

氏名	潘 秋月
授与した学位	博士
専攻分野の名称	歯学
学位授与番号	博甲第5501号
学位授与の日付	平成29年3月24日
学位授与の要件	医歯薬学総合研究科機能再生・再建科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Validation of the optimal site in the neck region for detecting swallowing sounds (頸部における嚥下音聴取のための最適部位に関する検討)
論文審査委員	松尾 龍二 教授 江草 正彦 准教授 皆木 省吾 教授

学位論文内容の要旨

Background

Recently, the swallowing sound has been used to detect swallowing events non-invasively. A previous study, using an accelerometer, showed that the site over the lateral border of the trachea immediately inferior to the cricoid cartilage was the optimal site for detecting swallowing sounds. However, the optimal site for detection of the swallowing sound using a microphone remains undetermined. Thus, the purpose of this study was to validate the optimal site in the neck region for detecting swallowing sounds using microphones.

Methods

Fourteen healthy subjects (mean age, 27.6 ± 2.2 years; seven male and seven female) participated in this study. Twenty condenser microphones were attached to 20 sites on the left neck surface to detect swallowing sounds. Participants were instructed to swallow five different stimuli three times as follows: Resting saliva, 1 and 5 mL of Japanese tea, and 1 and 5mL of yoghurt.

The mean relative peak intensity (MRPI) was calculated as the average value of the 2nd, 3rd, and 4th highest sound wave in each swallow. For each swallow, each of the 20 MRPI values was converted into percent MRPI (PMRPI); a relative value to the largest value in the 20 MRPIs observed for an identical swallow. The optimal site where the highest PMRPI was recorded was evaluated for each swallow. A sound spectrogram was used to illustrate the difference in the properties of swallowing sounds recorded from different MRPI sites.

The Ethics Committee of the Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama University, approved the study protocol (Approval No.1507-044).

Results

The number of MRPI was highest in sites at the inferior border of the mandible just above the sternocleidomastoid muscle (site 11), and sites over the lateral border of the trachea immediately inferior to the cricoid cartilage (site 8) regardless of the type of stimuli. In all participants, the highest value of PMRPI was observed in the superior sites to the level of cricoid cartilage.

Compared site 11 with site 8, the spectral region of swallowing sound below 750 Hz contained the majority of the frequency components in both spectrograms. However, comparison of the spectrograms showed a more dense distribution of higher frequency components in site 11 than site 8.

Discussion

Our results showed that sites 7, 8, 11 and 12 were most suitable for the detection of swallowing sounds

compared with other sites. Among these sites, site 11, located at the inferior border of the mandible just above the sternocleidomastoid muscle, was the most optimal site for the detection of swallowing sound in the present study. Site 8, located at the position over the lateral border of the trachea immediately inferior to the cricoid cartilage, was also optimal for detecting swallowing sound.

These findings were not fully consistent with the previous study. This inconsistency might be caused by differences in recording methodology: sound microphone versus accelerometer. On the other hand, methodology for neck surface electromyography (N-EMG) for evaluating posterior tongue-lifting activity non-invasively was reported recently; the location of the surface electrode used to record N-EMG was almost identical to site 11 in the current study.

In addition, the site 11 spectrogram was revealed to contain a greater quantity of high-frequency components compared with site 8. Considering the fact that higher frequency signals are more easily dampened during transmission in viscoelastic material, it suggests that swallowing sound recorded at site 11 contains more functional information from high-frequency signals compared with the sound recorded at site 8.

Conclusion

These results indicate that the region on the wrinkle line through the hyoid bone inferior to the anterior border of the sternocleidomastoid muscle is the optimal site to evaluate swallowing sound with regard to the magnitude and spectrogram measurements.

論文審査結果の要旨

近年、嚥下状態の非侵襲的な評価を目的として嚥下音が用いられている。過去の研究においては、加速度ピックアップを気管軟骨の周囲に設置して嚥下事象を検出する試みが行われている。しかし、嚥下音の詳細な記録を目的とする場合には、より高い周波数特性を持つマイクロフォンを用いて音信号として記録することが有利であると推測される。加速度ピックアップで検出される現象と音信号として記録される現象とは同一ではないことから、マイクロフォンを用いた音信号の検出に適した検出部位を決定することが必要と考えられる。この研究は、マイクロフォンを用いて頸部皮膚表面から嚥下音を記録するために適した部位を同定することを目的としている。

被検者は、健常成人14名(平均年齢, 27.6 ± 2.2 歳; 男性7名女性7名)とした。各被験者の左側頸部には20個のコンデンサーマイクを貼付した。被験タスクは、安静時唾液の嚥下、1ml および5ml の日本茶の嚥下、ならびに1ml および5ml のヨーグルトの嚥下を行った。

記録された嚥下音信号から、それぞれの嚥下試行について mean relative peak intensity (MRPI) を算出した。さらに、それぞれの嚥下について20個の記録信号強度の相対値である percent MRPI (PMRPI) を算出した。このPMRPIを用いて、最も高い信号強度の得られる記録部位を決定した。

さらに、サウンドスペクトログラムを用いて、代表的な信号記録部位において採得された音信号の周波数特性の解析を行った。

結果として、MRPIは被験タスクの種類にかかわらず1) 下顎下縁の直下かつ胸鎖乳突筋の前縁、および2) 輪状軟骨直下かつ気管の側方の2ヶ所において高い信号強度を示すことが示された。また、これら二つの部位において記録された音信号の周波数は、上記1の部位における音信号の方が高い周波数成分を含んでいることが明らかになった。

以上の結果から、今後マイクロフォンを用いた嚥下音記録を行う際に最適であると考えられる記録部位が明らかになった。さらに、より高い周波数成分を含む音波形を記録できる部位が明らかになったことから、これらの知見は将来的に周波数解析を用いた嚥下事象の解析を行う際の基礎となる重要な内容であると認められる。

よって、審査委員会は本論文に博士(歯学)の学位論文としての価値を認める。