

令和元年6月26日現在

機関番号：32692

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01425

研究課題名(和文)日常生活における麻痺手の使用を促すための行動変容システムの開発研究

研究課題名(英文) Development of goal setting app for behavioral change in activity and participation.

研究代表者

友利 幸之介 (TOMORI, Kounosuke)

東京工科大学・医療保健学部・准教授

研究者番号：90381681

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、麻痺手の生活での使用頻度を促すためのiPad/iPhoneアプリであるADOC for hand (ADOC-H)の開発と、ADOC-Hに連動したApple watchアプリを開発した。アプリはADOC-Hで対象者とセラピストが麻痺手を使用する場面と一緒に画面を見ながら選択していき、その内容がApple watchのアプリと連動し、指定された時間にその項目が表示されるように設計した。また腕時計型加速度計による上肢使用頻度の客観的な測定に向け、上肢使用時の適切な測定頻度を20Hzとし、有目的・無目的な動きを判別するアルゴリズムの推定も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今後十分な検証を要するが、本研究によって開発されたADOC-Hを用いることで、脳卒中後の麻痺手の使用頻度の向上が期待できる。またADOC-Hにより、比較的経験の浅い療法士であっても、脳卒中後の麻痺手の使用頻度向上を目指した訓練を導入することが可能となる。現在開発中の加速度計によって、上肢の使用頻度を客観的に測定でき、訓練効果の厳格な比較を可能とするだろう。

研究成果の概要(英文)：We developed an iPad (Apple) application called the 'Aid for Decision-Making in Occupation Choice for Hand' to facilitate daily upper extremity use and also developed Apple Watch app linked ADOC-H. The patient and occupational therapist select the picture that is illustrated the activities in using an upper extremity, and this information is reflected in the Apple watch app. Moreover, to measure the activity of upper extremity by using an accelerometer, the appropriate measurement frequency was 20 Hz when using the upper extremity, and the algorithm that is able to divide into meaningful activity or non-meaningful activity was estimated.

研究分野：目標設定

キーワード：アプリ 上肢 脳卒中 目標設定

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

Takebayashi らの先行研究(2013)では、脳卒中後の上肢麻痺に対する集中的上肢機能訓練において、日常生活での麻痺手の使用を促す行動戦略(Transfer package)を実施した群では、集中訓練後6ヶ月後においても麻痺手の機能が有意に向上し、その向上は日常生活での使用頻度と高い相関関係($R=0.78$)にあった。つまり、生活の中で麻痺手の使用を促すことは、上肢機能の持続的な機能向上を促進することが明白である。しかしながら、この Transfer package には面接スキルや行動心理学の知識を必要とし、誰でも実施できるという状況ではなく、現在の大きな課題となっている。

我々は、作業選択意思決定支援ソフト(ADOC)開発(Tomori, 2011,2012)の経験に基づき、日常生活における麻痺手の使用を促すためのアプリである ADOC for hand (ADOC-H)の開発を進めている。近年、急速に開発が進んできた腕時計型端末と ADOC-H とを連動させることで、Transfer package の効果をさらに促進させると同時に、腕時計型端末に内蔵する加速度計を用いて客観的に使用頻度を測定できるのではないかと、という着想に至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、(1)麻痺手の生活での使用頻度を促すために ADOC-H の開発と ADOC-H と連動した腕時計型端末用アプリの開発、(2)加速度計を用いた上肢使用頻度の測定、またこれらのデータをもとに、(3)麻痺側上肢の使用を促す行動変容プログラムの開発を目的とした。しかし当初使用を予定していた Apple watch の連続使用時間や加速度データの取得にかなり制限があり、この使用をとりやめ、予定を変更して加速度計自体の開発から行うこととなった。

3. 研究の方法

(1)研究1. ADOC-H (iPad 版, Apple watch 版)の開発

ADOC-H は、麻痺手の生活での使用場面のイラストを選びながら、どの場面でどのように麻痺手を使うのかを話し合うためのツールである。研究1は、1)アプリのユーザーインターフェイス(UI)およびユーザーエクスペリエンス(UX)の設計、2)麻痺手を使う場面のイラストの項目と構図について検討、3)アプリ開発、の3つに分類される。1) UI/UX の設計は、研究代表者がペーパープロトタイプを用いて UI の下案を作成し、プログラマーと相談しながら行った。2)イラストの項目と構図は、まず研究分担者および研究協力者が既存の評価をもとに、項目のリストアップを行った(Nominal group)。次に麻痺手に対して生活での使用を促す臨床の実績がある作業療法士10名を対象にし、Web アンケートを用いた Delphi 法を実施した。項目一つ一つに75%以上の同意でコンセンサスが得られたものと判断し、75%以下の項目は研究者グループにて修正や削除などの検討を行った後、再度対象者へアンケートを繰り返した。最終的な項目については、イラストレーターへ作成を依頼し、そのイラストについては、臨床現場における上肢麻痺を有する患者10名に確認を取り、正答率が低いイラストは修正を加えた。3)項目とイラストの同意が全て得られた段階で、プログラマーへアプリ開発を依頼した。

(2)研究2) 上肢使用時の加速度測定における適切な測定頻度の検討

上肢使用時の加速度測定における最小頻度(周波数)を特定するために、下記の研究を行った。対象はエディンバラ式利き手テスト11)で「強い右利き(extreme right handedness)」と判定された健康成人5名。対象者の両側の手関節に加速度計センサ(TSND121,株式会社 ART-Promotions 製)を装着させ、Motor Activity Log (MAL)の14項目から性差による影響がある「髭剃り/化粧」、活動の詳細が不明な「物を手で動かす」、「安定した立位を保持する」の3項目を除いた11項目をそれぞれ90秒間行わせた。計測する活動の順番は被験者によってランダムにした。また、被験者には計測開始と終了の合図のみを知らせることとし、それぞれの動作の時間配分や動作姿勢は対象者に一任した。すべての計測は、加速度計センサのサンプリング周波数を100Hzに設定して行い、記録された加速度データをExcelファイルに取り込み、50Hz, 33Hz, 25Hz, 20Hz, 10Hz, 5Hz, 1Hzとなるようにデータを抽出し、周波数の換算を行った。各周波数の鉛直方向、前後方向、左右方向の加速度データから合成加速度を算出した。

(3)研究3) 意味のある手の使用に関するアルゴリズムの推定

健康成人男女1名を対象に、腕時計型加速度計から有目的な作業と無目的な作業を判別するアルゴリズムの推定を目的に、下記の予備研究を行った。共同研究者である、東京工科大学コンピュータサイエンス学部松下宗一郎教授が開発したリストバンド型加速度計2台を被験者の両手首に装着させた。各種上肢の活動評価から評価項目を統廃合し、最終的に洗髪、服の着脱、ドアの開閉など有目的な活動13項目、無目的な活動の歩行、階段の昇段と降段を加えた16項目を実施してもらい、その際のX, Y, Z 姿勢角と加速度を求めた。計測を行った全活動の姿勢角および合成加速度値を独立変数、目視で判定した上肢活動の目的の有無を二分変数(有目的=1, 無目的=0)として、ROC 曲線(Receiver Operating Characteristic curve)を描出し、その曲線下面積(Area of Under the Curve; AUC)を算出した。ROC 曲線において Youden 指数(感度+特異度-1)が最大になる値をカットオフ値とした。はじめに、無目的な上肢の微動と有目的な使用を弁別するために合成加速度値のカットオフ値を算出した。次に、上肢の活動範囲の計測を行った Gates ら(2016)の先行研究を参考に、活動中の上肢の空間座標を描出するための指標として、上肢の挙上範囲を最も反映する姿勢角(X)のカットオフ値を算出した。しかし、姿勢角(X)と合成加速度値のみでは、「靴下の着脱」や「掃除機をかける」などの下方の活動の検出が困難となることが予測されたため、姿勢角(X)のカットオフ値を導入して無目的な活動と算出されたデー

タを対象に、姿勢角(Z)のカットオフ値を算出した。なお、姿勢角(Z)は鉛直方向に対する傾きを意味し、計測値は傾きの方向によって正負いずれも見られるため、絶対値に換算した姿勢角(|Z|)を用いて計算を行った。また、検出条件を利用して、活動別の中率を判定した。活動ごとに真陽性率(true positive rate)、真陰性率(true negative rate)を算出した。

(4)研究 4) ADOC-H の整形疾患患者への適用

本研究から派生して、整形疾患患者(今回は橈骨遠位端骨折)に対する ADOC-H アプリの有用性についても検討することができたので、これについても報告する。橈骨遠位端骨折後の患者への ADOC-H の臨床有用性について、事例集積研究を用いて検証した。

4. 研究成果

(1)研究 1. ADOC-H (iPad 版, Apple watch 版)の開発

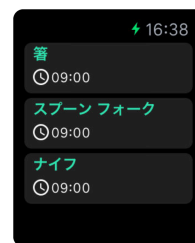
結果、1)の UI/UX の設計において、iPad や iPhone 版の UI は、中分類を左側、小分類は 1 画面で 1 中分類の全ての項目が表示されるように設計した(下図左)。各項目について、具体的にコメントできるようにした(下図中央)。ADOC-H で対象者とセラピストが麻痺手を使用する場面を一緒に画面を見ながら選択していき、その内容が Apple watch のアプリと連動し、指定された時間にその項目が表示されるように設計した(下図右)。2)では、Nominal group にて選出された小分類 195 項目を Delphi 法にて検討し、2 回のアンケートを経て、最終的に中分類 16、小分類 130 項目に決定した。これらの項目をもとにアプリ開発を行った。



活動選択



活動の詳細を入力



Apple watch の画面

(2)研究 2) 上肢使用時の加速度測定における適切な測定頻度の検討

100Hz の合成加速度と、換算を行った各サンプリング周波数の合成加速度との ICC (2,1)は、50Hz: 0.98, 33Hz: 0.94, 25Hz: 0.89, 20Hz: 0.84, 10Hz: 0.67, 5Hz: 0.49, 1Hz: 0.2 だった。次に Bland-Altman 分析の加算誤差について、今回比較を行った全ての周波数間の差の 95%信頼区間に 0 は含まれなかった。比例誤差は、回帰分析の結果、全ての測定値において回帰式の有意性が認められた。相関係数 (r)は、50Hz: 0.135, 33Hz: 0.140, 25Hz: 0.182, 20Hz: 0.184, 10Hz: 0.312, 5Hz: 0.433, 1Hz: 0.716 だった。全ての結果を総合的に判断すると、測定頻度は 20Hz までは許容範囲であると判断した。これは類似する他の加速度計でも同等の値であり、妥当であることが確認された。

(3)研究 3) 意味のある手の使用に関するアルゴリズムの推定

合成加速度の姿勢角のカットオフ値から推定されたアルゴリズムは、 $=IF(OR((AND(姿勢角(X) \geq -55 \text{ 度}, 合成加速度 \geq 0.06)), (AND(姿勢角(|Z|) \geq 14 \text{ 度}, 合成加速度 \geq 0.06))), "1", "0")$ とした。真陽性率に関しては、14 項目中の 10 項目が、70%を上回っていた(歩行と階段昇降段は全て無目的としたため真陽性率は求めていない)。真陽性率が低値となった項目は、「掃除機をかける」、「書字」、「新聞を読む」、「スプーンですくう」の 4 項目だった。特に、「掃除機をかける」は、12.3%と最も低い結果となった。ただ今回は真陰性率を高くすることを重視したため、真陰性率に関しては、全 17 項目において 80%を上回っていた。現在、この結果をもとに例数を増やしている状況であり、結果について解析中である。

(4)研究 4) ADOC-H の整形疾患患者への適用

8 名(男性 1 名, 女性 7 名, 年齢 66.5 歳, 右利き 8 名, 受傷側:右 4 名, 左 4 名)。全例ともに術後翌日から外来リハビリ終了に至るまで ADOC-H を用いた患側上肢使用の検討が可能だった。手関節および前腕の関節可動域, DASH(Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)の機能障害スコア, 握力は全例で改善が認められた。以下に, ADOC-H 使用時のコメントや患側上肢の使用行動の変化に特徴的な反応を示した 2 事例について報告する。事例 A:60 歳代, 女性, 右利き, 右手受傷。リハビリ開始時, 患側上肢の使用について不安の訴えが強く聞かれていたため, ADOC-H を提示しながら「スプーンの使用」や「ズボンの上げ下げ」、「服の前ボタンを留める」など, 痛みが出ない範囲で患側上肢の使用を提案した。毎回のリハビリでは, 患側上肢の使用状況についてモニターを行い, 患側上肢の使用が困難な活動については痛みが出ずに効果的に使用できる方法の指導を行なった。家事動作の使用頻度も限定

的だったため、「柔らかい食材を包丁で切る」、「軽い食器を洗う」など低負荷の活動から使用を促した。外来終了時には手関節掌屈/背屈が 70° / 65° , DASH の機能障害スコアは 12.5, 握力は 25kg まで改善した。事例 B:60 歳代, 女性。右利き。右手受傷。術後より疼痛や患側上肢の使用に関する不安の訴えは聞かれず, 主体的に患側上肢の使用を試みる様子が見られた。療法士は患側上肢の使用に問題はないと判断していたが, ADOC-H のイラストを提示すると「ペットボトルのキャップを開ける時に力を入ると痛む」など, 実体験を通じたコメントが聞かれた。挙げられた作業に関して動作分析を行い, 疼痛が発生しない方法の指導を行った。外来終了時には手関節掌屈/背屈が 80° / 80° , DASH の機能障害スコアは 10.5, 握力は 18kg まで改善した。今回, 橈骨遠位端骨折後の掌側ロッキングプレート固定術を施行した 8 例に対して ADOC-H を使用して患側上肢の日常使用を検討したところ, 全例が適応可能だった。ADOC-H が手の外科領域においても, 生活上で患側上肢使用の促進に効果的なツールであるということが示唆された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 12 件)

1. 友利幸之介(査読無): リハビリテーションにおける目標設定. 脳卒中リハビリテーション 1(4): 4-23, 2019.
2. Saito Y, Tomori K, Nagayama H, Sawada T(査読有): Differences between the occupational therapy goal of clients and of therapists affect outcomes for patients in subacute rehabilitation wards: A case-control study. The Journal of Physical Therapy Science, 2019 (in press)
3. Levack MMW, Tomori K, Takahashi K, Sherrington A(査読有): Development of an English-language version of a Japanese iPad application to facilitate collaborative goal setting in rehabilitation: a Delphi study and field test. BMJ open 2018; 8:e018908. doi: 10.1136/bmjopen-2017-018908
4. 瀧野貴裕, 竹林崇, 竹内健太, 友利幸之介, 島田真一(査読有): 亜急性期脳卒中患者に対し, 課題指向型練習と ADOC-H を用いた麻痺手を生活で使用するための行動戦略を行った一例. 作業療法 37(6): 661-666, 2018.
5. Ohno K, Tomori K, Takebayashi T, Sawada T, Nagayama H, Levack WMM, Domen K, Higashi T(査読有): Development of a tool to facilitate real life activity retraining in hand and arm therapy: Aid for Decision-Making in Occupation Choice for Hand. British Journal of Occupational Therapy 80(5): 310-318, 2017.
6. 大野勘太, 友利幸之介, 竹林崇(査読無): 脳卒中後麻痺側上肢の使用行動を促進するためのアプリケーション: ADOC for Hand. 臨床作業療法 14(4): 303-306, 2017.
7. 友利幸之介(査読無): 作業療法研究・理論的枠組のこの 10 年. 作業療法ジャーナル 50: 1108-1115, 2016.
8. 大谷愛, 竹林崇, 友利幸之介, 道免和久(査読有): Aid for Decision-making in Occupation Choice for Hand(ADOC-H)紙面版の CI 療法における試用. 作業療法ジャーナル 49: 1141-1145, 2015.
9. 牛腸昌利, 白濱勲二, 友利幸之介, 坂本恵理子, 宝意幸治(査読有): 脳卒中維持期片麻痺患者の上肢機能障害に対する課題特異型訓練の効果. 作業療法 34: 678-686, 2015.
10. 平野友梨, 大野勘太, 竹林崇, 友利幸之介(査読有): 作業選択意思決定支援ソフト(ADOC)を用いたクライアントにとっての意味のある作業に焦点を当てた上肢機能アプローチの経験. 作業療法 36: 238-244, 2017.
11. 竹内潤, 友利幸之介, 白濱勲二, 小河原格也, 東登志夫(査読有): 片麻痺上肢遂行機能検査 (APTH) の開発-信頼性と妥当性の検証-. 作業療法 34: 180-188, 2015.
12. 友利幸之介(査読無): ICT のエビデンスと実際. 作業療法ジャーナル 49: 932-940, 2015.

[学会発表] (計 3 件)

1. Ohno K, Tomori K, Takebayashi T: Development of an iPad Application to Facilitate use of Affected Upper Limbs in Daily Life. 6th Asia pacific occupational therapy congress. Rotorua, New Zealand. 2015.
2. Tomori K, Nagayama H, Ohno K, Takahashi K, Levack WMM: Utilisation of the iPad Application: Aid for Decision-making in Occupation Choice (ADOC). 6th Asia pacific occupational therapy congress. Rotorua, New Zealand. 2015.
3. 小梁川実沙, 三崎一彦, 土橋大基, 友利幸之介: 麻痺手の満足度改善に対し作業に焦点を当て目標設定, 実動作訓練を行った事例. 北海道作業療法学会. 札幌, 2015.

[図書] (計 1 件)

1. 友利幸之介: 課題指向型アプローチにおける目標設定の意義と効果. 竹林崇 編. 行動変容を導く 上肢機能訓練回復アプローチ -脳卒中上肢麻痺に対する基本戦略-. pp22-64, 2017.

[その他]

ホームページ等

ADOC-H <http://h.adocproject.com/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名:東 登志夫

ローマ字氏名: HIGASHI, Toshio

所属研究機関名:長崎大学

部局名:医歯薬学総合研究科(保健学科)

職名:教授

研究者番号(8桁): 40244090

研究分担者氏名:竹林 崇

ローマ字氏名: TAKEBAYASHI, Takashi

所属研究機関名:大阪府立大学

部局名:地域保健学域 総合リハビリテーション学類 作業療法学専攻

職名:准教授

研究者番号(8桁): 90780510

(2)研究協力者

研究協力者氏名:大野 勘太

ローマ字氏名: OHNO, Kanta

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。