

I . 総合研究報告

地域住民を対象とした生活習慣病予防等健康づくりの推進のための栄養・運動・休養複合型プログラム（対面・オンラインハイブリット型）の開発に向けた基盤研究

研究代表者 山田 宏 和歌山県立医科大学 医学部 教授

研究分担者 橋爪 洋 和歌山県立医科大学 保健看護学部 教授

研究要旨

健康寿命の延伸に向けては身体機能の維持・向上が重要であり、個人が積極的に健康度を高める努力が求められているものの、従来の取組に関しては様々な手法が乱立するとともに、健康日本21（第二次）の目標としても取り上げられ重要な要素である栄養（適切な量と質の食事）・運動（日常における歩数の増加と運動習慣の獲得）・休養（適切な睡眠と労働時間）の三要素に関して、各要素を単独で対策することが多い状況にあった。これら三要素を適切に組み合わせた複合型の取組が有効と考えられるが、単独型の取組に比べて参加・継続のハードルが高くなる可能性があり、そうした難点をできるだけ解消するための検討が必要である。

本研究では、地域から無作為抽出された中高年における食事・身体活動調査（大塚・木下）、自治体における栄養と運動機能調査（山田・橋爪・吉村・岡）、中高年労働者に対する健康増進プログラム開発（松平）、高齢者に対する転倒予防プログラム開発（松平・陣内）、社会実装された評価用アプリケーション開発（岡）に実績がある研究者が一丸となり、自治体や企業などのステークホルダーにて参加・継続しやすい栄養・運動・休養複合型プログラムを作成することが目的である。

初年度は「これら三要素を適切に組み合わせた複合型の取組が、国民の健康増進に有効である」という観点から年代（20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-）・性別（男, 女）にて留意すべき項目を文献をもとに整理して、10種類の複合型プログラム（案）リーフレットを開発した。

次年度は開発したプログラムを実行することにより、生活の満足度や生活習慣に変化があるかとプログラム内容の改善点を模索するパイロット研究を実施した。

さらに身体機能の維持・向上に有用な対策と考えられる複合型プログラムの提供継続させる方法の確立を目指し、働く世代を対象に、教育と運動療法をセットにしたアプリケーション（ヴァーチャルパーソナルアシスタントシステム）の有用性を非盲検のランダム化並行群間試験により評価した。

最終年度には昨年度改善したプログラム内容をステークホルダーに提供するとともに、教育と運動療法をセットにしたアプリケーション（ヴァーチャルパーソナルアシスタントシステム）を引き続き企業に提供することにより、評価を行った。

<研究分担者>

松平浩 東京大学医学部附属病院

吉村典子 東京大学医学部附属病院

大塚礼 国立長寿医療研究センター

木下かほり 国立長寿医療研究センター

岡敬之 東京大学医学部附属病院

陣内裕成 日本医科大学

A. 研究背景および目的

健康寿命の延伸に向けては身体機能の維持・向上が

重要であり、個人が積極的に健康度を高める努力が求められているものの、従来の取組に関しては様々な手法が乱立するとともに、健康日本 21（第二次）の目標としても取り上げられ重要な要素である栄養（適切な量と質の食事）・運動（日常における歩数の増加と運動習慣の獲得）・休養（適切な睡眠と労働時間）の三要素に関して、各要素を単独で対策することが多い状況にあった。これら三要素を適切に組み合わせた複合型の取組が有効と考えられるが、単独型の取組に比べて参加・継続のハードルが高くなる可能性があり、そうした難点をできるだけ解消するための検討が必要である。

本研究では、地域から無作為抽出された中高年における食事・身体活動調査（大塚・木下）、自治体における栄養と運動機能調査（山田・橋爪・吉村・岡）、中高年労働者に対する健康増進プログラム開発（松平）、高齢者に対する転倒予防プログラム開発（松平・陣内）、社会実装された評価用アプリケーション開発（岡）に実績がある研究者が一丸となり、自治体や企業などのステークホルダーにて参加・継続しやすい栄養・運動・休養複合型プログラムを作成することが目的である。

B. 研究方法

複合型プログラムに関する国内外の報告（観察研究、clinical trial、meta-analysis、systematic review 等）を対象としたレビューを行い、優良事例と効果に関して各論文の質評価、限界等を含んだ資料を作成する。レビュー結果等を基として、各分野で多くの実績を持つ研究者と中心となり地域住民にとって参加・継続しやすい複合型プログラム原案を作成した（栄養=分担者：大塚・木下、運動=分担者：松平・橋爪・陣内、睡眠を中心倒した休養=分担者：松平）。

またこの文献レビューに基づき研究者間で協議を行い、プログラム(案)と評価用システムを作成した。

高齢者等に特化したものではなく、幅広い年代の

成人が活用できるような複合型プログラムとするために、若年層（20 代）からの地域住民を対象としたコホートのデータを利用して、個人の身体状況の評価・目標の参照値を設定する。具体的には、2005 年に開始された ROAD（Research on Osteoarthritis/osteoporosis Against Disability Study）コホート（自治体：和歌山県太地町・日高川町）と和歌山県かつらぎ町コホートのデータを利用した（分担者：橋爪・吉村・岡）。このコホートでは、特定検診の項目を網羅する問診・身体計測・血液生化学検査に加えて健康関連 QOL・身体能力テスト・栄養関連の問診（BDHQ）・整形外科専門医による身体診察など多岐に渡る検査を実施している。

プログラム案は個人の健康観に基づき多様なものになることが予想されるので、それぞれのプログラム効果を同一の体系で評価するためには個人の健康観に影響を与える指標を明確にしておく必要がある。そこで上述したコホートデータを AI で解析した。AI 解析は、アンサンブル学習のバギング（新しいデータが入ってきた場合、分類であれば多数決、回帰であれば平均で予測）をベースにランダムフォレストで機械学習を行った。学習過程は元データからランダムにデータをブートストラップでサンプリングし、N グループ分データグループを作成、N グループそれぞれで決定木モデルを作成、N グループそれぞれの決定木モデルで予備の予測を実施、N グループの多数決（回帰は平均）を取って最終予測を行うというものであり、本研究のようにデータベース内容を更新しながら、学習を行う場合に有利な手法である。

B-1. 複合型プログラムのステークホルダーでの実践

昨年度作開発した複合型プログラム（案）を実行することにより、生活の満足度や生活習慣に変化があるかとプログラム内容の改善点を模索するパイロット研究を実施し、プログラム案を改訂した。

研究期間内での実行可能性からステークホルダー

と協議して、各施設のサンプル数を50名としており、検証のためのサンプルサイズ計算は行っていない。

ステーキホルダー2施設で研究対象者を募集した。募集要項を見て、参加を希望する場合にはメールまたは電話で連絡、健康増進に向けたセミナーを聴講した後に、研究参加を希望する場合、同意書を提出し、アンケートに回答してもらうことを説明し。参加希望者にはセミナー開催日に参集してもらった。

【セミナー】

養（適切な量と質の食事）・運動（日常における歩数の増加と運動習慣の獲得）・休養（適切な睡眠と労働時間）に関するセミナーを行った。セミナー内で年齢・性別に対応したプログラム資料、研究説明書、同意書を配布した。各施設50名×2施設でセミナーを実施した。

【同意取得方法】

セミナー内で研究代表者らが文書を用いて説明を行い、文書による同意を得た。

【アンケート調査】

同意を得た参加者にアンケートを配布し回答を記載してもらった。

調査項目は、年齢、性別、身長、体重、生活の満足度の0-10の11段階評価（0：まったく満足していない、10：非常に満足している）、普段体を動かす頻度、食の多様性（13項目）である。

3か月後アンケートは3か月後に開催する意見交換会で回収、初回と同様の内容に加え、プログラム実施の頻度、満足度、プログラム改善に関する自由記載を追加した。

【匿名化のタイミングと方法】

アンケート用紙の入力の際に対応表を用い作成した研究IDを付記した。アンケート用紙は紙媒体、アンケートデータは電子データであり、パスワードをかけてメモリスティックに保存した

【データの授受】

匿名化後のアンケートデータは、パスワードをかけ

たファイル転送サービスにて実施した

【解析方法】

生活の満足度、BMI、普段体を動かす頻度、食の多様性の前後変化とプログラムの実施頻度/満足度に関して検討した。

B-2. 複合型プログラムアプリケーション（バーチャル パーソナルアシスタントシステム）の企業での実践

研究2年目には働く世代で健康の観点から改善を希望する成人を対象に、通常指導のみを継続した参加者群（51人：平均年齢46.9歳、男性54.9%）と、通常指導に加えモバイルアプリによる教育と運動療法を併用した参加者群（48人：平均年齢47.9歳、うち男性56.3%）の2グループに分けて実施した。教育と運動療法の提供には、人工知能（AI）のキャラクターがチャット形式でガイドすることによって利用者に継続利用を促すモバイルアプリを利用した。具体的には、運動の指示と身体症状を改善するために日常生活でできるヒントを含むメッセージをSNSで送信するようプログラムしたもので、毎日1〜3分間程度の簡単で効果のある6種類の運動を、オリジナルの教育ツールとともに12週に渡り提供し、運動の継続性や身体症状の改善に関する評価を行った。

作業生産性を質・量・効率で評価し、欠勤の評価指標となるQQ法（Quantity and Quality method）による作業生産性、一般健康度（WPAI-GH）、身体症状のNRS（Numerical Rating Scale [NRS]）、身体症状の主観的評価（1〜5段階）、健康関連QoL（EuroQoL 5 Dimensions 5 Level [EQ-5D-5L]）、運動恐怖（Tampa Scale for Kinesiophobia [TSK-11]）、抑うつ度（Kessler Screening Scale for Psychological Distress [K-6]）を評価項目として選択した。

2群の連続データを比較するために、主要評価項目と副次評価項目の測定時間に応じて、共分散モデ

ル（共変量：指導法、ベースライン時の年齢、性別、）および反復測定用混合効果モデル（共変量：指導法、ベースライン、時間、時間×治療、年齢、性別、運動療法の採用意欲）を使用した2群におけるパーセンテージの比較には、Fisher exact testを使用した。データの解析にはSAS（バージョン9.4; SAS Institute Inc）を使用した。

C, D. 研究結果, 考察

国内外の報告のレビューを行い、プログラム内容は講義や実習だけでなく、チェックリストによりセルフモニタリングを行っていること、社会参加の要素を入れることによりアドヒラランスや介入後の継続を企図していることを明らかにした（吉村）。

炭水化物摂取量のコントロールで睡眠の質が改善されることが示唆されるため、評価システムは、主食の量がコントロールできる仕様とした（下図：大塚、木下、岡）。

文献レビューを参考に研究者間で協議を行い、プログラム(案)を作成した。

紙媒体は電子版を使用できない場合や研究に興味を持ってもらうためのエントリーコースとして位置づけ、リーフレットを提供する）。

20代から10歳毎の年齢層、性別、運動強度に応じた多様なリーフレットが完成した。

16企業と3自治体の職員に個人が重視する健康観に関する実態調査を行った結果 1)病気がない、2)美味しく飲食できる、3)身体が丈夫、4)ぐっすり眠れる、5)仕事のパフォーマンス維持、の5項目が重点課題として抽出された。

電子媒体はベーシックコースとして位置づけ、クラウド運用に向けて整備を進めている。アプリケーションの内容と内部構造は完成しており、整理した課題に対応した5つのコースを設定した。

コホートデータベースのAI分析により、種々の健康観に影響を与える主要な指標を明らかにした（生活に関する満足度、食生活、運動強度、BMIの4つ）。

C, D. -1. 複合型プログラムのステークホルダーでの実践

2年目には参加者の意見に基づき、具体的な食事メニューの追加、食事量に関しての修正、スマートフォンにて実装した際の視認性を高めるレイアウト修正をおこなった。

最終年度ステークホルダー200名にてプログラムを実践し、実施頻度は93%、満足度は91.5%の満足度であった。

C, D. -2. 複合型プログラムアプリケーション（ヴァーチャル パーソナルアシスタントシステム）の企業での実践

通常指導のみを継続した参加者群と比較して、モバイルアプリを併用して活用した参加者群では、12週後の身体症状の自覚的改善度（3.2 vs 3.8; difference between groups -0.5, 95% CI -1.1 to 0.0; p=.04）に加え、身体症状に関連した運動恐怖（-2.3 vs 0.5; difference between groups -2.8, 95% CI -5.5 to -0.1; p=.04）、さらには健康関連QOL（EuroQoL 5 Dimensions 5 Level: 0.068 vs 0.006; difference between groups 0.061, 95% CI 0.008 to 0.114; p=.03）が統計学的に有意に改善された。

12週の期間中、75%以上の日数で運動実施を達成した群は、達成率が75%未満の群または通常指導のみを継続した群よりも、労働生産性（QQ法）、痛みの程度を示す尺度（NRSスコア）、慢性身体症状によって日常生活が障害される程度を示す尺度（RDQ-24）の改善が大きく示された。

最終年度には昨年度通常指導のみを継続した参加者（51名）、モバイルアプリを併用した参加者（44名）とも、本年度はモバイルアプリを使用して評価を行った。

評価期間は12週間であり、実施頻度として提供期間の75%以上でアプリケーションを利用した参

加者は81名、82.9%であった。全体的健康観が改善し満足したと回答したのは77名、77.8%であった。

複合型プログラムに関しては単独型の取組に比べて参加・継続のハードルが高くなる可能性があり、そうした難点をできるだけ解消するための検討が必要である。本研究においては、参加・継続しやすい複合型プログラム策定のために、栄養・運動を軸とした複合型プログラムをステークホルダー・企業に提供し、評価を行うとともに、その後の維持のための指導を行い、健康増進に関する取組を継続した。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表・学会発表

1. Yoshimura N, Iidaka T, Horii C, Mure K, Muraki S, Oka H, Kawaguchi H, Akune T, Ishibashi H, Ohe T, Hashizume H, Yamada H, Yoshida M, Nakamura K, Tanaka S. Correction to: Epidemiology of locomotive syndrome using updated clinical decision limits: 6-year follow-ups of the ROAD study. J Bone Miner Metab. 2022 Sep;40(5):872. doi: 10.1007/s00774-022-01349-z. Erratum for: J Bone Miner Metab. 2022 Jul;40(4):623-635. PMID: 35699791.
2. Horii C, Iidaka T, Muraki S, Oka H, Asai Y, Tsutsui S, Hashizume H, Yamada H, Yoshida M, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T, Oshima Y, Tanaka S, Yoshimura N. The cumulative incidence of and risk factors for morphometric severe vertebral fractures in Japanese men and women: the ROAD study third and fourth surveys. Osteoporos Int. 2022 Apr;33(4):889-899. doi: 10.1007/s00198-021-06143-7. Epub 2021 Nov 19. PMID: 34797391.
3. Yoshimura N, Iidaka T, Horii C, Muraki S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T, Tanaka S. Trends in osteoporosis prevalence over a 10-year period in Japan: the ROAD study 2005-2015. J Bone Miner Metab. 2022 Sep;40(5):829-838. doi: 10.1007/s00774-022-01352-4. Epub 2022 Aug 29. PMID: 36038673.
4. Osuka Y, Okubo Y, Nofuji Y, Sasai H, Seino S, Maruo K, Fujiwara Y, Oka H, Shinkai S, Lord SR, Kim H. Modifiable intrinsic factors related to occupational falls in older workers. Geriatr Gerontol Int. 2022 Apr;22(4):338-343. doi: 10.1111/ggi.14370. Epub 2022 Mar 9. PMID: 35266260.
5. Yamada K, Fujii T, Kubota Y, Wakaizumi K, Oka H, Matsudaira K. Negative effect of anger on chronic pain intensity is modified by multiple mood states other than anger: A large population-based cross-sectional study in Japan. Mod Rheumatol. 2022 Apr 18;32(3):650-657. doi: 10.1093/mr/roab035. PMID: 34910207.
6. Itoh N, Mishima H, Yoshida Y, Yoshida M, Oka H, Matsudaira K. Evaluation of the Effect of Patient Education and Strengthening Exercise Therapy Using a Mobile Messaging App on Work Productivity in Japanese Patients With Chronic Low Back Pain: Open-Label, Randomized, Parallel-Group Trial. JMIR Mhealth Uhealth. 2022 May 16;10(5):e35867. doi: 10.2196/35867. PMID: 35576560; PMCID: PMC9152720.
7. Murata S, Hashizume H, Tsutsui S, Oka H, Teraguchi M, Ishimoto Y, Nagata K,

Takami M, Iwasaki H, Minamide A, Nakagawa Y, Tanaka S, Yoshimura N, Yoshida M, Yamada H. Publisher Correction: Pelvic compensation accompanying spinal malalignment and back pain-related factors in a general population: the Wakayama spine study. Sci Rep. 2023 Aug 7;13(1):12791. doi: 10.1038/s41598-023-39895-9. Erratum for: Sci Rep. 2023 Jul 22;13(1):11862. PMID: 37550444; PMCID: PMC10406805.

8. Tomomatsu K, Taniguchi T, Hashizume H, Harada T, Iidaka T, Asai Y, Oka H, Muraki S, Akune T, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshida M, Tanaka S, Yoshimura N, Yamada H. Factors associated with cam deformity in Japanese local residents. Sci Rep. 2024 Jan 18;14(1):1585. doi: 10.1038/s41598-024-51876-0. PMID: 38238438; PMCID: PMC10796762.
9. Kitamura B, Iidaka T, Horii C, Muraki S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T, Otsuka Y, Izumo T, Tanaka T, Rogi T, Shibata H, Tanaka S, Yoshimura N. Ten-year trends in values of joint space width and osteophyte area of knee joints: Comparison of the baseline and fourth ROAD study surveys. Osteoarthritis Cartilage. 2024 Mar 2;32(2):100454. doi: 10.1016/j.joarth.2024.100454. PMID: 38469555; PMCID: PMC10926208.
10. Westbury LD, Fuggle NR, Pereira D, Oka H, Yoshimura N, Oe N, Mahmoodi S, Niranjana M, Dennison EM, Cooper C. Machine learning as an adjunct to expert observation in classification of radiographic knee osteoarthritis:

findings from the Hertfordshire Cohort Study. Aging Clin Exp Res. 2023 Jul;35(7):1449-1457. doi: 10.1007/s40520-023-02428-5. Epub 2023 May 19. PMID: 37202598; PMCID: PMC10284967.

G. 知的財産権の出願・登録

特に記載すべきものなし