

糖尿病重症化予防を目指したインターネットによる生活習慣変容のための行動療法
：行動変容プログラム「CPAスマートライフスタイル」を補助教材として用いた試み

山津 幸司（佐賀大学教育学部・大学院医学系研究科），田尻 祐司（久留米大学医学部内科学講座
内分泌代謝内科部門），熊谷 秋三（九州大学基幹研究院・大学院人間環境学府）

**Internet-based behavior therapy for lifestyle changes in Japanese patients with diabetes: A
feasibility study of the CPA smart lifestyle program**

Koji Yamatsu (Faculty of Education, Graduate School of Medicine, Saga University)

Yuji Tajiri (Division of Endocrinology and Metabolism, Faculty of Internal Medicine, Kurume
University School of Medicine)

Shuzo Kumagai (Faculty of Arts and Science, Graduate School of Human-Environment Studies,
Kyushu University)

(Received June 5th, 2017 ; accepted for publication August 8th, 2017)

Abstract

Objectives: Diabetes is a major global public health concern. The development of prevention strategies for diabetic complications is a particularly important issue. Therefore, we have developed an internet-based behavior change program designed to improve lifestyle for the prevention of diabetic complications. The purpose of this study was to examine the feasibility of this program in Japanese diabetes patients.

Methods: The participants were 13 diabetic patients (mean age: 48.8 \pm 8.9 years, 13 male, one type 1, mean duration of diabetes: 15.8 \pm 10.3 years, mean HbA1c: 7.68 \pm 1.07%) who had visited Kurume University Hospital. All participants received a pedometer and access to an internet-based check-plan-action (CPA) lifestyle change program. As part of the CPA program, participants were asked to select one of two courses (physical activity and/or nutrition) and set two or three corresponding behavior goals. Over the next 12 weeks, participants monitored their goal attainment and daily step count.

Results: Of the initial 13 participants, 11 (84.6%) completed the program. Total caloric intake, (Pre: 2237.5 \pm 315.9, Post: 1850.0 \pm 334.9 [kcal/day], $p < 0.001$) and salt intake (Pre: 12.5 \pm 1.3, Post: 11.4 \pm 1.5 [g/day], $p < 0.005$) were significantly decreased after 12 weeks. Other dietary behaviors, physical activity, and sedentary behaviors did not change significantly. Uric acid (Pre: 5.8 \pm 1.2, Post: 5.3 \pm 1.4 [mg/dL], $p < 0.05$) was significantly improved after 12 weeks. Sixty-four percent of the participants logged into the program at least once per week, with the same proportion self-monitoring their dietary behaviors and physical activity at least once during this time.

Conclusions: This internet-based CPA smart lifestyle program produced short-term, beneficial changes on diabetic patients' dietary behaviors. In addition, the program's completion rate and usability was sufficient and acceptable.

Key words: Behavior change, Information Communication Technology, Diabetes, Lifestyle modification

I. 研究の背景と目的

わが国において糖尿病患者の増加が国家的な問題に発展しつつある。2015年の国民健康・栄養調査によると、糖尿病が強く疑われる男性は14.2%、女性は7.1%で2006年以降増加傾向が続いている¹⁾。また、糖尿病の年間医療費は約1.2兆円となっており²⁾、国家財政の健全化のためにも糖尿病等の生活習慣病対策は喫緊の課題となっている。特に、糖尿病の重症化に伴い1ヶ月あたりの医療費は劇的に増加することもわかっている。1ヶ月あたりの医療費は食事・運動療法のみでの治療の場合5千円強であるが、内服薬を開始した場合には1万2420円と約2倍強に、インスリン注射の開始で約7倍強に、人工透析で約100倍となるなど、重症化に伴い劇的に高くなることがわかっている。そのため、糖尿病を発症したとしても、その後の重症化を防ぐことで健康寿命の延伸や医療費自己負担軽減につながる可能性があり、重点的に取り組むべき対策のひとつといえよう。

本研究では糖尿病の重症化予防の対策のひとつを提案することを目指し、情報通信技術（インターネット等のICT）を活用した行動療法によるライフスタイル介入の方法論を、糖尿病治療の補助に用いる試みを行った。これまでに山津ら³⁻⁵⁾は、ICTを用いてメタボリックシンドローム等の生活習慣病予防を目的とした行動変容プログラム「CPAスマートライフスタイル」を開発し、その行動変容や体重コントロールに対する有効性を明らかにしてきた。また、ICTを用いた生活習慣病予防や行動変容に関する国内外の研究⁶⁻¹¹⁾から、ICTの利用は行動変容の短期効果⁷⁻⁸⁾だけでなく長期効果⁹⁾を導く可能性があること、ICTを糖尿病患者に適用した場合の成功事例の実績^{10, 11)}が報告されている。そこで、生活習慣病者に対するライフスタイル介入を効率的かつ効果的に行うには、ICTの活用は不可欠である。そこで、本研究では医療機関での生活習慣病の治療の一環として実

施されるICTを活用したライフスタイル介入法を評価し、利便性と効果を兼ね備えた行動変容プログラムの構築が最終目標である。

本研究の目的は、医療機関での生活習慣病の治療の一環として実施されるICTを活用したライフスタイル介入法を開発し、そのユーザビリティとプログラムの改善点を明らかにすることであった。本研究の最終目標は、利便性と効果を兼ね備え、かつ医療機関でも活用可能な行動変容プログラムの構築である。

II. 研究方法

1) 対象者

本研究の対象者は、久留米大学病院内分泌代謝内科を受診中で主治医が研究参加を認めた2型または1型糖尿病患者13名であった。本研究への参加条件は、主治医が研究への参加を許可した者のうちパソコンやスマートフォンにてインターネットにアクセス可能な者とした。本研究は九州大学基幹教育院の倫理委員会、久留米大学医学部の倫理委員会の承認を経て実施した。また、全対象者に研究の趣旨説明を行った後、書面による研究参加の同意を得た。

2) 研究方法

研究の流れは次の通りであった。まず、久留米大学病院内分泌代謝内科を受診中の糖尿病患者の中から、主治医が研究参加可能と認めた患者に研究紹介のビラを配布した。その中で参加の意思を示した者にコーディネーター（予防医学関連の博士号保有者）が研究の詳細を説明し、書面に

よる同意を得られた者に教材や介入プログラム利用のためのパスワードなど一式を手渡した。その後、コーディネーターが主治医と情報共有し、かつ主治医の指導を受けながら、対象者のライフスタイル介入を Web および電話等経由にて実施した。介入期間は 12 週間であった。

本研究で用いた介入プログラムは、平成 21 年度に厚生労働科学研究費補助金（研究代表者：山津幸司）を受け開発された行動変容プログラム「糖尿病・メタボでも心配しないで CPA スマートライフスタイル」¹²⁾を三村和郎 医師（当時、福岡市健康づくりサポートセンター・センター長）の監修により改変したプロトタイプ版であった。その概要は、糖尿病の重症化予防を最大の目的とし、Web 経由（必要に応じて電話も）にて生活習慣の評価と食・運動行動を高めるための目標設定を行わせた。参加者は生活習慣の自己評価を行い、改善可能な生活習慣変容の行動目標を選ばせその項目の改善を提案した。対象者がプログラムに初回アクセスした後の参加者とコーディネーターの主なやり取りは、プログラム内のソーシャルネットワーク（SNS）または E メールにより行われた。コーディネーターから提供される参加者全員への助言は、1, 2, 3, 4, 6, 8, 11 および 12 週間後の計 8 回であった。SNS や E メール経由で送られてくる参加者からの個別相談も、随時コーディネーターが対応した。また、参加者は本研究用に作成された専用ホームページにアクセスし、設定した行動目標の達成状況や歩数などのセルフモニタリングを行った。

3) 測定指標

a) 食行動指標

食行動の指標は、伊達（2001）¹³⁾により開発された簡易食事評価法を用いた。本食事指標は、エ

エネルギー摂取に関する5項目，脂質摂取に関する5項目，塩分摂取に関する5項目から構成されている。エネルギー摂取，脂質摂取，塩分摂取の推定値は各5項目と性別や年齢を考慮し算出式にあてはめ計算可能となっている。本食事指標の信頼性と妥当性については，1～1.5ヶ月間隔で2回実施した場合の回答の一致率は81.3～100%と高く，記録法により推定された値との比較では，エネルギー摂取でSpearman相関係数が0.60，脂質摂取が0.45，食塩摂取で0.63といずれも有意な関連が認められている。

b) 身体活動・不活動指標

村瀬ら¹⁴⁾によって開発されたInternational Physical Activity Questionnaire日本語短縮版（以下，I-PAQ）を用いた。I-PAQは世界保健機関のワーキンググループによって，身体活動を評価し国際比較するために作成された。過去1週間における高強度および中等度の身体活動について実施した日数ならびに時間を質問し，8METs以上の高強度，4～7METsの中等度，そして歩行活動量という3種の活動量を算出することができる。本研究では上記3指標を合計し「総身体活動量（METs・時/週）」を算出した。また，不活動の指標として平日と休日の座位を中心とした不活動時間を平均し「不活動時間（時間/週）」を算出した。I-PAQ短縮版における不活動時間とは「毎日座ったり寝転んだりして過ごしている時間（工作中，自宅で，勉強中，余暇時間など）」についてです。すなわち，机に向かったり，友人とおしゃべりをしたり，読書をしたり，座ったり，寝転んでテレビを見たり，といった全ての時間を含みます。なお，睡眠時間は含めません」と定義されている。I-PAQにより推定された身体活動量は加速度計との比較により妥当性と信頼性が検証されている¹⁴⁾。

c) 血液指標

血液指標は、久留米大学病院代謝内科にて糖尿病治療の一環として実施された検査値を用いた。

4) 統計解析

介入前後の測定指標の変化の比較には対応のある t 検定を用い、プログラム利用状況と測定指標の変化の関係を検討するためにピアソンの積率相関係数を算出した。有意水準は5%未満とした。

III. 結果

1) 被験者の特性と介入継続率

被験者の個人特性は、平均年齢 48.8 ± 8.9 歳、男性が91.7%、4年制大学卒業以上の学歴が50%、配偶者有りが75%、年収600万円以上が50%、糖尿病発症から平均15.8年が経過し、HbA1cの平均が7.68%、スマートフォン所有者は38.5%であった。研究参加者13名のうち、11名が3ヵ月後の介入を終了、2名が自己都合の理由による途中辞退であったため、介入継続率は84.6%であった。また、介入前後で、糖尿病の治療内容や服薬状況が変化した者はいなかった。

2) 介入前後の測定指標の変化 (表1)

介入終了者11名での行動変容を検討した結果、エネルギー摂取が介入前の2237.5kcalから介入後の1850.0kcalへと有意に減少した ($p < 0.001$)。また、1日の食塩摂取量も介入前の12.5gから11.4gへと有意に減少した ($p < 0.005$)。その他の食行動や運動行動に有意差は認められなかった。

3) 介入前後の測定指標の変化(表2)

介入終了者11名での血液指標の変化を検討した結果、尿酸値のみが介入前の5.8mg/dLから介入後の5.3mg/dLへと有意に低下していた($p < 0.05$)。その他の血液指標で有意差は認められなかった。

4) 介入期間中のプログラム利用状況

本研究における行動変容プログラム「CPAスマートライフスタイル」へのログイン頻度は、「毎日」が18.2%、「週に2~3回程度」が36.4%であり、「週1回以上」で集計すると63.6%であった。食事記録と運動記録の頻度も、プログラムのログイン頻度と同じで、「毎日」が18.2%、「週に2~3回程度」が36.4%であり、「週1回以上」が63.6%であった。歩数記録の頻度は「毎日」が27.3%、「週に2~3回程度」が27.3%であり、「週1回以上」が63.6%であった。体重記録の頻度は「毎日」が18.2%、「週に2~3回程度」が27.3%であり、「週1回以上」が45.5%とやや低かった。行動変容プログラムの利用状況は、行動改善の目標を設定したのが45.5%、目標設定数の平均は2.6±1.1個、行動改善の目標の実施状況の記録の頻度は「毎日」と「週に2~3回程度」がそれぞれ18.2%であった。本行動変容プログラムを「大変参考になった」「やや参考になった」と感じている者があわせて45.5%と約半数であった。

5) 介入期間中のプログラム利用状況と介入前後に有意差が認められた測定指標の変化の関係

プログラム利用状況と本研究にて介入前後に有意差を認めたエネルギー摂取量、食塩摂取量の変化量、乳酸値の相関関係を検討した結果、歩数記録頻度と食塩摂取量の変化に相関関係の傾向

が認められた ($r=-0.69$, $p=0.058$)。すなわち、歩数記録頻度が多い者ほど食塩摂取量の低下幅が大きいという結果であった。その他に有意な相関関係は認められなかった。

IV. 考察

1) 介入前後の行動変容および血液指標の変化

本研究では、行動変容プログラム「CPAスマートライフスタイル」を医療機関での糖尿病治療の一環として提供するために改良したプロトタイプを用いて、実際の糖尿病患者に適用した。12週間の介入期間の前後で行動変容指標の変化を検討した結果、食行動2項目、すなわちエネルギー摂取と食塩摂取が有意に低下していることを明らかにした。また、血液指標のうち、尿酸値が介入後に有意に低下していることを確認した。本研究の結果は、例えば介入を受けない対照群を設けていない研究上の制約を有しているため、プログラムの有効性を結論づけるのには慎重さを要すべきである。しかし、本研究で用いた行動変容プログラムに週1回以上ログインする者は約6割に達しており、食や運動行動、歩数などの記録状況も想定以上に良好であった。また、記録状況のうち、歩数記録頻度が多い者ほど食塩摂取量の減少量が大きく、その理由は定かではないがプログラムの一部の利用状況が良好なものほどプログラムの意図した介入効果が大きくなる可能性が示されたものと考えた。さらには、12週間のプログラム終了率も84.6%と高かったことから、少なくとも本研究で用いた行動変容プログラム「CPAスマートライフスタイル」は、医療機関で治療中の糖尿病患者に適用可能であり、今後更なる検証を進めることで糖尿病専門医の治療と併用しその治療効果を高める可能性があると考えられた。また、本研究で認められた糖尿病患者におけ

る尿酸値の低下も一定の意義を有すると考えた。なぜなら、糖尿病自体が動脈硬化を進行させることが確認されているが、糖尿病でかつ尿酸値が高い場合には動脈硬化の進行を更に促進する可能性¹⁵⁾からである。

以上の結果をまとめると、本研究は後述のような研究の限界や課題を有するものの、本研究で用いた行動変容プログラムが医療機関に通院中の糖尿病患者の食行動の変容を促す可能性や糖尿病専門医による治療をサポートできる可能性が示されたものと考えた。

2) 本研究の限界と今後の研究課題

本研究で用いた行動変容プログラムが、通院治療中の糖尿病患者の行動変容や重症化予防に有効であることを結論づけるためには、以下のような研究上の限界があるため慎重さを要する。まず本研究では、前述のように行動変容プログラムを受けない対照群を設けることができなかった。このため、介入前後で認められたエネルギー摂取や食塩摂取等の食行動の変容に対し本介入プログラムが有効であったと解釈するには慎重にならざるを得ない。そのため、今後の研究では、通院治療中の糖尿病患者を無作為に介入群と介入を受けない対照群（後から介入を受ける待機群でも可）にわけ介入効果を比較する無作為割付介入試験を行う必要がある。次に、対象となる医療機関数を増やし、対象者の年代や性別、様々な職業階層からの被験者を対象とし、本研究で比較的良好にみえたプログラム継続率やユーザビリティが再現できるかを検証していく必要がある。更には、我が国にはICTを用いた行動変容プログラムの介入成績が報告^{16, 17)}されているものの、短期効果の検討が多く、長期効果の検討も今後の研究課題といえる。

V. 付記

本研究は厚生労働科学研究費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業（研究代表：熊谷秋三）の一部として実施された。本研究で用いた行動変容プログラム「CPAスマートライフスタイル」を糖尿病治療の補助教材として活用可能なプロトタイプを開発する際に、三村和郎氏（現、三村かずお内科クリニック院長）の監修を受けましたことに感謝申し上げます。また、本研究で用いた行動変容プログラムや食や運動行動の記録を促すツールは正興ITソリューション株式会社（有江勝利 代表取締役社長）と共同開発したものである。

VI. 引用文献

- 1) 厚生労働省健康局健康課. (2016). 平成27年「国民健康・栄養調査」の結果概要.
(<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000142359.html>)
- 2) 厚生労働省大臣官房統計情報部人口動態保健社会統計課保健統計室国民医療費統計係. (2015).
平成25年度国民医療費の概況. (<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/13/>)
- 3) 山津幸司, 佐藤武. (2011). 印刷教材を用いた介入評価と携帯電話フィードバックシステムの開発. 厚生労働科学研究費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業「印刷教材と携帯電話フィードバックシステムを用いた食生活の改善及び運動指導プログラムの開発に関する研究」平成22年度研究報告書（研究代表者：山津幸司）, 5-12.
- 4) 山津幸司, 佐藤武, 小西史子. (2012). 印刷教材とモバイル型健康支援システムを用いた介入効

- 果の検証. 厚生労働科学研究費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業「印刷教材と携帯電話フィードバックシステムを用いた食生活の改善及び運動指導プログラムの開発に関する研究」平成23年度研究報告書（研究代表者：山津幸司）, 4-15.
- 5) 熊谷秋三, 山津幸司. (2012). 職域における印刷教材とIT環境を用いた生活習慣への介入研究と評価. 厚生労働科学研究費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業「印刷教材と携帯電話フィードバックシステムを用いた食生活の改善及び運動指導プログラムの開発に関する研究」平成23年度研究報告書（研究代表者：山津幸司）, 16-25.
- 6) 山津幸司, 熊谷秋三. (2010). Information Communication Technologyを活用した身体活動介入プログラムに関する研究. 健康科学, 32, 31-38.
- 7) Atienza AA, King AC, Oliverira BM, Ahn DK, Gardner CD. (2008). Using hand-held computer technologies to improve dietary intake. *Am J Prev Med* 2008, 34(6): 514-518.
- 8) Armanasco AA, Miller YD, Fjeldsoe BS, Marshal AL. (2017). Preventive Health Behavior Change Text Message Interventions: A Meta-analysis. *Am J Prev Med*, 52(3): 391-402.
- 9) Soureti A, Murray P, Cobain M, Chinapaw M, van Mechelen W, Hurling R. (2007). Exploratory study of web-based planning and mobile text reminders in an overweight population. *J Med Internet Res*, 13(4): e118.
- 10) Cherry JC, Moffatt TP, Rodriguez C, Dryden K. (2002). Diabetes disease management program for an indigent population empowered by Telemedicine technology. *Diabetes Technology and Therapeutics*, 4(6): 783-791.

- 11) Azar KMJ, Koliwad S, Poon T, Xiao L, Lv N, Griggs R, Ma J. (2016). The electronic cardiometabolic program (eCMP) for patients with cardiometabolic risk: A randomized controlled trial. *J Med Internet Res*, 18(5): e134.
- 12) 山津幸司. (2010). 糖尿病・メタボでも心配しないでCPAスマートライフスタイル. 熊谷秋三・佐藤武・小西史子 監修,合同会社SHP企画: 福岡市, 1-18.
- 13) 伊達ちぐさ, (2001), 質問票による生活習慣行動の把握方法の開発とその応用に関する検討, 厚生科学研究費補助金健康科学総合研究事業平成12年度総括・分担研究報告書「行動科学に基づいた生活習慣改善支援のための方法論の確立と指導者教育養成に関する研究」(主任研究者: 中村正和) 37-44.
- 14) 村瀬訓生, 勝村俊仁, 上田千穂子, 井上茂, 下光輝一. (2002). 身体活動量の国際標準化: I-PAQ 日本語版の信頼性・妥当性の評価. *厚生*の指標, 49(11), 1-9.
- 15) 坂田清美. (2001). 尿酸. 上島弘嗣ら監修, 動脈硬化・老年病予防検診マニュアル, 株式会社メディカルビュー, 東京, 108-109.
- 16) Adachi Y, Sato C, Yamatsu K, Ito S, Adachi K, Yamagami T. (2007). A randomized controlled trial on the long-term effects on a one-month behavioral weight control program assisted by computer tailored advice. *Behaviour Research and Therapy*, 45, 459-470.
- 17) 山津幸司. (2014). 印刷教材とモバイル型健康支援システムを用いた行動変容及び減量効果の検証: 女子大学生に対する行動変容プログラム「CPA スマートライフスタイル」による介入. 九州地区国立大学教育系・文系研究論文集, 2(1), No.3, 1-18.

	n	介入前		介入後		p	
		平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差		
摂取エネルギー(kcal/day)	8	2237.5	± 315.9	1850.0	± 334.9	0.000	*
脂質(%)	8	32.0	± 2.8	31.4	± 3.6	0.305	
食塩(g/day)	8	12.5	± 1.3	11.4	± 1.5	0.003	*
総身体活動量(METs*時)	7	59.3	± 85.0	48.9	± 41.6	0.737	
高強度(METs*時)	8	23.5	± 31.7	10.3	± 13.2	0.314	
中等度(METs*時)	7	21.4	± 52.4	21.1	± 37.2	0.990	
歩行(METs*時)	8	10.8	± 9.3	14.9	± 8.7	0.127	
平日座位時間(時間/日)	7	5.7	± 5.0	7.2	± 5.7	0.176	
休日座位時間(時間/日)	7	6.3	± 3.5	7.0	± 5.2	0.630	
						*; v.s. 介入前(p<0.05)	

	n	介入前		介入後		p
		平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差	
AST(U/L)	9	24.3	± 7.2	22.3	± 7.4	0.189
ALT(U/L)	9	25.9	± 19.0	26.0	± 20.1	0.938
γ-GTP(U/L)	9	49.3	± 41.0	50.6	± 48.5	0.766
クレアチニン	11	0.78	± 0.14	0.79	± 0.13	0.536
eGFR (mL/min/1.73m ²)	11	88.2	± 23.3	85.6	± 19.7	0.267
尿酸(mg/dL)	11	5.8	± 1.2	5.3	± 1.4	0.047 *
総コレステロール(mg/dL)	8	193.3	± 52.7	177.3	± 36.3	0.166
HDL-c (mg/dL)	9	55.4	± 16.7	55.2	± 17.1	0.892
中性脂肪(mg/dL)	9	169.7	± 61.2	171.8	± 88.2	0.928
CK(U/L)	5	228.4	± 272.8	174.8	± 113.1	0.572
空腹時血糖値(mg/dL)	11	193.2	± 71.2	167.2	± 31.0	0.203
HbA1c(%)	11	7.6	± 1.0	7.5	± 1.1	0.879
*; v.s. 介入前(p<0.05)						