

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：27301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K10830

研究課題名（和文）独居高齢者が会話しながら口腔機能訓練をしカメラでの視診もできるシステムの開発

研究課題名（英文）Development of a system in self-training older adults for improving their eating and swallowing function

研究代表者

三重野 愛子（Mieno, Aiko）

長崎県立大学・看護栄養学部・准教授

研究者番号：60516293

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：高齢者の死亡原因の上位である誤嚥性肺炎の予防には、咀嚼・嚥下機能の維持が重要となる。家庭でも嚥下訓練を実施することで、加齢に伴う摂食・嚥下機能低下を予防することができる。本研究の目的は、高齢者が一人でも嚥下訓練ができるシステムを開発するとともにその活用可能性を検証することである。ユニロボット社製のコミュニケーションロボット「ユニボ」に作成した嚥下訓練プログラムを実装した。通所リハビリ施設の高齢者6名にこのロボットを使用してもらった。被験者全員がロボット使用は初めてであったが全員が簡単にロボットを操作することができた。このシステムは高齢者が一人でも嚥下訓練ができる一つの方法となりうる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本では、高齢者の肺炎による死亡数は増加しており、中でも誤嚥性肺炎は最も多い死亡原因となっている。誤嚥性肺炎は老化に伴う咀嚼・嚥下機能の低下によっておこる。この高齢者の嚥下機能は身体面だけでなく精神面にも影響を及ぼす可能性が指摘されている。嚥下機能の維持のために、高齢者施設や病院などで食事前の嚥下訓練が実施されており、その効果が示されている。しかし、医療機関の介入を受けていない高齢者一人では訓練の継続が難しい。今回開発したシステムは電子機器に不慣れな高齢者でも簡単に操作でき、一人でも集団でも嚥下訓練を継続して実施できる手段の一つとなりうる。

研究成果の概要（英文）：Maintaining eating and swallowing function is important to prevent aspiration pneumonia, the leading cause of death among older adults. Eating and swallowing training can be preventing age-related decline in eating and swallowing functions. The purpose of this study is to develop a robot that enables older adults to perform eating and swallowing training alone and to verify its feasibility. The training program was implemented in a communication robot "Unibo" manufactured by Unirobot. To test the applicability of the robot, older adults attending a day care center in Japan were selected. Although none of the participants had previous experience using a life support robot like Unibo, all of them operated the robot easily and more than half of them were willing to continue training with this robot.

研究分野：高齢者看護

キーワード：高齢者 咀嚼・嚥下機能 嚥下訓練 コミュニケーションロボット

1. 研究開始当初の背景

わが国では、肺炎による死亡数は年々増加傾向にあり、2011年には脳血管障害を抜いて死因の第3位となった。特に高齢者の肺炎による死亡者数は年々増加しており、肺炎が原因で死亡した者のうち65歳以上の高齢者は97%となっている¹。65歳以上の肺炎による死亡原因のほとんどは老化に伴う咀嚼嚥下機能低下による誤嚥性肺炎である。このような状況を鑑み、平成18年度の介護保険制度改正により「運動器の機能向上」「栄養改善」「口腔機能の向上」を柱とする介護予防事業が開始され、各地域で口腔機能向上への取り組みがされている。その一つが嚥下訓練である。実施場所や方法は様々であり、継続して行うこと（少なくとも2か月以上）、訓練回数を多くすること、集団で行うこと、複数の運動を組み合わせることで摂食嚥下機能向上に効果的であるといわれる²。しかし、この訓練はあくまでも高齢者自身の意思にゆだねられており、デイケアセンターに通うすべての高齢者が訓練をしているわけではない。さらに、集団で訓練を行うことに羞恥心がある、訓練を行う施設まで通院できない、一人では訓練をしない、訓練の必要性を感じないなどの理由により、訓練が継続できない高齢者が存在する。特に、支援を受けていない独居高齢者の場合は、家族による支援や訪問介護などの公共的な支援を受けている高齢者に比べ、誤嚥性肺炎発症のリスクが高くなることが推察される。

Mieno et al.³は、嚥下訓練の継続という観点から、高齢者が単独でも楽しく訓練ができるプログラムの開発に取り組んできた。開発した過去のプログラムは、タブレットで映像を見ながら訓練を実施するものであった。しかし、タブレットなどの電子機器を使用したことがない高齢者にとってこのプログラムの遂行は困難であることが明らかとなった。

タブレットなどのICTは今や多くの人々にとって生活する上で必要不可欠な存在となっている。ICTは比較的新しい機器であり、活用する機会のない高齢者が他者からの支援を受けることなく活用するのは難しい。しかしながら、Bernierらは、虚弱な高齢者がタブレットなどのICTを使用することで、情報のやり取りを通して社会とのつながりを得、生活をさらに改善させることができることを明らかにしている⁴。活用に消極的な高齢者が一人でも簡単に操作できる機器の開発が求められている。

我々は当初、タブレットを用いた嚥下訓練のシステムを考案していたが、音声によってより簡単に操作できるコミュニケーションロボットに着目した。そして、高齢者単独でも簡単に操作でき、継続的に嚥下訓練ができる高齢者支援ロボットの開発に着手した。本稿では、嚥下訓練を支援するロボットの概要を示すとともに、高齢者にとってのこのロボットの活用可能性について報告する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、高齢者が、単独でも簡単に嚥下訓練ができるロボットを開発すること、およびそのロボットの活用可能性を検証することである。そして、高齢者が一人でも楽しく継続して訓練が実施できるシステムにするための課題を考察する。

3. 研究の方法

1) 嚥下訓練ロボットの開発

本研究では、高齢者でも操作しやすい機能であり、かつ、万人が親しみやすいフォルムであるユニロボット社製のコミュニケーションロボットUniboを採用した（provided by Fujitsu）（図1）。UniboのサイズはH32 cm、W26 cm、D16 cmであり、頭部と体幹で構成されている。

頭部にはディスプレイがあり、映像を流すことが可能である。頭頂部と両足底部にタッチセンサーがあり、触れることで操作ができる。頭部にマイクがあり、音声操作機能を有す。また、胸部のスピーカーより音声を流すことができる。首は左右140度、上下44度、両腕は前後90度の可動域を有する。この一般開発のUniboに嚥下訓練の動作・音声を実装し、機能を強化した。

2) 嚥下訓練の内容

嚥下訓練の目的は、咀嚼・嚥下運動に関わる器官の機能の改善や摂食嚥下動作の獲得である。嚥下訓練は様々な運動を組み合わせる。本システムでは深呼吸、首の運動、肩の上下運動、発声訓練（図2）の4種類の一般的な訓練を組み合わせた。

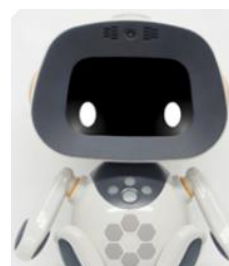


図1 Uniboの概観



図2 Uniboによる発声訓練

3) 被験者

ロボットの活用可能性を検討するために、日本国内のデイケアセンターに通う高齢者に協力してもらった。参加者の参加基準は以下の通りである。①口頭での指示に従うことができる、②座位を保つことができる、③上肢を動かすことができる。

4) データ収集方法

デイケアセンターの看護部長に研究の趣旨について説明し調査への協力を得た。そして、研究の趣旨をよく理解した看護部長に被験者を選定してもらった。被験者は実際にロボットを操作しながら嚥下訓練を実施した。その後、研究者による聞き取り調査を行った。質問項目はこのロボットの印象、このロボットの操作容易性、訓練実施の容易性、訓練時間の適切性、このロボットを用いた訓練継続の意思とした。その他にも、被験者の属性として、上肢の運動機能、嚥下機能、嚥下訓練の経験の有無、在宅での嚥下訓練の有無、過去のロボット使用経験の有無について回答を得た。

5) 倫理的配慮

本研究は、研究者の所属する機関の一般研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：383）。被験者は、研究者より文書と口頭で研究の目的・方法、調査への参加の任意性、いつでも参加を撤回する資格を有することの説明を受けた。インタビューへの回答をもって被験者からの同意と判断した。

4. 研究成果

1) 結果

被験者6名は、年齢73～93歳、平均年齢（SD）83.0（7.2）歳、男性4名、女性2名であった。ロボットを操作する上で障害となる上肢の運動機能障害はすべての被験者で認めなかった。嚥下機能に関しては被験者2名が「時々むせる」と回答した。5名の被験者は過去に嚥下訓練の経験があり、そのうち2名は自宅または高齢者施設で経験していた。すべての被験者がユニボのような生活支援ロボットを過去に使用した経験がなかった。

ロボットに対する印象に関しては、すべての被験者は訓練当初ロボットに対し緊張を感じていたが、3名の被験者は訓練後ロボットに対し“好感がもてる”と回答し、そのうち2名は女性であった。“好感がもてる”と回答した被験者は「ロボットは可愛かった」「ロボットと一緒に訓練するのは楽しい」「ロボットの言葉がわかりやすかった」と回答した。一方で、3名の被験者は、「慣れるまでに時間がかかる」「必要だと感じない」「ロボットに命令されたくない」と回答した。ロボットの操作容易性に関しては、すべての被験者は問題ないと回答した。そして、すべての被験者がタッチパネルの操作が可能であった。訓練実施の容易性に関しては、3名の被験者が「発声訓練時、発声するタイミングが難しい」と回答した。訓練時間に関しては、4名の被験者は“ちょうど良い”と答え、2名が“短すぎる”と答えた。“短すぎる”と回答した被験者は訓練後に「ロボットともう少し訓練をしたい」と感じていた。

ロボットを用いた訓練継続の意思に関しては、4名の被験者が「家でロボットと一緒に訓練してみたい」と回答した。それ以外の2名の被験者は「訓練は一人でしたい。ロボットに命令されたくない」「訓練の必要性を感じない」と回答した。

2) 考察

日本では、経済産業省と厚生労働省が“Priority Areas to Which Robot Technology is to be Introduced in Nursing Care⁵⁾”を策定し、ロボット技術の活用による高齢者等の自立支援の実現を目指している。この重点分野の一つに高齢者の生活の見守り、高齢者とのコミュニケーションがある。私達は、嚥下訓練を通して、高齢者がロボットとともに生活し、会話をしながら、高齢者の健康管理および生活支援ができるシステムの開発を目指している。本報では、高齢者が一人でも簡単な操作で嚥下訓練ができる高齢者支援ロボットを開発し、高齢者にとってのこのロボットの活用可能性について検証した。

今回の調査に協力したデイケアセンターに通所する被験者は、この調査以前にユニボのようなコミュニケーションロボットに接した経験はなかった。しかしながら、訓練が進むにつれて、半数の被験者、主に女性は、ロボットに対し好感をもち、もっと訓練をしたいと感じていた。最終的に、6名中4名の被験者が「家でロボットと一緒に訓練してみたい」と、ロボットを用いた嚥下訓練に対し積極的な反応を示した。研究者らが以前行った研究では、被験者のほとんどが、タブレットの操作が一人ではできないことから継続的な訓練ができないと回答した³⁾。Bernerらの研究でも高齢者がタブレットコンピューターを使用するためには、家族などの外部からの支援が必要不可欠であることを指摘している⁴⁾。今回音声によって簡単に操作できるロボットを採用し、操作の簡易化を図った。その結果、ロボットと触れ合う経験のない高齢者でも支援なしでも容易に操作できるシステムとすることができた。また、今回の被験者の一部は「ロボットは可愛いかった」「ロボットと一緒に訓練するのは楽しい」とロボットに対し好印象であった。今回開発したコミュニケーションロボットは、人間に近いフォルムであり、かつ子供の声で言葉を発する。タブレットコンピューターとは

異なり、高齢者にとっては親しみを感じることも、高齢者の生活を支援するロボットとして重要な要件であることが示唆された。

しかし、一部の被験者は「(ロボットとの訓練に)慣れるまでに時間がかかる」「自分の好きなように生活がしたいので(ロボットの操作は)面倒である」と回答した。この理由として、ロボットとのコミュニケーションの不慣れが挙げられる。一般的に、ロボットのコミュニケーション機能は、音声認識、ロボットからの発声の両面で、その動作を実施するタイミングが決定されている。一方で、人間同士では、相手の言葉を認識しながらその言葉を解釈し、すぐにその言葉に合った返答をするという間髪入れない会話を行っている。高齢者が人間同士の会話を想像しながらロボットとの会話を行う場合、会話のタイミングがずれ、結果、ロボットとの会話が不成立となることに対し不愉快さ、奇妙さを感じる可能性が高い。今回開発したロボットにおいても、ロボットが現在何をしているのか、これから何をしようとしているのかを、利用者が推測しやすいシステムとする必要がある。

3) 研究の限界と今後の課題

本報告書は、6名によるパイロットスタディの結果を報告した。限られた被験者であるため、身体的・認知機能レベルを統制していないことが本研究の限界である。この限界を補うために今後は、被験者の身体的・認知機能のレベルを層別化し、レベルに応じて操作が可能なプログラムの検討も視野に入れて研究を進める必要がある。

さらに、高齢者が単独でも簡単に操作でき、かつ楽しく会話をしながら訓練ができるように機能を工夫していく必要がある。そして、高齢者が、嚥下機能低下する以前より嚥下訓練の必要性を認識できるような支援体制の構築が今後の課題となる。

引用文献

- 1 Ministry of Health Labor and Welfare of Japan, “Summary of Vital Statistics; Trends in leading causes of death,” Sep-15-2017, <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei16/index.html> (accessed 22, October 2019) (in Japanese).
- 2 森崎直子, 高齢者に対する効果的な口腔体操の検討-文献レビューより-, *ヒューマンケア研究学会誌*, 8(1), pp. 97-102, 2016
- 3 A. Mieno, K. Hemmi, T. Nagamine, N. Yamasumi, H. Sakamoto and E. Yoshida, “Development of oral function improvement system using tablet computer,” *2018 5th International Conference on BESC*, pp. 83-86, December 2018.
- 4 J. Berner, P. Anderberg, M. Rennemark, and J. Berglund, “Case management for frail older adults through tablet computers,” *Informatics for Health and Social Care*, Vol. 41, No. 4, pp. 405-416, 2016.
- 5 Ministry of Economy, Trade and Industry, “Revision of the Priority Areas to Which Robot Technology is to be Introduced in Nursing Care,” https://www.meti.go.jp/english/press/2017/1012_002.html (accessed 24 Oct 2019)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kuwahara Hiro, Mieno Aiko, Yamaguchi Tae, and Hemmi Kazuo	4. 巻 251
2. 論文標題 Development of Physical and Mental Support System Using Communication Robot for Isolated COVID-19 Patients	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture notes in networks and systems.	6. 最初と最後の頁 288 ~ 297
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-79757-7_28	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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Aiko Mieno, Tae Yamaguchi, and Kazuo Hemmi
2. 発表標題 Feasibility of a Communication Robot in Self-training Older Adults for Improving Their Eating and Swallowing Functions.
3. 学会等名 26th East Asian Forum of Nursing Scholars 2023（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiro Kuwahara, Aiko Mieno, Tae Yamaguchi, and Kazuo Hemmi
2. 発表標題 Development of Physical and Mental Support System Using Communication Robot for Isolated COVID-19 Patients.
3. 学会等名 IC2IT2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辺見一男、三重野愛子、山下ゆり
2. 発表標題 プッシュ通知と音声コマンドを併用した口腔機能訓練支援システムの提案
3. 学会等名 日本人間工学会九州・沖縄支部会第42回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辺見一男、三重野愛子、山口多恵
2. 発表標題 会話ロボットとセンサーを組み合わせた高齢者の体内外環境測定システムの提案
3. 学会等名 日本人間工学会九州・沖縄支部会第32回大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	山口 多恵 (Yamaguchi Tae) (00597776)	長崎県立大学・看護栄養学部・准教授 (27301)	
研究分担者	辺見 一男 (Hemmi Kazuo) (30238711)	長崎県立大学・情報システム学部・教授 (27301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------