정적교합 동안 힘껏 삼키기가 건강한 성인의 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성화, 근 활성화 시작 시간 및 활성화기간에 미치는 효과

허원영, OT, BS¹, 문중훈, OT, MS², 김택훈, PT, PhD³, 원영식, OT, PhD⁴

¹위더스프렌즈, ²경동대학교 작업치료학과, ³한서대학교 물리치료학과, ⁴신성대학교 작업치료학과

Effects of Effortful Swallowing with Static Occlusion on the Suprahyoid, Infrahyoid, and Masseter Muscle Activation, Onset Time, and Duration in Healthy Adults

Won-Young Heo, OT, BS¹, Jong-Hoon Moon, OT, MS², Tack-Hoon Kim, PT, PhD³, Young-Sik Won, OT, PhD⁴

¹Dept. of Occupational Therapy, Withusfriends, Republic of Korea

²Dept. of Occupational Therapy, Kyundong University, Republic of Korea

³Dept. of Physical Therapy, Hanseo University, Republic of Korea

⁴Dept. of Occupational Therapy, Shinsung University, Republic of Korea

Purpose The aim of this study was to investigate the activation, the onset time, and the duration of the suprahyoid, infrahyoid, and masseter muscle of effortful swallowing with static occlusion in healthy adults. **Methods** This study was conducted on 30 healthy adults. In this study, four swallowing methods were compared. Normal swallowing (NS) (5 times), normal swallowing with occlusion (NSO) (5 times), effortful swallowing (ES) (5 times), and effortful swallowing with occlusion (ESO) (5 times) were counterbalanced to exclude the order effect. NS (5 times), NSO (5 times), ES (5 times), and ESO (5 times) were counterbalanced to exclude the order effect. The time interval between each swallow was 30 seconds, and a rest of 5 minutes was provided between swallows according to each state. The surface electromyography was used to analyze the activity of the suprahyoid, infrahyoid, and masseter muscles activation, onset time, and duration. **Results** The activity of the suprahyoid muscle was the highest among the four swallowing methods ($p<.05$). The activity of masseter muscle was the highest among the four swallowing methods in ESO ($p<.05$). As a result of onset time analysis, ESO, ES, and NSO appeared significantly faster than NS in the suprahyoid muscle ($p<.05$), and among them, ESO appeared the fastest. As a result of analyzing the swallowing duration, ESO was the longest in the suprahyoid muscle ($p<.05$). **Conclusion** These findings suggest that ESO may be more effective in response time to swallowing than conventional ES or NSO.

Key words Static occlusion, Swallowing, Dysphagia, Suprahyoid, Muscle activation

Corresponding author Young-Sik Won (otwys9494@naver.com)

Received date 04 June 2021

Revised date 14 June 2021

Accept date 14 June 2021

1. 서론

삼키는 음식이 구강에서 식도로 이동하는 동안에 삼킴과 관련된 구조 및 근육들의 동시다발적인 협응을 통하여 발생한다. 이러한 삼킴의 과정은 구강기, 인두기, 식도기로 구분할 수 있다. 구강기는 씹기, 침 분비, 혀의 움직임이 나타나며, 음식 덩이의 형성과 이동이 일어나고 수의적으로 조절이 가능한 단계이다. 삼킴 동안 인두기와 식도기는 불수의적으로 일어나는 과정으로서 인두기는 삼킴 반사가 일어나면서 비강과 기도를

막아주고 혀 기저부의 뒤쪽 움직임(tongue base retraction)과 인두근의 수축 및 목뿔후두 탈위(hyolaryngeal excursion) 이동 시 다발적으로 나타난다. 식도기는 상부식도조임근(upper esophageal sphincter)이 열려 음식덩이가 식도로 넘어가면서부터 하부식도조임근까지 내려가는 과정이다.¹⁷⁾

삼킴 동안 목뿔위근은 목뿔뼈를 앞, 위 방향의 움직임을 만들어 기도를 보호하고 동시에 상부식도조임근 열림을 유도하는 중요한 역할을 담당한다.^{6,16,18,25)} 목뿔아래근은 목뿔위근과 함께 작용하며 목뿔뼈와 방패연골(thyroid cartilage)을 붙여주고 목뿔뼈의 앞, 위 방향으로의 상승에 있어 적절하게 움직일 수 있도록 조절해준다.²¹⁾ 깨물근은 하악골(mandibula)

<http://dx.doi.org/10.17817/2021.06.14.1111662>

을 저항함에 있어 강한 힘을 발휘하며, 하악골의 후방 움직임에 가장 많은 영향을 주는 근육중의 하나라고 보고하였다.²⁶⁾ 또한 깨물근은 단단한 음식을 저작할 때와 같은 큰 교합력이 필요할 때 큰 활성을 보였다고 보고하였다.¹²⁾ Van Spronsen 등(1989)은 성인 남성의 깨물근과 안쪽 날개근(internal pterygoid)이 최대 교합력의 50-60%를 차지한다고 하였다.²⁴⁾ 깨물근의 표층 섬유들은 하악을 능동적으로 전방으로 이동시키며, 심층 섬유들은 후방에서 저작을 한다고 하였다.¹⁵⁾ 또한 깨물근은 하악을 전방으로 이동시키며 음식덩이의 저작에 도움을 준다.

힘껏 삼키는 Kahrilas에 의해 보상적인 기법으로 고안되었고 능동적으로 강하게 삼키를 만들어내는 치료기법이다.²⁾ 삼킴 장애 환자에게 일시적으로 강한 삼키를 유도하는 것으로 시작되었으며 힘껏 삼키는 다른 치료기법보다 비교적 적용하기가 용이하면서 삼킴 관련 근육들을 강화시키고,^{6,10)} 힘껏 삼킴 동안 기도를 오래 동안 보호될 수 있어 임상에서 주로 사용하고 있다.⁵⁾ 그 결과, 안전한 삼키를 이끌어 내었고 초기의 노력 삼킴 효과는 혀 기저부의 뒤쪽 움직임 향상시킴으로써 후두개곡의 잔여물을 제거할 수 있다고 보고하였다.²⁰⁾ 또한, 힘껏 삼킴 시 인두와 위 식도 조임근에서 압력발생 시작 시간이 정상 삼킴보다 유의하게 늦게 시작되었고, 인두의 압력이 높고, 상부식도조임근의 압력 유지 기간이 유의하게 길었다.⁶⁾

교합(occlusion)이란 치아의 교합이 저작계의 다른 부분과 기능적으로 조화를 이루며, 중심교합상태(centric occlusion)에서 동시에 양측에서 균일한 접촉을 이루는 것을 말한다. 또한 최적의 기능을 수행하면서 동시에 저작계의 생리적 균형을 유지하는 조화된 교합을 지칭하는 것으로 저작, 발음, 심미적인 기능(aesthetic function) 등을 의미한다.¹¹⁾ 또한 최대 교합 접촉(maximum intercuspal position)은 치아 접촉면 간의 완전한 교합으로 이루어지며, 이 위치에서 치열(dentition), 턱관절, 근신경계는 안정된 상태에 이르게 된다.⁹⁾ Hiraoka(2006)의 연구에 따르면 치아를 교합하는 것이 하지 않는 것보다 목뿔위근에서 활성 기간 값이 더 길다고 보고하였다. 하지만 목뿔아래근에서는 교합한 상태가 하지 않는 것보다 더 짧았다. 또한, 실험 전 깨물근의 최대 교합력(maximal occlusal force)을 측정하여 최대 교합력의 20%, 40% 각각 삼킴 시간을 측정하였다. 그 결과, 교합을 하였을 때가 하지 않았을 때보다 삼킴 시간이 훨씬 짧았고, 40%일 때 삼킴 시간이 가장 짧게 측정되었다. Monaco 등(2008)은 111명의 삼킴과 교합에 문제가 없는 참여자를 대상으로 교합 상태에서 삼키를 한 군과 교합을 하지 않고 삼킨 한 군으로 나누어 양측 깨물근, 목뿔위근, 목뿔근, 앞 관자근(anterior temporalis)의 활성을 비교하였다.¹⁷⁾ 그 결과, 교합을 한 그

룹이 하지 않은 그룹보다 양측 깨물근, 앞 관자근에서 유의하게 더 높은 활성을 보였다. 보통 최대 교합력은 여성보다 남성이 더 높다. 성별간의 교합력 차이가 발생하는 원인은 해부학적 차이가 있기 때문이다.²²⁾

Valenzuela(2006)의 연구에 의하면 건강한 성인 40명을 대상으로 견치유도교합(canine guidance occlusion) 20명, 군 기능교합(group function) 20명을 나눠서 목뿔위근, 목뿔아래근의 EMG 활성을 측정한 결과, 견치유도 교합 및 군 기능 교합간의 유의한 차이가 없었으며, 이악물기(clenching) 동안의 목뿔위근, 목뿔아래근의 근전도의 활성이 이갈이(grinding) 동안의 EMG 활성보다 유의하게 높았다고 보고되었다.²³⁾ 견치유도교합은 기능측의 상악과 하악 견치만 접촉, 유도되는 상태를 말하며, 군 기능 교합은 기능측의 상악과 하악 견치와 구치부(molar)에 의해서 유도되는 상태를 말한다.¹¹⁾ Williamson(1995)은 견치유도교합과 군 기능 교합이 저작근에 미치는 영향에 대해서 비교하였으며 견치유도교합군이 군 기능 교합군보다 최대교합상태에서 측두근과 깨물근의 활성이 유의하게 감소된 것을 보고하였다. 교합력과 근 활성 간의 상관관계연구에서 깨물근에 비해 전측두근의 활성과 상관성이 있으며, 최대 이악물기의 경우는 대체로 상방두부자세(upward head posture)에서의 근 활성과 유의한 상관성을 보였다.²⁸⁾

선행 연구에서는 교합동안 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성, 활성 기간 값은 확인되었으나, 교합동안 힘껏 삼키에 대한 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성, 근 활성 시작 시간, 활성기간 값에 대한 연구는 부족하였다.

이에 본 연구는 교합과 힘껏 삼키기가 건강한 성인의 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성, 근 활성 시작 시간, 활성기간에 미치는 효과를 알고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 연구기간

본 연구는 2017년 8월 7일부터 2017년 9월 18일까지 진행하였고, 참가자의 일반적 특성은 삼킴의 장애가 없는 건강한 성인 총 30명으로 남성 12명, 여성 18명이었다. 참가자의 나이는 23.00 ± 2.57 세였으며, 신장은 167 ± 9.86 cm, 체중은 60.90 ± 11.75 kg이었다. 참가자의 체질량지수는 21.68 ± 2.57 이었다(Table 1). 본 연구의 선정기준 및 배제기준은 다음과 같다.

선정기준

- 가. 연구의 목적을 이해하고 참여에 동의를 한 자
- 나. 구두 지시를 따를 수 있는 인지능력을 가진 자
- 다. 삼킴 장애 및 신경학적 병변이 없는 자

Table 1. General characteristics of participants

Variables	Participants (n=30)
Gender (male / female)	12 / 18
Age (year)	23.00 ± 2.57
Height (cm)	167.00 ± 9.86
Weight (kg)	60.90 ± 11.75
BMI (kg/m ²)	21.68 ± 2.57

BMI: Body Mass Index

배제기준

- 가. 치과 교정과 전문의 진단 하에 부정교합이 있는 자¹⁷⁾
 나. 고혈압 및 심혈관계 질환이 있는 자

2. 연구 절차

본 연구는 선정기준과 배제기준에 맞는 30명을 대상으로 실험을 진행하였다. 정적 교합 동안 침 삼킴으로 진행하였으며 네 가지 방법의 삼킴으로 진행하였다. 첫째는 정상 삼킴(5회), 둘째는 교합 동안 정상 삼킴(5회), 셋째는 힘껏 삼킴(5회), 마지막 넷째는 교합 동안 힘껏 삼킴(5회)으로 하였다. 각 삼킴 사이에 시간 간격을 30초로 하며, 대상자의 피로도를 고려하여 각 상태에 따른 삼킴 사이에 5분의 휴식시간을 가졌다.²⁷⁾ 실험 전 본 연구에서 적용하는 삼킴 방법에 대한 교육을 5분 간 진행하였으며, 연구자는 대상자들이 각 삼킴 방법에 대한 숙지가 충분하다고 생각하였을 때 실험을 진행하였다. 모든 참여자들은 서울시에 위치한 S병원에서 실험을 진행하였으며, 참여자들은 등받이가 있는 의자에 앉아 엉덩관절, 무릎관절을 90° 유지하며 허리를 곧게 펴고 앉은 자세로 진행하였다.¹⁸⁾ 본 연구에서 시행한 삼킴 방법은 네 가지 방법의 삼킴을 제시하였다. 각 삼킴에 대한 지시어는 정상 삼킴은 “편하게 자연스럽게 삼키세요”라고 지시하고 교합 동안 정상 삼킴은 “윗니 아랫니를 물고 편안히 자연스럽게 삼키세요”라고 지시하였다. 또한, 힘껏 삼킴은 “윗니, 아랫니를 물지 않은 상태에서 강하게 삼키세요”라고 지시하고 교합 동안 힘껏 삼킴은 “윗니, 아랫니를 물고 강하게 삼키세요”라고 지시하였다.

3. 연구 도구

표면근전도(Desktop DTS, Noraxon, U.S.A)는 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성화, 근 활성화 시작 시간, 활성화 기간 값 자료 수집(data collection)을 위해 사용하였다. 디지털 처리된 표면 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 3,000Hz로 설정하고,¹³⁾ 전기 신호에 의한 잡음을 제거하기 위하여 60Hz의 노치필터(notch filter)와, 20~500Hz의 밴드 패스 필터(band pass filter)²⁷⁾, 필터링(filtering)을 통해 처

리하였다. 평활화(smoothing), 평균 실효치 진폭(root mean square) 처리를 하였다. 또한 실험 전 알콜솜을 이용하여 부착부위를 깨끗하게 닦아주었고 저항을 최소화하기 위해 남자는 면도를 여자는 부착 부위에 화장을 지우고 전극을 부착하였다. 목뿔위근은 한 쌍의 전극을 턱 아래 중간부위에 시상면으로 부착하였다. 목뿔아래근은 근육의 근섬유의 방향으로 후두 용기를 중심으로 방패연골의 측면에 부착하였다. 깨물근은 오른쪽 관골(zygomatic bone)과 아래턱 각(mandible angle)에 위, 아래로 부착하였다(Figure 1).^{13,19)} 표면근전도의 처리는 표준분석(standard analysis), 시간분석(timing analysis)을 통하여 활성화, 근 활성화 시작 시간, 활성화 기간 값을 확인하였다. 통계에 쓰인 데이터는 신호음(beep)이 울렸을 때 마커(marker)가 생성된 지점부터 삼킴이 끝나는 지점까지 분석하였다. 삼킴 근육에 대한 근전도의 신뢰도는 0.89로 확인되었다.²⁹⁾

4. 통계분석

수집한 자료는 SPSS ver. 22.0를 사용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성은 빈도분석으로 확인하였다. 참가자의 네 가지 삼킴에 따른 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성화, 근 활성화 시작 및 종료 시간, 활성화 기간 값을 알아보기 위하여 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 사용하였으며, 머쉬리의 구형성 가정(Mauchly's test for sphericity)을 만족하지 않았을 경우, Greenhouse-Geisser의 값을 사용하였다. 사후검정은 본페로니 방법을 적용하였다. 모든 통계학적 유의수준 알파는 .05로 하였다.

III. 연구 결과**1. 네 가지 삼킴 방법에 따른 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 평균값과 최대값**

네 가지 삼킴 방법에 따른 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활

Figure 1. Electrode position of masseter muscle, suprahyoid muscle, infrahyoid muscle

성은 유의하게 차이를 보였다. 사후검정에서 목뿔위근의 평균 값은 교합 동안 힘껏 삼킴과 힘껏 삼킴이 정상 삼킴, 교합 동안 정상 삼킴 보다 유의하게 높았으며($p<.05$), 힘껏 삼킴은 교합 동안 힘껏 삼킴보다 유의하게 높았다($p<.05$). 또한 목뿔 위근의 최대값은 교합 동안 힘껏 삼킴과 힘껏 삼킴이 정상 삼킴, 교합 동안 정상 삼킴 보다 유의하게 높았다($p<.05$). 목뿔 아래근의 평균값, 최대값은 교합 동안 힘껏 삼킴과 힘껏 삼킴이 정상 삼킴, 교합 동안 정상 삼킴 보다 유의하게 높았다($p<.05$). 깨물근의 평균값, 최대값은 교합 동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴 교합 동안 힘껏 삼킴이 정상 삼킴보다 유의하게 높았으며($p<.05$), 교합 동안 힘껏 삼킴은 교합 동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴보다 유의하게 높았다($p<.05$)(Table 2).

2. 네 가지 삼킴 방법에 따른 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성, 근 활성 시작 시간, 활성 기간

네 가지 삼킴 방법에 따른 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 타이밍 분석을 실시한 결과, 모든 근육에서 네 가지 삼킴 상태에 따른 근 활성 시작 시간, 활성 기간의 유의한 차이를 나타냈다. 사후검정에서 목뿔위근의 근 활성 시작 시간은 교합 동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴, 교합 동안 힘껏 삼킴이 정상 삼킴보다 유의하게 더 빠르게 나타났으며($p<.05$), 교합 동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴, 교합 동안 힘껏 삼킴 사이에 차이는 없었다

($p>.05$). 목뿔위근의 끝나는 시간은 교합 동안 힘껏 삼킴이 교합 동안 정상 삼킴에 비해 유의하게 느렸으며($p<.05$), 정상 삼킴, 교합 동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴 사이의 차이는 없었다. 목뿔위근의 활성 기간은 교합 동안 힘껏 삼킴이 정상 삼킴, 교합 동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴보다 유의하게 길었다($p<.05$). 목뿔아래근의 근 활성 시작 시간은 교합 동안 힘껏 삼킴이 교합 동안 정상 삼킴 보다 유의하게 빨랐다($p<.05$). 목뿔아래근의 근 활성 끝나는 시간은 교합 동안 정상 삼킴이 정상 삼킴 보다 유의하게 느렸다($p<.05$). 목뿔아래근의 활성 기간은 교합 동안 힘껏 삼킴이 정상 삼킴보다 유의하게 길었으며($p<.05$), 정상 삼킴, 교합 동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴 사이의 차이는 없었다($p>.05$). 깨물근의 근 활성 시작 시간은 교합 동안 힘껏 삼킴과 힘껏 삼킴이 정상 삼킴보다 유의하게 빨랐으며($p<.05$), 교합 동안 힘껏 삼킴이 힘껏 삼킴보다 유의하게 빨랐다($p<.05$). 깨물근의 근 활성 끝나는 시간은 교합 동안 정상 삼킴이 정상 삼킴보다 유의하게 느렸으며($p<.05$), 정상 삼킴, 힘껏 삼킴, 교합 동안 힘껏 삼킴 사이의 차이는 없었다($p>.05$). 깨물근의 활성 기간은 교합 동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴, 교합 동안 힘껏 삼킴이 정상 삼킴보다 유의하게 길었으며($p<.05$), 교합 동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴, 교합 동안 힘껏 삼킴 사이의 차이는 없었다($p>.05$)(Table 3).

Table 2. Mean and peak value of SH, IH, MA muscle activity in four swallowing conditions

Variables		NS	NSO	ES	ESO	F	P
		Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD		
SH	Mean (μ V)	14.39 $\pm$ 4.87	13.75 $\pm$ 5.36	21.36 $\pm$ 8.76 ^{a,b}	18.97 $\pm$ 7.42 ^{a,b,c}	36.605	<0.001
	Peak (μ V)	47.48 $\pm$ 23.34	49.73 $\pm$ 18.43	77.89 $\pm$ 33.69 ^{a,b}	73.77 $\pm$ 30.45 ^{a,b}	37.541	<0.001
IH	Mean (μ V)	6.91 $\pm$ 3.64	9.10 $\pm$ 5.46	10.95 $\pm$ 4.40 ^{a,b}	10.95 $\pm$ 5.32 ^{a,b}	20.570	<0.001
	Peak (μ V)	16.51 $\pm$ 8.87	32.30 $\pm$ 38.36	44.98 $\pm$ 31.47 ^{a,b}	42.43 $\pm$ 37.73 ^{a,b}	14.423	<0.001
MA	Mean (μ V)	6.17 $\pm$ 3.84	22.40 $\pm$ 12.49 ^a	16.53 $\pm$ 10.10 ^a	37.26 $\pm$ 29.96 ^{a,b,c}	25.374	<0.001
	Peak (μ V)	16.50 $\pm$ 9.43	77.38 $\pm$ 54.77 ^a	95.02 $\pm$ 78.84 ^a	164.93 $\pm$ 97.54 ^{a,b,c}	43.937	<0.001

^a $p<0.05$, significant difference as compared with the NS

^b $p<0.05$, significant difference as compared with the NSO

^c $p<0.05$, significant difference as compared with the ES

NS: Normal swallow; NSO: Normal swallow with occlusion; ES: Effortful swallow; ESO: Effortful swallow with occlusion; SH: Suprahyoid; IH: Infrahyoid; MA: Masseter.

Table 3. Timing analysis of SH, IH, MA muscle activity in four swallowing conditions

Variables		NS	NSO	ES	ESO	F	P
		Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD		
SH	Onset (sec)	1.03 $\pm$ 0.46	0.74 $\pm$ 0.45 ^a	0.80 $\pm$ 0.43 ^a	0.73 $\pm$ 0.32 ^a	11.838	<0.001
	Off (sec)	2.10 $\pm$ 0.45	1.71 $\pm$ 0.93	1.94 $\pm$ 0.47	2.24 $\pm$ 0.48 ^b	4.820	0.015
	Duration (sec)	1.07 $\pm$ 0.73	0.97 $\pm$ 0.67	1.14 $\pm$ 0.54	1.51 $\pm$ 0.43 ^{a,b,c}	5.835	0.009
IH	Onset (sec)	1.08 $\pm$ 0.56	1.19 $\pm$ 0.54	1.02 $\pm$ 0.42	1.00 $\pm$ 0.57 ^b	3.870	0.022
	Off (sec)	1.47 $\pm$ 0.65	2.04 $\pm$ 1.00 ^a	1.58 $\pm$ 0.66	1.78 $\pm$ 0.95	4.580	0.008
	Duration (sec)	0.39 $\pm$ 0.25	0.75 $\pm$ 0.65	0.55 $\pm$ 0.34	0.77 $\pm$ 0.57 ^a	5.749	0.005
MA	Onset (sec)	1.10 $\pm$ 0.47	0.95 $\pm$ 0.50	0.85 $\pm$ 0.48 ^a	0.69 $\pm$ 0.39 ^{a,c}	6.417	0.006
	Off (sec)	1.67 $\pm$ 0.56	2.23 $\pm$ 0.58 ^a	1.84 $\pm$ 0.59	2.11 $\pm$ 0.84	4.434	0.012
	Duration (sec)	0.57 $\pm$ 0.24	1.28 $\pm$ 0.71 ^a	0.98 $\pm$ 0.53 ^a	1.43 $\pm$ 0.71 ^a	12.164	<0.001

^ap<0.05, significant difference as compared with the NS^bp<0.05, significant difference as compared with the NSO^cp<0.05, significant difference as compared with the ES

NS: Normal swallow; NSO: Normal swallow with occlusion; ES: Effortful swallow; ESO: Effortful swallow with occlusion; SH: Suprahyoid; IH: Infrahyoid; MA: Masseter.

IV. 고 찰

삼키는 음식이 구강에서 식도로 이동하는 동안에 삼킴과 관련된 구조 및 근육들의 동시다발적인 협응을 통하여 발생한다. 삼킴 장애는 질식, 흡인성 폐렴 등을 유발할 수 있어 임상에서 이른 삼킴 재활이 필요시 된다.¹⁾ 이에 많은 치료기법이나 매뉴얼들이 개발되고 그 효과가 증명되었다. 선행연구에서는 Kahrilas의 힘껏 삼킴 및 교합 삼킴이 삼킴 치료에 효과를 나타낼 수 있다고 제시되었다.^{2,17,23)} 하지만 힘껏 삼킴이나 교합 동안 삼킴 연구는 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성, 활성기간의 대해 확인한 바 있었으나, 교합 동안 힘껏 삼킴에 대한 효과연구는 알려지지 않았다. 이에 본 연구는 삼킴 장애가 없는 정상성인 30명을 대상으로 교합 동안 힘껏 삼키기가 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성, 근 활성 시작 시간, 활성기간에 미치는 효과를 알아보고 임상에서 삼킴 장애 치료를 위한 근거자료를 마련하고자 하였다. 본 연구는 네 가지 삼킴 방법(정상 삼킴, 교합동안 정상 삼킴, 힘껏 삼킴, 교합 동안 힘껏 삼킴)에 따른 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 활성과 타임 분석 결과를 크게 두 가지로 제시하였다.

첫째, 네 가지 삼킴 방법에 따른 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨

물근의 평균값 및 최대값은 유의한 차이가 있었다. 사후 분석에서 목뿔위근의 평균값은 힘껏 삼킴이 다른 세 가지 방법보다 유의하게 높았다. 교합 동안 힘껏 삼킴은 깨물근의 평균값이 다른 세 가지 방법보다 유의하게 높은 것으로 보아 상대적으로 힘껏 삼킴은 목뿔위근에 많이 집중을 하였기에 이러한 결과가 나온 것으로 사료된다. 목뿔아래근의 평균값이 목뿔위근과 같은 결과가 나오지 않은 이유는 목뿔아래근은 근전도 검사 시 방패연골(thyroid cartilage)이 먼저 위치하고 있기 때문에 근전도 값을 민감하게 잡아내지 못하기 때문으로 사료된다.

힘껏 삼킴과 교합 동안 힘껏 삼킴은 정상 삼킴보다 평균값과 최대값에서 유의하게 더 큰 활성을 보였다. 교합 동안 힘껏 삼킴은 깨물근을 활성을 시켜 삼킴에 안정감을 제시하고 힘껏 삼킴에 대한 효과로 정상 삼킴보다 평균값과 최대값이 높게 나온 것으로 사료된다. Jang과 Lee(1998)는 치과보철학(prostodontics)에 의하면 최대 교합 접촉이 근 신경계를 안정된 상태를 이루어 준다고 보고 하였다.⁹⁾ 최대 교합 접촉은 상, 하악 치열이 가장 많은 부위가 접촉하고 악구강계의 근신경계를 안정 상태로 만드는데 이는, 세포의 내, 외막이 전기적으로 안정된 상태를 말하며 이것은 근육을 적절한 길이로

유지시켜 근 수축을 섬세하게 조절할 수 있도록 해준다. 또한, 비정상적인 근 긴장을 해소시킨다. 따라서 최대 교합 접촉은 근신경계를 안정된 상태로 만들어 삼킴의 메카니즘을 빠르게 나타낼 수 있도록 해주는 것으로 보인다.¹¹⁾ Gelb 등(1996)은 악안면 영역 안에 속하는 근육이 전신의 구조물 사이에 관계가 있고 그로 인해 적절한 교합 시 최적의 생리적 상태가 얻어질 수 있으며 운동능력도 증가할 수 있다고 하였다.⁴⁾ 실제로 태권도 선수 10명을 대상으로 마우스가드(mandibular orthopedic repositioning appliance)를 사용했을 때 민첩성과 순발력이 유의하게 향상되었고,¹⁴⁾ 12명의 역도 선수를 대상으로 마우스가드 사용 시 배 근력이 향상되었다고 보고되었다.⁸⁾ Huckabee 등(2005)은 정상 성인 20명을 대상으로 힘껏 삼킬 시 정상 삼킴보다 삼킴 근육들을 더 강화한다고 보고하였다.⁶⁾ 이런 선행연구의 결과는 본 연구와 동일하다.

둘째, 목뿔위근, 목뿔아래근, 깨물근의 근 활성화 시작 시간은 교합 동안 힘껏 삼킴에서 가장 빠르게 나타났으며, 활성화 기간은 교합 동안 힘껏 삼킴이 세 가지 방법보다 길었다. 특히, 목뿔위근의 활성화 기간 값이 교합 동안 힘껏 삼킴에서 세 가지 방법보다 유의하게 길었다. 이러한 결과는 교합 동안의 삼킴이 깨물근의 활성화로 인한 근신경계의 안정과 힘껏 삼킴이 시너지효과를 일으켜 나타난 결과로 사료된다.

목뿔위근의 활성화는 목뿔뼈를 위, 앞방향으로의 움직임과 상부식도조임근의 열림을 유도하여 기도를 보호하는 중요한 역할을 담당한다.^{6,16,18,25)} Huckabee(2005)는 힘껏 삼킴이 정상 삼킴보다 목뿔위근의 활성화가 더 높게 나타난다고 보고하였고 건강한 18명의 성인을 대상으로 힘껏 삼킴이 인두 내 압력과 상부식도조임근의 열림에 유의한 차이를 확인하였다.⁶⁾ Hind 등(2001)은 64명의 45~93세의 건강한 성인을 대상으로 정상 삼킴과 힘껏 삼킴의 차이를 보았는데 그 결과, 힘껏 삼킬 시 구강 내 압력이 유의하게 높았고 목뿔뼈의 최대 앞 위치, 인두의 닫힘, 상부식도조임근의 지속기간이 유의하게 길었다.⁵⁾ 또한, 목뿔뼈의 위쪽 움직임이 유의하게 높았으며 음식의 잔여물이 유의하게 감소하였다. Kim 등(2016)은 19명의 삼킴 장애를 동반한 뇌졸중 환자를 대상으로 20분의 힘껏 삼킴의 훈련을 매주 5회씩 4주를 제공했으며 그 결과, 인두 수축에 유의하게 높은 결과를 얻었다.¹³⁾

따라서 본 연구에서 수행한 힘껏 삼킴은 세 가지 삼킴보다 활성화 값이 높게 나왔으므로 인두에 잔여물이 남거나 목뿔위근이 약한 환자나 노인들이 사용하면 적합할 것으로 사료된다. 반면에 교합 동안 힘껏 삼킴은 힘껏 삼킴 보다 목뿔위근의 활성화 값이 낮게 나왔는데 이는 힘껏 삼킴은 목뿔위근에 집중하였지만 교합 동안 힘껏 삼킴의 경우 목뿔위근과 깨물근 두 곳에 집중했기 때문이라고 사료된다. 교합 동안 힘껏 삼킴은 삼킴의 시작 시간을 빠르게 하며 삼킴 기간을 길게 하고 동시에

목뿔위근의 활성도를 증가시켜 신경학적 손상으로 인한 삼킴 장애, 즉 삼킴 반사 지연이 있거나 후두개곡에 잔여물이 남는 환자에게 사용할 수 있다고 사료된다. 또한, 다른 메뉴버나 삼킴 기법 보다 비교적으로 지시나 수행하기 쉬워 인지기능을 손상 받은 환자에게 사용하기 용이하다고 사료된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 삼킴에 장애가 없는 건강한 성인을 대상으로 하여 삼킴에 장애를 가진 노인이나 환자에 일반화하는데 어려움이 있다. 둘째, 대상자는 일정한 양의 음식과 점도를 고려하여 제공하지 않고 본인의 침을 삼켰다. 따라서 추후의 연구는 다양한 식이를 이용한 연구가 필요할 것이다. 마지막으로 인두내의 압력을 확인하지 못하였다. 삼킬 때에는 상악과 인두에 따라 다양한 압력이 발생하는데 본 연구에서는 확인하지 못하였다.⁶⁾ 추후 연구에서는 이러한 제한점을 보완하여 삼킴에 장애가 있는 환자나 노인을 대상으로 적절한 식이를 이용한 연구가 필요할 것이다.

결론으로, 연구의 결과는 힘껏 삼킴과 교합을 함께 시도하였을 때, 삼킴 반응에 더 효과적일 수 있음을 시사한다. 추후 연구에서는 노인이나 삼킴장애를 가진 환자를 대상으로 연구할 필요가 있을 것이다.

References

1. Baek JY, Song BH, Oh MH. The effects of pharyngeal function reinforcement program on pharyngeal swallowing function for the stroke geriatric patients. *Rehabilitation Welfare*. 2011;15:71-93.
2. Burkhead LM, Sapienza CM, Rosenbek JC. Strength-training exercise in dysphagia rehabilitation: Principles, procedures, and directions for future research. *Dysphagia*. 2007;22(3):251-65.
3. Campillo B, Martin C, Palma JC, et al. Electromyographic activity of the jaw muscles and mandibular kinematics in young adults with theoretically ideal dental occlusion: Reference values. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*. 2017;22(3):383.
4. Gelb H, Mehta NR, Forgiione AG. The relationship between jaw posture and muscular strength in sports dentistry: A reappraisal. *CRANIO®*. 1996;14(4):320-5.
5. Hind JA, Nicosia MA, Roecker EB, et al. Comparison of effortful and noneffortful swallows in healthy middle-aged and older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(12):1661-5.
6. Hiss SG, Huckabee ML. Timing of pharyngeal and upper esophageal sphincter pressures as a function of normal and effortful swallowing in young healthy adults. *Dysphagia*. 2005;20(2):149-56.

7. Huckabee ML, Steele CM. An analysis of lingual contribution to submental surface electromyographic measures and pharyngeal pressure during effortful swallow. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(6):1067-72.
8. Choi SJ, Jung JK, Lee KB, et al. The effect of occlusal condition on physical fitness and motor capacity in athletes according to various types of mouthguards. *Journal of Dental Rehabilitation and Applied Science*. 2013;29(1):1-9.
9. Jang JM, Lee SB. A qualitative and quantitative study on occlusal conditions in health volunteers and athletes with normal occlusion. *Journal of the Korean Dental Prosthodontic Society*. 1998;36(2):43.
10. Johnson DN, Herring HJ, Daniels SK. Dysphagia management in stroke rehabilitation. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*. 2014;2(4):207-18.
11. Jung YS, Kim JS, Choi JK. The influence of local anesthesia of canine periodontal ligament on electromyographic activities of jaw elevator muscles during canine guidance. *Journal of Oral Medicine and Pain*. 1988;13(1):85-93.
12. Custodio W, Gomes SGF, Faot F, et al. Occlusal force, electromyographic activity of masticatory muscles and mandibular flexure of subjects with different facial types. *Journal of Applied Oral Science*. 2011;19(4):343-9.
13. Kim KH, Hong DK, Park SJ, et al. A comparison of effortful swallow with emphasis on tongue to palate and inhibiting tongue to palate on suprahyoid, infrahyoid, masseter muscle activity. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*. 2016;55(4):367-78.
14. Lee JW. The effects of mouthguards on the athletic performance of elite taekwondo athletes. Kyunghee University. Dissertation of Doctorate Degree. 2011.
15. Lee MS, Choi YC, Choi SC, et al. A study of relationship between bite force, masseter muscle and craniofacial morphology: Cephalometric and ultrasonographic analysis. *Journal of The Korean Academy of Pediatric Dentistry*. 2008;35(3):399-417.
16. Hamdy S, Aziz Q, Thompson DG, et al. Physiology and pathophysiology of the swallowing area of human motor cortex. *Neural Plasticity*. 2001;8(1-2):91-7.
17. Monaco A, Cattaneo R, Spadaro A, et al. Surface electromyography pattern of human swallowing. *BMC Oral Health*. 2008;8(1):6.
18. Moon JH, Won YS. Difference of suprahyoid, masseter, orbicularis oris muscles activity in normal swallow and effortful swallow of healthy adults. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*. 2017;11(1):231-9.
19. Moreno I, Sanchez T, Ardizzone I, et al. Electromyographic comparisons between clenching, swallowing and chewing in jaw muscles with varying occlusal parameters. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*. 2008;13(3):207.
20. Clavé P, De Kraa M, Arreola V, et al. The effect of bolus viscosity on swallowing function in neurogenic dysphagia. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 2006;24(9):1385-94.
21. Steele CM, Alsanei WA, Ayanikalath S, et al. The influence of food texture and liquid consistency modification on swallowing physiology and function: A systematic review. *Dysphagia*. 2015;30(1):2-26.
22. Shinogaya M, Bakke M, Thomsen CE, et al. Effects of ethnicity, gender and age on clenching force and load distribution. *Clinical Oral Investigations*. 2001;5(1):63-8.
23. Valenzuela S, Baeza M, Miralles R, et al. Laterotrusive occlusal schemes and their effect on supra- and infrahyoid electromyographic activity. *The Angle Orthodontist*. 2006;76(4):585.
24. Van Spronsen PH, Weijs WA, Valk J, et al. Comparison of jaw-muscle bite-force cross-sections obtained by means of magnetic resonance imaging and high-resolution CT scanning. *Journal of Dental Research*. 1989;68(12):1765-70.
25. Wheeler-Hegland KM, Rosenbek JC, Sapienza CM. Submental sEMG and hyoid movement during mendelsohn maneuver, effortful swallow, and expiratory muscle strength training. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2008;51(5):1072-87.
26. Woo HS, Jang KY, Cheon SC, et al. The effects of different head angles on suprahyoid muscle activation. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*. 2009;17(4):71-9.
27. Woo HS, Jang KY, Oh JC. The effects of eight-week tongue-holding maneuver program on activation of swallowing-related muscles. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*. 2014;22(1):53-63.
28. Yang KY, Han KS, Yeo IS. Masticatory muscle activity and bite force according to head posture and clenching level. *Journal of Oral Medicine and Pain*. 2003;

- 28(2):249-59.
29. Crary MA, Carnaby GD, Groher ME. Identification of swallowing events from sEMG signals obtained from healthy adults. *Dysphagia*. 2007;22(2):94-9.