

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：32650

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K16598

研究課題名(和文)ミラーニューロンを用いた嚥下のリハビリテーションの開発

研究課題名(英文)Development of the rehabilitation of the swallowing using the mirror neuron

研究代表者

三條 祐介 (SANJO, YUSUKE)

東京歯科大学・歯学部・非常勤講師

研究者番号：60615409

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：近年、日本は高齢者が増加し、嚥下障害患者も増加している。日本人の死因の第5位が肺炎であり、その多くが誤嚥性肺炎が原因とされている。安全で効果的な嚥下のリハビリテーションの開発を目的とし、ミラーニューロンという「他者の行動を自分の行動として置き換えて活動する大脳皮質のニューロン」に着目し、高齢者の嚥下のミラーニューロンの有無を確認した。研究方法は高齢者に嚥下動画を提示し、脳活動を3T-fMRIで観察した。結果は高齢者でもミラーニューロンの活動が示唆された。この方法が新しいリハビリテーションになりうると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

嚥下障害の訓練には食物を介さない間接訓練と実際に食物を摂取する直接訓練があり、間接訓練に比較し直接訓練の方がリハビリテーションには効果的と考えられているが、誤嚥や窒息などのリスクも懸念される。そこで、安全で効果的な間接訓練の開発を目的とし、ミラーニューロンという「他者の行動を自分の行動として置き換えて活動する大脳皮質のニューロン」に着目し、高齢者の嚥下のミラーニューロンの有無を確認した。研究方法は高齢者に嚥下動画を提示し、脳活動を3T-fMRIで観察した。結果は高齢者でもミラーニューロンの活動が示唆され、この方法が新しいリハビリテーションになりうると考えられた。

研究成果の概要(英文)：In late years an elderly person increases Japan and increases the patients with dysphagia. The fifth place of the Japanese cause of death is pneumonia, and most are caused by aspiration-related pneumonia. It was aimed for development of the rehabilitation of the safe, effective swallowing. I paid attention to "the cerebral cortex neuron which rearranged the action of others as own action, and was active" called the mirror neuron, and confirmed the yes or no of the mirror neuron of the deglutition of the elderly person. The study method showed a swallowing video to an elderly person and observed a brain activity in 3T-fMRI. As a result of study, the activity of the mirror neuron was suggested in elderly people. This method is new; it was thought that could be rehabilitated.

研究分野：歯科口腔外科

キーワード：ミラーニューロン 摂食嚥下障害 リハビリテーション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、日本は高齢者の増加に伴い、嚥下障害患者も増加している。日本人の死因の第5位が肺炎であり、その多くが誤嚥性肺炎が原因とされている。嚥下訓練には食物を介さない間接訓練と実際に食物を摂取する直接訓練があり、間接訓練に比較し直接訓練の方がリハビリテーションには効果的と考えられているが、嚥下訓練の場合は訓練中の誤嚥や窒息などのリスクも懸念される。本手法は間接訓練に分類され、誤嚥や窒息のリスクがなく間接訓練の中でも効果的な訓練となりうる。本手法はエビデンスのある数少ないリハビリテーションの新しい手法の1つとなる可能性がある。

2. 研究の目的

安全で効果的な嚥下のリハビリテーションの開発のため、ミラーニューロンという「他者の行動を自分の行動として置き換えて活動する大脳皮質のニューロン」に着目した。先行研究¹⁾²⁾³⁾では、健常若年者において嚥下関連動画提示時のミラーニューロン活動(6野、40野、44野)が示唆された。今回の研究では、リハビリテーションを行う年代に近い高齢者を対象とし、嚥下のミラーニューロン活動について検証した。

3. 研究の方法

(1) 被験者：健常高齢者 15 名 (男性 8 名, 女性 7 名, 平均年齢 66.4 歳, 右利き) を対象とした。

(2) 実験装置：ATR 脳活動イメージングセンター (京都市) に設置されている 3T-fMRI を使用した。

(3) 被験者に提示した動画：1. 水嚥下側貌, 2. 咀嚼嚥下側貌, 3. 水嚥下 X 線透視側貌, 4. 咀嚼嚥下 X 線透視側貌の 4 種類を刺激動画とし、これらの動画を 1000 分割し、モザイク状とした動画 4 種類をコントロール動画とした。8 種類の動画を右図に示すブロックデザインように提示した。

動画の例：

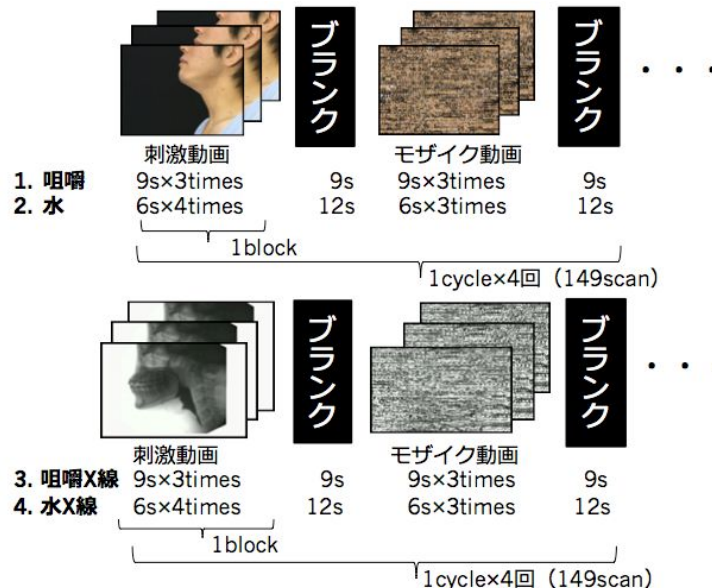
水嚥下側貌 (6 秒)



水嚥下 X 線透視側貌 (6 秒)



ブロックデザイン



(4) データ解析：各被験者の動画提示時の BOLD 効果に基づいた fMRI 信号を計測し、データ解析ソフト MATLAB & SIMULINK の SPM12 を用いて、各動画とそれらのコントロール動画提示時の脳活動を差し引く差分法を用い、集団解析を行った。各動画提示時のミラーニューロン脳活動野の有無、脳活動量の左右差について t 検定 (Wilcoxon 検定、 $P < 0.05$) を行った。

4. 研究成果

(1) 結果

1～4 すべての動画提示でミラーニューロン領域の活動を認めた。

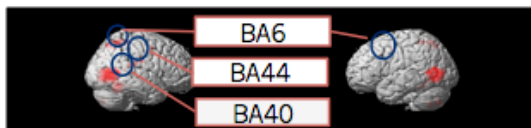
2、4 の動画提示では 6、40、44 野で活動を認めた。

特に 4 の動画提示では 6、40、44 野の左右側に活動を認めた。

2 と 4 の動画提示時の脳活動量について 6 野の左右側を比較したところ、どちらも 4 の脳活動量の方が有意に強いことが分かった。

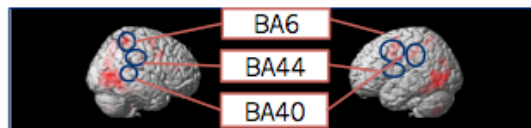
各動画提示時のミラーニューロン活動の有無 (脳賦活領域図と NMI 座標)

2. 咀嚼嚥下側貌



| BA | R/L | coordinate system of Talairach et al. | | | Anatomical position | Z value |
|----|-----|---------------------------------------|-----|-----|--------------------------|---------|
| | | X | Y | Z | | |
| 4 | L | -8 | -20 | 76 | precentral gyrus | 3.41 |
| 4 | L | -28 | -14 | 38 | cerebral white matter | 3.37 |
| 6 | R | -26 | 4 | 52 | superior frontal gyrus | 3.95 |
| 6 | L | -38 | 0 | 46 | precentral gyrus | 3.8 |
| 7 | R | 18 | -70 | 54 | superior parietal lobule | 4.7 |
| 7 | L | -12 | -74 | -48 | cerebellum exterior | 4.86 |
| 19 | R | -48 | -74 | 2 | inferior occipital gyrus | 5.1 |
| 19 | L | 40 | -82 | -10 | inferior occipital gyrus | 5.48 |
| 40 | R | 44 | 0 | 48 | precentral gyrus | 3.64 |
| 44 | R | 52 | 0 | 30 | precentral gyrus | 3.36 |

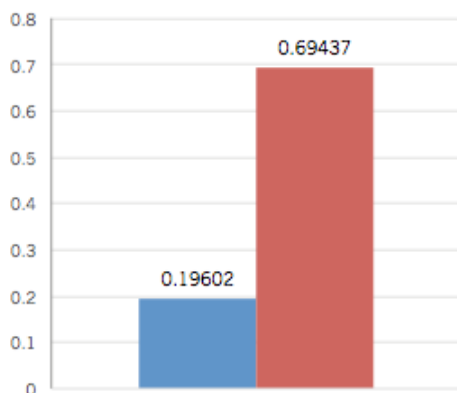
4. 咀嚼嚥下 X 線透視側貌



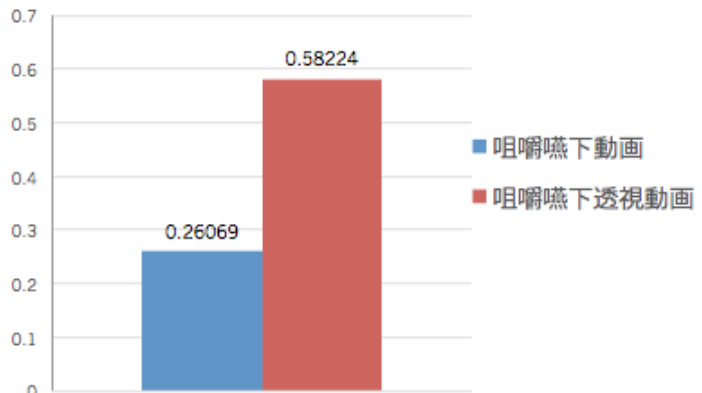
| BA | R/L | coordinate system of Talairach et al. | | | Anatomical position | Z value |
|----|-----|---------------------------------------|-----|-----|--|---------|
| | | X | Y | Z | | |
| 4 | L | -42 | -4 | 32 | cerebral white matter | 4.19 |
| 4 | R | 22 | -2 | 14 | cerebral white matter | 3.85 |
| 6 | R | 52 | 6 | 38 | precentral gyrus | 4.33 |
| 6 | L | -48 | 2 | 36 | precentral gyrus | 4.6 |
| 7 | L | -16 | -72 | -44 | cerebral white matter | 4.69 |
| 19 | R | 48 | -74 | 6 | inferior occipital gyrus | 5.65 |
| 19 | L | -46 | 76 | 2 | inferior occipital gyrus | 5.36 |
| 40 | R | 58 | -22 | 24 | supramarginal gyrus | 3.88 |
| 40 | L | -24 | -8 | 16 | cerebral white matter | 4 |
| 44 | R | 42 | 12 | 22 | cerebral matter | 3.84 |
| 44 | L | -48 | 8 | 18 | opercular part of the inferior frontal gyrus | 4.43 |

2. 咀嚼嚥下側貌 と 4. 咀嚼嚥下 X 線透視側貌の脳活動量の比較

右 BA6 ($p < 0.05$)



左 BA6 ($p < 0.05$)



(2) 考察

今回使用したすべての嚥下関連動画提示により、高齢者でも先行研究¹⁾²⁾³⁾と同様、6野(前運動野・補足運動野)、40野(縁上回)、44野(下前頭回)で脳活動を認め、ミラーニューロンの活動が示唆された。

特に X 線透視動画で脳活動が顕著にみられ、その中でも 4 . 咀嚼 X 線透視動画が一番の活動性を認めた。これは口腔期、咽頭期、食道期における食塊の流れが、一連の嚥下運動を想起させやすいことが考えられた。

複数の領野にわたり、一連の嚥下運動が行われていることは、今後、部分的な中枢神経の疾患により嚥下障害がある患者へ、ミラーニューロンを併用した訓練を行うことが、残存した神経システムを賦活し補完する、いわゆるニューロリハビリテーションに繋がる可能性が示唆された。

総合病院の特色を生かし、他部署との連携をもとに、ミラーニューロンの用いたリハビリテーションを検討することが、今後の課題となる。

(3) 参考文献

Sanjo Y, Watanabe Y, Ushioda T, Sato K, Tonogi M, Abe S, *et al.* (2011). *Visual stimuli associated with swallowing activate mirror neurons: an fMRI study.* Clinical Dentistry and Research 35:3-16.

Ushioda T, Watanabe Y, Sanjo Y, Yamane GY, Abe S, Tsuji Y, Ishiyama A. *Visual and auditory stimuli associated with swallowing activate mirror neurons: a magnetoencephalography study.* Dysphagia. 2012 Dec;27(4):504-13.

Motoi Ogura, Yutaka Watanabe, Yusuke Sanjo, Ayako Edahiro, Kazumichi Sato, Akira Katakura *Mirror neurons activated during swallowing and finger movements: An fMRI study* Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology 26 (2014) 188-197

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 東郷 拓也 |
| 2. 発表標題 ミラーニューロンを用いた嚙下のリハビリテーションの開発 |
| 3. 学会等名 第307回東京歯科大学学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 三條 祐介 |
| 2. 発表標題 高齢者の嚙下のミラーニューロンに関する研究 |
| 3. 学会等名 第64回日本口腔外科学会総会・学術集会 |
| 4. 発表年 2019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 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
| | | | |