

음식물의 점도와 양에 따른 삼킴근육의 근활성도 비교

박미진*, 우희순**, 장기연**, 한미애*

*술과란 아동연구소

**우송대학교 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구는 건강한 성인들을 대상으로 삼킴 시 음식물의 점도 및 양을 객관적으로 측정하고, 단계적으로 점도와 양을 증가시킬 때 나타나는 삼킴근육의 근활성 변화를 알아보고자 하였다.

연구방법 : D광역시 ○○대학교에 재학중인 건강한 성인 40명(남 20명, 여 20명)을 대상으로 surface Electromyographic(sEMG)를 사용하여 음식물의 점도와 양에 따른 삼킴 시의 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 활성크기를 측정하고, 음식물의 점도와 양의 변화 시 삼킴에 따른 노력의 정도를 객관화된 수치로 나타내고자 Visual Analogue Scale (VAS)을 사용하였다.

결과 : 음식물의 점도가 높아질수록 목뿔위근육의 근활성도가 높아지는 것을 알 수 있었으며, 음식물의 양이 많아질수록 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근활성도가 높아지는 것으로 나타났다.

결론 : 본 연구를 통해 임상에서 구강 내 조절 및 인두기 삼킴 반사가 저하된 환자들을 대상으로 연하의 식이를 결정할 때 점도의 정도와 양을 고려한 식이 추천에 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 음식물의 삼킴 시 목뿔위근육과 목뿔아래근육에 요구되는 근활성도를 추측하는데 도움이 될 것이다.

주제어 : 삼키기, 삼킴 관련 근육, 양, 점도, 표면근전도

I. 서론

삼킴 시 목뿔위근육(suprahoid) 및 목뿔아래근육(infrahyoid)을 포함한 삼킴 관련 근육은 안전한 삼킴을 위하여 목뿔(hyoid bone)을 상승(elevation)시킨 후 원위치 시키는데 중요한 역할을 한다. 목뿔위근육은 두힘살근(digastric muscle), 붓목뿔근(stylohyoid muscle), 턱끝목뿔근(geniohyoid muscle), 턱목뿔근(mylohyoid muscle)으로 구성되어있으며, 목뿔의 상승뿐만 아니라 삼킴이 일어나는 동안에 식도를 확장시키는 역할도 병행

한다(Bardan, Kern, Arndorfer, Hofman, & Shaker, 2006). 목뿔위근육이 약화되면 목뿔의 움직임이 감소하고, 상부식도조임근의 개방이 저하되어 음식물이 기도 내로 흘러들어 가게 하는 침습(penetration)이나, 흡인(aspiration)이 발생하게 된다(Easterling et al., 2000; Kendall & Leonard, 2001).

정상적 목뿔후두 움직임은 점도와 양에 의한 생리적 기전에 많은 영향을 받기 때문에, 삼킴에 있어서 음식물의 점도와 양은 안전한 삼킴과 직결될 수밖에 없다(Chi-Fishman & Sonie, 2002). 연하장애가 있는 환자

들은 음식물이 목에 걸려 딱딱하게 막혀있는 것 같은 느낌을 호소하게 되며 음식을 삼키는 동안이나 삼키고 난 후에 기침하거나, 통증을 호소하기도 하며, 상부식도조임근의 개방 이상 및 흡인의 위험성이 높아진다(박희자와 강현숙, 2002).

정상인의 경우 점도가 증가할수록 혀와 인두 벽에 형성되는 압력과 이들의 근육활동이 증가하게 된다. 이러한 근육 움직임의 증가로 상부식도조임근의 개방이나 후두 폐쇄와 같은 밸브 기능이 향상된다(Logemann, 1988). 음식물의 점도는 구강과 인두기의 음식물 이동 시간, 삼킴 반응(swallowing reflex) 유발 시간의 적절성, 상부식도조임근의 개방기간 및 목뿔뼈와 후두의 왕복 움직임 크기에 영향을 준다(Dantas et al., 1990; Logemann, Rademaker, Kahrilas, & Lazarus, 1994). 연하장애 환자에게 음식물의 점도 조절은 기도 흡인의 위험성을 줄여주고 음식물이 위까지 효과적으로 통과하는데 기여하며(Bach et al., 1989), 환자의 인지 수준이 높지 않아도 적용할 수 있다는 장점이 있다(Logemann, 1998). 물이나 음식물의 점도를 증가시켜 주면 삼킴 반사가 일어나기 전에 음식물이 혀 뒤로 떨어져 기도 내로 흡인되는 위험성을 줄여주며, 음식물 입자들이 서로 흩어지지 않고 덩어리를 이루어 인두를 통과하게 되므로 연하 반사 후 남게 되는 음식물의 잔류량이 줄어드는 이점을 보인다(Groher, 1987).

점도와 더불어 삼킴의 안정성에 크게 영향을 미치는 요인으로 음식물의 양을 들 수 있다(Freya, Maggie, Sebastian, Ulrike, & Catherine, 2008). 사람이 한 번에 입에 넣을 수 있는 음식이나 액체의 양은 쉽고 안전하게 삼키는 능력과 관련이 있다(송영진 등, 2007). 신경계 환자를 대상으로 음식물의 양을 점진적으로 증가하였을 때 구강인두 삼킴 반응(oropharyngeal swallowing response)을 추적한 연구에서 음식물의 양이 증가할 때 침습이나, 흡인의 위험성이 높아지는 것으로 나타났다

(Clave et al., 2006). 송영진 등(2007)은 일반적으로 흡인의 위험이 있는 환자들에게는 안전을 위해 적은 양을 추천한다고 하였고, 인두 단계의 삼킴 반응의 유발이 지연된 환자의 경우에는 많은 양의 음식으로 삼킴을 촉진하고, 인두 삼킴이 약한 환자의 경우에는 음식물을 두 세 번씩 나누어 삼켜야 인두에 음식이 누적되어 흡인을 감소시킬 수 있다고 하였다.

이렇듯 음식물의 점도와 양은 안전한 삼킴에 큰 영향을 미치는데 반하여, 최근의 연구들은 각각의 변인들에 대한 측정방법 및 해석에 대한 차이가 커, 적절한 식이의 점도와 양을 실제 임상현장에서 적용하는데 어려움이 따른다(한태륜, 백남중, 박진우, 이은경과 박미선, 2000; Bisch, Logemann, Rademaker, Kahrilas, & Lazarus, 1994; Gumbley, Huckabee, Doeltgen, Witte, & Moran, 2008; Lazarus et al., 1993). 연하장애를 보이는 환자군에 있어 음식물의 점도와 양 조절은 환자들의 삼킴 기능 및 안전한 삼킴에 영향을 미치는 주요 요소이므로, 연하식 적용시 점도와 양에 대한 객관화된 자료와 정확한 측정방법의 제시가 필수적이라 하겠다(Reimers-Neils, Logemann, & Larson, 1994). 따라서 본 연구에서는 건강한 성인들을 대상으로 음식물의 점도 및 양을 객관적으로 측정하고, 단계적으로 점도와 양을 증가시킬 때 나타나는 삼킴 근 활성의 변화를 표면근전도를 통하여 측정하여 음식물의 점도와 양에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 변화를 추적하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

D광역시 ○○대학교에 재학 중인 학생들을 대상으로

표 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

(N=40)

특 성	$M \pm SD$	범 위
연령 (세)	20.68 $\pm$ 1.20	19 ~ 23
신장 (cm)	167.68 $\pm$ 8.28	152 ~ 183
체중 (kg)	60.90 $\pm$ 11.44	40 ~ 85

실험참가 대상자들을 모집하여, 지원자 중 40명의 학생(남 20명, 여 20명)들을 선정하여 실험을 진행하였다. 실험대상자들은 건강상태와 병력에 관한 질문지를 작성하였으며, 이들 중 과거 연하장애의 증상이나, 실험 결과에 영향을 미칠만한 신경학적 질환이 없는 건강한 성인을 대상으로 선정하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성은 표 1과 같다.

2. 측정 방법 및 절차

연구 대상자는 겨드랑이 높이의 등받이가 있는 의자에 고관절을 90° 굴곡하여 수직의 자세로 앉아 척추의 움직임 최소화하고, 몸통은 테이블과의 간격 10cm를 유지한다. 양팔은 앞으로 하여 테이블 위에 편안하게 두고 머리는 정중선(midline)에 오도록 두며 턱은 약간 당겨 올린다. 자세를 조정한 후 근전도 전극을 부착하고, 검사자가 피검자에게 주사기를 통하여 음식물을 직접 투입한다. 피검자는 음식물을 입안에 머금고 있다가 신호음이 주어졌을 때 한 번에 삼키도록 유도한다. 이때 유발되는 삼킴 근육의 활성도를 표면 근전도를 통해 추출한다. 수집된 데이터의 신뢰도를 높이기 위하여 같은 삼킴을 1분 간격으로 3회 반복하여 평균치를 분석하였다. 대상자는 각각의 단계에서 3회씩 측정하여 총 21회의 삼킴을 반복하였다(Reimers-Neils et al., 1994; Wheeler, Chiara, & Sapienza, 2007).

음식물의 점도에 따른 구강기부터 인두기까지의 삼킴 근육의 활성 크기를 측정하기 위해 5mL의 물, 플레인 요구르트, 감자 스프레드를 사용하여 순서대로 단계적 검사를 하였다. 각 단계 사이에 5분의 휴식시간을 주었다. 음식물의 양에 따른 구강기부터 인두기까지의 삼킴 근육의 활성 크기를 측정하기 위해 물을 사용하여 가장 적은 양인 3mL부터 시작하여 10mL, 20mL까지 단계적 검사를 시행하였다. 각 단계 사이에 5분의 휴식시간을 주었다(Reimers-Neils et al., 1994).

3. 표면 근전도 측정

근 활성도의 측정은 표면 근전도 시스템 WEMG-8(LXM3208-RF, 락싸, 대전, 한국)을 사용하였다. 근전도 신호의 수집을 위한 전극은 3M사의 일회용 전극인

Red Dot을 사용하였다. 근전도 시스템에는 접지전극(ground electrode), 활성전극(active electrode)과 기준전극(reference electrode)으로 구성된 바이폴라 스냅 전극이 측정전극으로 연결되며, 이를 통해 디지털 처리된 표면 근전도 신호는 컴퓨터에서 Telescan 2.8 소프트웨어를 이용하여 처리하였다. 표면 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1,024Hz로 설정하였고 전기 신호에 의한 잡음을 제거하기 위하여 60Hz의 노치필터(notch filter)와, 20~50Hz의 밴드 패스 필터(band pass filter)를 사용하였다. 표면근전도 신호는 목뿔뼈 위쪽에 위치한 목뿔위근육과, 목뿔뼈 아래에 위치한 목뿔아래근육에 좌-우 각각 1채널씩 구분하여 2개 채널 전극을 부착하였다(그림 1). 부착부위 피부 표면은 탈지면에 소독용 알코올을 적서 피부 표면을 깨끗이 하여 활성전극을 붙인 후 활성전극에서 3cm 떨어진 곳에 기준전극을 붙였다. 그리고 다른 전기적 신호의 방해를 차단하기 위한 접지전극은 왼쪽 손목에 부착하였으며 신뢰도를 높이기 위하여 모든 전극의 부착은 평가자 1인이 담당하였다.

4. Visual Analogue Scale; VAS

Visual Analogue Scale; VAS는 환자가 느끼는 주관적인 통증의 강도를 시각적으로 표시함으로써 통증변화를 간단하게 반영할 수 있는 평가도구로(DeLoach, Higgins, & Caplan, 1998), 주관적인 통증을 객관화하고 계량화하고자 통증 평가지표를 만들어 운동치료 후 환자의 지속적인 관찰과 최종판정에 사용되었다(Million,

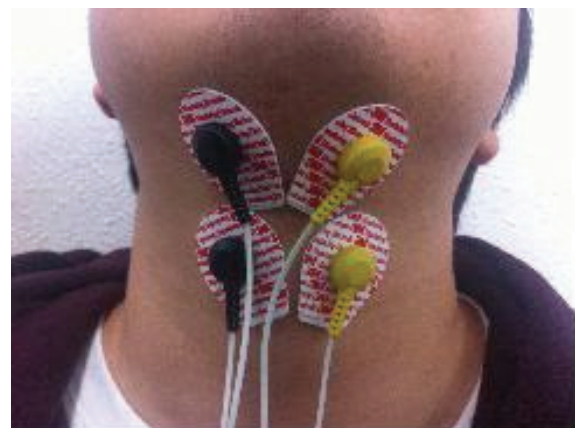


그림 1. 표면 근전도 전극의 부착위치

Hall, Nilsen, Baker, & Jayson, 1982). VAS는 개인의 주관성이 포함되는 평가이지만, 정량적인 도구와 상관성을 본 연구에서 신뢰성이 입증된 바 있고, 최근에는 삼킴 시 노력의 변화를 측정하기위해서 사용되기도 하였다 (Arif et al., 2012; Sakuma & Kida, 2010; Stephanie, Jacqueline, Ronald, & JoAnne, 2010).

본 연구에서는 삼키기와 관련된 기존의 연구에 기초하여 음식물의 점도와 양의 변화 시 삼킴의 노력의 변화를 객관화된 수치로 나타내고자 각각 삼킴 동안에 VAS를 측정하였다. 이 도구는 길이가 100mm의 선으로 이루어져 있으며, 왼쪽과 오른쪽의 끝에 각각 “쉬움(no effort)”과 “최대의 노력(extreme effort)”으로 표시되어 있고, 삼킴이 쉬울수록 점수가 낮아지고, 어려울수록 점수가 높아지는 것이다(Ostelo & de Vet, 2005). 연구 대상자가 평가지에 직접 표시함으로써 삼킴 시 노력의 변화를 기록하였다. 본 연구에서는 기초선을 성립하기 위해 마른 삼킴 시 5라고 가정하였다. 실험의 대상자는 각각 삼킴 동안에 점도와 양의 변화에 따라서 VAS를 측정하여 총 6회의 측정을 하였다.

5. 실험 도구

1) 선상전개검사

선상전개검사(Line Spread Test; LST)는 1940년에 개발되었다(Adams & Birdsall, 1946; Grawemeyer & Pfund, 1943). 선상전개검사는 평면상에서 액체가 퍼지

는 정도를 비교하여 액체(thickened-liquid)의 점도를 수치화하여 제시해주는 도구로, 점도를 측정하는데 매우 간단한 방법 중 하나이다(Mann & Wong, 1996). 선상전개검사와 액체를 담을 수 있는 투명한 관만 있으면 어떤 액체의 점도는 수치화할 수 있으므로 고가의 점도계(viscometer)를 치료실이나 병실마다 구비해 놓을 수 없는 임상 현실에서 쉽고 빠르게 액체의 점도를 측정해 낼 수 있는 방법으로 추천되어지고 있다(Glassburn & Deem, 1998; Mark & JoAnne, 2007).

선상전개검사는 0.5cm 간격으로 동심원이 그려진 종이위에 유리판을 놓고 지름 2cm, 높이 2cm의 관에 측정하고자하는 시료 5mL 담은 후 관을 들어 올린 후 1분간 흐르도록 하여 양 사방으로 가장 넓게 퍼진 부분을 기준으로 측정한다. 본 연구에서는 4회 반복 측정하여 평균 값을 구하였다(그림 2).

2) 음식물

(1) 점도 변화

음식물의 점도를 측정하기 위해 기존의 연구에 기초하여 음식물의 점도는 액체(liquid), 묽은 액체(thin paste), 된 액체(thick paste)로 하였다. 액체는 물을, 묽은 액체는 플레인 요구르트를 그리고 된 액체는 감자 스프레드를 사용하였다(Reimers-Neils et al., 1994). 물은 100% 순수한 물을 사용하고, 플레인 요구르트 시중에 판매되고 있는 요플레(빙그레)를 사용하였다. 감자 스프레드는 삶은 감자를 10:1(감자:물)의 비율로 혼합하여 으개서 사

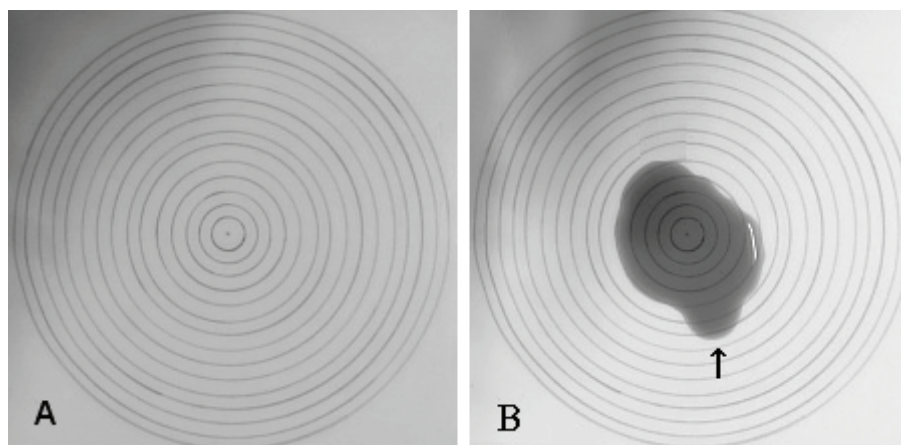


그림 2. 선상전개검사지. 검사 전(A)과 액체(liquid)의 검사 후(B)

용하였다. 선상검사상에서 음식물의 점도 측정 결과, 물 $5.12 \pm 0.25\text{cm}$, 플레인 요거트 $1.37 \pm 0.25\text{cm}$, 감자 스프레드 $0.50 \pm 0.00\text{cm}$ 로 측정되었다.

(2) 양 변화

음식물의 양은 선행연구에서 보면 3mL, 5mL, 10mL, 20mL, 30mL로 측정된 바 있다(Adnerhill, Ekberg, & Groher, 1989; Argon et al., 2004; Castell, Dalton, & Castell, 1990; Yabunaka et al., 2012). 본 연구에서는 점진적인 양의 증가를 확인하기 위하여 3mL, 10mL, 20mL을 대상 양으로 선정 하였다. 모든 음식물은 순수한 액체 상태로 동일하게 유지하였으며, 액체의 정확한 측정을 위하여 최대 20mL까지 내용물을 담을 수 있는 주사기를 사용하여 피검자의 입에 직접 투여하였다.

6. 자료 처리 및 분석 방법

각각의 검사에서 근 활성도의 자료를 측정하여 삼킴 근육의 활성 크기를 추출한 후 삼킴이 유발되는 시점의 근 활성도를 제곱 평균 제곱근법(Root Mean Square; RMS)으로 처리를 하였다. 음식물의 점도와 양에 따른 구강기부터 인두기까지의 삼킴 근육의 활성 크기를 비교하기 위해서 각각의 활성 시간을 일원분산분석(one-way ANOVA)을 통하여 통계분석 하였으며, 사후검정에 Scheffe를 적용하였다. 음식물의 점도와 양의 변화에 따른 삼킴 시 노력의 변화를 VAS로 측정하여 일

원분산분석을 통하여 통계분석을 하였으며, 사후검정에 Scheffe를 적용하였다. 연구의 통계학적 유의성을 검정하기 위하여 유의수준 $\alpha=.05$ 로 정하였으며 수집된 자료는 통계프로그램 SPSS 12.0을 사용하여 분석하였다.

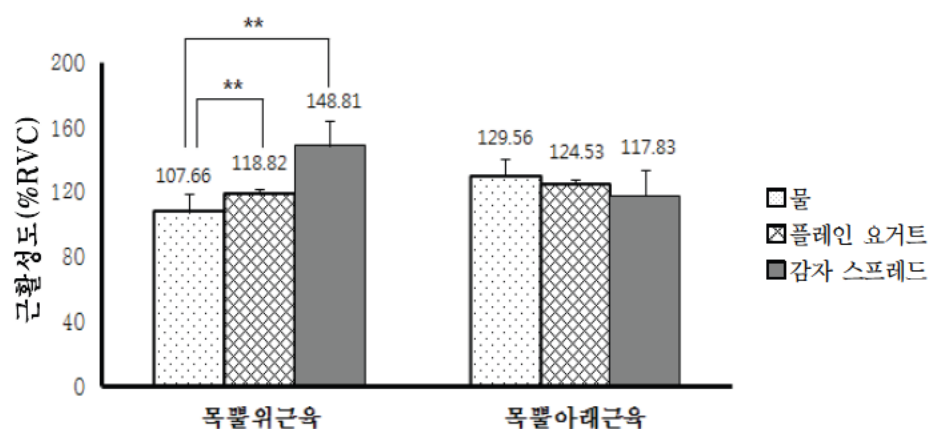
III. 연구 결과

1. 음식물 점도에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근활성도

음식물 점도에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근 활성도를 분석한 결과 목뿔위근육에서 물은 평균 107.66 ± 33.48 , 플레인 요거트는 118.82 ± 34.80 , 감자 스프레드는 148.81 ± 49.76 으로 물과 감자 스프레드에서 그리고 플레인 요거트와 감자 스프레드에서 목뿔위근육의 근 활성에 유의미한 차이를 보였다($p<.01$) (그림 3). 물과 플레인 요거트에서는 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 목뿔아래근육의 근 활성도는 음식물의 점도에 따라 비교하여 유의할 만한 차이를 보이지 않았다.

2. 음식물 양에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근 활성도

음식물 양에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근 활



* $p<.05$, ** $p<.01$

그림 3. 음식물 점도에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근활성도(%RVC)

성도를 분석한 결과 목뿔위근육에서 물 3mL에서 평균 100.50 ± 25.15 , 물 10mL는 109.42 ± 29.20 , 물 20mL는 128.96 ± 43.87 로 물 3mL와 20mL에서 그리고 물 10mL와 20mL에서 목뿔위근육의 근 활성화에 있어서 유의미한 차이($p < .01$)를 보였고, 물 3mL와 10mL에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다(그림 4). 목뿔아래근육의 근 활성화도는 음식물의 양에 따라 비교하여 물 3mL와 20mL에서 유의미한 차이를 보였다($p < .05$).

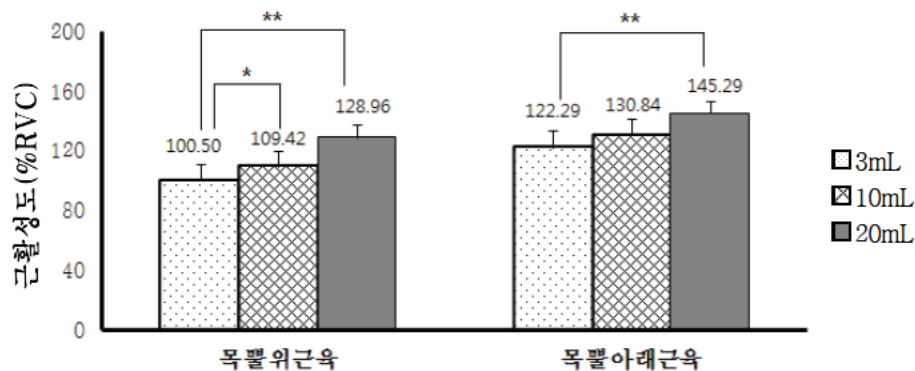
3. 음식물 점도에 따른 VAS 점수

음식물 점도에 따른 VAS로 측정한 결과, 물은 평균

2.80 ± 1.73 , 플레인 요거트는 3.33 ± 2.10 , 감자 스프레드는 7.28 ± 1.81 로 물과 감자 스프레드에서 그리고 플레인 요거트와 감자 스프레드에서 유의미한 차이를 보였다($p < .01$)(그림 5). 물과 플레인 요거트에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다.

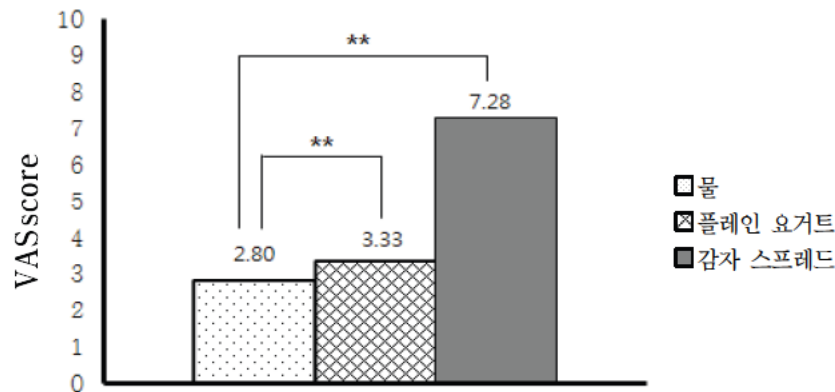
4. 음식물 양에 따른 VAS 점수

음식물 양에 따른 VAS 점수는 물 3mL에서 평균 2.90 ± 1.90 , 물 10mL는 3.07 ± 1.95 , 물 20mL는 3.70 ± 2.20 으로 음식물의 양에 따라 비교하여 유의미한 차이를 보이지 않았다(그림 6).



* $p < .05$, ** $p < .01$

그림 4. 음식물 양에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근활성도(%RVC)



* $p < .05$, ** $p < .01$

그림 5. 음식물 점도에 따른 VAS 점수

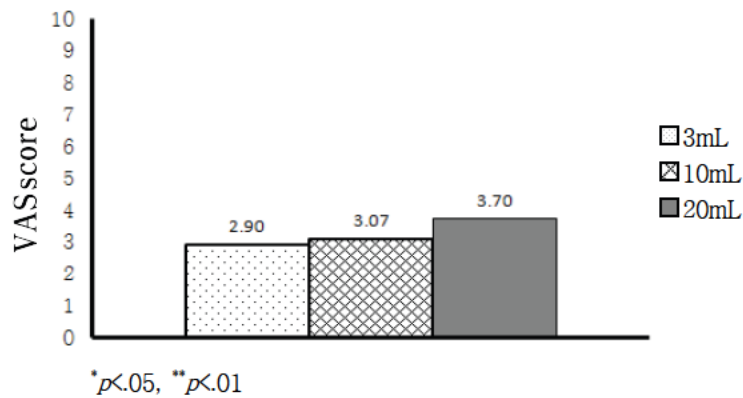


그림 6. 음식물 양에 따른 VAS 점수

IV. 고 찰

음식물의 구강 내 조절 및 인두기 삼킴 반사가 저하된 환자들에게 음식물의 점도와 양을 조절해 주는 것은 안전한 삼킴을 위한 빠르고 직접적인 방법일 수 있다. 현재까지 먹기(feeding)와 삼키기(swallowing)에 관한 음식물 섭취의 안전성과 관련하여 음식물의 크기, 질감, 온도, 점도 등 다양한 물리적 특성들과 삼킴 능력간의 상관관계를 지속적으로 살펴보는 연구들이 진행되어왔다(Bisch et al., 1994; Huckabee, Butler, Barclay, & Jit, 2005; Lazarus et al., 1993; Sheela & Johanna, 2009).

Bach 등(1989)과 Groher(1987)는 액체류나 음식물의 점도가 증가하면 연하 반사가 일어나기 전에 음식물이 혀 뒤로 떨어져 기도 내로 흡인되는 위험성을 줄여주고 음식물이 보다 효과적으로 통과하도록 하는 이점이 있다고 하였다. Clave 등(2006)은 신경계 환자들에게 음식물의 양과 점도를 점진적으로 변화시켰을 때 음식물의 점도가 낮고, 양이 많아질수록 인두 삼킴 반응(oropharyngeal swallowing response)이 느려지고 침습이나 흡인의 위험성이 높아짐을 밝혀내었다. 이렇듯 삼킴 기능이 저하된 환자에게 있어 삼킴 시 음식물의 점도 및 양의 변화는 안전한 삼킴을 위한 중요한 요소로 작용한다.

음식물의 점도 및 양의 변화에 대한 삼킴 근 활성화크기 및 구강 인두기에 미치는 영향을 측정하는 다양한 연구들이 있어 왔으나, 대상 식이의 점도 및 양에 대한 객관적 제시가 이루어지지 않았다는 단점이 있었다. 따라서 본 연구에서는 실험에 활용한 음식물의 점도와 양을 선상전 개점사와 주사기를 이용하여 정량화하고, 단계적으로 점

도와 양을 증가시킬 때 나타나는 삼킴 근 활성화의 변화를 sEMG로 측정하여 음식물의 점도와 양에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 변화를 추적하고자 하였다(Dantas & Dodds, 1990; Dantas et al., 1990; Reimers-Neils et al., 1994).

본 연구에서 음식물의 점도를 변화시키며 삼킴 시 삼킴 근육의 근 활성을 측정한 결과 음식물의 점도가 높아질수록 목뿔위근육의 근 활성이 유의하게 증가하였고, 목뿔아래근육의 근 활성은 음식물의 점도에 따라 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 삼킴 시 음식물의 점도가 높아질수록 목뿔위근육의 영향이 큰 반면, 목뿔아래근육의 영향은 적은 것이라고 해석할 수 있을 것이다.

정상 삼킴에서 음식물의 점도에 따라 삼키기의 시작(initiating)과 종료(terminated)를 턱밑근과 목뿔아래근육의 근 활성도를 EMG로 측정한 연구에서 음식물의 점도가 높아질수록 삼키기의 시작에서 턱밑근의 근 활성이 유의미하게 증가하였고, 목뿔아래근육의 근 활성도는 유의한 차이를 보이지 않아 본 연구의 결과를 지지한다(Reimers-Neiles et al., 1994). 한태륜, 신흥익, 박진우와 박일찬(2001)은 점도와 구강 인두기와의 상관관계를 조사한 결과 구강 인두기가 점도 변화에 영향을 받는다는 결과를 보고하였고, 이전의 연구에서는 점도가 높으면 구강압력이 증가하여, 부분적으로 목뿔위근육의 활동이 증가하게되고 구강압력을 증가시킬 수 있다고 하였다(McConnel, 1988; Reimers-Neiles et al., 1994; Shaker, Cook, Dodds, & Hogan, 1988). 이렇듯 안전한 삼킴을 위해서는 점도의 증가에 발맞추어 목뿔위근육의 활성이 증가해야할 필요성이 있다.

본 연구에서 음식물의 양을 변화시키며 삼킴 시 삼킴 근육의 근 활성을 측정할 결과, 음식물의 양이 많아질수록 목뿔위근육과 목뿔아래근육에서 근 활성이 유의하게 증가하였다. 이는 음식물의 양이 많아질수록 삼킴 시 목뿔위근육과 목뿔아래근육에 더 큰 힘이 요구된다는 것을 보여주는 것이다. Clave 등(2006)은 신경계 손상 환자에게 같은 양의 점성이 다른 음식물과 음식물의 양을 점진적으로 증가시켰을 때 구강인두 삼킴 반응(oropharyngeal swallowing response)을 조사한 결과, 음식물의 점도가 낮고 음식물의 양이 많아지면 침습이나, 흡인의 위험성이 높아진다고 하였다. 삼킴 시 음식물의 크기에 체계적인 변화(5, 10, 20, 30mL의 액체)를 주었을 때, 초음파(ultrasonography)를 사용하여 목뿔의 운동학적인 효과를 조사한 연구에서 음식물의 양이 최대일 때 목뿔움직임이 최대의 진폭, 최대의 속도, 총 거리에 유의미한 결과를 나타내어 음식물의 양과 목뿔의 운동학적요소의 상관성을 밝혔다(Chi-Fishman & Sonies, 2002). 송영진 등(2007)은 사람이 한 번에 입에 넣을 수 있는 음식이나 액체의 양은 쉽고 안전하게 삼키는 능력과 관련이 있기 때문에, 흡인의 위험이 있는 환자들에게는 안전을 위해 적은 양을 추천하였다. 본 연구의 결과는 음식물의 양이 삼킴 근육에 영향을 주고 있음을 제시하고 있어, 음식물의 구강 내 조절 및 인두기 삼킴 반사가 저하된 환자들은 음식물의 양이 많아질수록 인두 삼킴 반응이 느려지고 침습이나 흡인의 위험이 높아지므로 음식의 양을 적게 조절해야 할 것이다.

음식물 점도와 양에 따른 VAS 결과, 점도의 변화에서는 물과 감자 스프레드에서 그리고 플레인 요구르트와 감자 스프레드에서 유의미한 차이를 보였고($p < .01$), 음식물의 양에 따른 VAS 점수에서는 양의 변화에 유의할만한 차이를 보이지 않았다. 본 연구에서 마른 삼킴 시 VAS 점수를 5라고 하였을 때, 음식물 점도의 변화에 물(2.80 ± 1.73)과 플레인 요구르트(3.33 ± 2.10)에서는 마른 삼킴보다 삼킴의 정도가 쉬운 것으로 측정되었고, 점도가 가장 높은 감자 스프레드(7.28 ± 1.81)에서 삼키기 어려운 것으로 측정되었다. 하지만 양의 변화에 따라서는 마른 삼킴보다 쉬운 것으로 측정되어 마른 삼킴보다 음식물의 양이 어느 정도 있을 때, 삼킴이 쉬운 것으로 해석할 수 있을 것이다. 또한, 점도가 높을수록 침습이나 흡인의 위험을 줄일 수 있으나 정상인의 삼킴 시 점도가

높은 감자 스프레드에서 삼키기 어렵다고 측정된 것을 참고하여 삼킴 근이 약한 환자들은 이를 고려하여 점도를 조절해야 할 것이다.

Vaiman과 Nahlieli(2009)은 치과 수술이나 경구 감염에 의한 연하장애가 있는 경우, 삼킴 근육을 EMG로 측정하고 삼킴 노력의 변화를 VAS로 측정하여 정상군과 환자군을 비교한 결과 EMG와 VAS 데이터간의 의미있는 상관관계를 밝힌 바 있었고, Sakuma과 Kida(2010)는 삼킴 시 머리자세와 목의 위치를 변화했을 때 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근 활성변화와 변형된 VAS를 사용하여 삼킴의 노력의 변화를 비교한 연구에서 삼킴 근 활성이 적을수록 삼킴이 쉬운 것으로 측정되어 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

결과적으로 본 연구에서는 음식물의 점도가 높아지면 목뿔위근육의 근 활성이 증가하는 것으로 나타났고, 음식물의 양이 증가할수록 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근 활성도가 높아지는 결과가 나왔다. 삼킴 시 점도가 증가할수록 혀와 인두벽에 형성되는 압력과 근육활동이 증가하게 되어 상부식도조임근의 개방이나 후두 폐쇄와 같은 벨브기능이 향상하게 되어 안전하게 음식물을 위까지 전달하게 되는데, 목뿔위근육이 약화되면 목뿔의 움직임이 감소하고, 상부식도조임근의 개방이 저하되어 음식물이 기도 내로 흘러들어 가게 하는 침습이나, 흡인이 발생하게 된다(Easterling et al., 2000; Kendall & Leonard, 2001; Logemann, 1988). 삼킴 근이 약한 연하곤란 환자에게 점도가 높을수록 목뿔위근육의 많은 근활동량이 필요하기 때문에 음식물의 점도 조절을 통해 기도흡인의 위험성을 줄여야 할 것이다. 또한, 음식물의 양이 많을수록 목뿔의 운동학적 요소에 영향을 주어 삼킴 근이 약한 환자들의 경우 음식물의 양이 증가하면 안전한 삼킴이 어렵게 된다. 그러므로 흡인의 위험이 있는 환자들에게는 안전한 삼킴을 위해 적당량을 제시해야 할 것이다.

본 연구에서 삼킴 시 노력의 변화를 측정할 결과에서는 대상자가 삼킴에 어려움이 없는 정상인이므로 삼킴의 위험은 없었지만, 음식물의 점도가 높을수록 삼킴 시 어려움을 호소하는 결과가 나왔다. 삼킴 근의 약화가 있는 환자들의 경우 음식물의 점도가 낮아질 경우와 양이 증가할 때 침습이나 흡인의 위험이 높아지는 양상을 나타내므로, 연하장애의 연하의 식이를 결정할 때 적절한 식이의 가이드라인을 제시하는 기초자료로 사용할 수 있을 것이다

(Clave et al., 2006).

본 연구의 제한점으로는 첫째, 삼킴에 문제가 없는 일반인을 대상으로 하였기 때문에 연하 장애가 있는 환자를 대상으로 음식물의 점도와 양 변화에 따른 삼킴 근의 활성도를 유지하기에는 어려움이 있다. 둘째, 음식물의 종류가 액체, 묽은 액체, 된 액체로 한정되어있어, 임상에서 환자에게 제공하는 다양한 음식물의 성상을 대표하지 못했다는 한계점이 있었다. 마지막으로, 실험의 대상자가 성인으로 한정되어 소아 또는 노인에게 적용하는데 일반화의 한계가 있을 것이다. 향후 연구에서는 앞에서 제시한 제한점들을 고려한 구체적이고 다양한 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 음식물의 점도와 양의 변화에 따라 삼킴 시 삼킴 근의 근 활성을 sEMG로 측정하여 삼킴 근육의 활성 크기를 측정하였고, 음식물의 점도와 양의 변화에 따라 삼킴 시 노력의 변화를 객관화된 수치로 나타내고자 VAS를 사용하였다. 연구결과는 다음과 같다.

- 1) 음식물 점도에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근 활성을 분석한 결과 목뿔위근육에서 물과 감자 스프레드에서 그리고 플레인 요구르트와 감자 스프레드에서 목뿔위근육의 근 활성 있어서 유의미한 차이를 보였다.
- 2) 음식물 양에 따른 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근 활성을 분석한 결과 목뿔위근육에서 물 3mL와 20mL에서 그리고 물 10mL와 20mL에서 목뿔위근육의 근 활성에 유의미한 차이를 보였고, 목뿔아래근육에서는 물 3mL와 20mL에서 유의미한 차이를 보였다.
- 3) 음식물 점도에 따른 VAS 측정 결과, 물과 감자 스프레드에서 그리고 플레인 요구르트와 감자 스프레드에서 유의미한 차이를 보였다.
- 4) 음식물 양에 따른 VAS 측정 결과 유의할 만한 차이를 보이지 않았다.

본 연구결과 음식물의 점도가 높아질수록 목뿔위근육의 근 활성도가 높아지는 것을 알 수 있었으며, 음식물의 양이 많아질수록 목뿔위근육과 목뿔아래근육의 근 활성

도가 높아지는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 임상에서 삼킴 기능에 문제가 있는 환자들을 대상으로 연하의 식이를 결정할 때 점도와 양의 정도를 결정하는 데 도움이 될 수 있을 것이다. 또한, 음식물의 삼킴 시 목뿔위근육과 목뿔아래근육이 요구하는 근 활성을 추측하는데 도움이 되고, 더욱 안전한 식이를 가능하게 할 수 있을 것이다. 추후에는 실제 삼킴에 문제를 보이는 환자군을 대상으로 음식물의 점도와 양에 따른 삼킴 근육의 근 활성을 측정하여 임상적용의 가능성을 확인하는 연구들이 진행되어야 할 것이다. 또한, 음식물의 점도의 범위를 세분화하여 다양한 범위의 음식물이 삼킴 근육에 미치는 영향을 측정하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 박희자, 강현숙. (2002). 뇌졸중 환자의 구강인두 기능회복을 위한 감각자극의 효과. *재활간호학회지*, 5(1), 38-48.
- 송영진, 이한석, 정원미, 박성중, 박은정, 양경희 등. (2007). *삼킴장애*. 서울: 계축문화사.
- 한태륜, 백남중, 박진우, 이은경, 박미선. (2000). 연하곤란 식이의 표준화. *대한뇌졸중학회지*, 2(2), 191-195.
- 한태륜, 신흥익, 박진우, 박일찬. (2001). 정상 성인에서의 식이점도 변화에 따른 구강 인두기의 변화. *대한재활의학회지*, 25(2), 236-240.
- Adams, M. C., & Birdsall, E. L. (1946). New consistometer measures corn consistency. *Food Industries*, 8(1), 78-80.
- Adnerhill, I., Ekberg, O., & Groher, M. E. (1989). Determining normal bolus size for thin liquids. *Dysphagia*, 4(1), 1-3.
- Arif, M., Deborah, M., Marie-Chantal, E., Adam, G., Anne-Marie, M., & Lillian, S. (2012). Psychometric properties of the oral mucositis daily questionnaire for child self-report and importance of mucositis in children treated with chemotherapy. *Support Care Cancer*, 20(6), 1251-1258.
- Argon, A., Secil, Y., Duygun, U., Aydogdu, I.,

- Kocacelebi, K., Ozkiloglu, H., et al. (2004). The value of scintigraphy in the evaluation of oropharyngeal dysphagia. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 31(1), 94–98.
- Bach, D. B., Pouget, S., Belle, K., Kilfoil, M., Alfieri, M., McEvoy, J., et al. (1989). An integrated team approach to the management of patients. *Journal of Allied Health*, 18(5), 459–468.
- Bardan, E., Kern, M., Arndorfer, R. C., Hofmann, C., & Shaker, R. (2006). Effect of aging on bolus kinematics during the pharyngeal phase of swallowing. *American Journal of Physiology Gastrointestinal and Liver Physiology*, 290(3), 458–465.
- Bisch, E. M., Logemann, J. A., Rademaker, A. W., Kahrilas, P. J., & Lazarus, C. L. (1994). Pharyngeal effects of bolus volume, viscosity and temperature in patients with dysphagia resulting from neurologic impairment and in normal subjects. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(5), 1041–1049.
- Castell, J. A., Dalton, C. B., & Castell, D. O. (1990). Pharyngeal and upper esophageal sphincter manometry in humans. *American Journal of Physiology*, 258(2), 173–178.
- Chi-Fishman, G., & Sonies, B. C. (2002). Effects of systematic bolus viscosity and volume changes on hyoid movement kinematics. *Dysphagia*, 17(4), 278–287.
- Clave, P., Kraa, M., Vreola, V., Girvent, M., Farre, R., Palomera, E., et al. (2006). The effect of bolus viscosity on swallowing function in neurogenic dysphagia. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 24(9), 1385–1394.
- Dantas, R. O., & Dodds, W. J. (1990). Effect of bolus volume and consistency on swallow-induced submental and infrahyoid electromyographic activity. *Brazilian Journal of Medical Biological Research*, 23(1), 37–44.
- Dantas, R. O., Kern, M. K., Massey, B. T., Dodds, W. J., Kahrilas, P. J., Brasseur, J. G., et al. (1990). Effect of swallowed bolus variables on oral and pharyngeal phases of swallowing. *American Journal of Physiology*, 258(5), 675–681.
- DeLoach, L. J., Higgins, M. S., & Caplan, A. B. (1998). The visual analog scale in the immediate postoperative period: Intrasubject variability and correlation with a numeric scale. *Anesthesia and Analgesia*, 86(1), 102–106.
- Easterling, C. S., Bousamra, M., Lang, I. M., Kern, M. K., Nitschke, T., & Bardan, E. (2000). Pharyngeal dysphagia in postesophagectomy patients: Correlation with deglutitive biomechanics. *Annals of Thoracic Surgery*, 69(4), 989–992.
- Freya, G., Maggie, L. H., Sebastian, H. D., Ulrike, W., & Catherine, M. (2008). Effects of bolus volume on pharyngeal contact pressure during normal swallowing. *Dysphagia*, 23(3), 280–285.
- Glassburn, D., & Deem, J. (1998). Thickener viscosity in dysphagia management: Variability among speech–language pathologists. *Dysphagia*, 13(4), 218–222.
- Grawemeyer, E. A., & Pfund, M. C. (1943). Line spread as an objective test for consistency. *Journal of Food Science*, 8(2), 105–108.
- Groher, M. E. (1987). Bolus management and aspiration pneumonia in patients with pseudobulbar dysphagia. *Dysphagia*, 1(4), 215–216.
- Gumbley, F., Huckabee, M. L., Doeltgen, S. H., Witte, U., & Moran, C. (2008). Effects of bolus volume on pharyngeal contact pressure during normal swallowing. *Dysphagia*, 23(3), 280–285.
- Huckabee, M. L., Butler, S. G., Barclay, M., & Jit, S. (2005). Submental surface electromyographic measurement and pharyngeal pressures during normal and effortful swallowing. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(11),

- 2144–2149.
- Kendall, K. A., & Leonard, R. J. (2001). Hyoid movement during swallowing in older patients with dysphagia. *Archives of Otolaryngology Head Neck Surgery*, 127(10), 1224–1229.
- Lazarus, C. L., Logemann, J. A., Rademaker, A. W., Kahrilas, P. J., Pajak, T., Lazar, R., et al. (1993). Effects of bolus volume, viscosity, and repeated swallows in nonstroke subjects and stroke patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(10), 1066–1070.
- Logemann, J. A. (1988). Swallowing physiology and pathophysiology. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 21(4), 613–623.
- Logemann, J. A. (1998). *Evaluation and treatment of swallowing disorder*. Austin, TX: PRO-ED.
- Logemann, J., Rademaker, A., Kahrilas, P., & Lazarus, C. (1994). Pharyngeal effects of bolus volume, viscosity, and temperature in patients with dysphagia resulting from neurologic impairment and in normal subjects. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(5), 1041–1049.
- Mann, L., & Wong, K. (1996). Development of an objective method for assessing viscosity of formulated foods and beverages for the dysphagic diet. *Journal of American Dietetic Association*, 96(6), 585–588.
- Mark, A. N., & JoAnne, R. (2007). The usefulness of the line spread test as a measure of liquid consistency. *Dysphagia*, 22(4), 306–311.
- McConnel, F. M. S. (1988). Analysis of pressure generation and bolus transit during pharyngeal swallowing. *Laryngoscope*, 98(1), 71–78.
- Million, R., Hall, W., Nilsen, K. H., Baker, R. D., & Jayson, M. I. (1982). Assessment of the progress of the back-pain patient 1981 Volvo award in clinical science. *Spine*, 7(3), 204–212.
- Ostelo, R. W., & de Vet, H. C. (2005). Clinically important outcomes in low back pain. *Best Practice and Research Clinical Rheumatology*, 19(4), 593–607.
- Reimers–Neils, L., Logemann, J., & Larson, C. (1994). Viscosity effects on EMG activity in normal swallow. *Dysphagia*, 9(2), 101–106.
- Sakuma, T., & Kida, I. (2010). Relationship between ease of swallowing and deglutition related muscle activity in various postures. *Journal of Oral Rehabilitation*, 37(8), 583–589.
- Shaker, R., Cook, I. J. S., Dodds, W. J., & Hogan, W. J. (1988). Pressure–flow dynamics of the oral phase of swallowing. *Dysphagia*, 3(2), 79–84.
- Sheela, S., & Johanna, M. (2009). Viscosity in infant dysphagia management: Comparison of viscosity of thickened liquids used in assessment and thickened liquids used in treatment. *Dysphagia*, 24(4), 412–422.
- Stephanie, A. K., Jacqueline, A. H., Ronald, E. G., & JoAnne, R. (2010). Effects of dining on tongue endurance and swallowing–related outcomes. *American Speech Language Hearing Association*, 53(4), 898–907.
- Vaiman, M., & Nahlieli, O. (2009). Oral vs. pharyngeal dysphagia: Surface electromyography randomized study. *BMC Ear Nose and Throat Disorders*, 9(3), 1472–6815.
- Wheeler, K. M., Chiara, T., & Sapienza, C. M. (2007). Surface electromyographic activity of the submental muscles during swallow and expiratory pressure threshold training tasks. *Dysphagia*, 22(2), 108–116.
- Yabunaka, K., Nakagami, G., Sanada, H., Katsuda, T., Yamamoto, K., Yatake, H., et al. (2012). Effects of bolus volume on geniohyoid muscle movement during swallowing: Ultrasonographic M–mode study in healthy adults. *International Federation for Medical and Biological Engineering*, 37(1), 757–760.

Abstract

Comparison of sEMG Activation on Swallowing-Related Muscles According to the Bolus Viscosity and Volume

Park, Mi-Jin*, B.H.Sc., O.T., Woo, Hee-Soon**, M.A., O.T.,
Chang, Ki-Yeon**, Ph.D., O.T., Han, Mi-Yae*, M.P.H., O.T.

*Solparan Child Developmental Institute

**Dept. of Occupational Therapy, Woosong University

Objective : This study aims to present the basis of dysphagia rehabilitation treatment and intervention by objectively investigating the consistency and volume of food in healthy adults, and measuring the changes in muscle activities when gradually increasing the consistency and volume.

Methods : Forty healthy adults (20 male, 20 female) attending ○○University in D metropolis participated in this study. sEMG was used to measure the amplitude of suprahyoid and infrahyoid muscle activity from an oral phase to a pharyngeal phase according to the consistency and volume of food. VAS was used to show the objective numerical value of the swallowing effort changes according to the food consistency and volume.

Results : The results of this study showed an increase in suprahyoid muscle activity when increasing the food consistency, and an increase in suprahyoid and infrahyoid muscle activities when increasing the food volume.

Conclusion : This study will be helpful in determining the food consistency and volume in a dysphagia diet for patients who have a decreased oral motor control and pharyngeal swallowing reflex. Moreover, the results of this study will help to guess (assume) the degree of suprahyoid and infrahyoid muscle activities during the swallowing of food.

Key words : sEMG, Swallowing, Swallowing-related muscles, Viscosity, Volume