

疼痛記録支援アプリケーションにおける 継続利用を促す機能の開発と評価

熊田祐介¹ 杉原太郎² 佐藤健治³ 五福明夫¹

概要：痛みの増悪因子を特定しようとした場合、慢性疼痛患者は増悪直後に痛みを記録し、それを数か月から数年にわたって長期間続けなくてはならない。痛みを抱えながらの記録は患者に大きな負担がかかるため、情報技術による支援が求められる。そこで本研究では、認知支援およびソーシャルサポート機能に着目し、慢性疼痛患者が長期間継続できる痛みの記録機能の開発を行う。開発したプロトタイプは、まず健常者に対してユーザビリティテストを行った後、患者に対して評価実験を行った。

A study of functions that facilitate continuous use in pain recording

YUSUKE KUMADA^{†1} TARO SUGIHARA^{†2}
KENJI SATO^{†3} AKIO GOHUKU^{†3}

1. はじめに

慢性的な病気に罹った場合に、患者自身が日記等の記録を取ることは、短期的にも長期的にも変化を把握するために意義がある。しかし、記録を長期間に渡って記録し続けることは難しい。例えば、糖尿病において、情報システムを用いて状態維持改善に関する記録を長期間継続することが容易でないことは知られている[1]。これは、短期間続けただけでは自身の状態変化を実感しにくく、遠い将来の成果が予見しにくいことが原因と考えられる。

慢性疼痛患者を対象とした疼痛記録支援システムにおいても、同様の困難がある。3ヶ月程度以上症状が続く、ないしは再発する慢性疼痛には、急激に痛みが強くなる痛みの増悪と呼ばれる状態が存在する[2]。しかし、その機序は特定されていない。ある程度の期間、増悪時の環境や体調変化をトレースできれば、機序の解明に接近できると考えられる。しかし、正確に機序を特定しようとするならば、増悪が治まって間もなくシステムへ入力しなければならない。

患者が長期間継続的に記録し続けるためには、記録活動後に増悪因子を特定できることだけでなく、患者が実感できるようなインセンティブを用意することや、記録意欲を促す機能面での工夫が必要となる。先行研究では、自発的な健康活動の促進要因として「明確な動機」、抑制要因として「ストレス」などが重要とされている[3]。この知見に基づき、本研究では患者に記録インタフェース使用の明確な動機を与えるとともに、使用する際のストレスを軽減する

機能の実装を目指す。しかし、慢性疼痛のような患者を対象とした医療機器を、開発後すぐに患者に適用するのは適切とは言えない。患者に対してシステムを適用する前に、健常者に対してそのシステム使用上の課題を整理しておく必要がある。そこで本研究は、患者への適用に先立つ段階として健常者を対象としたユーザビリティテストを行い、その後患者を対象に慢性疼痛ならではの課題を追究する。

慢性疾患を抱える患者の自己管理アプリケーションを対象とした先行研究では、デザインに関する複数の課題がすでに指摘されている[1]。例えば、データと患者間のインタラクションにおいて記録したデータの意味等を患者が把握できないなどの問題がある。これらの問題を解決することで、患者のアプリケーション使用率の向上が期待できると著者らは主張した。本研究では、記録したデータの意味・法則、自身の状態を認知できるように支援する機能を開発アプリケーションに実装することにより動機を明確化することで、継続的な記録を促すアプリケーションの開発を目指す。

慢性疾患患者のストレスを軽減する手立てとしては、患者を支援する人々からのソーシャルサポート[4]を機能として取り込む。ソーシャルサポートとは「社会的関係の中でやりとりされる支援のこと」であり、健康に良い行動の継続に貢献する[5]ため、慢性疼痛患者に自発的な記録活動を促す工夫として妥当な手法であると考えられる。

システムの評価では、まず健常者を対象としたユーザビリティテストを行う。次に患者が日常生活内での長期間の記録をすることで、使用者の心理にどのように作用するか

1 岡山大学
Okayama University
2 東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

3 川崎医科大学
Kawasaki Medical School

を使いやすさと受容性の観点から評価を行う。また、自発的な記録活動の促進効果を図るために、ソーシャルサポートの満足度、アプリケーションの定着率を測定する。

本稿では、主な機能である記録・データの確認機能を実装したアプリケーションのユーザビリティテストを、System usability scale (SUS) を使用して健常者に対して行った。さらに、その結果に基づき、患者での実験の条件等について検討した。

2. 研究背景

2.1 慢性疼痛

慢性疼痛(chronic pain)とはIASPにより“急性疾患の通常の経過あるいは創傷の治療に要する妥当な時間を超えて持続する痛み”と定義されており[2]、侵害受容性疼痛や神経障害性疼痛、心因性疼痛などに分類される。

慢性疼痛は、痛みが発生する原因となった創傷の回復にかかる正常な時間を過ぎて持続する痛みであり、痛み本来の“生体への警告”としての役割を果たしていない。このような痛みは、患者の日常生活における仕事や家事などの社会的行動や、睡眠や食事などの生理的欲求を満たす行動を阻害し、患者の生活の質を低下させる。慢性疼痛患者の中には一時的に痛みが強くなる状態があり、それを痛みの増悪と呼ぶ。痛みの増悪は増悪因子と呼ばれる様々な要因によって引き起こされ、それらは環境的因子、生理的因子、心理社会的因子の3つに分類される[4]。これらの因子が複雑に関与し、痛みの増悪を引き起こしていると考えられるが、発生にかかる詳細は判明していない。本研究で扱う疼痛記録支援システムはこの痛みの増悪の発生要因の特定を目指すものである。

2.2 疼痛記録支援システム

本研究で開発する疼痛記録支援システムは、北原らが慢性疼痛患者の痛みが増悪する要因を特定するために考案したものである[6]。疼痛記録支援システムは、痛みの増悪発生時に痛みを記録し、同時に周囲の環境情報などを取得する。このような記録を長期間継続し蓄積したデータから分析を行い、痛みの増悪因子や痛みの増悪発生パターンを発見する。疼痛記録支援システムの構成は図1のようになっている。痛みの記録やデータの確認は図中央のスマートデバイスのアプリケーションにより行い、周囲の情報は図左のアプリケーションと連携させたセンサにより収集する。

本研究では、本システムのスマートデバイスのアプリケーションの開発を行う。痛みの増悪の発生原因を追究するには、まずデータが集められるようにする必要がある。そこで、患者が記録するデータを収集しやすくする機能の開発が重要であると位置づけ、本研究に取り組んだ。



図1 疼痛記録支援システムの構成

3. 関連研究

3.1 北原らの先行研究

北原らの研究[6]では、痛みの増悪因子に関連する情報や痛みに関連する情報を整理し、増悪因子特定のための疼痛記録活動支援システムの構想を練った。痛みの増悪が生じるたびに記録することは患者に負担がかかると考え、患者自身が入力する情報は最小にする必要があるとされた。そこで患者が入力する情報は痛みの強さのみにし、他の情報はスマートデバイスや身体に取り付けるセンサなどから連動して収集するようなシステムの作成を目指した。そしてその第一段階として、患者による疼痛に関する情報入力インタフェースを作成し、痛みの強さについて意図した値を入力できるか健常者を対象にして実験を行った。また、このデバイスではスマートデバイスのアプリケーションと連携して入力した値の確認、修正を行うことができる(図2)。このアプリケーションのデータ確認画面は図2左部のように痛みの発生日時及び場所を一覧形式で表示するものとなっている。北原らの作成したアプリケーションでは、患者の使用を考慮し、入力情報を最小にする工夫がなされていたが、アプリケーションの使いやすさについての評価は行われていない。また、慢性疼痛を抱えた患者への継続的使用を促す機能も、十分に検討されていない。

本研究では、北原らの研究の発展としてアプリケーションの使いやすさを改善し、継続的使用の促進機能の実装を行い、患者への有用性が高まるよう考慮したアプリケーションの開発を行う。



図2 北原らの開発したアプリケーション[5]

3.2 アプリケーションデザインに関する研究

慢性疼痛患者の痛み増悪に関する記録を支援する研究は見当たらないが、他の傷病に対して開発された機能には参考になるものがある。記録継続の観点で特に注目に値するのが、Katzらの研究である。Katzらは、糖尿病を有する患者に向けたスマートデバイスの自己管理アプリケーションを8つ選定した。その後、より患者に適したアプリケーションとするために要件などの調査を行った[1]。調査は、16人の1型糖尿病患者に8つの市販糖尿病アプリケーションの良い点や悪い点などの使用感を尋ねる形式で行われた。調査結果からは、認知的及び感情的の2つの観点から以下のモバイルヘルスアプリケーションのデザイナー向けの3つの問題が提示された。それらは、

1. データと患者間のインタラクション改善余地の問題
2. アプリケーションに表示されるメッセージの受け取られ方を考慮する必要性の問題
3. 得られたデータ利用方法の適切性の問題

である。

本研究で扱う疼痛記録支援アプリケーションは開発の初期段階にあるため、Katzら挙げた問題点1の改善を目指して開発した。1の問題は、複雑なデータから価値ある情報を得られ、かつ認知的要求の低い魅力的なユーザインタフェースを如何にして設計するのかという問題である。Katzらは解決へのアプローチとして、時間軸を持つグラフにおいて、疾患の変化傾向を示す矢印を表示することを提案した。

3.3 行動変容を促進・抑制させる要因について

本研究では、患者が日常生活において記録活動を積極的に行うように行動変容を促すインタフェースの開発を目指すため、行動変容の要因について文献調査を行った。

高木らは、特定保健指導継続支援において自発的な行動を継続させるために必要な条件をインタビュー調査の結果から検討した[3]。その結果、行動変容を促進させる要因として「明確な動機」と個別の「実行可能性」などが挙げられ、抑制要因としては「希薄な動機」と「ストレス」などが挙げられた。高木らの研究で対象とされた特定保健指導継続支援とは、主に高齢者を対象とした生活習慣・健康診断への指導・支援のことであり、生活習慣病の予防等を目的としている。

本研究で扱う疼痛記録支援システムを用いた記録活動も日常生活の中で継続的な行動を行うことから、高木らの調査から得られた変容要因に共通したものがあると考えられる。本研究では、患者に自発的な記録活動を促すために行動変容の促進要因として「明確な動機」、抑制要因として「ストレス」に着目する。よって本システムを利用する患者に明確な動機を与え、また、記録に伴うストレスを軽減するインタフェースを検討する。

3.4 ソーシャルサポートとストレス

本研究では、行動変容の抑制要因であるストレスを軽減する方法としてソーシャルサポートに着目した。職業性ストレスに対してソーシャルサポートを関与させると、ストレス反応が低減することはよく知られている[7]。同様の効果は、患者支援でも確認されている。

金らは、慢性疾患患者に対してどのような援助をすれば、慢性疾患の治療や健康行動に対する動機づけを維持することができるのかを明らかにするための調査を行った。慢性疾患患者に対するソーシャルサポート尺度を作成し、さらに個人の外的な資源としてのソーシャルサポートと自己効力感のそれぞれが患者の心理的ストレスに及ぼす影響を検討した[4]。

ストレスに対する影響については、ソーシャルサポートは直接的にストレス反応に影響を及ぼすのではなく、自己効力感を介して間接的にストレス反応に影響を及ぼしていると考えられた。特に、「疾患に対する行動的サポート」は、健康行動に対する自己効力感を高めるために重要な役割を果たしていると考えられた。すなわち、疾患に対する強い行動的サポートは、慢性疾患に対する対処行動の積極性を高め、その結果として、さまざまな心理的ストレス反応を減少させていると考えられた。

この結果から患者のストレスを軽減するソーシャルサポートの行動的サポートが本研究で扱う疼痛記録支援システムにおいて記録活動を促す工夫として有効であると考えられる。

4. 疼痛記録支援アプリケーション

4.1 アプリケーションの概要

本研究で開発するアプリケーションは、慢性疼痛患者が痛み増悪の記録活動をする際の支援をするものである。本アプリケーションは痛みを抱えた患者の記録にかかる負担を最小化するため、使用者が直接キーボードを操作して入力する項目を痛みの数値のみとした。

記録したデータは、リスト一覧やグラフから確認でき、データを個別でも集約した形でもモニタリングすることができる。記録時の痛みは、Face scale[8]およびvisual analogue scale (VAS) [6]を組み合わせた画面で入力する。VASにより数値情報を理解させるとともに、Face scaleにより痛みの感覚情報を直観的に理解させる。VASはスライダを滑らせることで、0~100の範囲で数値入力する。Face scaleは、5個の表情を20ポイント刻みの数値に応じて変化させる。記録画面は図3に示す通りである。さらに、本アプリケーションは環境センサを搭載した別デバイスと連携しており、痛みの記録に伴い自動的に環境情報を収集する。収集した環境情報と患者による記録を分析することで、痛み増悪の発生原因に迫ることを最終的な目標としている。

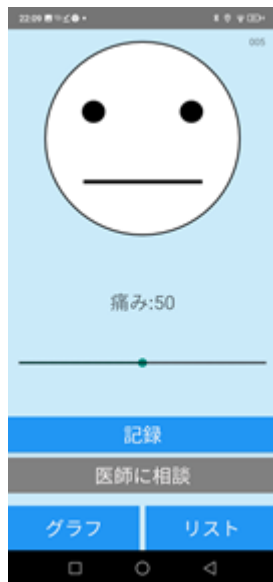


図 3 痛みの数値記録画面

4.2 記録活動の定着を図る機能

先述の通り、本研究では高木らの調査[3]を参考に、患者に自発的な記録活動を促すための要因として“明確な動機”、“ストレスの軽減”に着目した。

明確な動機を与えるために、患者が記録データから痛みの傾向や法則など自身の状態を容易に読み取れる機能の実装を行う。この機能については Katz らの研究結果においても必要な機能とされている[1]。また、Rosser らは健康管理アプリケーションのレビューを行った結果から、ユーザがデータを理解するための支援機能を実装しているものではなく、記録した情報を自身の状態と自己管理に関して上手く組み合わせることが困難であったと指摘した[9]。

これらのことから、患者が記録データを確認する際、自身の状態について一目で傾向を把握できる矢印を表示し、文章で補助説明を提供する機能を実装する。この機能によって記録に対するフィードバックがより意義のあるものとなり、ユーザにアプリケーションを使用する動機を与えることができると考える。開発した機能の画面を図4に示す。

次に、ストレスを軽減させるためのソーシャルサポート機能を実装する。実装する具体的な機能は、アプリケーションから毎日患者に励ましやアドバイスなどのメッセージを送る機能と患者が医師に病状に関して相談できる機能である。金ら慢性疾患患者におけるソーシャルサポートの有効性を参考にして必要な機能を決定した。

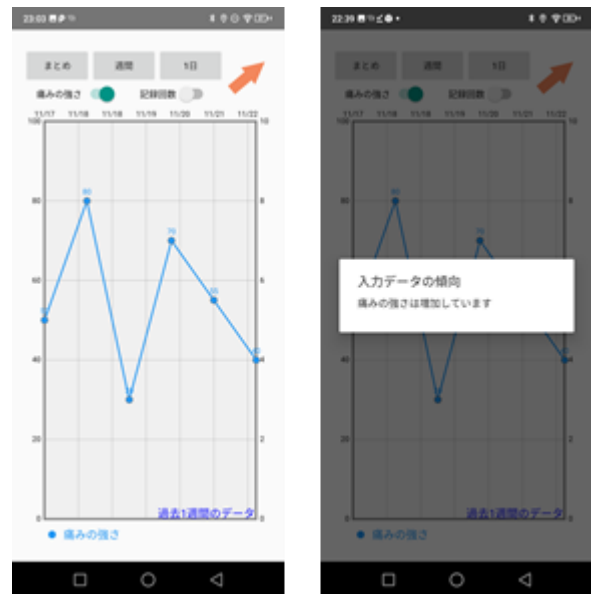


図 4 記録確認画面

5. 疼痛記録支援アプリケーションの評価実験

本研究で開発した疼痛記録支援アプリケーションは健常者を対象にユーザビリティテストを行い、その後患者を対象に長期間の継続使用に関する機能の評価テストを行う。

5.1 健常者を対象としたユーザビリティテスト

患者を対象とした継続使用に関する機能の評価実験においてアプリケーションのユーザビリティの低さにより実験参加者がアプリケーションの使用をやめるリスクを低減する必要がある。そこで開発したアプリケーションの患者への適用の前に、主たる機能である記録・データの確認機能を実装したアプリケーションのユーザビリティテストを健常者に対して行った。評価対象とした機能は、3.1 で述べた痛み増悪の記録画面及び、記録を一覧とグラフで確認できる機能である。評価スケールには、表1に示した SUS を用いた。なお、本研究を実施する前に、岡山大学医学部附属病院において倫理審査を受け、認められた（臨 1811-006）。

表 1 ユーザビリティテストで用いた SUS

1	このアプリを頻繁に使いたいと思う	1	2	3	4	5
2	このアプリは不必要に複雑だと思った	1	2	3	4	5
3	このアプリは使いやすいと思った	1	2	3	4	5
4	このアプリを使えるようになるにはサポートが必要だと思う	1	2	3	4	5
5	このアプリの様々な機能がよくまとまっていると思った	1	2	3	4	5
6	このアプリは一貫性がないところがたくさんあると思う	1	2	3	4	5
7	ほとんどの人がこのアプリの使い方を簡単に学べると思う	1	2	3	4	5
8	このアプリは非常に扱いにくいと思った	1	2	3	4	5
9	このアプリを使いこなす自身がある	1	2	3	4	5
10	このアプリを使い始める前にたくさん のことを学ばなければならないと思った	1	2	3	4	5

表 2 ユーザビリティテスト結果

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	平均
SUS	80	87.5	92.5	77.5	82.5	90	77.5	82.5	85	82.5	83.75

健常者を対象とした実験では、患者と同じように痛みの記録を行うことはできない。そこで、本実験では、痛みが主観的に表現するしかないことに着目した。日常生活の中で、主観的に表現するしかなく、かつ1日の中で数度発生するイベントについて考え、記録する項目を食事後の満腹度とした。

本実験は長期記録における本アプリケーションの評価ではなく、その前段階としてアプリケーションの使いやすさを担保することを目的としている。そのため、少数の健常者を対象とした。本実験では岡山大学の学生10人を対象とし、7日間の食事における満腹度を開発アプリケーションによって記録した。

実験結果を表2に示す。500件のSUSを用いた調査からは、平均が68点であるとされている[10]。本研究のSUSスコアは結果から本アプリケーションのSUSスコアの平均は80を超えており、多くの人が容易に使用できるアプリケーションであると判断できる。そのため今後行う長期間の実験において記録を行う際にアプリケーションの使いにくさによる記録の中断が起こらないと考えられる。

5.2 患者を対象とした継続使用に関する評価実験

3.3および3.4では“明確な動機”、“ストレスの軽減”に着目しそれぞれについて疼痛記録支援アプリケーションの具体的な機能について述べた。この検証のために、二つの仮説をたて30日間の継続使用に関してアプリケーションの評価を行う。本実験の仮説では、アプリの定着に着目した。定着はアプリを実際に使用した期間を計るものであり、記録活動を促すことを意図した機能が大きく関与すると考えられる。Yamaguchiらの研究においても糖尿病患者の自己管理アプリケーションの定着率が評価され、定着率の低さが課題に上げられた[11]。

仮説1：自身の痛みの状態や傾向を読み取れることでスマートフォンアプリケーションを用いた記録活動を定着させる

仮説2：ソーシャルサポートを実感することでスマートフォンアプリケーションを用いた記録活動の定着率の低下を低減させる

患者には、30日本アプリケーションを使用して痛みの記録を行ってもらう。記録期間終了後、使用感やソーシャルサポートを実感できたか等についてSUSアンケートおよびインタビューを行う。インタビューはFreeらのヘルスケアアプリケーションの評価方法に関する調査から含めるべき3つの要素[12]、

- A. ユーザビリティと機能性の評価
 - B. 行動変化を促進させる可能性の評価
 - C. アプリケーション内の健康関連コンテンツの品質
- からAおよびBを満たす質問となるよう検討した。本実験ではアプリケーションに健康関連コンテンツが実装対象にないため、Cについては質問には含めなかった。
- インタビューにて質問した内容を表3に示した。各質問は、実験対象者の返答によって、その項目に関与した機能等について追加質問を行う。各仮説について、仮説1はQ1, Q4, Q6およびその追加質問から仮説2はQ1, Q2, Q3, Q5およびその追加質問から検証を行う。

表 3 インタビューの質問事項画面

Q1	今後もこのアプリを使用したいと思いますか？
Q2	このアプリを通して精神的な支援を感じられましたか？
Q3	このアプリを通して自身の痛みについての辛さや悩みを人に伝えることができましたか？
Q4	このアプリから有用なアドバイスなどをもらえましたか？
Q5	このアプリを利用している時利用前よりも医師などに相談しやすくなったと感じましたか？
Q6	このアプリを通して痛みの傾向や状態を使わないときよりも理解しやすかったですか？

6. おわりに

本研究は慢性疼痛患者の疼痛記録活動支援システムにおける記録活動を長期間継続するため、記録のモチベーションを維持するインタフェースの開発を目指すものである。

本稿では、自発的な記録活動のモチベーション維持に有効であると考えられる手法としてユーザがデータの意味を読み取りやすくする機能と、アプリケーション及び医師からのソーシャルサポートを行う機能を検討し開発を行った。そして開発したアプリケーションの患者への適用に先立つ第一段階として、健常者に対し、開発した疼痛記録支援アプリケーションのユーザビリティテスト(SUS)を行った。結果は患者への適用にあたり十分なSUSスコアを得た。また、患者でのアプリケーションの評価実験について仮説及びその評価方法に関して検討を行った。

今後の展望としては、実際に患者での長期間の記録実験を行い、考案した機能の有効性及び、アプリケーションを

用いた患者の長期間の記録活動において発生する問題点の調査を行っていく。

謝辞 本研究を進めるにあたり、科学研究費補助金基盤研究 (C)「IoT と AI で実現する患者習熟度に応じて最適化するバーチャルリアリティ鏡治療」(課題番号 17K11109) から助成を受けたことに感謝します。

参考文献

- [1] Katz, D. S., Price, B. A., Holland, S., & Dalton, N. S. (2018, April). Data, data everywhere, and still too hard to link: insights from user interactions with diabetes apps. In Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (p. 503). ACM.
- [2] 辻 貞俊, 牛田享宏, 新井健一, 末富勝敏, 西原真理, 池本竜則, 柿木隆介, 岡田和将, 野寺裕之, 村上正人, 比嘉和夫, 齋藤洋一, 日本神経治療学会治療指針作成委員会: 日本神経治療学会 標準的神経治療 慢性疼痛. 神経治療, 27, 591-622, 2010
- [3] 高木悦子, 山口佳子, 富田寿都子, 木村峰子, 瀬下律子, 三浦靖彦, & 野村幸史. (2009). 特定保健指導の継続支援における行動変容を促進させる要因についての検討. 人間ドック (Ningen Dock), 24(4), 865-869.
- [4] 金外淑, 嶋田洋徳, & 坂野雄二. (1998). 慢性疾患患者におけるソーシャルサポートとセルフ・エフィカシーの心理的ストレス軽減効果. 心身医学, 38(5), 317-323.
- [5] 厚生労働省 生活習慣病予防のための健康情報サイト <https://www.e-health.mhlw.go.jp/information/dictionary/exercise/ys-067.html> (Accessed: 27th May 2018).
- [6] 北原 亮宏, 五福 明夫, 佐藤 健治, 杉原 太郎, 三宅 貫太郎 (岡山大学) 慢性疼痛における増悪因子特定のための記録活動支援システム要件に関する検討 ヒューマンインターフェースシンポジウム 2016
- [7] Hurrell, J. J., & McLaney, M. A. Exposure to job stress: A new psychometric instrument. Scandinavian journal of work, environment & health. 1988.
- [8] Wong, D. L., & Baker, C. M. (2001). Smiling face as anchor for pain intensity scales. Pain, 89(2), 295-297.
- [9] Rosser, Benjamin A., and Christopher Eccleston. "Smartphone applications for pain management." Journal of telemedicine and telecare 17.6 (2011): 308-312.
- [10] Sauro, J. Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS). <https://measuringu.com/sus/> (accessed 19th June 2019)
- [11] Yamaguchi, Satoko, et al. "Usage Patterns of GlucoNote, a Self-Management Smartphone App, Based on ResearchKit for Patients with Type 2 Diabetes and Prediabetes." JMIR mHealth and uHealth 7.4 (2019): e13204.
- [12] Free, C., Phillips, G., Galli, L., Watson, L., Felix, L., Edwards, P., Patel, V. & Haines, A. (2013). The effectiveness of mobile-health technology-based health behaviour change or disease management interventions for health care consumers: a systematic review. PLoS medicine, 10(1), e1001362.