

令和 2 年 6 月 2 日現在

機関番号：82602

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12037

研究課題名（和文）タブレット端末を用いた複合的口腔機能評価プログラムの開発とその応用性の検討

研究課題名（英文）Development of integral evaluation on oral function using tablet terminators

研究代表者

三浦 宏子（Miura, Hi-roko）

国立保健医療科学院・その他部局等・部長

研究者番号：10183625

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：第一に、高齢者の口腔機能低下を検出するためのアプリを開発し、その妥当性と信頼性ならびに応用性を検討した。第二に、開発アプリを用いて、口腔機能評価としてオーラルディアドコキネシス（ODK）の定量測定を行い、地域在住高齢者の摂食嚥下機能等との関連性を併せて調べ、開発したアプリの応用性を検討した。その結果、開発アプリは十分な信頼性と妥当性を有していた。また、測定ODK値は、最大舌圧や最長発声持続時間とも有意な相関性を示し、地域歯科保健調査の場での応用性も十分であることが示された。これらの結果から、本研究課題にて開発したタブレット端末アプリによる口腔機能評価システムの有用性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者の口腔機能の良否は心身の健康にも大きな影響を及ぼす。口腔機能の定量評価は煩雑なため、地域保健の場で活用可能な簡便な評価ツールが求められてきた。本研究で開発したタブレット端末用の評価アプリは、地域歯科保健に関する疫学調査に活用可能だけでなく、後期高齢者歯科健診などの公衆衛生活動にも役立つものであり、広く地域在住高齢者の歯・口腔の健康の向上に寄与するものである。また、デジタルICT技術を用いることにより、十分な感度を有し、高齢者の口腔機能の経年的変化についても可視化が容易であることより、有用性が高いと考えられる。今後増加が予想されるオーラルフレイル評価にも役立つことが期待される。

研究成果の概要（英文）：First, we developed an app for detecting the deterioration of oral function in the elderly. We also examined its validity, reliability, and applicability. Second, the oral function evaluation based on oral diadochokinesis of the elderly was quantitatively measured. Then, we analyzed the relationships among swallowing function, and so on in the community-dwelling elderly. As a result, the app had sufficient reliability and validity. In addition, the oral function decline was significantly associated with tongue pressure and maximum phonetic time. These results demonstrate the usefulness of the oral function evaluation system using the tablet terminal app.

研究分野：地域歯科保健

キーワード：口腔機能 タブレット端末 オーラルディアドコキネシス ICT フレイル

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

口腔機能は、摂食嚥下や発音などの基盤的な生活機能であるため、その低下は日常生活に大きな影響を与える<sup>1)</sup>。しかし、口腔機能は複合的な機能であるため、これまで地域保健の場で活用可能な定量的な評価指標については十分な研究が進められてこなかった。一方、近年、高齢者における口腔機能の維持・向上が、フレイル予防に寄与する疫学知見も報告されており<sup>2)</sup>、口腔機能低下の予防が、高齢期の歯・口腔の健康における大きな課題となっている。しかし、これまで地域歯科保健の場で活用できる定量的評価方法は極めて少なく、そのため口腔機能低下者の早期発見や、口腔機能向上プログラム導入後のアウトカム評価等が十分になされてこなかった。

そのような状況において、基準音節の発話速度をもとに、舌運動の巧緻性を定量評価するオーラルディアドコキネシス (ODK) は、音声デジタルデータを用いることができ、かつ生体侵襲性を伴わないため、地域歯科保健の場でも活用できる評価法として注目を集めている<sup>3)</sup>。我々が行った研究<sup>4)</sup>では、地域在住高齢者におけるオーラルディアドコキネシスの基準音節ごとの基準値を提示するなど、学術的にも地域での口腔機能評価ツールとしての活用が広がりつつある状況にある。

ODKの簡易測定ツールとしては、単位時間の基準音節の発話回数を評価するペン打ち法や電卓法、発話時の呼気圧を感知するデバイス（建口くん<sup>®</sup>）などを用いた調査等の学術報告があるが<sup>5)</sup>、そのいずれもがアナログ測定法であり、より複雑な音響音声分析を行うのは難しい。また、ICT技術を活用した測定アプリも少数存在するが、学術的な妥当性・信頼性は十分に検証されておらず、疫学調査や公的な地域保健活動に活用できる口腔機能の状況を把握するための可視化ツールの開発が求められている。加えて、平成26年度より開始された後期高齢者歯科健診でも口腔機能評価のためのパラメーターとしてODK測定を位置づけており、公的な高齢者歯科保健活動でのODK測定のニーズは極めて高い。これらのことより、本研究によって開発されるODK測定用のタブレット端末アプリケーションを活用できる場面は、今後さらに増えることが予測される。

社会のさらなる高齢化を踏まえ、口腔機能の簡易評価ツールを開発し、信頼性・妥当性の検証を行い、簡便性などの応用性についても検証することは、地域歯科保健のみならず広く高齢者ケアに役立つものと考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究は、大きく2つに大別される。まず、音声デジタルデータを用いたタブレット端末用のODK評価アプリケーションを開発し、そのアプリケーションの妥当性と信頼性について統計的に検証した。また、これまでの我々の研究知見<sup>4)</sup>を用いて、得られたODK測定結果から、口腔機能低下リスクを判定できるように、結果表示においても工夫を図り、地域歯科保健の場での有用性を高める工夫を図った。

次に、開発されたODK測定アプリケーションを用いて、実際の高齢者歯科保健調査の場での応用性について検証を図るとともに、得られた結果を用いて、高齢者の口腔機能と他の心身機能との関連性についても検証を行った。

これらの2種の研究を組み合わせることによって、地域歯科保健活動におけるICTを活用した有用性の高い口腔機能評価方法を提示し、高齢期の歯科口腔保健の向上に寄与することを、本研究の目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) タブレット端末用 ODK 評価アプリケーションの開発と信頼性・妥当性の検証

##### ① ODK 評価アプリ「ディアドコ」の開発過程

アプリケーション設計のポイントとしては、「集団応用できること」、「音声波形情報を把握することができること」、「口腔機能低下リスク判定を行うことができること」とし、歯科専門職でなくても的確に口腔機能が評価できるアプリケーションの開発とした。タブレット端末として音声録音技術が高いと言われている iPad 用アプリケーションとした。ODK 測定に用いる基準音節は、これまでの研究で多用されている /pa//ta//ka/ の 3 音節とし、iPad 内蔵マイクを通して録音できる様式とした。また、静寂性に欠ける環境においても活用できるように、外部マイクを接続しての測定も可能とした。測定は、予め設定したマイク測定感度の閾値を超えた音声の出現頻度を ODK の回数として計測できるようにプログラミングした。

アプリによる画面構成は、起動画面、設定画面（測定感度の設定、測定基準閾値の設定、CSV データのインポート、測定データのエクスポート）、対象者登録画面、測定画面の 4 面とした。

「測定画面」では、発音してもらった音節の設定をしてもらい、発話するタイミングについて音声ならびに画面で指示するような設定とした。

##### ② 開発アプリケーションの信頼性・妥当性の検証

信頼性の検証は、予め録音しておいた 50 歳代の男性の基準音声サンプルを用いて、評価アプリケーションをインストールした iPad を用いて、繰り返し 10 回測定し、その測定誤差を調べた。

次に、調査同意が得られた養護老人ホームに入所している高齢者 27 名（平均年齢 83.4 ± 8.9 歳）を対象として妥当性の検証を行った。開発アプリケーションをインストールした iPad mini の内蔵マイクが上記の被験者の口元から 5 cm 離れた場所にくるように設置し、対象者に基準音

節/pa//ta//ka/を各々5秒間繰り返して発音させることによって、各音節のODK評価値を得た。また、既存の測定法のうち、最も感度が高い方法といわれているICレコーダーによる録音されたデジタル音声による音響音声分析(IC法)を併せて行い、各基準音節のODK値を得ることによって、両者の級内相関係数を求め、開発アプリによる内蔵マイクを用いた場合の妥当性を検証した。

### 3) 外部マイクを接続した場合の妥当性の検証

より精緻な評価が必要となる場合に向けて、指向性デジタル・コンデンサー・マイクを用いた妥当性の検証を行った。外部マイクは、SHURE MV88 (SHURE社製)を用いた。マイクの指向性は、最小値の60度に設定した。内蔵マイク測定時と同様に、内蔵マイクでの妥当性の検証と同様に、養護老人ホームに入所している被験高齢者81名(平均年齢 $84.5 \pm 7.4$ 歳)の口元から5cm離れた位置に外部マイクが来るように調整した。内蔵マイクを使用した際の検証と同様に、同じ被験者に対してIC法を併せて行い、各基準音節のODK値を得た。内蔵マイクでの測定と同様に、IC法での結果との級内相関係数を求め、外部マイクを用いた際の開発アプリでのODK評価の妥当性を検証した。

## (2) ODK評価アプリ「ディアドコ」の応用性の検討

### ①ODKによる口腔機能評価と誤嚥リスクとの関連性

老人福祉施設に入所している高齢者のうち、フレイル状態にある78名を被験者とした(平均年齢 $84.3 \pm 7.4$ 歳)。「ディアドコ」をインストールしたタブレット端末iPad miniを用いて、ODK測定の基準三音節/pa//ta//ka/を測定するとともに、誤嚥リスクに関与するパラメータとして、最大発声持続時間(MPT)、JMS舌圧測定器による最大舌圧の測定、反復唾液嚥下テスト(RSST)を実施した。ODK評価値と、上記の摂食嚥下に関連する諸結果との関連性について二変量解析と多変量解析を行うことによって相互関連性を調べ、フレイル高齢者に対する口腔機能評価に関する応用性を検討した。

### ②ODKによる口腔機能評価と認知機能

要介護度が付与されていない地域在住高齢者309名を調査対象者とした(平均年齢 $74.7 \pm 6.6$ 歳)。認知機能の評価は、Mini Mental State Examination (MMSE)を用いた。MMSEのカットオフ値に従い、26点以下を認知機能低下者とした。併せて、義歯の装着状況も評価し、両パラメータを用いて被験者を4群に分類して解析した。口腔機能評価としては、同様に基本3音節のODKを測定した。4群間の比較にはANOVA検定を用いた。また各群間の比較にはTukey法による多重比較を行った。

## (3) 倫理的配慮

研究の遂行にあたっては、九州保健福祉大学倫理審査委員会の承認(承認番号16-001)ならびに北海道医療大学歯学部・大学院歯学部歯学研究科倫理審査委員会の承認(承認番号第123号)を得たうえで実施した。

## 4. 研究成果

### (1) タブレット端末用ODKアプリケーションの開発と信頼性・妥当性の検証

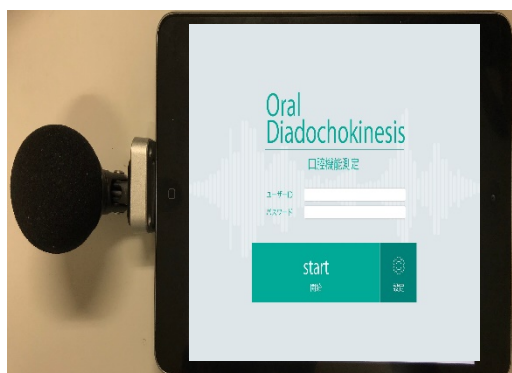
開発したタブレット端末用ODKアプリ「ディアドコ」での測定状況を示す(図1)。ODK値だけでなく、音声波形や口腔機能低下リスクの判定等も見やすく配置する等の工夫を図った。信頼性については、開発アプリ「ディアドコ」による10回の繰り返し測定において、各基準音節のODKの標準偏差は、/pa/が $\pm 0.00$ 、/ta/が $\pm 0.42$ 、/ka/が $\pm 0.52$ であった。いずれも、 $\pm 1.0$ 未満であり、十分な信頼性が得られた。

妥当性については、タブレット端末の内蔵マイクを用いた場合と、従来法であるIC法との級内相関係数を求めたところ、/pa/は0.68、/ta/は0.79、/ka/は0.85と、各々有意な相関を示した( $p < 0.001$ )。また、タブレット端末に外部マイクを接続して測定した基準三音節とIC法についても同様に級内相関係数を求めたところ、/pa/では0.86、/ta/では0.92、/ka/では0.86と、さらに高い相関が認められた( $p < 0.001$ )。

オーラルディアドコキネシスは、作業指示が理解できる高齢者であるならば、基準となる音節を発声してもらうのみであり、生体侵襲なく、発語速度によって舌の巧緻性を感度よく把握する方法である。今回開発した測定アプリ「ディアドコ」は、高い信頼性と妥当性を有している測定ツールであり、アナログ手法だと時間を要するODK測定からリスク判定までの一連の過程を一括して行うことができた。今回、iPad専用のアプリとしたため、内蔵マイクのみでも十分な妥当性を示したが、単一指向性の外部マイクを接続することにより、ODK測定のゴールドスタンダードといえるIC法のほぼ同等の結果を得ており、今後の高齢者の口腔機能やオーラルフレイルに関する疫学調査にも活用可能と考える。

また、今回開発したアプリは、簡便にODK評価ができるだけでなく、その結果をもとに口腔機能低下リスクまで提示できることより、後期高齢者歯科健診や地域での口腔機能向上プログラムへの活用が大きく期待される。タブレット端末を利用して、ODK測定、データ保存、結果表示までの過程が一度に行うことができるため、人員面・コスト面でのメリットも大きい。また、得られた結果についてはCSVファイルにてエクスポートできるため、他の測定項目との比較検討も容易であると考えられた。

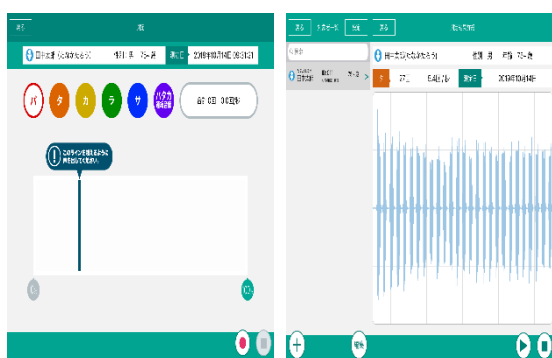
なお、本開発アプリ「ディアドコ」は 2018 年度に無料公開され (<https://oral-diadochokinesis.jp/>)、地方自治体等での高齢者歯科健診の場で既に用いられている。また、高齢者歯科保健に関する研究にも数件活用されている。



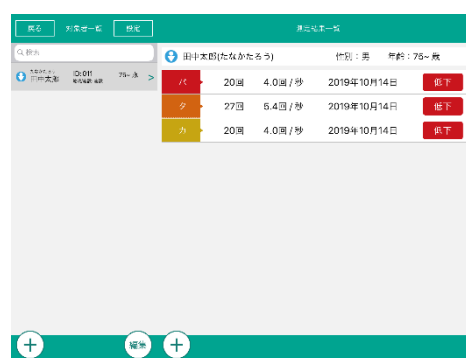
1. 初期画面



2. 対象者の登録



3. 測定画面（音声波形録音を含む）



4. 口腔機能低下リスクの結果表示

図1 開発したタブレット端末用 ODK 評価アプリ「ディアドコ」の構成画面

## (2) ODK 評価アプリ「ディアドコ」の応用性の検討

### ①ODK による口腔機能評価と誤嚥リスクとの関連性

MPT は、ODK と最大舌圧と有意な相関を認めた ( $p < 0.01$ )。最大舌圧は、MPT、ODK/pa//ka/と有意な相関を認めた ( $p < 0.05$  : 表 1)。単変量解析では、MPT が 10 秒未満の者、最大舌圧が 20 kPa 未満の者は、それ以外の者と比較して、全ての ODK の繰り返し回数は有意に低値であった ( $p < 0.05$  : 図 2)。ステップワイズ法による年齢を含む重回帰分析では、MPT と最大舌圧にて ODK での有意なモデルが得られた ( $p < 0.01$ )。ODK 評価をアプリによって簡便に行うことにより、MPT や舌圧の低下状況も、一定レベルの推計が可能であることは、高齢者歯科健診ですべての項目を測定できない場合などにおいて、大きく役立つものと考えられる。一方、RSST と ODK との間には直接的な相関は認められず、両者の統計的関連性は低いと考えられた。

操作性については、タブレット端末用アプリの特性を活かし、直観的に理解できる画面構成としたことにより、初めて開発アプリ「ディアドコ」を使用した者でも、スムーズに ODK 測定を行うことができた。また、過去の知見から設定した性別・年齢階級別基準値から口腔機能低下リスクを被験者に直接提示することにより、被験者自身が自らの口腔機能に注意を向けることができ、口腔機能向上プログラムへの取り組みへのモチベーションの向上が期待された。今後、タブレット端末用アプリによる口腔機能評価を継続的に行う場合、経年的変化をタブレット端末上で可視化することが可能である点は、継続的な口腔保健指導を行ううえでの大きな利点と考えられる。

表1. 開発アプリ「ディアドコ」による ODK 測定値と他の摂食嚥下評価指標との相関係数

	/pa/	/ta/	/ka/	MPT	舌圧	RSST
年齢	-0.033	-0.093	-0.111	-0.187	-0.354**	-0.083
/pa/		0.802***	0.715***	0.331**	0.279*	-0.122
/ta/			0.709***	0.381**	0.172	0.044
/ka/				0.343**	0.356**	0.001
MPT					0.326	0.080
舌圧						-0.164

ピアソンの相関係数

\*\*\*  $p < 0.001$  \*\*  $p < 0.01$  \*  $p < 0.05$

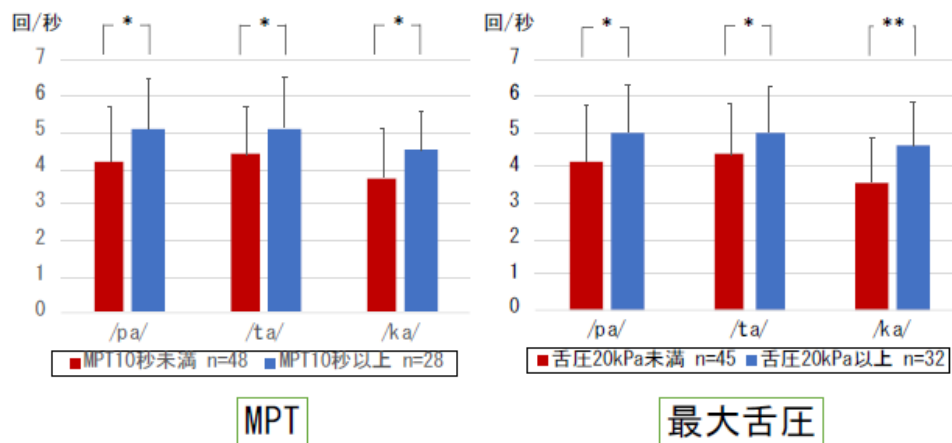


図2. MPT と最大舌圧における高値群と低値群における ODK 測定値

②ODK による口腔機能評価と認知機能

義歯を装着しておらず認知機能の異常を認めない群 (Normal 群) と、他の 3 群との比較を行ったところ、義歯を装着しており認知機能の異常を認めない群 (Normal-D 群) と義歯を装着しており認知機能の異常を認める群 (Alert-D 群) との間には、いずれの音節の ODK は有意差を認めた ( $p < 0.05$ )。しかし、Normal 群と、義歯を装着しておらず認知機能の異常を認める者 (Alert 群) との間には有意差は認められなかった。これらの結果から、ODK 評価値により強く影響するのは義歯の有無であると考えられる。

(3) 総合考察

タブレット端末用の ODK 専用アプリは、簡便な手法でデジタル音声を保存でき、かつこれまでの研究知見を活かして口腔機能低下リスクも評価できる等、広く地域歯科保健での活用が期待されるものである。本研究課題では、アプリ開発からその信頼性、妥当性の検証、実際の高齢者歯科保健調査での活用を通じての応用性を検証したが、いずれも良好な結果であり、十分に実用化に耐えうる。本研究事業で開設したホームページにて、得られた研究知見を報告するとともに、開発アプリ「ディアドコ」の配布を開始するなど、得られた研究知見を高齢者口腔保健活動に活用してもらえるプラットフォームを形成できたことは、本研究での大きな成果のひとつである。本開発アプリを用いることにより、近年注目を集めているオーラルフレイルの早期検出にも役立つものと考えられる。

<引用文献>

- 1) 三浦宏子、守谷信吾、玉置洋、薄井由枝. 高齢期の地域住民の口腔機能の現状と課題. 保健医療科学 2014;63:131-138.
- 2) Tanaka T, Takahashi K, HI らの H, et al. Oral frailty as a risk factor for physical fragility and mortality in community-dwelling elderly. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2018; 73: 1661-1667.
- 3) Miura H, Tano R. Recent measures in geriatric oral health care in Japan. J. National Institute of Public Health 2019; 68: 8-16.
- 4) 原修一、三浦宏子、山崎きよ子. 地域在住の 55 歳以上の住民におけるオーラルディアドコキネシスの基準値の検討. 日本老年医学会誌 2013; 50: 258-263.
- 5) 伊藤加代子、他. オーラルディアドコキネシスの測定法に関する検討. 老年歯科医学 2009;24: 48-54.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 原 修一、三浦 宏子	4. 巻 33
2. 論文標題 地域歯科保健活動におけるオーラルディアドコキネシス評価アプリケーションの開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 老年歯科医学	6. 最初と最後の頁 344 ~ 349
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.11259/jsg.33.344">https://doi.org/10.11259/jsg.33.344</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 三浦 宏子、田野 ルミ	4. 巻 68
2. 論文標題 日本における高齢者歯科保健施策の動向と今後の展望	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 保健医療科学	6. 最初と最後の頁 8 ~ 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.20683/jniph.68.1_8">https://doi.org/10.20683/jniph.68.1_8</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Tada Akio, Miura Hiroko	4. 巻 70
2. 論文標題 Association between mastication and cognitive status: A systematic review	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Archives of Gerontology and Geriatrics	6. 最初と最後の頁 44 ~ 53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.archger.2016.12.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 三浦宏子	4. 巻 71
2. 論文標題 歯科定期健診を基盤とする歯・口腔の健康づくり	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 健康保険	6. 最初と最後の頁 14-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 三浦宏子
2. 発表標題 オーラルフレイルに関する近年の施策動向と課題
3. 学会等名 第77回日本公衆衛生学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原修一，三浦宏子
2. 発表標題 オーラルフレイル予防に寄与するICT技術による口腔機能評価法の開発と検証．
3. 学会等名 第77回日本公衆衛生学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三浦宏子
2. 発表標題 地域在住高齢者に対する口腔機能向上に向けた標準的指導法に関する系統的レビュー
3. 学会等名 第29回日本老年歯科医学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三浦宏子、原修一、川西克弥、越野寿
2. 発表標題 ICT技術を用いたオーラルディアドコキネシス評価法の開発（第1報）タブレットPCシステムの開発
3. 学会等名 第28回日本老年歯科医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原修一、三浦宏子
2. 発表標題 ICT技術を用いたオーラルディアドコキネシス評価法の開発（第2報）高齢者における妥当性の検証
3. 学会等名 第28回日本老年歯科医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三浦宏子、原修一
2. 発表標題 タブレット端末を用いた歯科健診用オーラルディアドコキネシス評価アプリケーションの開発
3. 学会等名 第67回日本口腔衛生学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>タブレット端末を用いた複合的口腔機能評価プログラムの開発とその応用性の検討  <a href="https://oral-diadochokinesis.jp/">https://oral-diadochokinesis.jp/</a></p>
---

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	野村 真利香  (Nomura Marika)  (30453575)	国立保健医療科学院・その他部局等・客員研究員    (82602)	



## 6. 研究組織(つづき)

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	原 修一  (Hara Shuichi)  (40435194)	九州保健福祉大学・保健科学部・教授    (37604)	
研究 協力者	豊下 祥史  (Toyoshita Yoshimumi)		