

氏名	小川真央		
学位の種類	博士(医学)		
学位記番号	甲第1234号		
学位授与の日付	2020年3月8日		
学位論文題名	Repetitive peripheral magnetic stimulation for strengthening of the suprahyoid muscles: A randomized controlled trial 「舌骨上筋群に対する反復末梢磁気刺激：無作為化比較試験」 Neuromodulation: Technology at the Neural Interface. in press		
指導教授	大高洋平		
論文審査委員	主査 教授	園田	茂
	副査 教授	渡辺	宏久
	教授	宮地	栄一

## 論文内容の要旨

### 【緒言】

摂食嚥下障害は誤嚥性肺炎、低栄養、脱水などの原因となり医学的に重要である。摂食嚥下障害の原因の一つに舌骨・喉頭挙上障害があり、その治療法として頭部挙上訓練や電気刺激を用いた舌骨上筋群の筋力強化訓練などが行われてきた。しかし、頭部挙上訓練は訓練負荷量が大きいため脱落例が多く、電気刺激は皮膚の疼痛を伴うため十分な強度の刺激を与えることは困難であった。近年、末梢神経に磁気刺激を与える機器が本邦で開発された。磁気刺激は皮膚に存在する侵害受容器を刺激しないため、電気刺激よりも大きな刺激を容易に与えることが可能である。われわれは舌骨上筋群への磁気刺激が頭部挙上訓練に代わりうる訓練になるという仮説を立てた。

### 【目的】

磁気刺激を用いた舌骨上筋群の筋力強化訓練と頭部挙上訓練を無作為化比較試験で比較することである。

### 【対象と方法】

健常成人男性24例を磁気刺激群(M群)または頭部挙上訓練群(H群)に無作為に割り付け、両群ともに週5日間の訓練を2週間行った。割り付け結果を対象者と訓練指導者は知っていたが、評価者は知らなかった。M群は、舌骨上筋刺激専用コイルをオトガイ下にあて、舌骨上筋群の反復末梢磁気刺激を施行した。刺激強度70%(約0.7T)、周波数30Hz、刺激時間2秒、休止時間8秒の刺激を連続して10回行い、1分間の休憩を挟み、3回繰り返した。この刺激を1日3セット、つまり1日90回の刺激を実施した。H群は仰臥位で頭部挙上位を1分間保持し、1分の休憩を挟み、3回繰り返す運動と、仰臥位で頭部の上げ下げを30回連続して繰り返す運動をそれぞれ1日3回実施した。

主要評価項目は頸部屈曲筋力、副次評価項目は開口力、舌圧、舌骨・喉頭周囲筋の筋疲労、

液体10ml嚥下時の舌骨移動距離、上部食道入口部(UES)の開大幅、訓練実施率、疼痛とし、評価は訓練開始前と訓練終了後の2回行った。

### 【結果】

2週間の訓練途中での脱落者はみられなかった。主要評価項目である頸部屈曲筋力はM群では有意に改善した。H群では改善傾向は認めたが有意差は認めなかった。舌圧は両群ともに有意に改善した。開口力、舌骨・喉頭周囲筋の筋疲労、嚥下時の舌骨移動距離・UES開大幅、訓練実施率は両群ともに有意差はみられなかった。1セット目訓練開始直前の疼痛はH群と比較してM群で有意に小さかった。

### 【考察】

2週間の訓練期間では磁気刺激群において舌骨上筋筋力の有意な増強が得られたが、頭部挙上訓練群では有意な変化はみられなかった。磁気刺激を行うことにより短期間で目的とする舌骨上筋群の筋力強化が得られたので、急性期や亜急性期の患者にも有用と思われる。舌圧が両群ともに増加が得られたのは、舌骨上筋群であるオトガイ舌筋、顎舌骨筋、顎二腹筋前腹や舌筋の一部である舌骨舌筋が強化されたためと考えられる。一方、舌骨上筋のうち顎舌骨筋、顎二腹筋前腹、オトガイ舌骨筋は舌骨を固定すれば下顎骨を引き下げるが、両群ともに舌骨を固定していなかったため開口力には変化がみられなかったと思われる。舌骨・喉頭周囲筋の筋疲労、嚥下時の舌骨移動距離・UES開大幅の改善が得られなかったのは、対象が若年健常者で摂食嚥下障害が存在しないため、舌骨上筋筋力の増大が得られたとしても嚥下時に舌骨移動距離やUES開大幅も大きくする必要がなかった可能性がある。

### 【結語】

舌骨上筋群に対する2週間の反復末梢磁気刺激は同期間の頭部挙上訓練に比して舌骨上筋筋力強化に有用である。短期間で舌骨上筋の筋力増強が得られることから、反復末梢磁気刺激は頭部挙上訓練に代わりうる訓練になる可能性がある。

## 論文審査結果の要旨

摂食嚥下障害の原因の一つである舌骨・喉頭挙上障害に対しては舌骨上筋群の筋力強化訓練として頭部挙上訓練が普及しているが、訓練負荷が大きいために脱落例が多いことが指摘されている。本研究では、磁気刺激を用いた舌骨上筋群の筋力強化訓練法を開発し、健常成人男性24例を対象として頭部挙上訓練との無作為化比較試験が行われた。

磁気刺激群は刺激用コイルをオトガイ下にあて、磁気刺激を1日90回実施された。主要評価項目は頸部屈曲筋力、副次評価項目は開口力、舌圧、舌骨・喉頭周囲筋の筋疲労、液体10ml嚥下時の舌骨移動距離、上部食道入口部の開大幅、訓練実施率、疼痛とし、評価は訓練開始前と2週間の訓練終了後であった。頸部屈曲筋力は磁気刺激群のみで有意に改善し、また訓練開始直前の疼痛は磁気刺激群で有意に小さく、舌圧は両群ともに有意に改善したと報告された。

質疑では、舌骨上筋群の刺激のみで頸部屈曲筋力が向上するというのは非常に興味深い知見であり、その機序について慎重な検討を要するとの議論があった。また、効果の持続期間について検討する必要性が指摘された。

本論文は、磁気刺激を用いた舌骨上筋群の筋力強化訓練が頭部挙上訓練よりも早期に筋力増強が得られることを初めて示した点で価値が高く、博士論文として適切であると判断された。