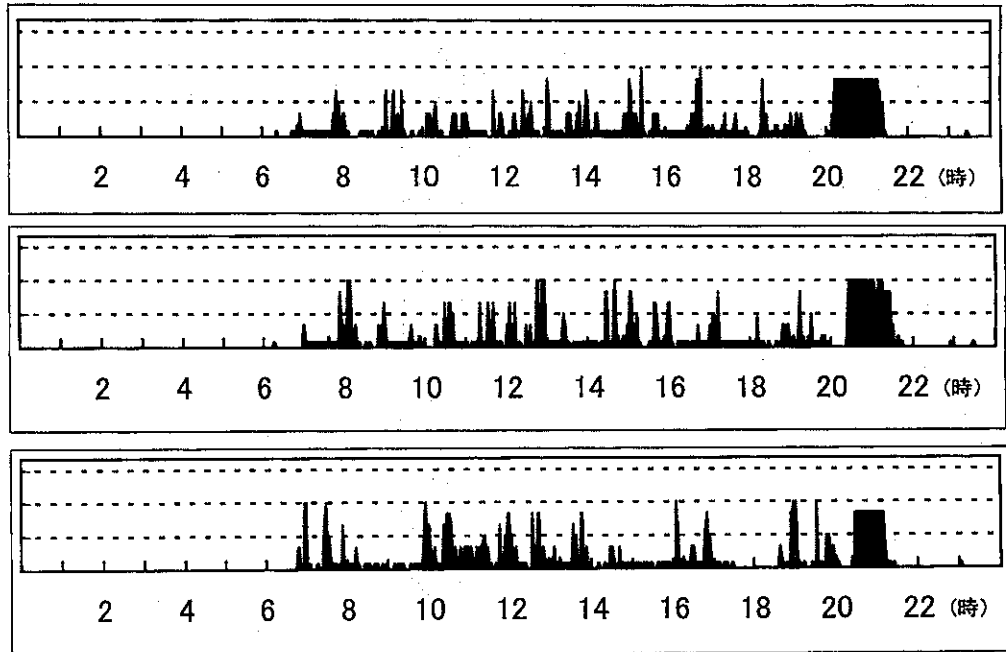


図4. 指導による運動強度日内変動の変化  
 — 運動習慣の獲得 —

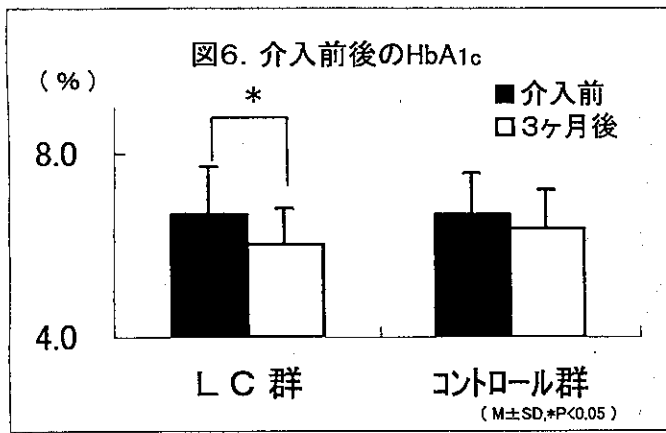
介入前



指導後







#### 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ヶ月後、3ヶ月後、6ヶ月後のみでコントロール群と同じであり、2・4・5ヶ月後は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。

コントロール群では従来の歩数計で得られた数字と「意識的に運動した時間」を自己管理手帳に記載させたが、記載がめんどろなこともあり、実施率は3ヶ月後に55%にまで低下した。今後、観察期間を延長し、両群間の運動習慣や検査成績について追跡していきたい。

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さらに活用法を検討していきたい。

#### 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。

#### F. 研究発表

##### 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 に掲載の予定

##### 2. 学会発表

桑山幸久、津下一代、他：ライフコーダー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

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 回日本糖尿病学会年次学術集会 発表予定

査を行うとともに、1ヶ月ごとに定期的実践度をチェックした群とそうでない群とで実践度や代謝に関する検査値などで差が出るかどうか検討したいと考えている。

今回はその準備段階として、後者で使用する加速度計測機能付歩数計を用い、糖尿病教育入院患者の入院前と退院後の日常生活におけるデータを調査し、本機器が運動療法指導にどの程度有用性があるか検討を行った。

## B. 研究対象及び方法

糖尿病教育入院患者9名(男性7名女性2名、平均年齢 $52 \pm 4$ 歳)に対し、教育入院を予約した時点及び2週間の教育入院終了後の時点で、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)を7日から25日間装着し、上下運動による振動の加速度を10段階の運動強度として分別、記憶させた。データ蓄積後、赤外線通信にてパソコンへ転送し、統計、表計算ソフトExcelにて解析処理した。解析は、一日あたりの平均値、最大日、最少日の歩数、運動量、総消費エネルギー量の他、歩行継続時間、運動強度などにつき行った。また10段階の運動強度を2分毎の4段階の運動レベルに分け、患者個別の運動レベル日内変動として表示した。さらに本機器のもつLAP計測機能を運動療法開始時にオン、終了時にオフにすることで得ることができる運動療法開始時刻、継続時間、その間の運動強度分布、運動量、歩数などを個別に計算、表示した。なお運動強度の指導は、教育入院時にトレッドミルによるVT算定とVT強度に基づく歩行運動訓練にて行った。

## C. 結果及び考察

一日あたりの平均歩数は、 $5643 \pm 719$ 歩から $12458 \pm 1381$ 歩へと増加した。また各患者の最大歩数日と最少歩数日の平均歩数も増加を示した(図1)。一日の歩行時間は、 $97 \pm 30$

分より $139 \pm 17$ 分に増えた。なおその中でも特に増えたのは、10分間以上継続歩行した延べ時間で、 $36 \pm 7$ 分より $105 \pm 13$ 分へと約3倍の増加がみられた(図2)。一日の運動量は、 $155 \pm 21$  kcalから $386 \pm 50$  kcalへと2倍以上に増え、速歩運動強度での運動時間も $3.0 \pm 1.7$ 分より $28.3 \pm 9.7$ 分へと著明な増加を示した(図3)。速歩での運動時間が増えたため、ステップレイトも $63 \pm 7$ 歩/分から $93 \pm 5$ 歩/分と速くなり、100歩あたりの運動量も $2.74 \pm 0.07$  kcalより $3.07 \pm 0.1$  kcalへと増加した(図4)。一日の総消費エネルギー量は $1832 \pm 52$  kcalより $2083 \pm 79$  kcalへと増え、この値を基礎代謝量で割り%BMRとして表すと、入院前 $136 \pm 3\%$ であったものが退院後 $153 \pm 4\%$ と格段に身体活動が活発に行われるようになったことが分かった(図5)。以上のように、本機器を用いることで、退院後は入院前と比べ、単に歩数や運動量などが増加しただけでなく、運動強度も増加したことや、10分間以上継続した歩行運動ができてることなども知ることができ、本機器は、運動療法指導効果の判定に有用性があると考えられた。

次に症例を通して検討する。表1は、当院で2週間の教育入院をした45歳男性NIDDM患者のデータで、運動療法関連指標はいずれも退院後に増大した。なお職業は、会社員である。

図6は、歩数の日付別推移で、上段が入院前24日間のもの、下段が退院後20日間のものである。本症例は、平均すると入院前より一日一万歩近く歩いてはいたが、コンスタントに歩数を稼いでいるわけではなかった。そこで入院中、本症例に対しては、退院後の日常生活での一日の目標総消費エネルギー量、運動量、歩数などを処方するとともに、それを達成するには、生活のどの部分にどのような運動療法を付け加えていけばよいか指導した。結果、退院後はほぼコンスタントに15000歩前後となっていることが分かる。

運動強度分布をみると、入院前は歩数は稼いでい

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  
(糖尿病患者の教育入院前後における日常生活での運動療法実践度の変遷—多メモリー加速度計測機能付歩数計の有用性に関する検討—)

分担研究者 横地正裕 国立名古屋病院リハビリテーション科運動療法主任

#### 研究要旨

多メモリー加速度計測機能付歩数計(ライフコーダ スズケン医療器社製)を用い、糖尿病教育入院患者9名(男性7名、女性2名、平均年齢 $52 \pm 4$ 歳)の入院前と退院後の日常生活におけるデータを調査し、本機器が運動療法指導に有用性があるか検討を行った。

結果、本機器を用いることで、退院後は入院前と比べ、単に歩数や運動量などが増加しただけでなく、運動強度も増加したことや、10分以上継続した歩行運動ができていることなども知ることができ、本機器は、運動療法指導効果の判定に有用性があると考えられた。

患者個別については、運動レベル日内変動が表示されることで、生活習慣の変遷を知ることができた。またLAP計測機能を用いることで、その中の運動療法の時間帯、その間の運動強度分布、運動量、歩数も知ることができた。このように、本機器を使用することで、教育入院前後における患者個別の生活習慣の変遷や退院後の運動療法の詳細な内容の把握も可能となり、測定結果は、運動の再処方や運動療法実践に対するコンプライアンス向上などに活用できると考えられた。

共同研究者

新実光朗 国立名古屋病院内科医長

津下一代 愛知県総合保健センター診療部長

#### A. 研究目的

当院では、糖尿病患者に対し、2週間の教育入院を実施している。入院患者に対する運動療法の効果については、これまで立証されてきているが、その効果を持続させていくには、食事療法同様、退院後の日常生活における継続が重要である。ただその点において、退院後の継続

を長期的に調査した報告はまだ少ない。

そこで本研究では、退院後の患者について、半年ごとに2年間、長期メモリー可能な歩数計を用いて運動療法実践度の変遷を追跡調査することとした。また一方では、日内運動強度の変化や毎日の運動持続時間、消費エネルギー量なども把握できる加速度計測機能の付いた歩数計を貸し出す群を設け、その群には1ヶ月ごとに歩数計を持参してもらい、そのデータを渡し、必要があれば再指導を行うこととした。以上を通して、運動療法実践度の変遷につき長期的な調

でも 2 のゆっくりとした日常歩行レベルの強度が最も多い状態であった。しかし退院後は、5 の速歩レベルの強度が最も多い割合を占めた(図 7)。

歩行継続時間分布をみると、2 分間以下、3 分間から 6 分間、7 分間から 9 分間の 1 日の継続歩行延べ時間は、入院前も退院後もあまり変わらなかったが、10 分間以上の継続歩行延べ時間は 61 分から 108 分へと格段に増大した(図 7)。これらの値は、日常生活に運動療法を取り入れた結果を明確に反映していると思われた。

図 8 は、入院前と退院後の、ある 1 日の運動レベル日内変動である。一番下の基線が睡眠レベル、その上の段が坐位レベル、その上の段が日常歩行レベル、一番上の突き抜けているのが速歩以上のレベルを表している。これを見ると、退院後は朝と夕に継続した速歩レベルの歩行運動が行われていることが分かる。本症例は、入院前は自家用車通勤であったが、退院後は公共交通機関での通勤に切り替え、その時間帯を利用して運動療法を行っている。時間帯は、機器の LAP 計測機能を開始前にオン、終了後にオフにすることでわかるようになっている。

さらにこの LAP の部分を詳しくみることにする。図 9

は、電車を降りた後、会社まで行く朝の 2 回目の運動療法の内容である。7 時 43 分より 20 分間行われており、運動量は 92 kcal、歩数は 2520 歩、運動強度は 5 から 6 の速歩レベルで行われている。このように本機器を用いることで、生活習慣や、運動療法の質的な面も個別に把握することができ、測定結果は、運動の再処方や運動療法継続に向けてのコンプライアンス向上などに活用できると考えられた。

#### D. 結論

多メモリ加速度計測機能付歩数計を糖尿病教育入院患者に使用することで、教育入院前後における歩数や運動量の変遷だけでなく、運動強度、運動継続時間の変遷も簡便に知ることができた。また、運動レベル日内変動や運動療法の開始時刻、継続時間、運動強度分布などを個別に知ることができ、本機器を使用することで、教育入院前後における患者個別の生活習慣の変遷や退院後の運動療法の内容の把握も可能となった。以上より、本機器は運動療法評価、指導のための有用なツールとなり得ると考えられた。