

厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)

分担研究報告書

産業保健の観点からの健康経営の有用性の検証のための研究

## 生産性向上を目的とした介入研究

研究分担者 松平浩 東京大学医学部附属病院 特任教授

### 研究要旨：

企業にとって、従業員の健康問題に関連するコストとは医療費だけではなく、医療費の他に労働生産性に係わる損失としてアブセンティーズム（病欠）やプレゼンティーズム（何らかの健康問題によって業務効率が落ちている状況）による損失もコストと考えられる。したがって、健康経営の枠組みにおいては、従業員の健康向上のアウトカムを医療費だけにおくのではなく、労働生産性の評価も加え、健康施策について検討していくことが重要とされている。肩こり・腰痛は、労働生産性に影響を与える疾患の第3位（第1位：けん怠感、第2位：抑うつ）として知られており、近年Nagataらにより、日本人労働者のプレゼンティーズムの原因は首の不調・肩こりが1位、腰痛は3位とも報告され、その後、Yoshimotoらも両者のプレゼンティーズムに伴う損失額が大きいことを報告し、その対策は喫緊の課題である。

しかしながら現行の保健指導は、対象者の生活習慣や健康状態の把握が不十分であること、指導者の技量に差があるため必ずしも効果的なプログラムが提供されていないことが問題となり、行動変容のプログラム、維持システムとしては不十分である。この問題を解決するためには、簡易で継続性のある健康情報モニタリングとフィードバックの手段、専門家によるエビデンスに基づいた知識の提供が必要となる。広く普及したスマートフォンをIoT（Internet of Things）のセンサーとして利用するとともに、簡易に専門家の知識がフィードバックできる人工知能（Artificial Intelligence; AI）を活用したヴァーチャルパーソナルアシスタントシステムを構築、システムを利用した無作為化比較を実施、介入群で有意な改善を認め、本システムの産業衛生の現場での有用性が示唆された。

### 研究協力者

岡敬之 東京大学医学部附属病院 特任准教授

藤井朋子 東京大学医学部附属病院 特任研究員

川又華代 東京大学医学部附属病院 特任研究員

## A. 目的

増大する医療費を抑制するために、生活習慣病の予防対策は重要な課題である。その予防に、定期的な身体活動/運動の推進が掲げられ、国家施策である健康日本21の目標設定分野となっているものの、男女ともに3割に満たない状況であり（20歳-64歳、平成22年：健康日本21-第二次）、利便性が追求される現代社会において、生活習慣改善・行動変容が実践しにくい状況にあることに疑いの余地はない。生活習慣の改善には、知識の普及啓発と同時に、行動変容の意欲を高めるためのプログラムの提供、得られた行動変容を維持させるシステムが不可欠である。

しかしながら現行の保健指導は、対象者の生活習慣や健康状態の把握が不十分であること、指導者の技量に差があるため必ずしも効果的なプログラムが提供されていないことが問題となり、行動変容のプログラム、維持システムとしては不十分である。この問題を解決するためには、簡易で継続性のある健康情報モニタリングとフィードバックの手段、専門家によるエビデンスに基づいた知識の提供が必要となる。

健康情報モニタリングに関しては、広く普及したスマートフォンをIoTのセンサーとして利用することが、現実的であると考えているが、知識の提供は、経済（費用対効率）や労働条件の観点から医療／保健／福祉従事者が、24時間どこでもサ

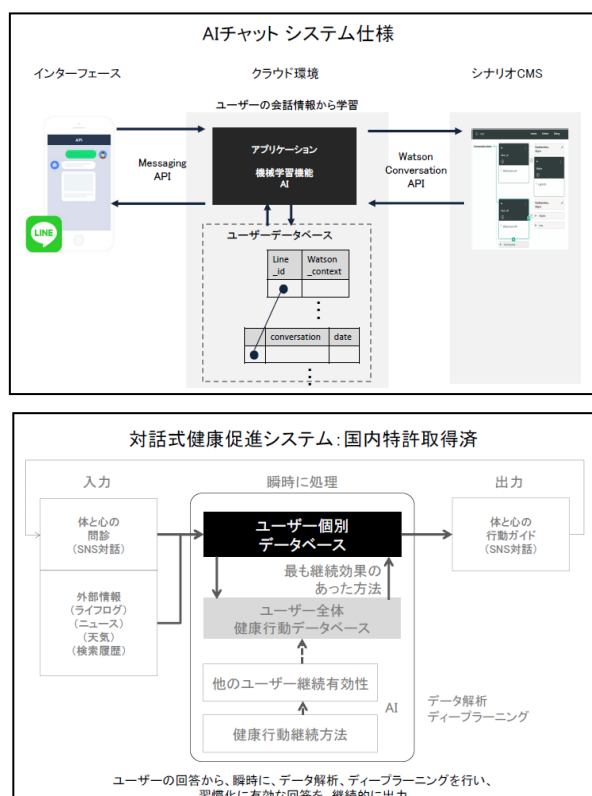
ポートできるわけではない。このためIoTのセンサーとして所持しているスマートフォンの機能を拡張することにより、健康情報・SNSを活用した会話ログとエビデンスに基づいた知識をAIにより紐づけて、簡易に専門家の知識がフィードバックできるシステムを構築した。これにより生活習慣を改善する行動変容の導入・維持を、効率的かつ効果的にサポートすることが可能になるものと考えおり、本年度は専門家による腰痛・肩こりのメカニズムや身体活動の健康への寄与などについてセミナーを実施後、ヴァーチャルパーソナルアシスタントシステム（LINEサービス）を使用する無作為化比較試験を実施した。

## B. 方法

### 自己管理アプリケーション（セルフケアガイドアプリケーション）の仕様

普及したSNSのLINEアプリケーションとして実装できるよう仕様を決定し、セルフケアガイドシステムを構築した。セルフケアシステムの構成要素のひとつは、セルフケアガイドプログラムである。プログラムは、セミナー（教育）、レッスン（習得）、サポート（習慣化）で構成される。講師による実技指導込みの2時間程度のセミナーを行う。レッスンとサポートは、アプリケーションにより実行することになる。

会話ログ、運動ログ、みんなでサポートし合うコンテンツから取得するソーシャルログを学習データとし、習慣化プログラムを教育データとするAIを利用する。実際の使用に関しては、以下の図に示す。



介入群には、生活習慣病予防・改善に なぜ適度な身体活動量が必要かなどエビデンスに基づいた知識を提供する1時間のセミナーを実施した。この後にスマートフォンのLINEを用いて、AIが専門家の知識がフィードバックして最適な運動を短時間（1日1分）提供するサービスを配布した。具体的には「これだけは覚えてほしい体操」、「美しい姿勢で、速歩き」、

「メンタル運動」の3つの運動プログラムの習慣化を目標に、AIを活用することで個々に合わせたガイドを提供した。継続が途切れた際には、保健医療行動科学に基づく動機づけを行った。対照群では介入群に12週間遅れて、同様のメニュー（セミナー+スマートフォンのLINEを用いたサービス）を提供した。

### 評価項目

主要評価項目：運動プログラムの継続の有無 12週時点で運動プログラムを実施しており、少なくとも3日に1回以上の実践があり3週連続で未実施でなかった場合「継続」と判定し、研究開始時の被験者数を分母に継続率を算出する。

腰痛、肩こりの改善度：12週時点での自覚症状に関して1)完全によくなった、2)大変改善した、3)少し改善した、4)変わらない、5)少し悪くなった、6)大変悪くなった、7)今までになく悪くなった7段階で評価を行い、1)-3)を改善と定義した。

### 副次評価項目

①The Japanese Short Version of the Utrecht Work Engagement Scale: UWES-J 「労働者が仕事に対して感じている充実感や就業意欲を総合的に表現する概念」であるワーク・エンゲイジメントの評価を行う。日本語版ユトレヒト・ワーク・エンゲイジメント尺度短縮版は活力、熱意、没頭の3つの下位尺度、合計9項目で構成される。回答者は0（全くない）か

ら6（いつも感じる）まで7つのスケールで回答する。得点が高いほど、ワーク・エンゲイジメントが高いと判定される（各下位尺度0-18点[0-6点：平均]、総合0-54点[0-6点：平均]）

②Work Functioning Impairment Scale: Wfun

産業医科大学で開発された、健康問題による労働機能障害の程度を測定するための調査票で7つの質問に5段階（1～5点）の回答で構成される。得点の総和で判定を行い、得点が高いほど、労働機能障害の程度が高いと判定される（7-35点）。

③アテネ不眠尺度（Athens Insomnia Scale：. AIS）

8つの質問に4段階（0～3点）の回答で構成され、得点の総和で判定を行い、得点が高い程に不眠重症度が高いと判定される（0-24点）。

④職業性ストレス調査票

身体的ストレス反応の質問11項目の質問の関して、4段階（1-4点）の回答で構成され、得点の総和で判定を行い、得点が高い程に身体的ストレス反応が高いと判定される（11-44点）。

⑤K6

うつ病・不安障害などの精神疾患をスクリーニングすることを目的として開発された。6つの質問に5段階（0～4点）の回答で構成され、合計点数が高いほど、精神的な問題がより重い可能性があると考えられている（0-24点）。

統計解析

先行研究でセミナーを受けた集団で運動を継続したのは17%であった。本研究では介入群で定期的な運動を開始し、12週間後まで継続できるものが15%、対照群では研究参加による運動への関心の高まり等から、運動を開始・継続するものが介入群の半分程度の7%であると予想した場合に、危険率5%、80%のパワーで8%の差を検出し、かつ12週までに約20%の脱落者があると予想し、各群50人と症例数を設定した。ベースラインにおける介入群と対照群の特性を対応のないt検定および $\chi^2$ 検定で比較した。

主要評価項目の運動プログラムの継続の有無に関しては、ベースラインの各群の症例数を分母として $\chi^2$ 検定で比較した。肩こりと腰痛の自覚症状は両群のベースラインと12週での前後の変化量の差を算出し、95%信頼区間（95%CI）を算出するとともに対応のないt検定を行った。副次評価項目については、両群のベースラインと12週での前後の変化量の差を算出し、95%信頼区間（95%CI）を算出するとともに対応のないt検定を行った（2群間に性別、年齢に偏りがあった場合には、最小2乗平均を算出した）。解析はIntention-to-treat analysis（治療企図解析）にて行い、SAS software（version 9.1.4, SAS Institute Inc., Cary, NC）を使用した。

### C. 結果

表 1. にベースライン時の被験者の背景情報を示す。平均年齢は、介入群で41.8 ± 8.7歳、対照群42.4 ± 8.0歳、男性の割合は前者で81.3% で後者は71.7%、その他のベースラインの背景情報に有意差はなかった。

	介入群 (n=48)	対照群 (n=46)	p 値
年齢 (標準偏差) -歳	41.8 (8.7)	42.4 (8.0)	0.73
性-男性 (%)	39 (81.3)	33 (71.7)	0.28
UWES-J			
活力 (標準偏差)	8.2 (3.5)	7.4 (3.4)	0.25
熱意 (標準偏差)	9.5 (3.3)	8.2 (3.3)	0.06
没頭 (標準偏差)	8.7 (3.6)	7.5 (3.5)	0.12
総スコア (標準偏差)	26.4 (9.6)	23.1 (9.6)	0.10
Wfun (標準偏差)	16.3 (6.5)	15.5 (6.4)	0.56
アテネ不眠尺度 (標準偏差)	5.5 (3.5)	5.5 (3.5)	0.999
職業性ストレス調査票 (標準偏差)	22.5 (4.7)	22.8 (4.2)	0.76
K6 (標準偏差)	6.1 (4.8)	6.1 (4.7)	0.996

表 1. ベースライン時の被験者の背景情報

介入群の運動継続率は93.6%であった。主要評価項目の肩こりの改善は、介入群：改善72.91%，対照群：改善7.14%で

あり、介入群で有意な改善を認めた ( $p < 0.0001$ )。腰痛の改善は、介入群：改善54.2%，対照群：改善4.8%であり、介入群で有意な改善を認めた ( $p < 0.0001$ )。表 2 に副次評価項目の検討を記載する。全ての副次評価項目において、介入群と対照群に有意差を認めなかった。しかしながら職業性ストレス調査票による身体ストレスに関しては、介入群で改善の度合いが高い (介入群  $-2.7 \pm 3.3$ 、対照群  $1.3 \pm 3.4$ 、 $p = 0.053$ ) 傾向にあった。

	介入群 (n=48)	対照群 (n=42)	p 値
UWES-J			
活力 (標準偏差)	0.2 (2.6)	0.1 (2.3)	0.86
熱意 (標準偏差)	-0.2 (2.4)	0.2 (2.1)	0.43
没頭 (標準偏差)	-0.1 (2.3)	0.5 (2.2)	0.19
総スコア (標準偏差)	-0.1 (6.0)	0.8 (5.8)	0.47
Wfun (標準偏差)	-0.6 (5.2)	-0.6 (5.8)	0.97
アテネ不眠尺度 (標準偏差)	-0.1 (2.7)	-0.5 (2.8)	0.44
職業性ストレス調査票 (標準偏差)	-2.7 (3.3)	-1.3 (3.4)	0.053
K6 (標準偏差)	-1.8 (4.5)	-0.5 (3.7)	0.15

表 2. ベースラインと3か月後フォローアップ時の評価項目の変化量

#### D. 考察

本無作為化比較試験により、「運動プログラムをスマートフォンのLINEを用いて短時間提供するサービス」の3か月間の使用により、肩こり、腰痛の自覚症状が改善することが明らかになった。今回我々が試験を実施したフィールドはプログラマーを中心とした技術職が多く、平均年齢は40歳代、男性の割合が7割以上の集団である。3か月のフォローアップ率は介入群100%、対照群91.3%と高いフォローアップ率であった。対照群には介入群に13か月遅れて、同様のメニューを提供することを通知しており、対照群においても高いフォローアップ率が維持できたものと考えている。

副次評価項目である UWES-Jによるワーク・エンゲイジメント、Wfunによる労働機能障害、アテネ不眠尺度による不眠、K6によるうつ病・不安障害に関する評価（ベースラインと3か月後の変化量）は、介入群と対照群で有意差を認めなかったが、職業性ストレス調査票による身体ストレスに関しては、介入群で改善の度合いが高い（介入群 $-2.7 \pm 3.3$ 、対照群 $1.3 \pm 3.4$ 、 $p=0.053$ ）傾向にあった。これは保健医療行動科学に基づく動機づけを行いながら「メンタル運動」もプログラムの組み込んでいる効果によるものと予想される。

多忙な労働者にとって、一定の身体活動を維持することは容易ではない。前述

のように、本邦における20歳-64歳の運動習慣者の割合は男女とも3割に満たないことがわかっているが[10]、対象事業場（平均年齢40歳、男女比9.1:0.9）においては、週2日以上身体活動を行っている者の割合が15.7%であった。また対象事業場の従業員は、ほとんどが技術職で一日のほとんどが座業での作業であり、業務においても身体活動が極めて低い。従業員が適切な身体活動を継続することの困難さは明確である。スマートフォンアプリといった身近なツールを活用することで、本プログラムの介入群における継続率が高かったことは、有益な成果であったと考える。

主要評価項目である肩こりと腰痛の改善では、介入群において、統計学的に有意な改善が見られたものの、副次評価項目では、介入群と対照群で有意差を認めなかった。自覚症状が改善することだけでも、社員の自覚する健康状態には変化があり、生活の質には良好な影響があると思われる。アンケート項目ではこういった機微な点までは評価することができなかった可能性もある。

また副次評価項目である、ワーク・エンゲイジメントや労働生産性、睡眠状態、抑うつ度については、自覚症状の改善後、徐々に改善していくものと考えられ、本プログラムの介入期間である12週間という限られた期間では、副次評価項目の明らかな改善までは見られなかったと考え

られる。介入期間を延長するか、一定期間経たあとで再度評価を行うことが必要かもしれない。更なる身体/心理的健康増進を目的に本研究参加者にヒアリングを行い、リラクゼーションの重要性が示されたため、研究期間内にvirtual realityゴーグルによる視覚情報を補完し心身の安定化を図るシステムを構築した。このシステムの使用により高い満足度が得られることも確認できている。

本研究の成果物であるプログラム/システムを継続することで、自覚症状が改善し、ワーク・エンゲイジメントや労働生産性の向上につながることを期待する。

## E. 結論

日本人労働者のプレゼンティーズムの原因の上位である肩こり、腰痛自覚症状の改善にヴァーチャルパーソナルアシスタントシステムの利用が有用である可能性が示唆されており、本研究の成果物であるプログラム/システムを継続することで、自覚症状が改善し、ワーク・エンゲイジメントや労働生産性の向上につながることを期待される。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) Yoshimoto T, Oka H, Ochiai H, Ishikawa S, Kokaze A, Muranaga S, Matsudaira K. Presenteeism

- and Associated Factors Among Nursing Personnel with Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. *J Pain Res.* 13:2979–2986. 2020
- 2) Yoshimoto T, Oka H, Fujii T, Nagata T, Matsudaira K. The Economic Burden of Lost Productivity due to Presenteeism Caused by Health Conditions Among Workers in Japan. *J Occup Environ Med.* 62(10):883–888. 2020.
- 3) Fujii T, Oka H, Katsuhira J, Tonosu J, Kasahara S, Tanaka S, Matsudaira, K. Association between somatic symptom burden and health-related quality of life in people with chronic low back pain. *PLoS one* 13:e0193208, 2018.
- 4) Fujii T, Oka H, Katsuhira J, Tonosu J, Kasahara S, Tanaka S, Matsudaira, K. Disability due to knee pain and somatising tendency in Japanese adults. *BMC Musculoskelet Disord* 19:23, 2018.
- 5) Fujimoto Y, Fujii T, Oshima Y, Oka H, Tanaka S, Matsudaira K. The association between neck and shoulder discomfort-Katakori-and high somatizing tendency. *Mod Rheumatol*:1–14, 2018.
- 6) Fukushima M, Oshima Y, Oka H, Chang C, Matsubayashi Y, Taniguchi Y, Matsudaira K, Tanaka S. Potential

- pathological mechanisms of L3 degenerative spondylolisthesis in lumbar spinal stenosis patients: A case-control study. **J Orthop Sci**, in press.
- 7) Hasegawa T, Katsuhira J, Oka H, Fujii T, Matsudaira K. Association of low back load with low back pain during static standing. **PLoS one**13:e0208877, 2018.
  - 8) Hashimoto Y, Matsudaira K, Sawada SS, Gando Y, Kawakami R, Kinugawa C, Okamoto T, Tsukamoto K, Miyachi M, Naito H, Blair SN. Objectively Measured Physical Activity and Low Back Pain in Japanese Men. **J Phys Act Health** 15:417-422, 2018.
  - 9) Hashimoto Y, Matsudaira K, Sawada SS, Gando Y, Kawakami R, Sloan RA, Kinugawa C, Okamoto T, Tsukamoto K, Miyachi M, Naito H. Association between objectively measured physical activity and body mass index with low back pain: a large-scale cross-sectional study of Japanese men. **BMC public health** 18:341, 2018.
  - 10) Igawa T, Katsuhira J, Hosaka A, Uchikoshi K, Ishihara S, Matsudaira K. Kinetic and kinematic variables affecting trunk flexion during level walking in patients with lumbar spinal stenosis. **PLoS one** 13:e0197228, 2018.
  - 11) Katsuhira J, Yamamoto S, Machida N, Ohmura Y, Fuchi M, Ohta M, Ibayashi S, Yozu A, Matsudaira K. Immediate synergistic effect of a trunk orthosis with joints providing resistive force and an ankle-foot orthosis on hemiplegic gait. **Clin Interv Aging** 13:211-20, 2018.
  - 12) Matsudaira K, Oka H, Oshima Y, Chikuda H, Taniguchi Y, Matsubayashi Y, Kawaguchi M, Sato E, Murano H, Laurent T, Tanaka S, Mannion AF. Development of the Japanese Core Outcome Measures Index (COMI): cross-cultural adaptation and psychometric validation. **BMC Musculoskelet Disord** 19:71, 2018.
  - 13) Matsudaira K, Takahashi M, Kawaguchi M, Hamaguchi A, Haga Y, Koga T. Assessment of risk factors for non-specific chronic disabling low back pain in Japanese workers-findings from the CUPID (Cultural and Psychosocial Influences on Disability) study. **Ind Health** , in press.
  - 14) Oka H, Kadono Y, Ohashi S, Yasui T, Ono K, Matsudaira K, Nishino J, Tanaka S. Assessing joint destruction in the knees of patients with rheumatoid arthritis by using a semi-automated software for



magnetic resonance imaging: therapeutic effect of methotrexate plus etanercept compared with methotrexate monotherapy. **Mod Rheumatol** 28:235–241, 2018.

- 15) Oka H, Matsudaira K, Takano Y, Kasuya D, Niiya M, Tonosu J, Fukushima M, Oshima Y, Fujii T, Tanaka S, Inanami H. A comparative study of three conservative treatments in patients with lumbar spinal stenosis: lumbar spinal stenosis with acupuncture and physical therapy study (LAP study). **BMC Complement Altern Med** 18:19, 2018.

- 16) Oka H, Nomura T, Asada F, Takano K, Nitta Y, Uchima Y, Sato T, Kawase M, Sawada S, Sakamoto K, Yasue M, Arima S, Katsuhira J, Kawamata K, Fujii T, Tanaka S, Konishi H, Okazaki H, Miyoshi K, Watanabe J, Matsudaira K. The effect of the “One Stretch” exercise on the improvement of low back pain in Japanese nurses: a large-scale, randomized, controlled trial. **Mod Rheumatol** :1–17, 2018.