

うもので、非介入群 8 例（男性 4 例、女性 4 例）は、「歩数計をつけると、見栄えが悪いし、つけるのが面倒。」というものであった。

また、1 年後までの経過の途中で脱落したのは、介入群が 42 例中 4 例（3 か月後 1 例、6 か月後 3 例）、非介入群 34 例中 2 例（1 か月後 1 例、6 か月後 1 例）であった。その理由としては、介入群 4 例中、3 か月後の 1 例はもともと他県より通院しており、3 か月後当院からの紹介で地元の病院でフォローされることとなった方であった。6 か月後の 2 例は、仕事の多忙化に伴って来院できなくなったもの、1 例は骨折して継続不能となったものであった。非介入群 2 例中の 1 例は、自動車修理という仕事の都合上、歩数計の装着が困難であったため 1 か月後に自ら返却を申し出た方、あと 1 例は、歩数計を渡しても装着されていないことが多く、また再三請求しても返却もなかなかされない方で、6 か月後自然消滅のような形で終了となった方であった。

C. 使用機器（ライフコーダ）について

ライフコーダは、機器の中に長期に渡って蓄積された多くのデータを、パソコンへ転送し、解析処理できる加速度計測装置付歩数計である。使用の際は、まず本機器に各個人の性別、年齢、身長、体重、年月日、時刻を入力して腰部に装着し、厚生省の基礎代謝基準値に基づいて個人の基礎代謝量が算出した。次いで身体運動を、加速度計が 10 段階の運動強度で区別して感知し、運動量として加算した。さらに机上事務のような微小な動きがあった場合には、微小運動量として加算し、これらの運動量、微小運動量、基礎代謝量の総和が、総消費量とした。蓄積されたデータは、パソコンへ赤外線通信装置を通して転送し、専用解析

ソフトにて基礎代謝量、標準体重、BMI、肥満度の他、総消費量、運動量、歩数、活動時間分布などの平均値や日々の変化、身体活動レベル（運動強度）の日内変動などを解析処理した。

図 1 には入院前と退院後の一患者の身体活動レベルの日内変動の記録を示した。基線の部分は寝ているレベル、やや上方の線は坐位レベルの強度を示す。さらに上方の線は歩行レベルで、その線の上に高く突き出ていればいるほど運動強度が強い（歩行速度が速い）運動を示す。入院前の 1 日の歩数は 4000 歩くらいで、ほとんど動いていない生活であったが、退院後は下段に示すように、必ずしも運動強度は高くないが、1 日 3 回、各食後の時間帯に 1 回約 40 分の歩行運動が行われており、1 日の歩数も 12000 歩と 3 倍となった。平成 10 年度と 11 年度に既に報告した^{1) 2)} ごとくに、ライフコーダを用いることにより、運動の量的な側面だけでなく、運動強度や時間帯、頻度、継続時間なども把握することができた。

D. 結果

介入群では入院前に比べて 12 か月後では、総消費エネルギー量、運動量、総消費量を基礎代謝量で割った %BMR や運動強度も有意に増大した（表 2）。

歩数の 1 ヶ月ごとの変化（図 2）についてみると、介入群では入院前 7015 ± 2197 歩であったものが、退院直後（1 週間の平均）は 15015 ± 4378 歩と倍増以上の値を示し、12 か月後も 14030 ± 7092 歩と教育入院で改善した運動習慣を保持することができた。また 12 ヶ月までのすべての月で、目標処方値 12016 ± 2064 歩を上回っていた。

非介入群では、入院前 7366 ± 3119 歩から退院直後は 14388 ± 4165 歩へと倍増し、

介入群と有意差はなかったが、その後は徐々に減少し、7か月後には10000歩を割り、12か月後は8706±4237歩まで減少した。また目標処方値の11970±2013歩をほぼ達成したのは退院直後と1か月後のみであった。

両群間の比較では、退院直後を除き非介入群の歩数は常に低値であった。なお介入群では、程度の差はあるが、退院12か月後まで全例において歩行運動を中心とした運動療法が実施されていた。

代謝指標では、介入群では入院前と退院12か月後との比較で、BMI、空腹時血糖値、HbA1c 総コレステロール、中性脂肪、HDL コレステロールはいずれも有意な改善を示した(表2)。

また、退院12か月後の介入の有無による比較では、空腹時血糖値は介入群が109±29 mg/dl まで改善したのに対し、非介入群は170±56 mg/dl とまだ高値を示し、有意差がみられた。

総コレステロール、中性脂肪、HDL コレステロールは、介入群においてはいずれも有意な改善を示した(表2)。非介入群では、HDL コレステロールが有意に増大し、中性脂肪は増加傾向にあった(表2)。退院12か月後の両群間の比較では、中性脂肪は介入群の方が有意に低値で、HDL コレステロールは有意な高値を示した。

HbA1c の経時的な変化(図3)についてみると、介入群では入院前9.4±1.6%であったものが、4か月後までは毎月有意な改善を続け、5か月後には6.1±0.8%となった。その後はそのレベルを維持し、12か月後は6.0±0.7%であった。非介入群も入院前9.6±2.1%から2か月後まで有意な改善を続け、3か月後は7.2±1.2%となり、6か月後まではそのレベルを維持できたが、7か月後と10か月後に有意な上昇がみられ、12か月後は7.9±1.5%にとどまった。両群間の比較では、2か月後以降は、常に介

入群の方が有意な低値を示した。

退院時と退院12か月後の75gOGTTの結果(図4、5)を比較すると、介入群では、負荷前、負荷60分後、120分後の血糖値とIRIのいずれも有意差はみられなかった。非介入群では、IRIに有意差はみられなかったが、血糖値は負荷前、負荷60分後、120分後のいずれも退院12か月後の方が有意な高値を示した。

E. 考察

運動療法関連指標をみると、介入群においては、すべての項目で入院前より退院12か月後の方が有意な増大を示した。歩数については、退院直後より倍増し、目標処方値も上回り、12か月後までほぼそのレベルを保つことができた。一方、非介入群の歩数は、退院直後に介入群同様倍増したものの、その後は徐々に減少傾向で、2か月後には目標処方値を下回り、7か月後には10000歩を少し割り、12か月後は入院前よりは有意な増加がみられたものの1.2倍増で、介入群より有意に低値であった。このことより月1回の外来指導でも、運動の量的側面だけでなく質的な面も考慮し、患者個別の生活習慣に応じた適切な介入を継続していけば、日常生活での運動療法継続に対するコンプライアンスを高め、維持していく効果は十分に得られるということが分かった。また、両群間の歩数の比較で、退院直後は有意差がなかったものの、1か月後には有意差が出始めたことを考えると、介入群においては、退院時に継続介入をするということを患者に話して同意を得たことが、既に大きな動機づけとして働いたことが推察できる。一方で、非介入群の歩数の変遷より、運動量の有効限界として一般的によく用いられる1日10000歩を基準とすると、退院後介入をしなければ、教育入院での動機づけの効果は

6 か月くらいが限度であるということも判明した。

代謝指標については、入院前と退院 12 か月後との比較で、介入群はすべての項目で有意な改善がみられた。非介入群においても、空腹時血糖値、HbA1c は有意に改善したが、12 か月後の値を介入群と比較すると、まだ高値であった。脂質代謝も、12 か月後の値は、中性脂肪は介入群より有意に高く、HDL コレステロールは低値を示し、介入群の方が良好であった。また 75gOGTT の結果では、介入群が教育入院で改善したと思われる耐糖能を 12 か月後までも維持したのに対し、非介入群は維持することができなかった。以上の結果より、退院後の個別的、定期的運動療法指導介入の継続は、血糖コントロールや脂質代謝の改善、及び悪化防止に有効性があったと考えられる。

次に、HbA1c の変化と歩数の変遷の関連性から、血糖コントロールに必要な運動量について考えてみたい。非介入群の HbA1c をみると、退院 1 か月後はまだ教育入院時の効果が反映され、介入群との間で有意差は出ていないが、2 か月後より有意差が出始めた。しかしそれでも 2 か月後までは有意な改善を続け、3 か月後から 6 か月後までは 7.2% くらいを維持したが、7 か月後に 7.6% と有意な上昇がみられ、以降上昇傾向となった。これを歩数との関連でみると、丁度 10000 歩を切ったあたりから上昇していることとなる。従って、今回の結果から判断すると、血糖コントロールを悪化させないための歩数の基準は、1 日 10000 歩と考えて良いだろう。しかし、Kumamoto Study^{3) 4)} によると、糖尿病細小血管障害の発症、進展防止には、HbA1c を 6.5% 未満にすることが必要とされているため、それを基準にすると、1 日の歩数は 10000 歩ではまだ不十分で、できれば介入群レベルの 13000~14000 歩

にしていく必要があると思われる。介入群は退院 12 か月後までそのレベルを維持し、5 か月後以降の HbA1c をほぼ 6.0% で維持することができた。実際に我々が行った運動処方 の平均値も、介入群、非介入群いずれも 10000 歩を上回り、12000 歩くらいであった。従って、血糖コントロールを良好にしていくためには、1 日 10000 歩ではまだ不十分で、患者に著しい身体能力の低下や運動の妨げとなるような進行した合併症などが無い場合には、それに 3000 歩ほど上積みした処方をしていっても良いと考えられる。そしてさらに良好な血糖コントロールを維持していくには、その歩数を維持していくことが必要で、そのためには定期的、個別的運動療法指導介入の継続が不可欠な要素であると考えられた。今後、特に介入群においては引き続き長期的な経過を追って、歩数と HbA1c の退院 12 か月後のレベルが、現在の介入方法によってどこまで保持できるか検討して行きたい。

F. 結論

1. 糖尿病患者に対する外来での個別的・継続的な運動療法指導介入の継続は、日常生活における運動療法継続に対するコンプライアンス向上や、血糖コントロールと脂質代謝改善、維持に有効であった。
2. 教育入院前から退院 12 か月後までの歩数の変遷をみると、介入群と非介入群との間で、退院直後 1 週間の平均値では有意差がなかったものの、1 か月後には介入群の方が有意な高値を示し、その後 12 か月後まで傾向は変わらなかった。そのことより、患者に対して退院時に定期的、継続的に介入することを話し、同意を得たこと自体が、既に大きな動機付けとして働いたという

ことが推察された。

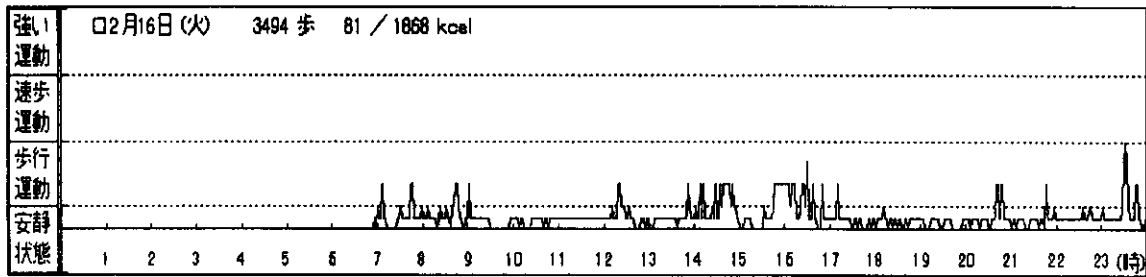
3. 非介入群においては、退院7か月以降は10000歩を割り、HbA1cは上昇傾向となった。このことより、退院後介入をしなければ、教育入院での動機づけの効果は、6か月くらいが限度であることが判明した。
4. 入院前から退院12か月後までのHbA1cの変化と歩数の変遷との関連をみると、

血糖コントロールを悪化させないためには、日常生活において1日10000歩は歩くことが必要であると考えられた。しかし血糖コントロールを少なくともHbA1c 6.0%前後の良好な状態に保つには、10000歩では不十分で、できれば13000歩以上行い、同時にそのレベルを維持していくことが重要であると考えられた。

表1 対象患者のプロフィール (平均値±標準偏差)

	介入群(n=24)	非介入群(n=24)
男女比	男14 女10	男15 女9
年齢(歳)	51.7±10.5	54.5±12.2
糖尿病歴(年)	5.0±6.7	5.9±4.2
BMI	24.5±4.6	24.0±4.0
空腹時血糖値(mg/dl)	205±70	224±70
HbA1c(%)	9.4±1.6	9.6±2.1
最小血管症	9名	12名
高脂血症	9名	14名
高血圧症	8名	5名
冠動脈疾患	2名	2名
入院前薬物療法	15名	15名
退院後薬物療法	13名	12名
VT(ml/kg/min)	17.1±3.0	16.9±3.7
総消費量(kcal)	1849±305	1846±258
(kcal/kg)	29.1±2.9	30.6±4.2
運動量(kcal)	187±83	214±99
(kcal/kg)	3.0±1.1	3.6±1.7
歩数(歩)	7015±2197	7366±3119

運動療法指導介入前



運動療法指導介入後

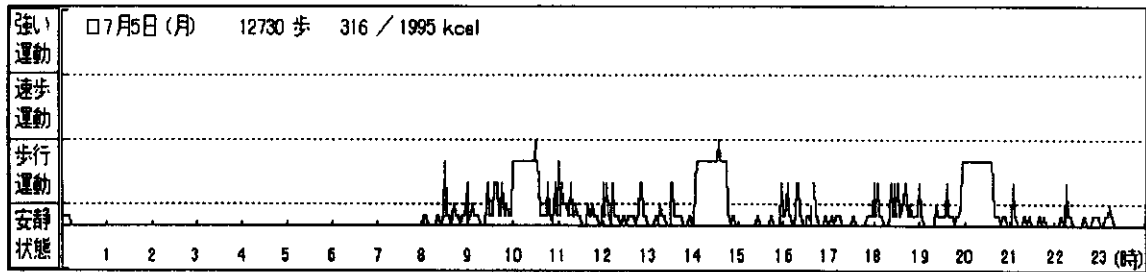


図1 身体活動レベル日内変動

表2 入院前と退院12か月後の運動実施状況、代謝指標の比較 (平均値±標準偏差)

	介入群(n=24)		非介入群(n=24)	
	入院前	12か月後	入院前	12か月後
総消費量(kcal/kg)	29.1±2.9	34.5±5.3*	30.6±4.2	
%BMR	1.39±0.06	1.6±0.18*	1.40±0.09	
運動量(kcal/kg)	3.0±1.1	7.0±4.1*	3.6±1.7	
歩数(歩)	7015±2197	14030±7092*	7366±3119	8706±4237*!
運動強度(cal/kg/歩)	0.41±0.04	0.49±0.04*	0.44±0.05	
BMI	24.5±4.6	22.7±3.8*	24.0±4.0	23.0±3.2*
空腹時血糖値(mg/dl)	205±70	109±29*	224±70	170±56*!
HbA1c(%)	9.4±1.6	6.0±0.7*	9.6±2.1	7.9±1.5*!
総コレステロール(mg/dl)	212±49	192±35	206±39	198±42
中性脂肪(mg/dl)	168±131	91±51*	134±57	178±149!
HDLコレステロール(mg/dl)	40±7	60±18*	44±13	50±13*!

* P<0.05(入院前との比較)

! P<0.05(介入群との比較)

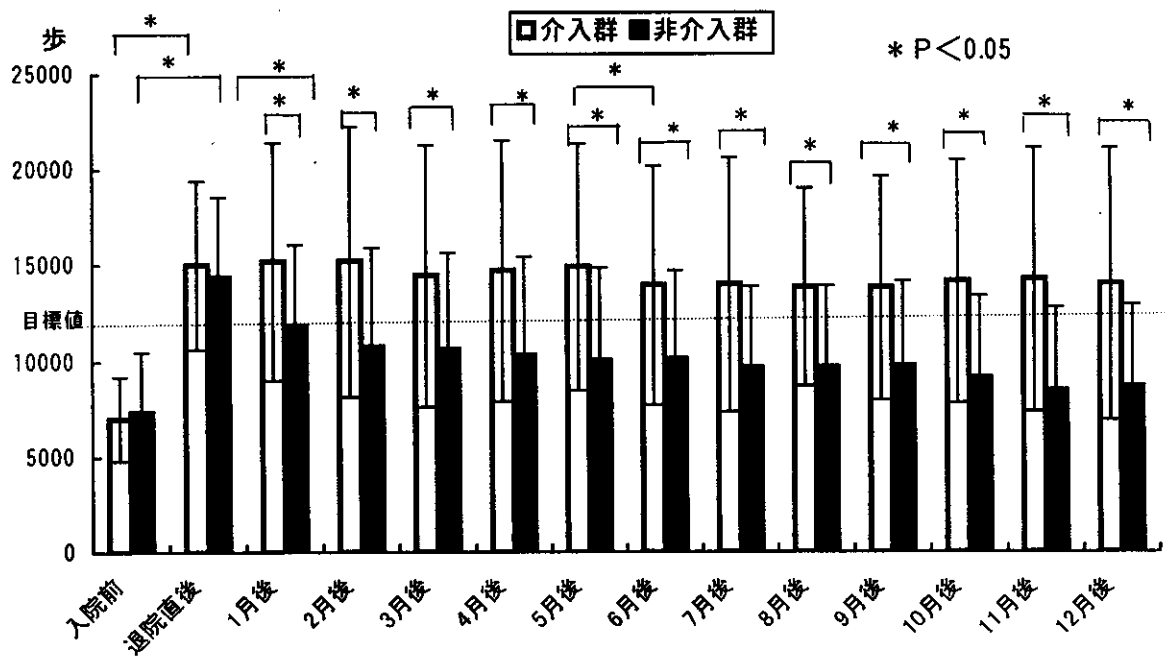


図2 歩数の変遷 (平均値±標準偏差)

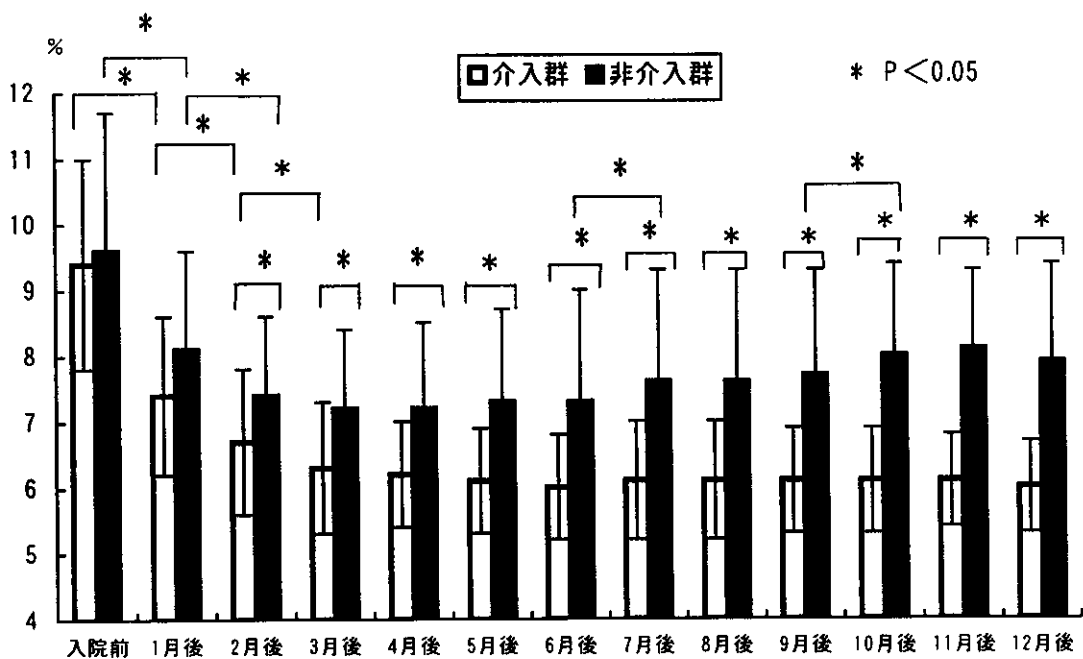


図3 HbA1cの変化 (平均値±標準偏差)

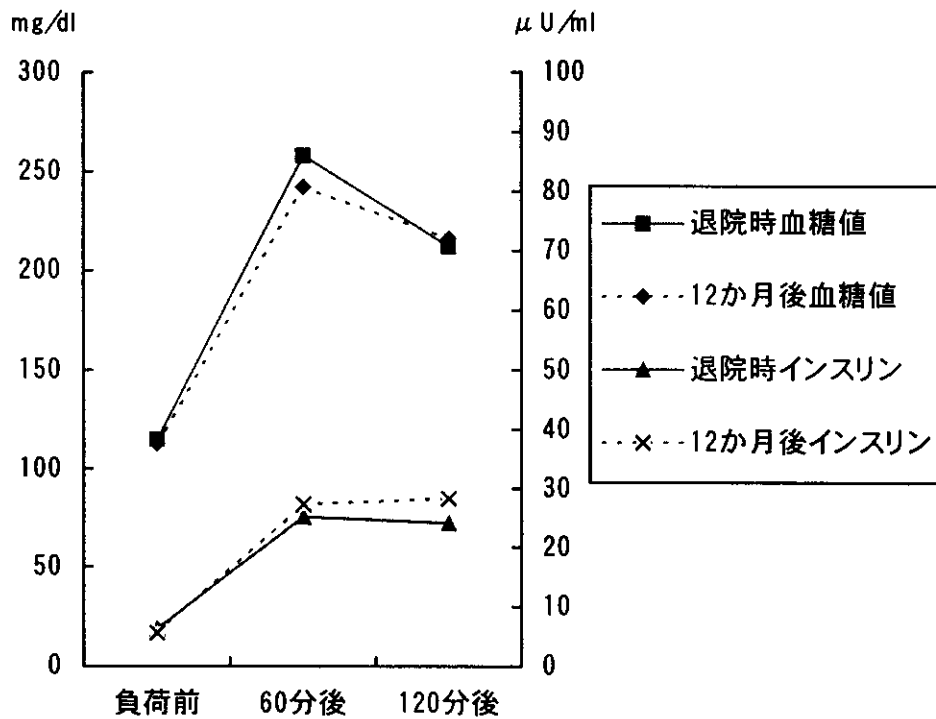


図4 介入群における退院時と退院12か月後の75gOGTTの比較 (n=24)

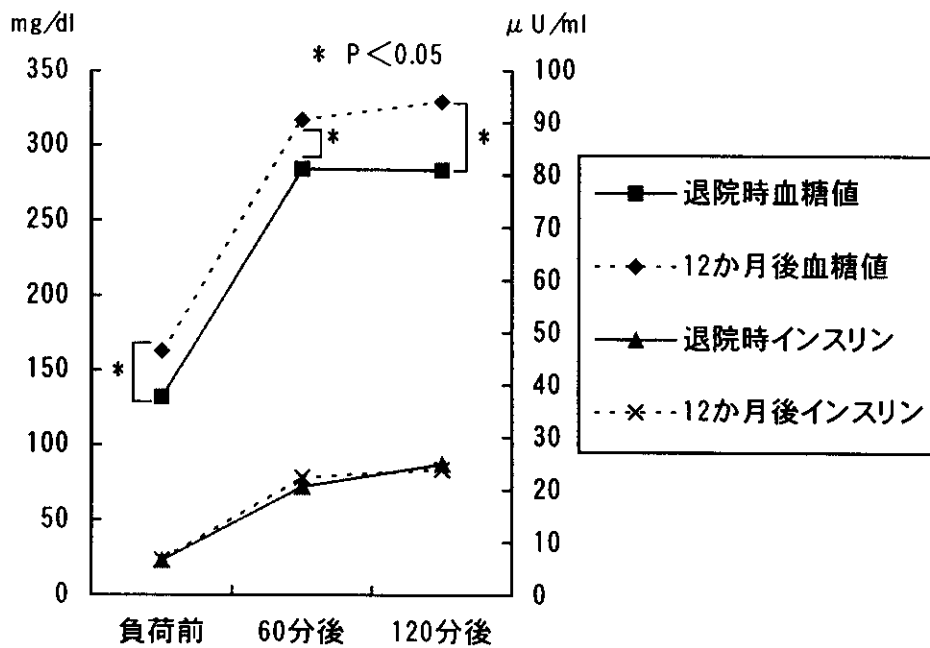


図5 非介入群における退院時と退院12か月後の75gOGTTの比較 (n=23)

文献

- 1) 横地正裕・新実光朗・津下一代：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－多メモリー加速度継続機能付歩数計の有用性に関する検討－. 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：19-24, 1999.
- 2) 横地正裕・新実光朗：既糖尿病教育入院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－. 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：23-29, 2000.
- 3) Ohkubo Y, et al: Intensive insulin therapy prevents the progression of diabetic microvascular complications in Japanese patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus: a randomized prospective 6-year study. *Diabetes Res Clin Pract* 28: 103-117, 1995.
- 4) Shichiri M: Strict glycemic control and diabetic microvascular complications. *Intern Med* 36: 144-147, 1997.
- 4) 新実光朗・横地正裕・他：多メモリー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 (4): 433-438, 1998.
- 5) 横地正裕・新実光朗・津下一代：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－多メモリー加速度継続機能付歩数計の有用性に関する検討－. 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：19-24, 1999.
- 6) 横地正裕：糖尿病－糖尿病運動療法におけるリハ業務－. 「国立病院・国立療養所の理学療法士・作業療法士のあり方に関する研究」平成 10 年度行政指定研究報告書：26-30, 1999.
- 7) 横地正裕：代謝疾患（糖尿病）における理学療法の課題と今後の展望. *理学療法* 17 (1): 88-92, 2000.
- 8) 横地正裕・新実光朗：既糖尿病教育入院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－. 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：23-29, 2000.
- 9) 横地正裕：糖尿病「理学療法士による糖尿病運動療法の有効性に関する検討」. 「国立病院・国立療養所の理学療法士・作業療法士のあり方に関する研究」平成 11 年度行政指定研究報告書：30-34, 2000.
- 10) 横地正裕：「患者を取り巻く多様性への対応」糖尿病運動療法への取り組みと方向性 外来での個別的な運動療法指導介入を継続することの有効性. 第 14 回東海糖尿病治療研究会糖尿病患者教育担当者セミナー誌: 186-187. 2000. (学会発表)
- 11) 横地正裕・新実光朗・加藤泰久・大井

G. 研究発表（1998-2000） （論文）

- 1) 横地正裕：「患者指導のポイント」糖尿病患者. *理学療法* 15(2):98-101, 1998.
- 2) 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－多メモリー加速度計測装置付歩数計を用いての検討－. *肥満研究* 4(2):162-167, 1998.
- 3) 横地正裕・古賀洋右：糖尿病. 「国立病院・療養所の理学療法・作業療法のあり方に関する研究」平成 9 年度行政指定研究報告書：16-19, 1998.

- 浄・武内陽子・中村玲子・津下一代：糖尿病教育入院・運動指導による運動療法実践度の変遷－生活習慣測定計を用いての運動日内変動モニターの有用性－. 第 8 回臨床運動療法研究会. 1998.
- 12) 新実光朗・新谷順子・武内陽子・中村玲子・大井浄・加藤泰久・横地正裕・津下一代：糖尿病患者の運動療法－歩数計による運動評価の限界について. 第 57 回日本糖尿病学会中部地方会. 1998.
- 13) 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 回日本体力医学会大会. 1998.
- 14) 横地正裕・新実光朗・古賀洋右：国立病院・療養所における理学療法士による糖尿病運動療法指導の実態. 第 53 回国立病院療養所総合医学会. 1998.
- 15) 横地正裕・新実光朗・津下一代：糖尿病患者の日常生活における運動療法実践度の変遷－生活習慣測定計の有用性－. 第 14 回東海北陸理学療法士学会. 1998.
- 16) 横地正裕：糖尿病の運動療法とエネルギー代謝. (社)日本理学療法士協会第 2 回理学療法基礎系研究部会. 1998.
- 17) 津下一代・桑山幸久・藤岡豊・横地正裕・新実光朗：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. 1999.
- 18) 横地正裕：21 世紀に向けて、糖尿病運動療法のあり方を考える－定期的・個別的外来フォローの有効性に関する検討－. (社)日本理学療法士協会第 4 回内部障害系理学療法研究会. 1999.
- 19) 横地正裕・新実光朗・加藤泰久・山家由子・新谷順子・山田努・津下一代：教育入院後の個別的な運動療法指導の介入を継続することの有効性. 第 43 回日本糖尿病学会年次学術集会. 2000.
- 20) 横地正裕・新実光朗：理学療法士による糖尿病運動療法指導の効果－外来での個別的運動療法指導介入を継続することの有効性－. 第 51 回国立病院療養所総合医学会総合指定シンポジウム S22 政策医療分野におけるリハビリテーション医療の効果. 2000.

分担研究報告書

生活習慣記録機(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・継続な運動指導の確立をめざして—

研究協力者 桑山幸久 あいち健康の森健康科学総合センター
共同研究者 津下一代 あいち健康の森健康科学総合センター
新実光朗 国立名古屋病院内科

〔研究要旨〕

2型糖尿病患者 34名に生活習慣記録機(ライフコーダ)を装着させ、1ヵ月ごとに解析、6ヵ月間指導を繰り返した(LC群)。歩数・運動消費量を手帳に記録させることにより管理した116名と、運動実施状況、定期検査受診率、検査値の変化を比較した。運動記録の継続率、定期検査受診率はLC群が良好であった。都市部勤労者を対象にしているため、77%が朝の通勤時に15分以上の歩行運動をしていた。LCにより、運動の時間帯、継続時間、運動強度を評価でき、より細かな運動指導が可能になった。6ヵ月後には空腹時血糖・HbA1c(6.4%→5.9%)・体脂肪率(20.0%→17.2%)・ウエストヒップ比(0.94→0.91)などの検査データが改善した。動機づけの上でも教育効果が大きいものと考えられた。

はじめに

社会・経済・文化の発展に伴いわが国の糖尿病患者は急激に増加している。1997年現在では、患者数は推計で690万人にのぼり、40歳以上では10%以上を占めるようになったといわれている¹⁾。

糖尿病の治療として古くから運動療法が提唱されていたが²⁾、1996年には、糖尿病は食習慣・運動習慣と関連の深い疾病として「生活習慣病」の一つに位置づけられている³⁾。私どもも実際に運動療法を行った効果について既に報告してきた⁴⁾。糖尿病の運動療法の際には、歩数計、カロリーカウンター⁵⁾などが広く用いられ、1日1万歩⁶⁾・体重の5倍の運動によるエネルギー消費

量(以下運動消費量)⁷⁾などが自己管理の目標とされている。ところが、1日の歩数や運動消費量は個人の生活スタイルに大きく影響され、継続的な運動、ウォーキングの実施の有無を直接指し示すものではない。

	ライフコーダ群	ダイアリー群
対象数(男/女)	34(31/3)	116(100/16)
年齢(歳)	49.6±7.8	52.5±7.4
BMI(kg/m ²)	25.6±3.2	24.9±3.1
体脂肪率(%)	22.9±8.0	22.1±8.0
空腹時血糖(mg/dL)	147±27	144±28
HbA1c(%)	6.6±1.0	6.7±1.1
総コレステロール(mg/dL)	222±43	217±37
HDLコレステロール(mg/dL)	53.7±10.4	50.2±12.6
トリグリセライド(mg/dL)	157±80	168±81

表1：対象者のプロトコール

確に把握することが困難であった。

歩数・運動消費量のほかに2分ごとの運動強度を記憶できる生活習慣記録機(ライフコーダ)が運動療法に活用されるようになって1年以上経つが、我々は、機械の開発段階よりデータの妥当性について検討を重ね、肥満者・糖尿病患者への短期的な効果について報告してきた^{8,9)}。

今回は、糖尿病患者にライフコーダを長期使用したグループと、歩数、運動消費量を記録する自己管理手帳(ライフコントロールダイアリー¹⁰⁾、以下ダイアリー)による継続指導を行ったグループとを比較し、運動療法実施状況、定期検査受診率、検査値の改善度に及ぼすライフコーダ使用の効果を検討した。

対象と方法

総合健診後の糖負荷試験で初めて2型糖尿病と診断され、細小血管症などの合併症を伴わない男性131名(51.3±7.5歳)、女性19名(54.9±7.0歳)の150名を対象とした。また、観察期間中を通して経口血糖降下剤・インスリン等の治療を行った者はいなかった。対象を無作為に家庭での運動実施状況をダイアリーにのみ記録するよう指導した者(以下ダイアリー群)とライフコーダを併用した者(以下ライフコーダ群)の2群に分けた(表1)。

ライフコーダは圧電効果を利用した加速度センサーを内蔵しており、運動によって上下方向に生ずる応力を受け、素子が歪むことによって電圧を発生する機構を設けている。その出力電圧は歩行などの運動によって生ずる加速度に比例して増加する特性を有する。そして、性・年齢・身長・体重・年月日・時間などの基礎データを入力後、腰部に装着することで、運動による加速度

の大きさと周期とから4秒ごとに10段階の運動強度で区別して感知し、入力した個人情報をもとに運動消費量や総エネルギー消費量を割り出す¹⁰⁾。こうして求められた24時間ごとの総消費量・運動消費量・歩数を7日分記憶する機器がカロリーカウンターセレクト2(スズケン社製)であるが、本機器は記憶時間を42日間に延長、さらに運動強度の2分ごとの最多値を6週間分記憶する機能をも有する。これらのデータを赤外線通信にてパソコンへ転送し、汎用表計算ソフト(Excel)により分析を行った。なお、ライフコーダで計測した10段階の運動強度のうち「0」は安静を、「1~3」は「歩行」、「4~6」は「速歩」、「7~9」は「ジョギング」レベルに相当する¹¹⁾。15分間の有酸素運動で血糖降下作用がみられることから、運動強度「4」以上の運動が1以上継続された場合、「継続的な歩行」が実施されたと判定した¹²⁾。

両群とも2回を1クールとした糖尿病教室で動機づけのための講義を行った。教室前5分には体力検査を行い、全身持久力、筋力、筋持久力、柔軟性、敏捷性、平衡性の6項目の体力指標を評価した。すなわち、オキシコンシグマ(マインハート社製)を使用し、自転車エルゴメーターを用いて3秒に1ワットずつのランプ負荷による症候限界性の漸増運動負荷試験を心電図・血圧監視下で実施し、Wassermanの基準に基づき¹³⁾ 無酸素性作業閾値(anaerobic threshold, 以下AT) 時酸素摂取量を測定、全身持久力の指標とした。また、BMI、体脂肪率(肩甲骨下部と上腕背部の皮脂厚合計よりNagamineの式¹⁴⁾にて推定)、ウエストヒップ比、75g糖負荷試験(血糖、血清インスリン)、HbA1c、1,5-AG、総コレステロール、HDLコレステロール、LDLコレステロール、トリグリセライドなどの

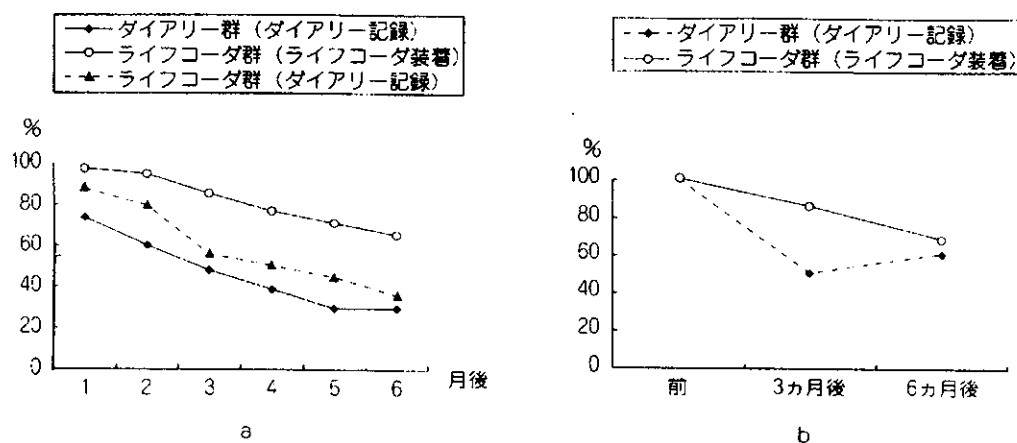


図1 運動記録、定期検査の継続状況

- a. 運動記録継続率：教室前を100%として、6ヵ月間運動記録がとれた者の割合を示した。運動記録の継続については、ダイアリー群はダイアリーへの記録がなされている者、ライフコーダ群はライフコーダの装着、提出ができた者、ダイアリーへの記録が継続できた者の割合をそれぞれ示した。
- b. 定期検査受診率：3ヵ月後・6ヵ月後の検査受診率

ダイアリー群では6ヵ月間記録が継続できた者は28%に臨床検査値を測定した。

体力検査の結果からATレベルの有酸素運動、筋力トレーニング(補強運動)、ストレッチに関する運動処方をした。ATレベルの有酸素運動については体力検査・呼気ガス分析後にトレッドミル上を歩かせ、AT心拍数での分速及びライフコーダでの運動強度を測定し、その速度で15分以上継続して歩くよう指示した。補強運動については脚・体幹部を中心に7種目、ストレッチは12種目を指導した。

両群とも、1日の歩数、運動消費量、意識的に歩いた時間、補強運動・ストレッチの回数についてダイアリーに記録をとらせながら非監視下で6ヵ月間運動させた。ダイアリー群の歩数・運動消費量の測定には、ライフコーダと測定原理が同じであるカロリーカウンターセレクト2(スズケン

社製)を使用した。ダイアリーのデータは医療スタッフがパソコンに入力し、グラフ化して対象者に結果を提供した。

ライフコーダ群はライフコーダデータを赤外線通信にてパソコンへ送信し、1ヵ月ごとに解析し、運動強度・頻度・継続時間・時間帯について指導を繰り返し、両群とも、6ヵ月後に再び体力偏差検査・血液検査を行った。

なお、測定値は平均±標準で示した。統計学的有意差検定は、Wilcoxonツチングの符号付順位和検定を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありと判定した。統計ソフトはSPSS(SPSS社製)を使用した。

結果

1. 教室前から6ヵ月後までの運動記録、定期検査の継続状況(図1-a, b)

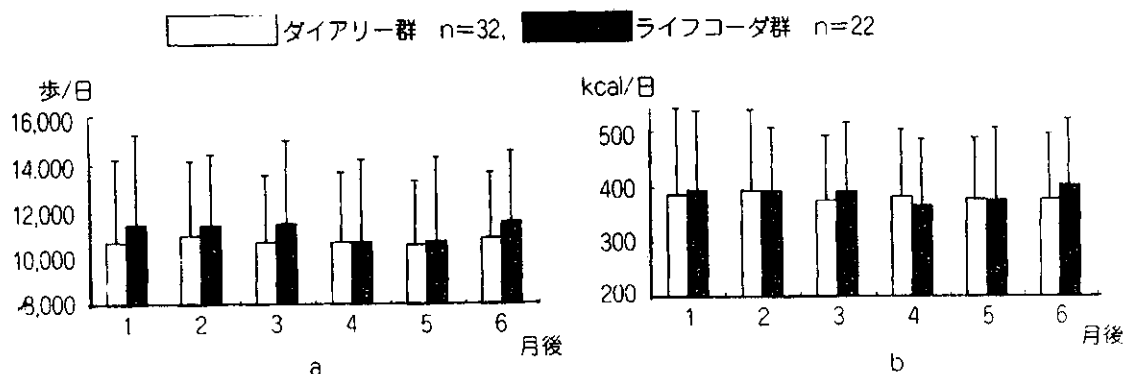


図2 6ヵ月間の運動実施状況(数値は Mean ± SD)

- 6ヵ月間運動記録が継続できた者について、1日の平均歩数を月別に示した
- 6ヵ月間運動記録が継続できた者について、1日の平均運動によるエネルギー消費量を月別に示した。

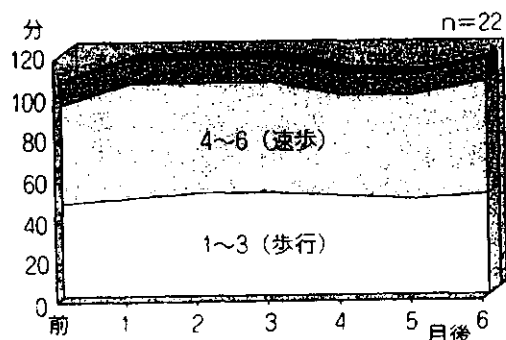


図3：ライフコーダ群の運動実施状況

運動強度を3段階に分類し、それぞれの運動時間を1日ごとに積算した平均値を月別に示した。

ダイアリー群では6ヵ月間記録が出来たものは28%にとどまり、運動量の補足が正確に可能だった者は、月数が経過するほど減少した。ライフコーダ群は、6ヵ月後でも65%が装着を続けており、正確な身体活動量の把握ができた。ライフコーダ群のうちダイアリーを継続した者は6ヵ月後で35%であり、ダイアリー群より継続率がやや高かった(図2-a)。また、定期検査の受診率においてもライフコーダ群が3ヵ月後85%、6ヵ月後68%であったのに対し、ダイアリー群は49%、60%であり、ライフコーダ群がやや上回った(図1-b)。

2. 6ヵ月間の運動実施状況

6ヵ月間運動記録を継続できた者の

平均歩数、1日の平均運動消費量を図2に示した。記録できている者については、ダイアリー群、ライフコーダ群でいずれの群間、また月別においても有意差はみられず、1日歩数1万歩以上、運動消費量350kcal以上であった。歩数、運動消費量ともに4、5ヵ月目に低下する傾向がみられた(図2-a, b)。ライフコーダ群において、運動強度別に「歩行」、「速歩」、「ジョギング」の各強度の積算時間をみると、4、5ヵ月目に特に「速歩」部分が減少していることが判明した(図3)。

ライフコーダ群について、運動強度の日内変動のトレンドグラムより15分以上の継続的な歩行を抽出したところ、計測日のうち66±28%の日で実施されていた。運動

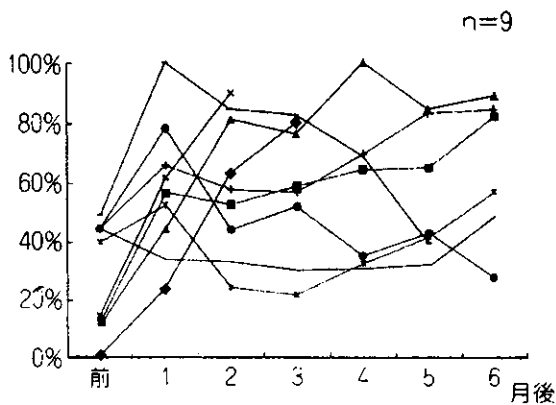


図4 15分以上の継続的な運動が実施できた日数の比率

ライフコーダヨ1の解析結果より、測定日の中で「強度4」以上の運動が15分以上継続された日数の割合を算出し、教室前に50%未満の者について6ヵ月後までの変化を示した。1日に2回以上行われた場合も1日として計算した。

実施時間帯については、平日の朝の実施者が77%と最も多く、休日には実施率の低下(29%)が観察された。対象者は都市部勤労者が多く、通勤時にウォーキングを実施している者が多かった。

3. 6ヵ月後の検査値の変化

6ヵ月後の検査を受診したライフコーダ群23名、ダイアリー群67名のうち、男性について(ライフコーダ群21名、ダイアリー群52名)、教室前、6ヵ月後の検査値の変化を図8に示した。男性のBMI、体脂肪率、ウエストヒップ比はダイアリー群、ライフコーダ群ともに改善した。ライフコーダ群では体脂肪率、ウエストヒップ比に有意な差があり(体脂肪率 $p < 0.01$ 、ウエストヒップ比 $p < 0.05$)(図8-a, b, c)、肥満の改善が確認できた。空腹時血糖、HbA1c等の糖代謝指標でも両群ともに改善がみられ、HbA1cではいずれも有意に改善した6ヵ月後の体力指標の変化

ダイアリー群ではすべての体力指標で向上傾向がみられたが、有意差はなかった。ライフコーダ群では、AT時酸素摂取量、握力、上体起こし、長座位体前屈が向上し、特に長座位体前屈が有意に向上した($p < 0.05$)(図9-a, b, c, d, e, f)。

考察

運動療法は糖尿病など生活習慣病改善に効果的であるが、一方、過度な運動では合併症を進行させることも報告されており、安全性を考えることが大切である。運動が疾病を悪化させないように、事前にメディカルチェックによって糖尿病合併症や動脈硬化性疾患の合併の有無を把握した上で体力検査を行い、患者に合った運動を処方することが必要である。

また、指導した運動療法を正しく継続することも大切であるが、実際に監視下で多数の糖尿病患者の運動を実施させることは困難である。従って、各個人が家庭で継続的に実施できるよう指導することが大切である。運動の継続を促す指導法として「運動記録をとること」が推奨されている¹⁰⁾。従来私どもは、ダイアリーに運動記録、食品交換表に基づいた食事の単位数の記入を行わせてきた^{4,10)}、継続できた者は生活改善が観察でき十分な効果が確認できたが、かなりの労力を要するため、6ヵ月後の継続者は30%以下と低下している。一方ライフコーダは、装着し定期的に提出するだけで歩行運動が記録できるため、65%で継続が可能であった。

また、ライフコーダ群でのダイアリー継続率もダイアリー群を上回り、自己管理へ

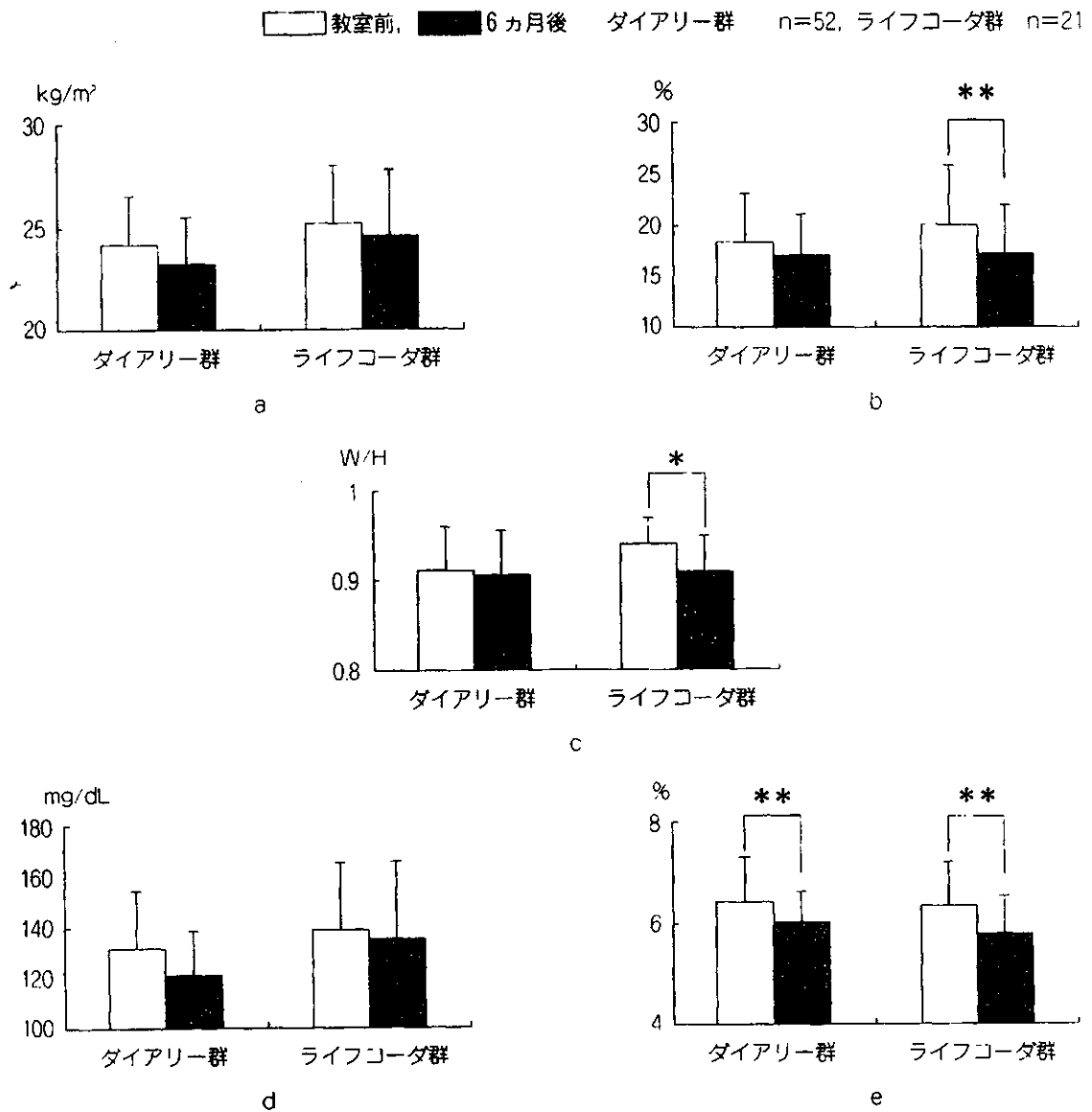


図5 6 カ月後の検査値の変化(男性)(数値は Mean±SD,*p<0.05,p<0.01)**
 a: BMI, b: 体脂肪率、c: ウエストヒップ比、d: 空腹時血糖、e: HbA1c

の関心の高まりが推察される。教室前の運動実施率が低い者では、経過中の運動実施状況変動が大きい傾向がみられ、ライフコーダデータを利用しながら継続的な指導を繰り返すことにより脱落を防いでいると考えられた。

6 カ月間の歩数と運動消費量は、ダイアリー群とライフコーダ群で有意差はなかった。しかし、ダイアリー群は対象のうち 28%の

みが 6 カ月間継続できており、自己管理意欲の高い患者のみの結果であったと考えられる。ライフコーダ群では対象のうちの 65%が継続できており、ダイアリーを記録できなかった者も含まれていることから、より簡便に多数の患者を脱落なく継続指導する上でライフコーダ使用は有用であったと考えられる。

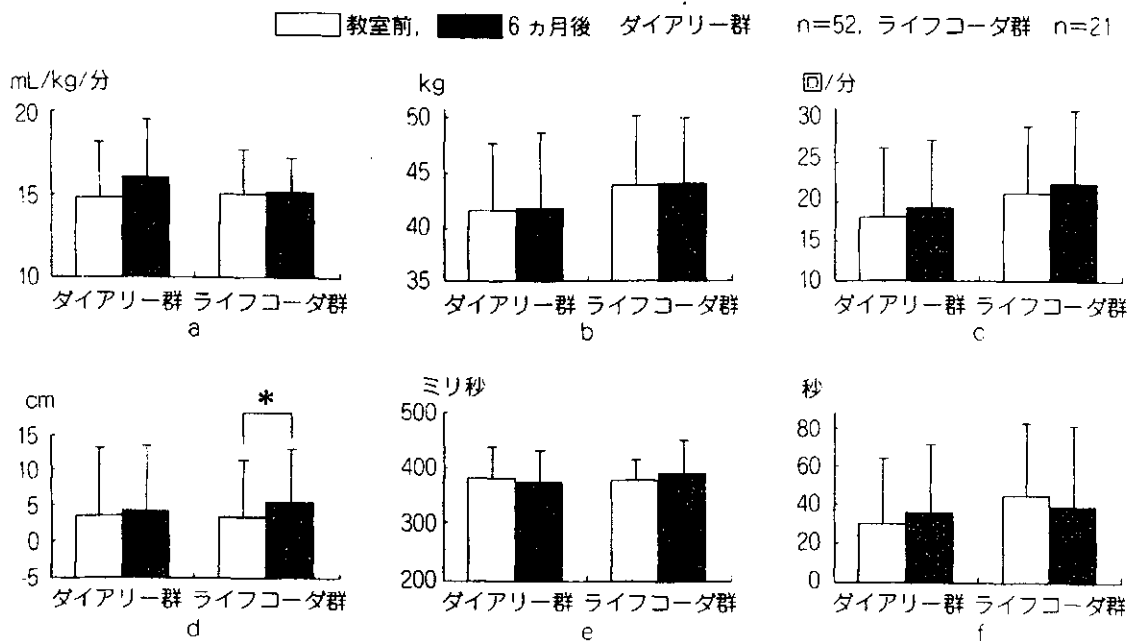


図6 6ヵ月の後の体力指標の変化(男性)(数値は Mean±SD、*p<0.05)

a: AT時酸素摂取量、b: 握力、c: 上体起こし、d: 長座位体前屈、e: 全身反応時間、f: 閉眼片足立ち

ダイアリーの場合、提出を強制することは脱落者を増やす危険もあるが、ライフコーダ側の場合、メモリー容量の上から、1ヵ月ごとの介入が相手に大きな負担を感じさせず実行できるのも利点であると考えられた。両群とも4、5ヵ月後に低下する傾向があり、家庭での実践を継続指導する場合、この時期に適切な指導をすることが必要であると考えられた。

患者に個別指導する場合、現在の実施状況を把握することが必要であるが、ライフコーダを使用することにより、歩数、運動消費量だけでなく運動強度の日内変動グラフから継続的なウォーキングの有無や、運動の実施時間帯、継続時間、強度についての的確に指導できるようになった。運動の時間帯では、平日の朝の実施者が最も多かったことから、特に公共交通機関を利用する都市部勤労者では通勤時間帯を利用するよう

指導するのが実際的であると考えられる。

継続時間については、これまでは自己申告でしか確認できなかったが、客観的なデータとして確認できるようになった。強度についても、トレッドミル上での歩行指導時の強度と比較を行いつつ修正を行うことが可能になった。

ただし、平地での歩行～走行については客観的な指標となりうるが、運動の種類によっては正しく評価されない場合がある点には注意を要すると思われる。階段については上昇より下降のほうが過大評価され、自転車走行など腰の上下動を伴わない運動や上肢を主体とする運動、水泳などについては評価できない。テニス、バドミントンなど断続的な運動においても、歩数・運動消費量は評価されるものの、運動の実施が解析グラフ上で確認できにくいなどの点には注意を要する。

6 ヶ月後の経過観察では、体脂肪率、ウエストヒップ比の改善など体脂肪の有意な減少を認めた。運動療法を継続的に指導する上でライフコーダ使用は有用と考えられた。

まとめ

ライフコーダ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、運動強度を客観的に評価できるようになり、具体的な運動指導が可能になった。また、運動記録・定期検査の継続率が高まり、体力指標・検査値が改善し、特に体脂肪率が低下した。さらに、動機づけの上でも教育効果が大きいと考えられた。

文献

- 1) 厚生省保健医療局生活習慣病対策室：糖尿病実態調査の概要、1998。
- 2) Laurie, J. Goodyear, and Robert, J. Smith : Joslin's Diabetes Mellitus. 13 : 451~458, 1995。
- 3) 津下一代、太田寿城：運動習慣と糖尿病。Diabetes Frontier 8:450-454、1997。
- 4) 桑山幸久ほか：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 26①：18-24、1999。
- 5) 横地正裕：糖尿病の運動療法におけるカロリーカウンター活用法。理学療法ジャーナル 29⑥：428-429、1995。
- 6) 佐藤祐造：運動と生活習慣病最新医学 3 ①：80-86、1998。
- 7) 篠原菊紀：大学生の健康教育における2種類の体脂肪計とカロリーカウンターの利用に関する研究長野体育学研究(8)、1997。
- 8) 津下一代ほか：肥満患者の運動療法実施状況。肥満研究 4②：162~167、1998。
- 9) 津下一代ほか：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。糖尿病 42④：289~297、1999。
- 10) 津下一代ほか：ライフコントロールダイアリーを作成して。プラクティス 14：181~186、1997。
- 11) 新実光朗、長谷川真美：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、1992。
- 12) 津下一代ほか：糖尿病患者に対する運動療法(第2報)—運動による成長ホルモンとカテコールアミンの変化について— 名古屋大学環境医学研究所年報：223~231、1988。
- 13) Beaver, W.L. et al. : A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. J. Appl. Physiol. 60:2020~2027, 1986。
- 14) 長嶺晋吉：皮下脂肪厚からの肥満の判定。日本医師会雑誌 68:919~924、1972。
- 15) 津下一代：歩行速度はどのくらいが適当か。SUZUKEN MEDICAL 87：52~53、1998。
- 16) 日本糖尿病学会：運動療法実施にあたって—毎日の生活に運動を組み入れるために—、糖尿病療養指導の手びき：56~58、1999。

研究成果の刊行に関する一覧表

- 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
- 津下一代：運動療法の患者教育とその実際。 プラクティス 17(9)：496～503, 2000
- 桑山幸久、運動習慣獲得と糖・脂質代謝
津下一代、および体力指標の変化。 日本臨床スポーツ医学会誌
新実光朗： 9(1): 65～75,2000
- 横地正裕：代謝疾患（糖尿病）における
理学療法の課題と今後の展望。 理学療法 17（1）：88-92, 2000.