COMMUNICATION SCIENCES & DISORDERS

Original Article

| ISSN 2288-0917 (Online) | Commun Sci Disord 2023;28(3):658-668

https://doi.org/10.12963/csd.23997

Efficacy of Laryngeal Massage in Patients with Muscle Tension Dysphonia: Changes in Surface Electromyography (sEMG) Activity

Bo Gyeom Kim[a,d], Seong Hee Choi[a, b, c], Kyungjae Lee[a, b, c], Chul-Hee Choi[a, b, c]

[a]*Graduate Program in Audiology & Speech-Language Pathology, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Korea*
[b]*Catholic Hearing Voice Speech Center, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Korea*
[c]*Research Institute of Biomimetic Sensory Control, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Korea*
[d]*The Well Hospital, Voice Center, Suwon, Korea*

Correspondence: Seong Hee Choi, PhD
Department of Audiology & Speech-Language Pathology, Research Institute of Biomimetic Sensory Control, and Catholic Hearing Voice Speech Center, Daegu Catholic University, 13-13 Hayang-ro, Hayang-eup, Gyeongsan 38430, Korea
Tel: +82-53-850-2542
Fax: +82-53-359-6780
E-mail: shgrace@cu.ac.kr

Received: July 5, 2023
Revised: September 18, 2023
Accepted: September 18, 2023

This study was supported by Daegu Catholic University (20231110).

Objectives: Laryngeal massage has been used as a major voice therapy technique in patients with muscle tension dysphonia, which results in voice changes due to excessive tension in the intrinsic or extrinsic laryngeal muscles. This study aims to explore the effect of laryngeal massage by changing the activity potentials of paralaryngeal muscles through laryngeal massage. **Methods:** A total of 15 adults diagnosed with muscle tension dysphonia participated in this study. Laryngeal massage was performed for 15-20 minutes. To measure surface electromyography (sEMG), the surface electrodes were attached to the suprahyoid muscle and sternocleidomastoid (SCM) muscles of each patient and the sEMG activity of the paralaryngeal muscles was measured before and after laryngeal massage. In addition, a patient-based pain scale was also completed by laryngeal palpation before and after laryngeal massage. **Results:** Significantly lower sEMG amplitudes yielded in the suprahyoid muscle and SCM muscles during sustained /a/ vowel phonation and connected speech following laryngeal massage. Moreover, pain scores also reduced after laryngeal massage in both the suprahyoid and sternocleidomastoid muscles. **Conclusion:** Laryngeal massage was immediately beneficial in reducing tension and pain in the paralaryngeal muscles for muscle tension dysphonia. In addition, sEMG proved the effect of laryngeal massage alone without other interventions as an objective indicator. Hence, it can be useful to measure the therapeutic effect of laryngeal massage for muscle tension dysphonia with laryngeal palpation in the clinical field.

Keywords: Muscle tension dysphonia (MTD), Laryngeal massage, Surface electromyography, Suprahyoid muscle, Sternocleidomastoid muscle

근긴장성 발성장애(muscle tension dysphonia, MTD)는 구조적으로 후두의 문제는 없으나 후두 근육을 적절히 사용하지 못하여 습관적으로 과도한 근육긴장을 보이는 음성장애를 말한다(Morrison & Rammage, 1993). 원발성 근긴장성 발성장애(primary MTD)는 구조적 또는 신경학적 이상 없이 후두 내근과 후두 외근의 과도한 긴장으로 인해 성대의 유연성과 진동에 영향을 미쳐 부드러운 성대 진동을 방해하고 불규칙한 진동을 초래하는 것을 말하며, 속발성 근긴장성 발성장애(secondary MTD)는 성대 점막의 병변이나 불완전한 성대접촉 등으로 인해 보상작용으로 과도한 근긴장이 발생하는 것을 말한다(Houtte, Lierde, & Claeys, 2011).

근긴장성 발성장애의 음성 증상은 후두근육의 과도한 긴장으로 인해 애성, 노력성 발성, 고음의 가성 발성, 음이탈 등이 있으며(Morrison, Rammage, Belisle, Pullan, & Nichol, 1983), 스트레스를 받는 상황이나 소음이 심한 상황에서 말하는 경우 또는 음성을 지속적으로 사용한 경우에 기식화된 음성이 산출된다. 또한, 성대 피로로 인해 목이 부은 느낌, 뻣뻣함, 통증, 발화 시 입 마름 등의 다양한 증

Copyright © 2023 Korean Academy of Speech-Language Pathology and Audiology
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

상을 호소한다(Boone, McFarlane, & Von Berg, 2005). 이처럼 음성 변화와 함께 다양한 목 부위의 불편감을 호소하는 경우가 많고 실제 임상에서 환자의 주호소가 음성 문제가 아닌 목 이물감이나 경부 통증인 경우가 흔히 관찰되며(Morrison, 1997), 설골상근(suprahyoid muscle), 흉쇄유돌근(sternocleidomastoid muscle, SCM)과 같은 후두 기능에 직접적인 관련은 없지만 음성 장애와 관련하여 발달된 근육들의 뻣뻣함과 민감함을 호소한다(Mathieson et al., 2009).

근긴장성 발성장애의 초기 치료로는 성문상부 및 후두외근의 과도한 긴장성을 감소시키기 위한 것에 집중하여 먼저 직접 및 간접 음성치료를 시행하는 것이 적절하다. 간접치료는 음성 오남용을 제거하기 위한 음성위생 프로그램의 교육을 말하며, 직접치료는 높아진 후두의 위치를 낮추고, 부드러운 성대 접촉을 하기 위한 음성촉진기법인 하품-한숨법, 후두마사지, 이완, 구강개강법, 부드러운 발성 시작 등과 같이 다양한 치료기법들을 말한다(Boone et al., 2005). 이러한 촉진 치료기법들 가운데 후두마사지는 조음기관 근육, 후두내근과 후두외근을 포함한 성도 전체에 영향을 미칠 수 있는 후두 및 목 주변근육의 과도한 긴장을 이완시켜 발성과 조음 능력을 향상시킬 수 있는 방법으로 과기능적 음성장애 환자에게 효과적으로 사용되고 있다(Aronson, 1990; Mathieson et al., 2009; Roy, 2008; Roy, Bless, Heisey, & Ford, 1997; Roy & Leeper, 1993).

후두마사지는 manual circumlaryngeal therapy (MCT)와 laryngeal manual therapy (LMT)가 가장 널리 쓰이는데 두 방법 모두 설골과 갑상설골막, 설골상부 위를 원을 그리듯 중재하지만, LMT는 SCM의 이완을 목표로 한 손이나 양손을 사용하여 후두근육의 이완 후 즉, 마사지를 한 후에 발성을 유도하는 반면, MCT는 설골의 이완을 목표로 한 손을 사용하며 마사지하는 동안 발성을 유도한다는 차이가 있다(Mathieson et al., 2009).

선행 연구에 따르면 근긴장성 발성장애 환자에게 MCT 기법과 LMT 기법을 조합하여 후두마사지를 반폐쇄성도운동과 함께 실시한 결과 음질이 향상되었으며(Kim, Lee, Choi, & Choi, 2017), 후두마사지는 후두의 위치를 낮추고 성도의 길이를 늘어나게 하여 조음향상에도 도움을 준다고 보고하였다(Aghadoost, Jalaie, Khatoonabadi, Dabirmoghaddam, & Khoddami, 2020; Kim, 2021). 후두마사지의 효과와 관련된 연구들을 살펴보면, 음향학적 평가로 비교분석하여(Dehqan & Scherer, 2018) 치료 전후를 비교하였으므로 후두마사지 후에 근긴장도가 감소하였는지 직접적으로는 알 수 없다. 이와 마찬가지로, 최근 MTD 환자의 후두마사지의 치료 효과에 대한 체계적 문헌 고찰과 메타분석에서도 음질(jitter, shimmer, HNR, F0-high, I-low, DSI 및 CPPs)과 조음(F1, F2, F1 slope, F2 slope)에 미치는 영향을 음향학적 평가로 분석한 선행연구들을 체계적으로 고찰하고 분석하였기 때문에 MTD 환자의 후두주변 근육의 활동량을 직접적으로 비교하지는 못하였다(Kim, 2021).

한편, MTD를 진단하기 위해서는 일반적으로 후두 및 성대의 관찰, 후두 주변 근긴장의 촉진(laryngeal palpation), 청지각적 평가, 음향학적 평가, 공기역학적 평가 및 심리학적 평가를 포함한 평가가 이루어진다(Houtte et al., 2011; Morrison et al., 1983). MTD는 과도한 후두의 근긴장이 원인이 되는데(Houtte et al., 2011; Morrison et al., 1983), 특히 과도하거나 비전형적인 후두 근육의 활동이 MTD 진단의 필수적인 기준으로 도입되었다(Verdolini, Rosen, & Branski, 2006). 따라서, 후두근긴장의 평가는 음성장애의 평가의 일부로서 MTD 진단을 위해 매우 중요하다. 후두의 근긴장은 비기기적 검사와 기기적 검사에 의해 평가될 수 있다. 후두 촉진(palpation)은 특히, 외후두근에서 관찰되는 후두 주변의 가시적이거나 명백한 긴장을 기록하기 위한 비기기적 검사 방법으로서 내후두근 및 외후두근의 긴장도 평가는 MTD 진단뿐 아니라 치료 효과를 조사하기 위해 필수적이다. 후두 촉진은 음성 치료 방법에서 일상적으로 사용되는 방법으로 휴식이나 발성 중 후두근육의 긴장 정도뿐 아니라 통증, 국소적 압통, 조임, 후두의 위치, 후두의 공간(설골과 갑상연골 사이 공간), 비정상적인 연골의 변위 등에 대한 유용한 정보를 제공해 준다(Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Khoddami, Ansari, & Jalaie, 2015). 이외에도 선행연구에 의하면, 근긴장성 발성장애를 감별하기 위해 표면근전도(surface electromyography, sEMG)가 잠재적으로 진단적 가치가 있는 유용한 위한 방법이라고 보고되었다(Hocevar-Boltezar, Janko, & Zargi, 1998; Wang & Yiu, 2021). sEMG는 신경과 근육 등에 발생하는 전기적인 신호를 분석하여 말초신경이나 신경접합부 및 근육에 이상이 있는지 알기 위해 시행하는 특수 검사방법으로 점점 더 많은 연구들이 sEMG를 사용하여 음성장애의 진단을 위해 외후두근의 임상적 가치를 조사하려고 시도하고 있다(Khodami, Nakhostin Ansari, Izadi, & Talebian Moghadam, 2013). 표면전극을 이용하여 넓은 범위에서 전기적 활동 상황을 관찰할 수 있으며 원하는 부위의 모든 근육 전체를 검사할 수가 있고, 후두 주변에서 비교적 표면적인 외후두근의 활동을 측정할 때 비침습적인 방법으로 환자에게 적용하기가 쉬워 불편을 주지 않는다는 장점을 가지고 있다(Kotby et al., 1992; Stepp, 2012). 그러므로 간단하고 비침습적인 sEMG는 음성질환 환자의 경부근육의 긴장이나 이완을 직접적으로 증명해주는 방법이다. 또한, SCM은 종종 후두 주변의 호흡근으로 분류되며, 음성 산출에 별로 중요하지는 않으나(Stepp, 2012), 음도와 강도를 최근 연구에 의하면 음성 사용 후 피로 관련 변화와 SCM근육의 sEMG 신호가 연관이 있다고 하

였으며(Yiu, Lau, & Wang, 2023), 다른 후두 주변의 근육과 비교하였을 때 SCM근육이 sEMG 측정에 적합한 크기를 가지고 있다고 하였다(Wang & Yiu, 2023).

따라서, 본 연구에서는 근긴장성 발성장애 환자를 대상으로 후두마사지에 따른 후두 주변 근육 중 설골상근과 흉쇄유돌근의 근긴장도 차이를 sEMG 검사의 활동 전위 변화를 통해 후두마사지의 효과를 알아보고자 하며, 동시에 각 근육의 후두마사지에 따른 후두 촉진에 의해 환자가 느끼는 통증 정도의 차이를 주관적으로 알아보고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구는 경기 소재 이비인후과에서 근긴장성 발성장애로 진단받은 15명을 대상으로 하였으며, 원발성 근긴장성 발성장애 14명(남성 7명, 여성 7명), 속발성 근긴장성 발성장애 1명(여성, 성대 결절로 인한 보상작용)이었으며, 속발성 근긴장성 발성장애 1명을 제외하고는 모두 구조적인 성대 이상이 없었다. 대상자의 평균 연령은 만 35.9세이며, 연령 범위는 만 23-62세였다. 1급 언어재활사에 의해 GRBAS척도를 측정한 결과, 'G'와 'S' 평정결과, 'G2'과 'S3'은 1명, 'G2' 3명, 'S2' 5명, 'G1'은 10명, 'S1'은 9명이었다.

검사도구 및 연구절차

후두마사지

후두마사지(laryngeal massage)는 MCT와 LMT의 방법을 혼합하여 SCM과 설골, 설골상근 및 갑상연골막 순서로 진행하였다. SCM 마사지는 엄지와 검지를 이용하여 쇄골에서 유양돌기 방향으로 올라가며 실시한 후 다시 유양돌기에서 쇄골 방향으로 실시하였다. 좌측 SCM, 우측 SCM을 각각 5분씩 시행하였다. 설골과 설골상근은 엄지와 검지를 이용하여 밖에서 안으로, 안에서 밖으로 원을 그리듯이 마사지하였다. 갑상설골막 앞쪽은 엄지와 검지를 이용하여 밖에서 안으로 마사지 후 갑상연골 대각을 아래로 살짝 누른 후 엄지와 검지를 이용하여 갑상연골을 아래쪽으로 충분히 하강시켰다(Appendix 1). 후두마사지는 모든 환자들에게 한 명의 언어치료사에 의해 동일한 프로토콜을 사용하여 실시하였으며, 마사지를 시행한 총 소요 시간은 모든 대상자에게 20분 내외로 동일하였다.

표면근전도 검사

본 연구에서 사용한 sEMG는 PhysioLab의 EMG 생체신호 기술로 개발된 sEMG 장치(MoTive-Rs, PhysioLab Co., Ltd., Busan, Korea)를 통해 대상자의 설골상근과 SCM의 근전도 활동을 측정하였다. MoTive-Rs는 MoTive Device에서 측정된 근육 수축 데이터를 블루투스로 연결된 MoTive Basic SW와 MoTive-Rs SW로 전송하여 저장 및 분석하는 2채널 bluetooth EMG이다. 피부접착전극은 1회용 Ag/AgCI 2225H 전극(Tianrun Sunshine Co., Ltd., China)을 사용하였고 동일한 연구자가 일관되게 배치하였다. 특히, EMG 측정에서 전극의 위치는 매우 중요한데 전극 위치를 표시하고 후두마사지 전후 동일한 부위에서 측정하였다.

근전도 데이터는 ADC 해상도가 24 bit로 초당 2,000 Hz의 샘플링 속도로 설정되었고 압력 신호는 15 Hz에서 500 Hz까지 증폭되었다. 표면 근전도 측정을 위해 대상자들은 무릎과 엉덩이가 90도 각도인 등받이가 있는 의자에 편안하게 앉았으며, 연구자는 전극-피부 임피던스를 줄이기 위해 전극을 부착하기 전에 전극 배치 부위의 피부 표면을 알코올로 닦았다. 표면전극의 위치는 Stepp (2012)과 Falla, Dall'Alba, Rainoldi, Merletti, & Jull (2002)을 참조하여 Figure 1과 같이 부착하였다. 설골상근의 활동 변이를 측정하기 위해 한 쌍의 전극을 하악설골(mylohyoid) 영역의 정중선에서 옆으로 약 1.5 cm 지점인 피부표면에 부착하였고, SCM의 활동 변이를 측정하기 위해 흉골절흔(sternal notch)에서 유양돌기(mastoid process)로부터 1/3 지점인 피부표면에 한 쌍의 전극을 부착하였다. 본 연구에 사용된 sEMG는 단일 차동 근전도검사(single differential EMG)로 두 군데에서 근육활성 전기량을 분석했을 때 발생하는 차이를 기준으로 검사하는 방식이다. 따라서, 접지전극(ground)을 설정하지 않아도 되고, 참고 전극(reference)만 정해서 측정하도록 되어있다.

먼저 측정한 근전도의 진폭정보인 RMS 값은 피험자의 나이, 성별, 근육 단면의 크기, 피부 두께 등 참여자의 개별적 특성에 의해서 영향을 받을 수 있기 때문에 각 개별 대상자 간의 진폭을 비교할 때 정규화(normalization)과정을 거치게 되는데 가장 보편적인 방법

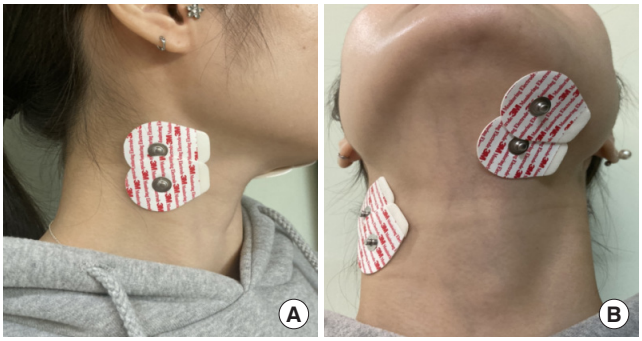

Figure 1. Location of surface electrode attachment. (A) SCMs, (B) suprahyoid muscle (mylohyoid & geniohyoid muscle).

https://doi.org/10.12963/csd.23997

으로 최대 자발성 등수축(Maximum Voluntary Isomeric Contraction, MVIC)과 참조 자발성 수축(Reference Voluntary Contraction, RVC)이 있다. 본 연구에서는 두 가지 정규화 방법 중 흉쇄유돌근과 설골상근의 각각 표면근전도상의 참조 자발성 수축(RVC)을 사용하였다. 이를 위해 설골상근의 특정 동작은 혀를 최대한 내민 상태를 5초 동안 유지하는 것으로 설정하였고, 처음 1초와 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 왼쪽, 오른쪽 근전도 신호를 평균화하여 %RVC를 구하였다. SCM의 특정 동작은 고개를 최대한 왼쪽 또는 오른쪽으로 돌린 상태를 5초 동안 유지하는 것으로 설정하였고 처음 1초와 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 왼쪽, 오른쪽 근전도 신호를 평균화하여 %RVC를 구하였다. 이후 대상자에게 편안한 음도와 강도로 /ㅏ/를 5초간 연장발성을 하게 하였으며, 처음 1초와 마지막 1초를 제외한 안정된 발성인 3초 동안의 제곱근(Root Mean Square, RMS) 값의 평균을 구하여 각 근육의 왼쪽, 오른쪽 근전도 활동 전위를 측정하였다. 이 절차는 후두마사지 전과 후로 각각 2회씩 실시하였다. 또한, 가을 문단을 읽게 하여 마지막 문장의 RMS 값의 평균을 구하여 각 근육의 왼쪽, 오른쪽 근전도 활동 전위를 측정하였다. 이 절차는 후두마사지 전과 후로 각각 2회씩 실시하였다. 제곱근 계산을 기반으로 한 RMS는 신호의 평균 전력을 반영하며 평활화를 위해 권장되는 값이다(Jang et al., 2018).

후두 촉진 시 통증척도

본 연구는 대상자에게 10점 통증 척도(1점 = 통증 없음, 10 = 매우 통증 심함)를 제공하여 후두촉진 시 후두외근(설골상근, 흉쇄유돌근)의 통증 정도를 환자 스스로 체크하게 하였다. 후두마사지 전, 후로 비교했을 때 후두주변근의 통증 정도의 차이가 있는지 알아보고자 다음과 같은 절차로 진행하였다. 연구자는 위생장갑을 착용한 손으로 먼저 SCM의 통증 정도를 파악하기 위해 엄지와 검지를 이용하여 대상자의 좌측, 우측 SCM의 상부(유양돌기와 가까운 부위)부터 중부(유양돌기와 쇄골의 중간), 하부(쇄골과 가까운 부위) 순으로 마사지하듯이 1-2초 정도 잡고 놓았다. 이때 대상자에게 왼쪽과 오른쪽 SCM의 상부, 중부, 하부 중에 가장 통증을 많이 느낀 부위를 기준으로 점수를 주게 하였다. 두 번째로 설골상근의 통증 정도를 파악하기 위해 설골상근이 모여 있는 아래턱 근육을 엄지와 중지를 이용하여 우측부터 좌측까지 전체적으로 눌러주었다. 대상자는 임상가가 눌렀던 부위 중에 가장 많은 통증이 느껴진 부위를 기준으로 점수를 부여하였다. 이 절차는 각각 후두마사지 전과 후로 총 2회 실시하였다.

통계분석

본 연구는 근긴장성 발성장애 환자가 발성할 때 후두마사지 전·후로 후두주변근(설골상근, SCM)의 표면 근전도 활동 전위 차이와 통증 정도의 차이가 있는지 알아보기 위해 먼저 정규성 검정을 실시한 결과, 정규성 조건에 충족하지 못하여 비모수 검정인 윌콕슨 부호순위 검정(wilcoxon signed-ranks test)을 실시하였다. 수집된 자료의 통계분석은 IBM SPSS (version 22.0)를 사용하였으며 통계학적 검정에 의한 유의수준은 .05로 하였다.

연구결과

후두마사지 전·후 발성 중 후두주변근의 근전도 활동 전위 비교

후두마사지 전·후로 설골상근과 SCM의 근전도 활동 전위를 측정한 결과, 설골상근의 경우, 모음 /ㅏ/발성은 후두마사지 전 근전도 활동 전위의 중위수(1 사분위수, 3 사분위수)는 33.70 (22.86, 53.50) μV, 후두마사지 후 중위수(1 사분위수, 3 사분위수)는 19.95 (10.39, 37.83) μV였다. '가을'문단은 후두마사지 전 중위수(1 사분위수, 3 사분위수)는 54.71 (34.35, 82.81) μV, 후두마사지 후 중위수(1 사분위수, 3 사분위수)는 36.18 (19.93, 57.65) μV로 나타났다.

한편, SCM의 경우, 모음 /ㅏ/발성은 후두마사지 전 근전도 활동 전위의 중위수(1 사분위수, 3 사분위수)는 10.05 (5.37, 27.17) μV, 후두마사지 후는 6.31 (4.60, 10.33) μV로 나타났고, '가을'문단은 후두마사지 전 13.44 (9.28, 19.02) μV, 후두마사지 후 9.73 (7.47, 14.93) μV로 나타났다.

후두마사지 전후 차이를 살펴 보기 위하여 윌콕슨 부호순위 검

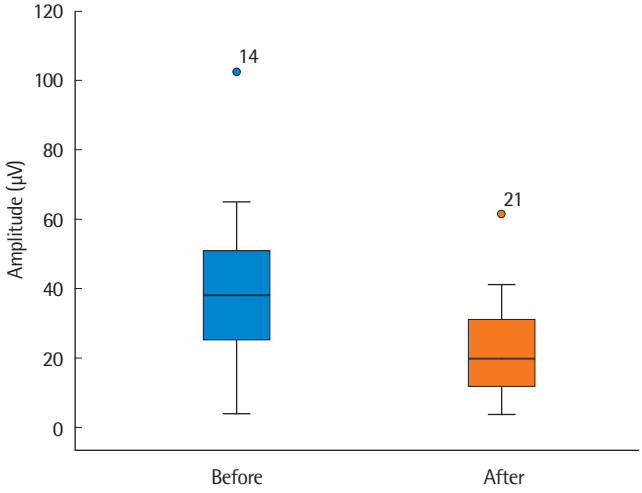

Figure 2. Comparison of suprahyoid muscles activity before and after laryngeal massage during sustained /a/ vowel phonation.

정(wilcoxon signed-ranks test) 결과, 설골상근 근전도 활동 전위는 /ㅏ/ 모음 연장 발성 시 후두마사지 전보다 후두마사지 후에 유의하게 감소하였고(p = .005) (Figure 2), '가을' 문단 발화 시에도 후두마사지 후 설골상근 근전도 활동 전위가 유의하게 감소하였다(p = .001) (Figure 3).

이와 마찬가지로, 후두마사지 전·후 SCM의 근전도 활동 전위를 비교하기 위해 윌콕슨 부호순위 검정(wilcoxon signed-ranks test) 결과, /아/ 모음 연장 발성 시 SCM의 근전도 활동 전위값은 후두마사지 전보다 후두마사지 후에 유의하게 감소하였으며(p = .001) (Figure 4), '가을'문단 낭독 시에도 후두마사지 후 유의하게 감소하였다(p = .001) (Figure 5).

후두마사지 전·후 후두주변근의 통증 정도 차이 비교

후두마사지 전·후로 설골상근의 통증 정도를 비교한 결과, 설골상근의 경우, 후두마사지 전 근전도 활동 전위의 중위수(1 사분위수, 3 사분위수)는 7 (4, 8), 후두마사지 후 중위수(1 사분위수, 3 사분위수)는 3 (2,4)이었다. SCM의 경우, 후두마사지 전 근전도 활동 전위의 중위수(1 사분위수, 3 사분위수)는 8 (6, 9), 후두마사지 후 중위수(1 사분위수, 3 사분위수)는 4 (3, 6)이었다.

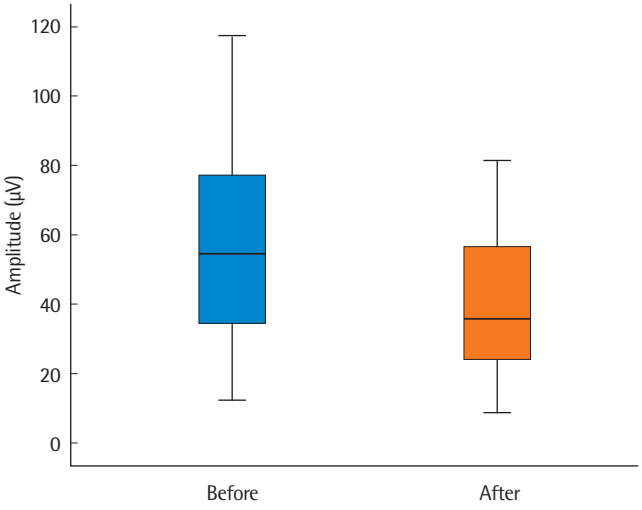

Figure 3. Comparison of suprahyoid muscles activity during reading of 'Kaeul' standard passage before and after laryngeal massage.

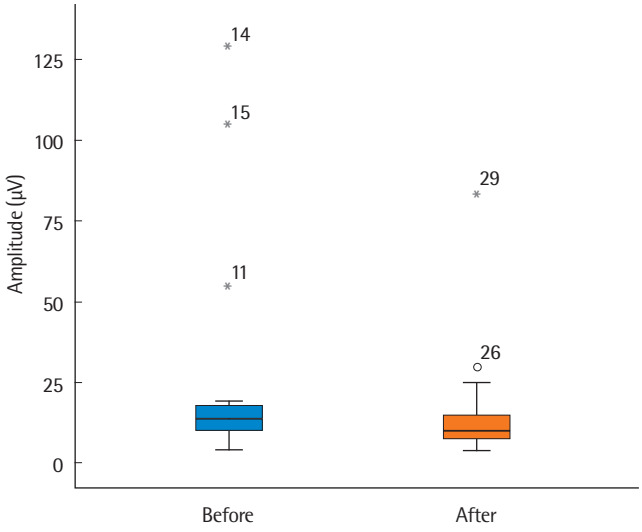

Figure 5. Comparison of SCM muscles activity before and after laryngeal massage when reading 'Kaeul' standard passage.

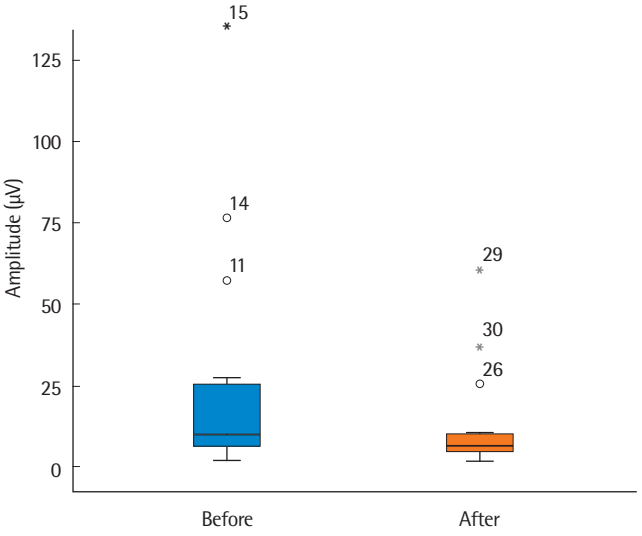

Figure 4. Comparison of SCM muscles activity before and after laryngeal massage during sustained /a/ vowel phonation.

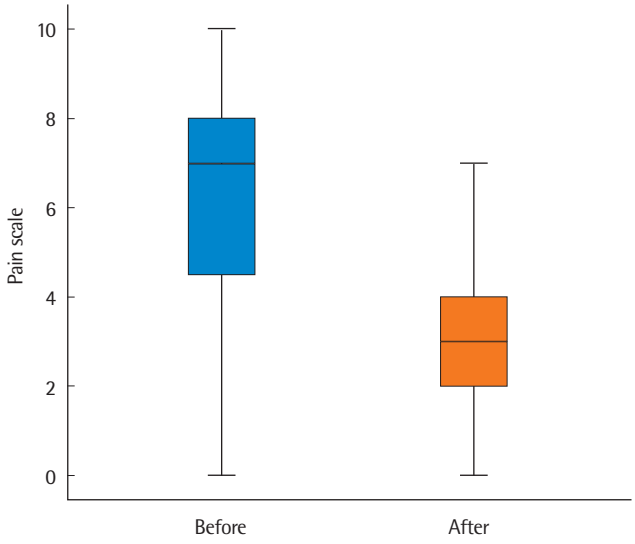

Figure 6. Comparison of pain scale in suprahyoid muscle during laryngeal palpation before and after laryngeal massage.

https://doi.org/10.12963/csd.23997

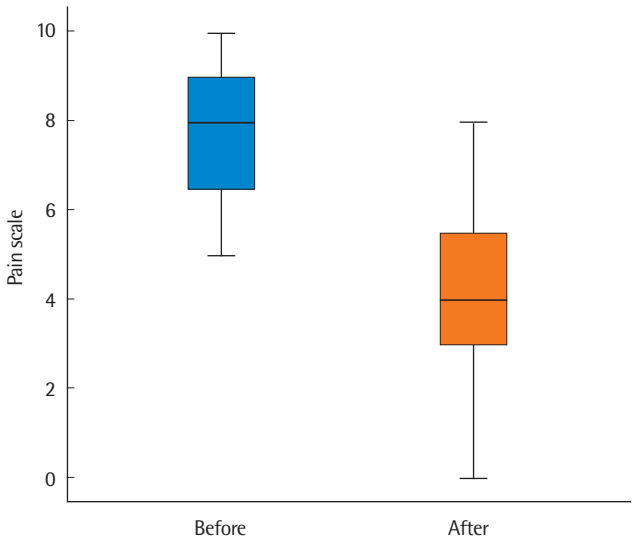

Figure 7. Comparison of pain scale in SCM muscle during laryngeal palpation before and after laryngeal massage.

후두마사지 전·후에 따라 설골상근의 통증 정도 차이를 알아보기 위해 윌콕슨 부호순위 검정(wilcoxon signed-ranks test)을 실시한 결과, 후두마사지 전·후에 따른 설골상근 통증 정도 간의 유의한 차이가 나타났다(p = .001) (Figure 6).

후두마사지 전·후에 따라 흉쇄유돌근의 통증 정도 차이를 알아보기 위해 윌콕슨 부호순위 검정(wilcoxon signed-ranks test)을 실시한 결과, 흉쇄유돌근의 통증 정도는 후두마사지 전보다 후두마사지 후에 유의하게 감소하였다(p = .001) (Figure 7).

논의 및 결론

본 연구는 sEMG를 이용한 후두마사지 기기를 개발하기 위한 예비 조사 중 하나로 실시되었으며, 지금까지 많이 사용되어 왔던 후두 촉진 방법 이외에 sEMG를 사용하여 후두주변근의 근전위 활동을 비교함으로써 그 효과성을 보고자 하였다. 이를 위해 임상 현장에서 후두마사지를 가장 많이 필요로 하는 MTD 환자를 대상으로 객관적인 지표를 통해 근긴장성 발성장애 환자의 발성 시 과긴장되는 설골상근과 SCM의 후두마사지 전·후로 근전도 활동 변위 차이를 비교하여 그 효과를 알아보고자 하였다. 또한 통증 평가 척도(PS)를 통해 환자가 스스로 느끼는 근육 통증이 후두마사지 전, 후로 차이가 있는지 주관적으로 평가하여 비교하였다.

후두마사지 전·후 후두주변근의 근전도 활동 전위 비교

Houtte 등(2011)의 연구에서는 44명의 정상 성인과 18명의 MTD 환자를 대상으로 SCM, 이복근, 하악설골근, 이설골근의 근육활동량을 조사하였으나, 본 연구에서는 후두마사지 전후 하악설골근, 이설골근의 설골상근과 SCM의 근육 활동량을 비교하였다. Wang과 Yiu (2021)은 문헌 검토에서 sEMG가 근긴장성 발성장애를 식별하는 데 중간 정도의 수준의 증거를 가진 진단적 가치가 있는 잠재적으로 유용한 도구가 될 수 있다고 하였다. Hocevar-Boltezar 등(1998)의 연구에서도 11명의 MTD 환자를 대상으로 EMG 특성을 조사하기 위하여 구륜근(orbicularis oris muscle)과 상후두근 중 갑상설골근(thyrohyoid muscle), 견갑설골근(omohyoid muscle), 흉골설골근(sternohyoid muscle)의 활동 전위를 측정하였는데, 11명의 MTD 환자들 중 6명은 정상 대조군과는 달리 발성 전 20-300 ms부터 구륜근 중 윗입술 부분과 갑상설골근, 견갑설골근, 흉골설골근의 활동 전위가 6-8배 증가하였으며 발성 동안에도 이러한 활동 전위가 지속되었다고 하였다.

본 연구에서는 발성 동안 후두마사지에 따른 설골상근 중 SCM과 설골상근의 표면 근전도 활동 전위 차이를 비교 분석하였는데, 임상 현장에서 후두마사지를 시행할 때 SCM과 하악설골 주변을 주로 마사지하게 되므로 이 부분에 대한 표면 근전도 활동을 비교하였다. 본 연구에서 살펴보면, 후두마사지 전 SCM의 개인 간 활동 전위 차가 보이는 데 후두마사지 전에도 SCM의 근전위 활동이 비교적 낮은 MTD도 있었고, 성대결절을 가진 속발성 MTD 환자의 경우는 근전위 활동이 높게 나타났다. 따라서, 다른 음성장애로 인하여 보상작용에 의한 MTD의 경우 근전위 활동에 더 영향을 주는 것으로 사료된다. 또한, 본 연구에 참여한 MTD 환자들은 후두마사지 전 SCM보다 설골상근의 근전위 활동이 높게 나타났으나, 통증 척도에서는 유사한 점수를 보였다. 이와 같은 결과를 통해, 후두 촉진을 통한 주관적 척도외에 sEMG와 같은 객관적 수치를 함께 살펴보는 것이 중요하며, 발성 동안 개인 간 후두주변근 활동에 차이가 있으므로 후두마사지 시에 비정상적인 근전위 활동을 나타내는 부위를 더 집중적으로 시간을 분배하여 마사지를 해 줄 필요가 있음을 시사하였다.

또 다른 연구에 의하면, 과기능적 음성장애 환자들은 정상 화자에 비해 침묵하는 동안에도 외후두근의 표면 근전도 활동이 유의하게 높다고 하였다(Stemple, Weiler, Whitehead, & Komray, 1980; Milutinović, Laštovka, Vohradník, & Janošević, 1988; Redenbaugh & Reich, 1989). 본 연구에서는 근긴장성 발성장애 환자를 대상으로 발성 동안에만 표면 근전도 활동을 조사하였는데, 연구 결과, /ㅏ/모음 연장 발성 시 설골상근의 근전도 활동 변위는 후두마사지 전과 후에 따라 유의한 차이가 있었으며, /가을/문단 발화 시 설골상근의 근전도 활동 변위는 후두마사지 전과 후에 따라 유의한 차

이가 있었다.

즉, 설골상근의 근전도 활동 변위는 /ㅏ/모음 연장 발성 시와 /가을/문단 발화 시 모두 후두마사지 전보다 후두마사지 후에 유의하게 감소하였으며 이는 후두마사지만으로도 설골상근의 근긴장도를 감소시킬 수 있음을 시사하였다. 이는 비교적 짧은 시간 동안의 후두마사지를 시행할지라도 후두주변의 근긴장을 감소시키는 데 도움을 줄 수 있음을 알 수 있다. 따라서 표면근전도는 후두마사지에 따른 후두주변의 근육의 긴장도 변화를 정량적으로 측정하는 데 매우 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

이와 마찬가지로 본 연구에서 후두마사지에 따른 SCM의 근전도 활동 전위 차이를 비교한 결과, /ㅏ/모음 연장 발성과 /가을/ 문단 읽기 동안 SCM의 근전도 활동 변위는 후두마사지 전과 후에 따라 모두 유의한 차이가 있었다. 즉, SCM의 근전도 활동 변위는 /ㅏ/모음 연장 발성 시와 /가을/문단 발화 시 모두 후두마사지 전보다 후두마사지 후에 유의하게 감소하였으며, 이는 후두마사지만으로도 SCM의 근긴장도를 감소시킨다는 것을 의미한다. Houtte 등(2011)의 연구에서는 정상인과 근긴장성 발성장애 환자의 설골상근과 SCM의 근육 활동 전위에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 본 연구에서는 MTD 환자만을 대상으로 후두마사지 전후 두 근육의 근육 활동 전위를 비교한 결과, 유의한 차이를 나타내었다.

일반적으로 설골상근과 SCM은 근장성발성장애 환자의 후두 근긴장을 감소시키기 위해 임상 현장에서 후두 마사지를 시행할 때 사용하는 부위인데, 본 연구 결과, 후두 마사지 후 발성 동안 설골상근과 SCM의 근육 활동 전위가 유의하게 감소하였으므로 sEMG가 후두마사지의 효과를 정량적으로 측정하는 데 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

후두마사지 전·후 후두 촉진에 의한 환자 자가 통증 비교

후두 촉진은 발성 혹은 휴식 시 후두와 주변 근육을 촉진하여 근육의 긴장과 통증, 후두의 위치, 설골과 갑상연골 사이의 좁힘, 후두연골의 비정상적인 위치와 쇠어짐, 유연성, 후두의 측면 이동성 등을 통해 과긴장의 심한 정도를 척도화하여 평가하는 것이다(Solomon, 2008). 뿐만 아니라 후두 촉진은 직접적으로 후두와 후두 주변 근육의 긴장도를 쉽고 짧은 시간 안에 평가할 수 있어 임상적으로 유용하다(Khoddami et al., 2015).

본 연구에서 후두마사지에 의한 설골상근의 주관적인 통증 정도 차이를 비교 분석한 결과, 성골상근의 통증 정도가 후두마사지 전·후로 유의한 차이를 보였다. 즉, 후두마사지 후에 대상자가 느끼는 설골상근의 통증이 유의하게 감소하였으며, 이는 과긴장으로 인해 뻣뻣하게 굳어 있던 설골상근이 후두마사지를 통해 이완되었다. 따라서, sEMG와 더불어 후두 촉진은 후두마사지 전·후 후두 주변 근육의 통증을 쉽고 빠르게 평가함으로써 후두마사지의 효과를 확인하는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

또한, 후두마사지에 의한 SCM의 주관적인 통증 정도 차이를 비교한 결과, SCM의 통증 정도가 후두마사지 전과 후로 유의한 차이를 보였다. 즉, 후두마사지 후 후두 촉진 시 환자가 느끼는 주관적인 통증의 정도가 유의하게 감소하였다. 선행 연구에 따르면, Reimann, Siqueira, Rondon, Brasolotto와 Silverio (2016)는 환자들에게 LMT 세션을 20분 시행한 후에 환자들이 후두 부위의 통증 정도가 감소했다고 보고하였으며, Silverio 등(2015)의 연구에서는 성대 결절을 가지고 있는 여성에게 LMT를 12회 실시한 결과, 경부 앞쪽과 뒤쪽 부위의 통증 정도가 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 Reimann 등(2016)의 연구처럼 비교적 짧은 시간에 집중적으로 후두마사지를 실시한 결과, 후두마사지 후 표면근전도를 통해 SCM의 근활성도가 감소한 것을 정량적으로 확인할 수 있었다. 따라서, sEMG는 환자 스스로 느끼는 통증 정도를 파악하는 주관적인 평가와 더불어 후두주변의 근육의 긴장도의 변화를 통해 후두마사지의 효과를 확인하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 근긴장성 발성장애의 15명의 연구 결과로 비교적 적은 수의 대상자로 연구가 진행되었다. 또한, 본 연구에서는 근긴장성 발성장애 환자의 진단 목적으로 sEMG를 사용한 것은 아니었으므로 성과 연령을 일치시킨 정상인과 차이를 비교하지 못하였다. 하지만, 추후 연구에서는 정상인의 sEMG 활동전위의 차이를 비교하여 임상적 진단 가능성에 대해 살펴보는 것이 필요하다.

둘째, 본 연구는 후두마사지를 각 대상자마다 1회기만 실시하여 후두마사지 전·후 근긴장도의 차이를 비교하였고 유지 효과에 대해 살펴보지 못하였다. 따라서, 추후 치료 지속 효과에 대해 살펴볼 필요가 있다.

셋째, 표면 근전도의 단점은 임피던스의 불균형에 대한 민감도이며, 이는 EMG 기록의 정확도를 떨어뜨리고 결과적으로 낮은 재현성을 초래할 수 있다. 이 방법의 재현성을 보장하기 위해서는 전극 간 거리를 고정해야 하며, 전극 배치의 가변성을 배제하기 위해 전극 배치를 위한 표준 절차를 사용해야 한다(Castroflorio et al., 2005). sEMG의 임피던스와 신뢰성의 불일치는 데이터 분석의 기본 요소인 정규화를 통해서도 해결될 수 있는데, 본 연구에서 개발된 sEMG는 접지전극을 설정하지 않아도 되고, 참고전극만 정해서 측정하도록 되어 있는 sEMG를 사용하였다. 따라서, sEMG의 정확도를 높이기 위해 전극배치 시 전극 간 거리를 고정시켰으나, 이복근, 하악설골근, 이설골근 등과 같이 각 설골 상근의 정확한 근육의

https://doi.org/10.12963/csd.23997

활성화를 측정하기 어려워 각각의 근육을 구분하여 활동 전위량을 살펴보지 않고 한꺼번에 설골상근의 활동 전위량의 크기를 살펴보았다.

넷째, 본 연구에서는 sEMG특성상 정확한 측정 부위의 전극 부착에 의해 측정값이 달라질 수 있으므로 장시간의 후두마사지의 효과는 살펴보지 못하였고, 20분의 비교적 짧은 시간의 후두 마사지 전후 후두 주변근육의 활성화 변화를 살펴봄으로써 후두마사지 전후 발성 동안 후두 주변근의 변화를 모니터링할 수 있었다. 따라서, 후두마사지 시간에 따라 측정치의 값이 달라질 수 있으므로, 이에 대한 후속 연구가 필요하며, 추후의 연구에서는 발성 동안뿐 아니라 휴식 시 전위, 발성 후 전위의 크기, 발성 동안 전위의 패턴 등을 비교하여 살펴볼 수 있을 것이다.

다섯째, 본 연구에서는 MCT와 LMT를 혼합한 후두마사지를 실시하였는데 후두 마사지 방법에 따라 sEMG 측정치 값이 달라질 수 있을 것이다. 특히, 본 연구에서는 후두마사지 근육 중 sEMG 측정치에 민감하게 반응할 수 있는 비교적 크기가 크고 후두 촉진 검사에서 많이 사용하는 sCM과 하악설골근, 이설골근의 설골상근의 근전위 활동을 비교하였다. 추후의 연구에서는 갑상설골근, 견갑설골근, 흉골설골근과 같은 다른 후두 외근의 후두마사지 전후 근전위 변화도 살펴볼 수 있을 것이다.

마지막으로 본 연구는 근긴장성 발성장애 환자를 대상으로 후두마사지 전후 sEMG 변화를 측정하였다. 추후의 연구에서는 근긴장성발성장애 외에도 후두 근육 이상을 가진 연축성 발성장애와 근긴장성 발성장애의 감별 진단을 위해서도 적용해 볼 수 있을 것이다.

그럼에도 불구하고, 본 연구는 MTD 환자에게 후두마사지를 시행하여 sEMG를 이용하여 근긴장도 변화를 객관적으로 검증하고자 한 연구로서, 흔히 근육의 긴장도나 통증 등의 여부를 주관적인 환자 보고에 의해 측정하는 것에 비해 객관적인 측정치의 변화를 제공함으로써 음성치료의 EBP에 일조할 수 있다는 점에서 의의가 있다고 사료된다. 따라서, sEMG는 비침습적인 측정 방법으로 비교적 사용 방법이 간편하여 발성 시 후두 주변의 불필요한 근육의 활성화를 모니터링하거나 바이오 피드백으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 치료 효과를 측정하는 데에도 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

REFERENCES

Aghadoost, S., Jalaie, S., Khatoonabadi, A. R., Dabirmoghaddam, P., & Khoddami, S. M. (2020). A study of vocal facilitating techniques compared to manual circumlaryngeal therapy in teachers with muscle tension dysphonia. *Journal of Voice, 34*(6), 963-e11.

Aronson, A. E. (1990). *Clinical voice disorders: an interdisciplinary approach*. New York, NY: Thieme.

Angsuwarangsee, T., & Morrison, M. (2002). Extrinsic laryngeal muscle tensions in patients with voice disorders. *Journal of Voice, 16*(3), 333-343.

Boone, D. R., McFarlane, S. C., & Von Berg, S. L. (2005). *The voice and voice therapy* (7th ed.). MA: Pearson Education.

Castroflorio, T., Farina, D., Bottin, A., Piancino, M.G., Bracco, P., & Merletti, R. (2005). Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. *Journal of Oral Rehabilitation, 32*(6), 411-417.

Dehqan, A., & Scherer, R. C. (2018). Positive effects of manual circumlaryngeal therapy in the treatment of muscle tension dysphonia (MTD): long term treatment outcomes. *Journal of Voice, 33*(6), 866-871.

Falla, D. D. A. P., Dall'Alba, P., Rainoldi, A., Merletti, R., & Jull, G. (2002). Location of innervation zones of sternocleidomastoid and scalene muscles-a basis for clinical and research electromyography applications. *Clinical Neurophysiology, 113*(1), 57-63.

Hocevar-Boltezar, M., Janko, M., & Zargi, M. (1998). Role of surface EMG in diagnostics and treatment of muscle tension dysphonia. *Journal of Voice, 118*(5), 739-743.

Houtte, E. V., Lierde, K. V., & Claeys, S. (2011). Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: a review of the current knowledge. *Journal of Voice, 25*(2), 202-207.

Jang, M. H., Ahn, S. J., Lee, J. W., Rhee, M. H., Chae, D., Kim, J., & Shin, M. J. (2018). Validity and reliability of the newly developed surface electromyography device for measuring muscle activity during voluntary isometric contraction. *Computational & Mathematical Methods in Medicine, 2018*, 1-9.

Khoddami, S. M., Ansari, N. N., & Jalaie, S. (2015). Review on laryngeal palpation methods in muscle tension dysphonia: validity and reliability issues. *Journal of Voice, 29*(4), 459-468.

Kim, J. (2021). Effects of laryngeal massage on muscle tension dysphonia: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the Korean Society of Laryngology, Phoniatrics ad Logopedics, 32*(2), 64-74.

Kim, J. S., Lee, D. W., Choi, C. H., & Choi, S. H. (2017). Effects of laryngeal massage and semi-occluded vocal tract exercises for patients with hyperfunctional dysphonia. *Communication Sciences & Disorders, 22*(4), 806-817.

Kotby, M. N., Fadly, E., Madkour, O., Barakah, M., Khidr, A., Alloush, T., &

Saleh, M. (1992). Electromyography and neurography in neurolaryngology. *Journal of Voice, 6*(2), 159-187.

Khoddami, S. M., Ansari, N. N., Izadi, F., & Talebian Moghadam, S. (2013). The assessment methods of laryngeal muscle activity in muscle tension dysphonia: a review. *The Scientific World Journal, 2013*, 1-7.

Khoddami, S. M., Ansari, N. N., & Jalaie, S. (2015). Review on laryngeal palpation methods in muscle tension dysphonia: validity and reliability issues. *Journal of Voice, 29*(4), 459-468.

Mathieson, L., Hirani, S. P., Epstein, R., Baken, R. J., Wood, G., & Rubin, J. S. (2009). Laryngeal manual therapy: a preliminary study to examine its treatment effects in the management of muscle tension dysphonia. *Journal of Voice, 23*(3), 353-366.

Milutinović, Z., Laštovka, M., Vohradník, M., & Janošević, S. (1988). EMG study of hyperkinetic phonation using surface electrodes. *Folia Phoniatrica et Logopaedica, 40*(1), 21-30.

Morrison, M. D. (1997). Pattern recognition in muscle misuse voice disorders: how I do it. *Journal of Voice, 11*(1), 108-114.

Morrison, M. D., & Rammage, L. A. (1993). Muscle misuse voice disorders: description and classification. *Acta Otolaryngologica, 113*(3), 428-434.

Morrison, M. D., Rammage, L. A., Belisle, G. M., Pullan, C. B., & Nichol, H. (1983). Muscular tension dysphonia. *Journal of Otolaryngology, 12*(5), 302-306.

Redenbaugh, M. A., & Reich, A. R. (1989). Surface EMG and related measures in normal and vocally hyperfunctional speakers. *Journal of Speech Hearing Disorders, 54*(1), 68-73.

Reimann, A. P., Siqueira, L. T. D., Rondon, A. V., Brasolotto, A. G., & Silverio, K. C. A. (2016). Immediate effect of laryngeal manual therapy in dysphonic individuals. *CoDAS, 28*(1), 59-65.

Roy, N. (2008). Assessment and treatment of musculoskeletal tension in hyperfunctional voice disorders. *International Journal of Speech-Language Pathology, 10*(4), 195-209.

Roy, N., Bless, D. M., Heisey, D., & Ford, C. N. (1997). Manual circumlaryngeal therapy for functional dysphonia: an evaluation of short-and long-term treatment outcomes. *Journal of Voice, 11*(3), 321-331.

Roy, N., & Leeper, H. A. (1993). Effects of the manual laryngeal musculoskeletal tension reduction technique as a treatment for functional voice disorders: perceptual and acoustic measures. *Journal of Voice, 7*(3), 242-249.

Silverio, K. C. A., Brasolotto, A. G., Siqueira, L. T. D., Carneiro, C. G., Fukushiro, A. P., & de Jesus Guirro, R. R. (2015). Effect of application of transcutaneous electrical nerve stimulation and laryngeal manual therapy in dysphonic women: clinical trial. *Journal of Voice, 29*(2), 200-208.

Solomon, N. P. (2008). Vocal fatigue and its relation to vocal hyperfunction. *International Journal of Speech-Language Pathology, 10*(4), 254-266.

Stemple, J.C., Weiler, E., Whitehead, W., & Komray, R. (1980). Electromyographic biofeedback training with patients with exhibiting a hyperfunctional voice disorder. *Laryngoscope, 90*(3), 471-476.

Stepp, C. E. (2012). Surface electromyography for speech and swallowing systems: measurement, analysis, and interpretation. *Journal of Speech, Language, & Hearing Research, 55*(4), 1232-1246.

Verdolini, K., Rosen, C. A., & Branski, R. C. (2006). *Classification manual of voice disorders-I*. NJ: Lawrence Erlbaum.

Wang, F., & Yiu, E. M. (2021). Is surface electromyography (sEMG) a useful tool in identifying muscle tension dysphonia? An integrative review of the current evidence. *Journal of Voice,* 1-12.

Yiu, E. M. L., Lau, G. W. H., & Wang, F. (2023). Fatigue-related change in surface electomyographic activities of the perilaryngeal muscles. *Journal of Speech, Language & Hearing Research, 66*(1), 98-109.

 https://doi.org/10.12963/csd.23997

Appendix 1. Laryngeal massage regimen

Laryngeal massage was performed using a combination of manual circumlaryngeal therapy (MCT) and laryngeal manual therapy (LMT) methods, focusing on the sternocleidomastoid (SCM) muscle, hyoid bone, suprahyoid muscle, and thyroid cartilage.
(a) The SCM massage was performed using the thumb and index finger in an ascending motion from the clavicle to the mastoid and then back to the clavicle from the mastoid. The left SCM and the right SCM muscle were massaged for 5 minutes each.
(b) The hyoid bone and suprahyoid muscles were massaged using the thumb and forefinger in a circular motion from outside to inside and inside to outside.
(c) The anterior thyroid hyoid membrane was massaged from the outside in with the thumb and index finger, then the superior horn of the thyroid cartilage was gently pressed downward.
(d) The thyroid cartilage was lowered sufficiently with the thumb and index finger. The total duration of the massage was the same for all subjects, around 20 minutes.

CSD COMMUNICATION SCIENCES & DISORDERS

국문초록

근긴장성 발성장애 환자의 후두마사지 효과: 표면근전도 활동 변화

김보겸[1,4] · 최성희[1,2,3] · 이경재[1,2,3] · 최철희[1,2,3]

[1]대구가톨릭대학교 일반대학원 언어청각치료학과, [2]대구가톨릭대학교 가톨릭청각음성언어센터, [3]대구가톨릭대학교 생체모방감각제어연구소, [4]더웰병원 음성센터

배경 및 목적: 후두마사지는 후두내근 및 외근의 과도한 긴장으로 인한 목소리 변화를 호소하는 근긴장성 발성장애의 주요 음성 치료 기법으로 사용되어져 왔다. 본 연구는 표면근전도를 사용하여 후두외근 및 주변근육의 활동전위를 조사함으로써 후두마사지의 효과를 살펴보고자 한다. 방법: 근긴장성발성장애 진단을 받은 15명의 환자가 참여하였다. 후두마사지는 15-20분간 진행되었다. 표면근전도 측정을 위해 표면 전극을 각 환자의 설골상근 및 흉쇄유돌근에 부착하여 후두마사지 전후 활동전위를 측정하였다. 또한, 후두마사지 전후 후두 촉진을 통해 환자-자가 평가인 통증 척도를 실시하였다. 결과: /ㅏ/모음 연장 발성과 '가을' 산책 문단 낭독 과제에서 후두마사지 후 설골상근 및 흉쇄유돌근에서 생성된 sEMG 진폭이 모두 유의하게 감소하였다. 아울러, 후두마사지 후 후두 촉진 시 통증 점수는 유의하게 감소하였다. 논의 및 결론: 후두마사지는 근긴장성 발성장애 환자의 후두주변 근육의 긴장과 통증을 줄이는데 즉각적인 효과가 있었다. 아울러, 표면근전도는 근긴장성 발성장애 환자에게 다른 개입 없이 후두마사지의 효과만을 객관적인 지표로 증명하였다. 따라서, 표면근전도는 임상 분야에서 후두촉진과 함께 후두마사지의 치료 효과를 측정하는데 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

핵심어: 근긴장성발성장애, 후두마사지, 표면근전도, 설골상근, 흉쇄유돌근

본 연구는 대구가톨릭대학교의 교내연구비(20231110)로 지원되었음.

참고문헌

김재옥 (2021). 근긴장성 발성장애의 후두마사지 효과: 체계적 고찰 및 메타 분석. **대한후두음성언어의학회지, 32**(2), 64-74.

김지성, 이동욱, 최철희, 최성희 (2017). 후두마사지와 반폐쇄성도훈련이 과기능적 음성장애 환자의 음성개선에 미치는 효과. **Communication Sciences & Disorders, 22**(4), 806-817.

ORCID

김보겸(제1저자, 언어재활사 https://orcid.org/0009-0008-9183-0267); **최성희**(교신저자, 교수 https://orcid.org/0000-0003-2365-6187); **이경재**(공동저자, 교수 https://orcid.org/0000-0002-6811-1212); **최철희**(공동저자, 교수 https://orcid.org/0000-0003-1844-3072)

https://doi.org/10.12963/csd.23997