

호기근 강화 훈련이 인두기 삼킴장애 환자의 목뿔위근 활성화와 삼킴기능에 미치는 영향

박지수*, 오동환**, 장문영***

*인제대학교 대학원 작업치료학과

**경희대학교병원 재활의학과 작업치료실

***인제대학교 의생명공학대학 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구는 호기근 강화 훈련(Expiratory Muscle Strength Training; EMST)이 뇌졸중 환자의 목뿔위근의 활성화와 삼킴기능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

연구방법 : 본 연구는 뇌졸중 환자 21명을 대상으로 실험군과 대조군으로 무작위 할당하였다. 실험군은 최대 호기력(Maximal Expiratory Pressure; MEP)의 70%, 대조군은 20% 수준의 저항으로 4주간 호기근 강화 훈련을 실시하였다. 평가는 표면 근전도(surface Electromyographic; sEMG)와 비디오 투시 연하검사(Videofluoroscopic Swallowing Study; VFSS)를 통한 비디오 투시 연하장애 척도(Videofluoroscopic Dysphagia Scale; VDS)와 침습-흡인 척도(Penetration-Aspiration Scale; PAS)를 사용하였다.

결과 : sEMG를 이용한 평가 결과 실험군의 중재 전-후 목뿔위근 활성화에서 통계학적 유의한 차이를 보였으며($p<.05$) 대조군의 경우 유의한 차이가 없었다. VFSS를 기반으로 VDS와 PAS를 평가한 결과 실험군과 대조군 모두 인두기와 침습-흡인에서 통계학적 유의한 차이를 보였다.

결론 : 본 연구를 통해 MEP의 70% 저항을 적용한 EMST는 인두기 삼킴장애 환자의 목뿔위근 활성화와 삼킴기능 향상에 도움을 줄 수 있는 교정적 방법임을 확인하였다.

주제어 : 뇌졸중, 목뿔위근, 비디오 투시 연하검사, 삼킴장애, 호기근 강화 훈련

I. 서론

인두기 삼킴장애는 뇌졸중 후 빈번하게 발생하며 탈수, 영양실조 등 다양한 문제를 유발할 수 있다. 특히 흡인으로 인한 폐렴은 뇌졸중 환자의 재활에 부정적인 요소로 작용하며 심할 경우 사망에 이르기도 한다(McHorney et al., 2002; Paik, Kim, Kim, Oh, & Han, 2005). 그러므

로 삼킴장애 환자의 초기 평가와 적절한 치료전략은 매우 중요한 요소이다(Yoon et al., 2006).

삼킴치료는 크게 교정적 방법과 보상적 방법으로 구분된다(Woo, Park, Jung, Yoo, & Park, 2012). 교정적 방법은 실제 삼킴기능 향상을 목적으로 두부 거상 운동, 혀의 저항 운동, 저항성 고개 숙이기 훈련 등의 방법들이 보고되었으며(Logemann et al., 2009; Park, Jeong, &

ORCID: Park, Ji-Su, <http://orcid.org/0000-0001-7113-4792>

Corresponding author: Chang, Moon-Young (myot@inje.ac.kr/ Dept. of Occupational Therapy, College of Biomedical Science and Engineering, Inje University)

Received 30 January 2015; Revised version received 25 February 2015; Accepted 14 September 2015

Oh, 2014; Watts, 2013), 보상적 방법에는 음식의 접도 변경, 고개 숙이기(chin tuck) 및 돌리기(rotation) 등이 있다(McCulloch, Hoffman, & Ciucci, 2010). 이러한 방법들은 환자의 삼킴기능 상태에 따라 달리 적용되나 입상의 재할 세팅의 경우 교정적 방법에 주로 초점이 맞춰져 있다(Ertekin et al., 2001). 하지만 삼킴치료에 있어 교정적 방법들의 다양성은 제한적이므로 새로운 치료방법들의 지속적인 연구가 필요하다(Woo, Chang, & Oh, 2014).

호기근 강화 훈련(Expiratory Muscle Strength Training; EMST)은 구강으로 호기를 통해 삼킴과 관련된 근육을 강화시킬 수 있는 삼킴치료의 교정적 방법 중 하나로 최근까지 지속적으로 보고되고 있다(Laciuga, Rosenbek, Davenport, & Sapienza, 2014; Wheeler, Chiara, & Sapienza, 2007). 호흡기능과 삼킴작용은 기도 및 근육 등 여러 해부학적 구조를 공유하며 기도보호의 중요한 기능을 담당한다(Pitts et al., 2012). 특히 호기, 기침과 삼킴작용은 인두, 후두, 기관의 수용체가 연수로 신호를 전달하여 뇌간의 네트워크를 공유한다고 알려져 있다(Smith Hammond et al., 2009).

삼킴장애 환자의 최대 호기량은 기도 흡인과 매우 밀접한 관련이 있으며 이는 삼킴장애를 예측할 수 있는 지표로 사용되기도 한다(Pitts et al., 2010). 수의적 기침과 같은 강한 호기력은 음식물의 기도 흡인 이후에도 다시 배출함으로써 흡인성 폐렴을 줄일 수 있다(Addington, Stephens, & Gilliland, 1999). 그러므로 삼킴장애 환자의 호기력 훈련은 기도 흡인을 줄일 수 있는 중요한 요소이다.

EMST는 저항을 이용한 근력 훈련방법으로 삼킴과 관련된 근육 중 특히 목뿔위근(suprahyoid muscle)의 활성화와 목뿔뿔의 움직임 향상에 효과적인 방법으로 알려져 있다(Wheeler-Hegland, Rosenbek, & Sapienza, 2008). 목뿔위근은 삼킴 과정에서 목뿔뿔의 전-상방 움직임을 유발하여 기도 보호와 반지인두근의 개방 등 안전한 정상 삼킴을 돕는 역할을 한다(Pearson, Langmore, & Zumwalt, 2011). 하지만 뇌졸중, 파킨슨병과 같은 신경학적 질환이 발생할 경우 목뿔위근의 약화를 유발하여 목뿔뿔을 전-상방으로 충분히 이동시키지 못해 흡인과 같은 문제를 유발할 수 있으므로 삼킴치료의 교정적 방법에 있어 목뿔위근을 강화하는 것은 매우 중요하다

(Huckabee & Cannito, 1999; Pearson et al., 2012).

Troche 등(2010)은 파킨슨 환자를 대상으로 EMST를 실시한 결과 흡인의 감소와 상부식도조임근의 개방 등에서 효과를 확인하였으며 삼킴장애 치료의 새로운 교정적 방법으로 보고하였다. Wheeler 등(2007)은 표면근전도(surface Electromyographic; sEMG)를 통해 EMST는 목뿔위근 활성화에 효과적인 방법임을 보고하였으며 이는 목뿔뿔의 움직임 저하를 보이는 삼킴장애 환자에게 효과적일 것이라고 하였다. 또한 EMST는 헌팅톤 환자의 목뿔위근 활성화에도 효과적인 방법으로 보고되었다(Reyes, Cruickshank, Thompson, Ziman, & Nosaka, 2014). 하지만 EMST는 삼킴장애 환자의 잠재적인 교정적 방법임에도 불구하고 보고된 선행연구들의 경우 파킨슨병, 노인, 헌팅톤 환자를 대상으로 하였기에 임상에서 흔히 볼 수 있는 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구는 미비한 실정이다. 또한 sEMG를 이용한 연구의 경우 정상인을 대상으로 일회성 측정을 통한 결과가 대부분으로 뇌졸중 환자를 대상으로 중재기간에 따른 효과는 알 수 없다는 제한점이 있다.

그러므로 본 연구는 선행연구들의 제한점을 보완하여 삼킴장애 진단을 받은 뇌졸중 환자를 대상으로 EMST를 4주간 중재 후 목뿔위근의 근 활성화와 전반적인 삼킴기능에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 뇌졸중 후 삼킴장애를 진단을 받은 21명의 환자를 대상으로 2014년 10월부터 2015년 1월까지 실시하였으며 대상자의 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 비디오 투시 연하검사(Videofluoroscopic Swallowing Study; VFSS)를 통해 흡인과 인두기의 잔여물과 같은 인두기 삼킴장애가 관찰된 자
- 2) 저작 및 구강안면근의 움직임 등 구강기의 문제가 없는 자
- 3) 적절한 의사소통이 가능하며 실험에 적극적인 참여가 가능한 자

4) 일상생활동안 호흡에 불편함이 없는 자

제외기준은 다음과 같다.

- 1) 적절한 입술 폐쇄가 어려운 자
- 2) 현저한 안면마비 및 비대칭을 보이는 자
- 3) 기관절개술(tracheostomy)과 경피적내시경적위 루술(percutaneous endoscopic gastrostomy)을 시행하고 있는 자
- 4) 고혈압인 자

중재 전 두 군의 동질성을 비교한 결과 유의한 차이가 없었으며 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 중재 전 두 군의 sEMG, 비디오 투시 삼킴장애 척도 (Videofluoroscopic Dysphagia Scale; VDS) 그리고 침 삼킴-흡인 척도(Penetration-Aspiration Scale; PAS)를 비교한 결과 통계학적 유의한 차이는 없었다($p>.05$).

2. 연구 윤리

본 연구는 모든 대상자에게 실험의 목적과 내용을 충분히 설명한 후 참여에 대한 서면동의를 받았다. 연구의 모든 절차는 인제대학교 윤리심의위원회(Institutional Review Board)의 승인을 받았다.

3. 연구 절차 및 방법

본 연구는 블록 무작위 설계로 두 군을 나누었다. 모든 대상자는 중재 전 VFSS를 실시하였으며 목뿔위근의 근 활성도를 측정하기 위해 sEMG를 이용하였다. 또한 구강용 압력계(manometer)를 이용하여 본인의 최대 호기력(Maximal Expiratory Pressure: MEP)을 측정하였다. Wheeler 등(2007)의 선행연구를 기반으로 실험군은

본인의 MEP를 기준으로 70%, 대조군은 20% 수준의 역치값을 이용하여 훈련하였으며 추가적으로 두 군은 동일한 전통적 삼킴치료를 시행하였다. 연구의 전반적인 흐름은 다음과 같다(Figure 1).

1) 표면 근전도(surface Electromyography; sEMG)

목뿔위근의 활성도를 측정하기 위해 sEMG(Laxtha Inc., Daejeon, Korea)를 이용하였다. 측정은 의자에 앉은 자세에서 실시하였으며 bipolar Ag/AgCl 일회용 전극을 이용하여 턱끝융기(mental protuberance)와 목뿔뼈 사이의 목뿔위근을 촉진하여 한 쌍의 표면 전극을 부착하였다(Woo, Won, & Chang, 2014). 또한 접지전극(ground electrode)은 목뼈 가시돌기(spinous process)에 부착하였으며 부착 부위는 알코올 솜으로 깨끗이 닦고 남성의 경우 면도를 시행하였다. sEMG는 침 삼킴(saliva swallowing)을 하는 동안 측정하였으며 수집된 신호는 텔레스캔(TeleScan) 소프트웨어(Laxtha Inc., Daejeon, Korea)를 이용하여 변환처리 하였다. 전기신호의 잡음을 제거하기 위하여 밴드 패스 필터(band pass filter)는 20~500Hz, 노치필터(notch filter)는 60Hz를 사용하였다.

2) 최대 호기력(Maximum Expiratory Pressure; MEP)

모든 대상자의 MEP 측정은 Wheeler 등(2007)의 연구와 동일한 방법으로 측정하였으며 휴대용 압력계 Micro Respiratory Pressure Meter (Micro RPM) (CareFusion, Yorba Linda, USA)을 사용하였다. 비강으로의 공기 흐름을 방지하기 위해 부드러운 집게로 비강을 폐쇄하고 일회용 마우스피스를 이용하여 측정하였으며 지시어는 다음과 같았다. ‘숨을 최대한 들이 쉬세요. 그리고 마우스피스를 입에 물고 가능한 최대한의 힘을 이용하여 빠르고 강하게 숨을 내 뿜으세요.’

Table 1. General Characteristics of Subjects

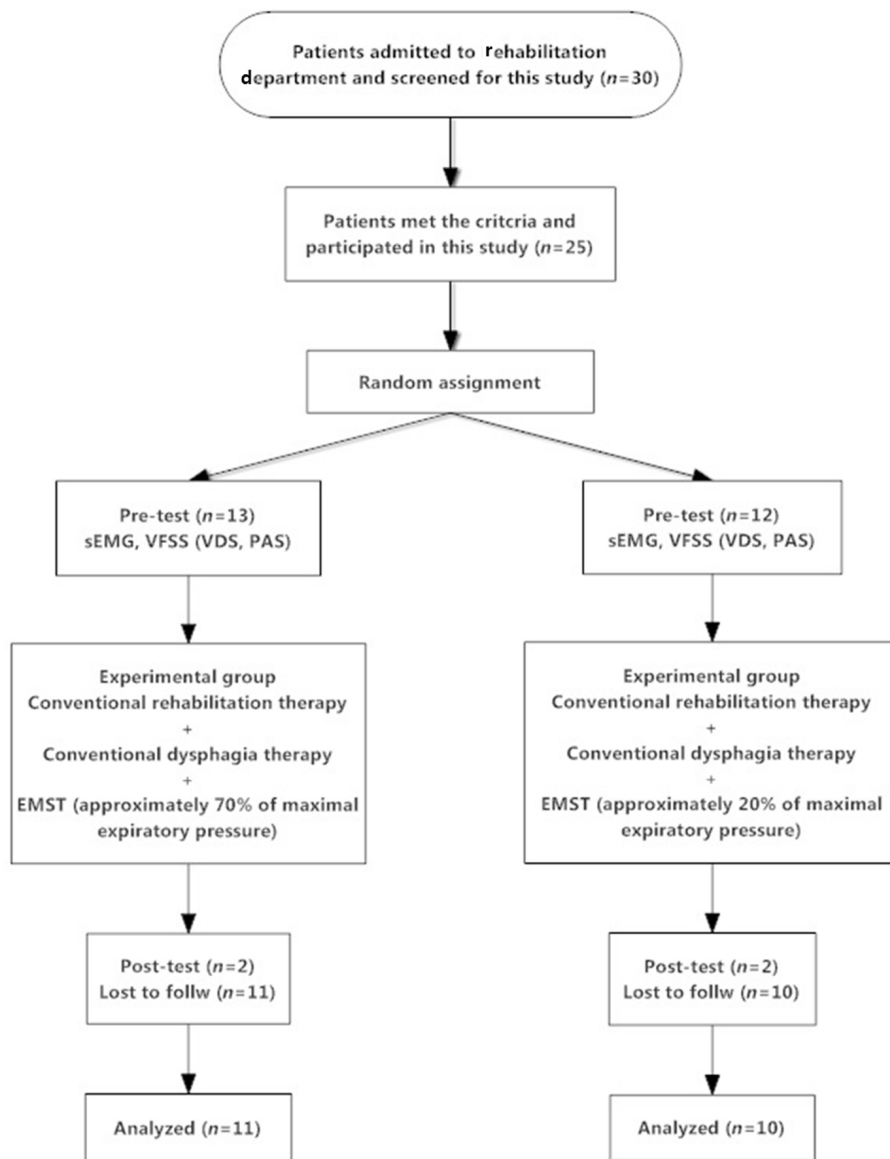
(N=21)

Characteristics	Experimental group (n=11)	Control group (n=10)
Age (yr) ($M \pm SD$)	63.45 $\pm$ 11.84	55.00 $\pm$ 12.69
male/ female (n)	5/6	4/6
Infarction/ Hemorrhage (n)	6/5	4/6
Time since onset of stroke (mo) ($M \pm SD$)	4.55 $\pm$ 1.64	4.20 $\pm$ 1.99

3) 호기근 강화 훈련(Expiratory Muscle Strength Training; EMST)

EMST는 EMST 150(Aspire products LLC., U.S.A.)을 이용하여 훈련하였다. 본 도구는 스프링 밸브를 이용하여 저항의 역치를 조절할 수 있으며 실험군은 본인의

MEP에 70%, 대조군은 20%를 역치로 설정하여 마우스 피스를 통해 구강으로 불도록 하였고 이때 부드러운 집게를 이용하여 비강을 폐쇄하였다. 훈련은 MEP 측정과 동일한 방법으로 숨을 깊게 들이쉬 상태에서 마우스피스를 입술로 물고 빠르고 강하게 불도록 지시하였다. 훈련



EMST: Expiratory Muscle Strength Training, PAS: Penetration-Aspiration Scale, sEMG: surface Electromyography, VDS: Videofluoroscopic Dysphagia Scale, VFSS: Videofluoroscopic Swallowing Study

Figure 1. Flow Chart

의 횟수는 선행연구를 기반으로 한 회기 당 7회, 5회기를 주 5일, 4주간 실시하였으며(총 700회) 한 번의 회기를 마친 후 대략 30초간 휴식하였다(Figure 2).

4. 측정 및 평가

1) 비디오 투시 연하장애 척도(Videofluoroscopic Dysphagia Scale; VDS)

VDS는 구강기와 인두기의 삼킴기능을 평가할 수 있는 척도로 총 14항목으로 구성된다. 구강기는 입술폐쇄(lip closure), 식괴 형성(bolus formation), 저작(mastication), 실행증(apraxia), 혀-구개 접촉(tongue to palate contact), 조기식괴상실(premature bolus loss), 구강통과시간(oral transit time)으로 구성되며 인두기는 인두기 유발(triggering of pharyngeal swallowing), 후두개곡의 잔여물(vallecular residue), 후두상승(laryngeal elevation), 이상동의 잔여물(pyriiform sinus residue), 인두벽 코팅(coating on the pharyngeal wall), 인두통과시간(pharyngeal transit time), 흡인(aspiration)으로 구성된다. 점수는 최소 0점에서 최대 100점으로 점수가 낮을수록 정상을 의미하며(Han, Paik, & Park, 2001) 평가자

간 신뢰도는 .55이다(Kim et al., 2012).

2) 침습-흡인 척도(Penetration-Aspiration Scale; PAS)

PAS는 성대주름(vocal fold)을 기준으로 후두 통과와 기도 흡인 여부에 따라 8단계로 구분되며 단계가 높을수록 흡인이 심함을 의미한다(Rosenbek, 1996). 또한 PAS는 음식물을 삼킨 이 후 기침을 통해 침습 또는 흡인된 음식물이 밖으로 나오는지의 유무에 따라 점수가 결정되며 평가자 간 신뢰도는 .91이다(Lee, Jung, Yoo, & Park, 2012).

5. 분석 방법

수집된 자료의 분석은 MedCalc 통계 프로그램을 이용하였다. 대상자의 일반적 특성을 분석하기 위해 기술통계를 사용하였으며 중재 전-후의 각 군의 sEMG, VDS 그리고 PAS를 비교하기 위해 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 사용하였다. 또한 중재 전-후의 두 군 간의 차이는 맨휘트니 검정(Mann-Whitney test)을 사용하였다. 모든 통계분석의 유의수준 α 는 .05로 하였다.



Figure 2. Expiratory Muscle Strength Training (EMST)

III. 연구 결과

1. 중재 전-후 각 군의 sEMG 수치 변화

실험군에서 목뿔위근 활성화의 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.00$). 반면 대조군의 경우 수치의 향상은 보였지만 유의한 차이는 없었다(Table 2).

2. 중재 전-후 각 군의 VDS 수치 변화

실험군에서 VDS의 모든 인두기에서 통계학적 차이를 보였다($p<.00$). 반면 대조군의 경우 인두기에서 후두거상과 흡인을 제외한 항목에서만 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (Table 3).

Table 2. Change of Scores of sEMG in Each Group

Measurement	Experimental group		Control group	
	Before treatment	After 4-week treatment	Before treatment	After 4-week treatment
	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$
sEMG	8.95 ± 0.99	$11.25 \pm 1.12^{**}$	9.07 ± 1.11	9.70 ± 1.21

sEMG: surface Electromyography

$^{**}p<.01$

Table 3. Change of Scores of VDS in Each Group

Classifications	Experimental group		Control group	
	Before treatment	After 4-week treatment	Before treatment	After 4-week treatment
	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Oral phase				
Lip closure	0.55 ± 0.93	0.55 ± 0.93	0.40 ± 0.84	0.40 ± 0.84
Bolus formation	2.45 ± 1.21	2.36 ± 1.21	2.10 ± 1.45	2.00 ± 1.41
Mastication	3.27 ± 1.62	3.09 ± 1.64	2.80 ± 1.93	3.00 ± 1.70
Apraxia	0	0	0	0
Tongue to palate contact	3.67 ± 2.33	3.18 ± 2.52	4.00 ± 2.11	3.50 ± 2.42
Premature bolus loss	2.05 ± 1.39	$0.96 \pm 1.06^{*}$	2.25 ± 1.27	2.25 ± 1.27
Oral transit time	3.00 ± 1.34	2.73 ± 1.62	2.70 ± 0.95	$1.60 \pm 1.35^{*}$
Total score in oral stage	14.95 ± 5.44	13.81 ± 5.34	14.25 ± 6.58	13.55 ± 6.05
Pharyngeal phase				
Triggering of pharyngeal swallow	3.68 ± 1.82	$1.64 \pm 2.27^{*}$	3.15 ± 2.17	$2.55 \pm 1.88^{*}$
Vallecular residue	3.45 ± 1.57	$0.73 \pm 1.35^{**}$	2.60 ± 0.97	$1.80 \pm 1.14^{*}$
Laryngeal elevation	7.36 ± 3.64	$0.27 \pm 0.91^{**}$	8.10 ± 2.85	7.20 ± 2.90
Pyriiform sinus residue	4.50 ± 3.48	$1.50 \pm 2.12^{*}$	5.85 ± 2.17	$3.90 \pm 2.26^{*}$
Coating on the pharyngeal wall	8.18 ± 2.71	$5.32 \pm 3.75^{*}$	7.95 ± 1.74	$5.70 \pm 3.59^{*}$
Pharyngeal transit time	5.45 ± 1.81	$3.27 \pm 3.13^{*}$	5.20 ± 1.32	$3.55 \pm 1.74^{*}$
Aspiration	5.73 ± 2.83	$2.36 \pm 2.11^{**}$	5.70 ± 2.98	4.95 ± 3.17
Total score in pharyngeal stage	42.45 ± 6.44	$18.5 \pm 7.13^{**}$	38.60 ± 5.77	$26.65 \pm 4.20^{*}$

VDS: Videofluoroscopic Dysphagia Scale

$^{*}p<.05$, $^{**}p<.01$

3. 중재 전-후 각 군의 PAS 수치 변화

실험군에서 PAS의 통계학적 유의한 차이를 보였으며 ($p<.05$) 대조군 역시 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (Table 4).

4. 중재 전-후 두 군의 sEMG 변화량 비교

중재 전-후 두 군의 sEMG 변화량을 비교한 결과 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (Table 5).

5. 중재 전-후 두 군의 VDS 변화량 비교

중재 전-후 두 군의 VDS 변화량을 비교한 결과 인두기에서 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 반면 구강기의 경우 차이가 없었다(Table 6).

6. 중재 전-후 두 군의 PAS 변화량 비교

중재 전-후 두 군의 PAS 변화량을 비교한 결과 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (Table 7).

Table 4. Score Comparison of PAS in Each Group

Variable	Experimental group		Control group	
	Before treatment	After 4-week treatment	Before treatment	After 4-week treatment
	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$
PAS	4.27 $\pm$ 1.49	1.64 $\pm$ 1.57**	3.60 $\pm$ 1.51	2.90 $\pm$ 0.99*

PAS: Penetration-Aspiration Scale

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

Table 5. Comparison of sEMG Variations Before-After Intervention

Variable	Experimental group	Control group	z	p
	$M \pm SD$	$M \pm SD$		
sEMG	2.30 $\pm$ 0.94	0.63 $\pm$ 0.76	-3.45	.00

sEMG: surface Electromyography

Table 6. Comparison of VDS Variations Before-After Intervention

Variables		Experimental group	Control group	z	p
		$M \pm SD$	$M \pm SD$		
VDS	Oral stage	2.09 $\pm$ 3.93	1.50 $\pm$ 3.27	-0.65	.52
	Pharyngeal phase	23.95 $\pm$ 6.56	8.85 $\pm$ 2.70	-3.88	.00

VDS: Videofluoroscopic Dysphagia Scale

Table 7. Comparison of PAS Variations Before-After Intervention

Variable	Experimental group	Control group	z	p
	$M \pm SD$	$M \pm SD$		
PAS	2.64 $\pm$ 1.63	0.70 $\pm$ 0.95	-2.77	.01

PAS: Penetration-Aspiration Scale

IV. 고 찰

EMST는 목뿔위근의 활성화를 유발하여 목뿔뼈의 상승, 반지인두근의 개방, 흡인의 감소에 효과적이며 인두기 삼킴장애 환자의 교정적 방법 중 하나로 최근 지속적으로 보고되고 있다. 또한 이 방법은 음식물을 직접 사용하지 않는 간접적 치료로 흡인을 동반한 환자들에게 효과적으로 적용할 수 있다는 장점이 있다. 그러므로 본 연구는 뇌졸중 환자의 삼킴치료 방법으로 EMST의 효과를 알아보고 치료의 임상적 근거를 마련하기 위한 것이다. 본 연구는 EMST가 목뿔위근의 활성화에 미치는 영향을 알아보기 위해 sEMG를 이용하였으며 전반적인 삼킴기능의 변화를 확인하기 위해 VFSS를 기반으로 VDS와 PAS를 평가하였다.

EMST 중재 전-후, 목뿔위근 근 활성화를 평가한 결과 MEP의 70% 저항을 이용한 실험군에서 통계학적 유의한 차이를 보였으며 이는 중재 후 침 삼킴 동안 목뿔위근이 보다 많은 활성화가 되었음을 의미한다. 움직임 동안 근 활성의 정도가 높아졌다는 것은 운동단위의 동원이 증가했음을 의미하며(Wheeler et al., 2007) 이는 근육이 발휘할 수 있는 힘의 수준이 커졌다는 것을 말한다. Yoon과 Sung (2013)은 연하장애 환자에게 약 75% 수준의 EMST를 8주간 적용한 결과 목뿔위근의 유의한 근 활성화를 보고하였으며 이는 본 연구와 유사한 결과이다.

일반적으로 골격근의 근력향상을 위한 저항운동은 1-Repetition Maximum (1RM)의 약 60% 이상에서 효과적으로 반응한다고 알려져 있으며, 이 수치는 삼킴장애 환자의 치료에도 동일하게 적용된다(Burkhead, Sapienza, & Rosenbek, 2007; Deschenes & Kraemer, 2002). 또 다른 문헌에 의하면 삼킴장애 환자의 입인두근(oropharyngeal muscle) 강화를 위해선 약 60~75%의 수준의 힘을 이용하여 저항운동을 할 경우 효과적인 근력 향상을 기대할 수 있다고 하였다(Robbins et al., 2005; Silverman et al., 2006). Robbins 등(2007)은 뇌졸중 환자의 혀 저항운동을 위해 60~80%의 힘을 이용한 프로토콜을 사용하여 효과적인 근력 향상을 보고하였다. 또한 Wheeler 등(2007)은 EMST의 일회성 측정시 목뿔위근에서 많은 근 활성화가 유발되기 때문에 지속적인 훈련이 목뿔위근 강화에 잠재적 방법임을 보고하였다. 이러한 선행연구들의

이론적 근거와 결과는 본 연구의 결과를 뒷받침하는 부분으로 본 연구의 70% 저항 수치는 목뿔위근의 근 활성화를 위한 합리적인 수치로 생각된다. 하지만 대조군의 1RM 20%의 저항은 약간의 근 활성 변화를 보였지만 통계학적 유의한 차이를 볼 수 없었기에 목뿔위근의 충분한 근 활성화를 유발시키기에는 부족한 수치였을 것으로 생각된다. 이를 통해 4주간의 70% 저항의 EMST가 목뿔위근의 활성화에 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

본 연구에서 VFSS를 통해 VDS와 PAS를 평가한 결과 역시 실험군에서 통계학적 유의한 차이를 보였다. 특히 인두기의 후두개곡 및 이상동의 잔여물, 후두 거상 그리고 흡인에서 많은 향상을 보였으며($p < .05$) 이는 70% 저항의 EMST를 통한 목뿔위근의 강화 훈련 결과로 생각된다. 삼킴동안 목뿔위근의 강한 수축은 목뿔뼈 상승 움직임을 효과적으로 이끌며(Wheeler et al., 2007) 인두기에서 식피의 이동과 성문 내전(glottal adduction)에 영향을 미쳐 기도 흡인을 예방하는 등 안전한 삼킴에 중추적인 역할을 한다(Spiro, Rendell, & Gay, 1994). Yoon과 Sung (2013)의 연구에서도 75% 저항의 EMST를 적용하였을 때 후두 거상과 인두부의 잔여물 그리고 음식물의 인두통과시간에서 유의한 향상을 보고하였으며 이는 본 연구 결과와 일치한다. 하지만 본 연구에서 구강기의 경우 통계학적 유의한 차이가 없었는데 이는 본 연구의 대상자 특성상 구강기의 문제가 거의 없는 인두기 삼킴장애 환자였기 때문이라 생각한다.

EMST의 중재기간은 4주에서 8주까지 연구마다 달리 보고되고 있다(Baker, Davenport, & Sapienza, 2005). Sapienza, Davenport와 Martin (2002)은 4주간, 주 5회, 5회기 동안 5회간의 EMST 프로토콜을 제안하였다. Pitts 등(2009)은 4주간의 EMST 적용을 통해 파킨슨 환자의 흡인 감소를 보고하였으며, Troche 등(2010)의 연구에서도 4주간의 EMST 프로토콜을 통해 흡인의 유의한 감소를 보고하였다. 본 연구 역시 4주간의 EMST 프로토콜을 통해 흡인을 포함한 인두기의 기능적 향상을 확인하였으며 이는 선행연구들과 유사한 결과이다. 또한 신경성 인자 이론(neural factor theory)에 따르면 급성기의 초기 훈련은 신경학적 회복에 많은 영향을 미치며 이때 근육 비대를 통한 근력 향상은 최소 4주의 기간이 소요된다고 알려져 있다(Moritani & deVries, 1979).

이러한 이론적 사실은 본 연구 결과의 이론적 근거로 설명된다.

본 연구는 실험군의 PAS 평가를 통해 흡인의 통계학적 유의한 감소를 확인하였다. PAS는 침습 및 흡인이 발생 하였을 때 기침을 통해 음식물이 밖으로 배출되는 유무에 따라 평가된다. 기침은 삼킴에서 기도 보호를 위한 중요한 작용을 하며 EMST가 삼킴장애 환자의 기침능력 향상과 기도 흡인 예방에 효과적이라는 기존의 Kim, Davenport와 Sapienza (2009)의 선행연구는 본 연구의 결과를 뒷받침하는 부분이다. 또한 대조군 역시 VDS 평가 시 인두기에서 통계학적 유의한 차이를 보였다. 본 연구는 대조군 역시 삼킴기능 향상을 위해 다양한 방법의 전통적 삼킴치료를 시행한 유사 실험설계로 이는 삼킴장애를 동반한 뇌졸중 환자에게 전통적 삼킴치료가 인두기 향상에 효과를 입증한 기존의 연구들은 본 연구의 결과를 뒷받침한다.

중재 후, 두 군의 변화량을 비교한 결과 인두기에서 유의한 차이를 보였다. 대조군은 실험군과 달리 후두 거상과 흡인 항목에서는 유의한 차이가 없었으며 PAS 평가 역시 차이가 없었다. 그러므로 본 연구 결과를 통해 대조군도 인두기의 삼킴기능 향상을 확인 할 수 있었지만 중재 후, 두 군의 비교와 변화량을 비교한 결과 EMST의 70% 저항을 사용한 실험군에서 흡인을 포함한 삼킴기능의 향상을 확인하였다. 이는 EMST가 목뿔뼈의 움직임과 흡인의 감소에 효과적인 교정적 방법임을 보고한 Troche 등 (2010)의 연구와 유사한 결과라고 할 수 있다.

본 연구를 통해 삼킴장애를 동반한 뇌졸중 환자를 대상으로 한 EMST 적용의 치료적 잠재성을 확인하였으며, 임상에서 EMST의 적용 시 70%의 저항과 4주 이상의 적용이 필요하다는 구체적인 방법을 추천할 수 있다. 그러나 대상자의 수가 제한적이며 두 군 모두 전통적 삼킴치료를 병행하였기에 순수한 EMST의 효과를 확인하기에는 어려움이 있었다. 또한 급성기 환자의 빠른 신경회복의 특성상 가소성에 의한 자연회복의 효과를 배제 할 수 없다. 후속 연구에서 이러한 제한점을 보완한다면 EMST의 또 다른 임상적 근거로 사용할 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 후 삼킴장애 환자를 대상으로 EMST의 효과를 알아보려고 하였다. 그 결과 70% 저항의 EMST는 목뿔위근의 활성화와 삼킴기능 향상에 효과적인 방법임을 확인하였다. EMST는 휴대가 용이하며 비침습적 방법으로 안전하게 훈련할 수 있을뿐만 아니라 전문가의 도움 없이 환자 스스로 훈련할 수 있다는 장점이 있다. 특히 인두기의 잔여물, 흡인 등의 이유로 현재 음식물을 이용한 직접적 치료가 어려운 인두기 삼킴장애 환자에게 도움이 될 것으로 생각된다.

References

- Addington, W. R., Stephens, R. E., & Gilliland, K. A. (1999). Assessing the laryngeal cough reflex and the risk of developing pneumonia after stroke. *Stroke*, 30, 1203–1207. doi:10.1161/01.STR.30.6.1203
- Baker, S., Davenport, P., & Sapienza C. (2005). Examination of strength training and detraining effects in expiratory muscles. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48, 1325–1333. doi:10.1044/1092-4388(2005/092)
- Burkhead, L. M., Sapienza, C. M., & Rosenbek, J. C. (2007). Strength-training exercise in dysphagia rehabilitation: Principles, procedures, and directions for future research. *Dysphagia*, 22, 251–265. doi:10.1007/s00455-006-9074-z
- Deschenes, M. R., & Kraemer, W. J. (2002). Performance and physiologic adaptations to resistance training. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(11), S3–S16. doi:10.1097/01.PHM.0000029722.06777.E9
- Ertekin, C., Keskin, A., Kiylioglu, N., Kirazli, Y., On, A. Y., Tarlaci, S., & Aydoğdu, I. (2001). The effect of head and neck positions on oropharyngeal swallowing: A clinical and electrophysiologic

- study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 1255–1260. doi:10.1053/apmr.2001.1.25156
- Han, T. R., Paik, N. J., & Park, J. W. (2001). Quantifying swallowing function after stroke: A functional dysphagia scale based on videofluoroscopic studies. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 677–682. doi:10.1053/apmr.2001.21939
- Huckabee, M. L., & Cannito, M. P. (1999). Outcomes of swallowing rehabilitation in chronic brainstem dysphagia: A retrospective evaluation. *Dysphagia*, 14, 93–109. doi:10.1007/PL00009593
- Kim, D. H., Choi, K. H., Kim, H. M., Koo, J. H., Kim, B. R., Kim, T. W., ... & Yang, H. S. (2012). Inter-rater reliability of videofluoroscopic dysphagia scale. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 36, 791–796. doi:10.5535/arm.2012.36.6.791
- Kim, J., Davenport, P., & Sapienza, C. (2009). Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 48, 361–366. doi:10.1016/j.archger.2008.03.006
- Laciuga, H., Rosenbek, J. C., Davenport, P. W., & Sapienza, C. M. (2014). Functional outcomes associated with expiratory muscle strength training: Narrative review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 51, 535–546. doi:10.1682/JRRD.2013.03.0076
- Lee, S. J., Jung, M. Y., You, E. Y., & Park, J. H. (2012). A comparison of electrical stimulation treatment effects between motor stimulation intensity and sensory stimulation intensity in dysphagia patients. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 20(3), 119–133.
- Logemann, J. A., Rademaker, A., Pauloski, B. R., Kelly, A., Stangl-McBreen, C., Antinoja, J., ... Shaker, R. A. (2009). Randomized study comparing the Shaker exercise with traditional therapy: A preliminary study. *Dysphagia*, 24, 403–411. doi:10.1007/s00455-009-9217-0
- McCulloch, T. M., Hoffman, M. R., & Ciucci, M. R. (2010). High-resolution manometry of pharyngeal swallow pressure events associated with head turn and chin tuck. *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 119, 369–376.
- McHorney, C. A., Robbins, J., Lomax, K., Rosenbek, J. C., Chignell, K., Kramer, A. E., & Bricker, D. E. (2002). The SWAL-QOL and SWAL-CARE outcomes tool for oropharyngeal dysphagia in adults: III. Documentation of reliability and validity. *Dysphagia*, 17, 97–114. doi:10.1007/s00455-001-0109-1
- Moritani, T., & deVries, H. A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 58, 115–130.
- Paik, N. J., Kim I. S., Kim, J. H., Oh, B. M., & Han, T. R. (2005). Clinical validity of the functional dysphagia scale based on videofluoroscopic swallowing study. *Journal of Korean Academic Rehabilitation Medicine*, 29(1), 43–49.
- Park, J. S., Jeong, C. H., & Oh, D. H. (2014). Effect of tongue pressure resistance training on tongue strength, swallowing function and dietary stage of chronic stroke patients with dysphagia. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 22(3), 11–24. doi:10.14519/jksot.2014.22.3.02
- Pearson, W. G. Jr., Langmore, S. E., Yu, L. B., & Zumwalt, A. C. (2012). Structural analysis of muscles elevating the hyolaryngeal complex. *Dysphagia*, 27, 445–451. doi:10.1007/s00455-011-9392-7
- Pearson, W. G. Jr., Langmore, S. E., & Zumwalt, A. C. (2011). Evaluating the structural

- properties of suprahyoid muscles and their potential for moving the hyoid. *Dysphagia*, 26, 345–351. doi:10.1007/s00455-010-9315-z
- Pitts, T., Bolser, D., Rosenbek, J., Troche, M., Okun, M. S., & Sapienza, C. (2009). Impact of expiratory muscle strength training on voluntary cough and swallow function in Parkinson disease. *Chest Journal*, 135, 1301–1308. doi:10.1378/chest.08-1389
- Pitts, T., Morris, K., Lindsey, B., Davenport, P., Poliacsek, I., & Bolser, D. (2012). Co-ordination of cough and swallow in vivo and in silico. *Experimental Physiology*, 97, 469–473. doi:10.1113/expphysiol.2011.063362
- Pitts, T., Troche, M., Mann, G., Rosenbek, J., Okun, M. S., & Sapienza, C. (2010). Using voluntary cough to detect penetration and aspiration during oropharyngeal swallowing in patients with Parkinson disease. *Chest Journal*, 138, 1426–1431. doi:10.1378/chest.10-0342
- Reyes, A., Cruickshank, T., Thompson, J., Ziman, M., & Nosaka, K. (2014). Surface electromyograph activity of submental muscles during swallowing and expiratory muscle training tasks in Huntington's disease patients. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(1), 153–158. doi:10.1016/j.jelekin.2013.09.009
- Robbins, J., Gangnon, R. E., Theis, S. M., Kays, S. A., Hewitt, A. L., & Hind, J. A. (2005). The effects of lingual exercise on swallowing in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53, 1483–1489. doi:10.1111/j.1532-5415.2005.53467.x
- Robbins, J., Kays, S. A., Gangnon, R. E., Hind, J. A., Hewitt, A. L., Gentry, L. R., & Taylor, A. J. (2007). The effects of lingual exercise in stroke patients with dysphagia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 150–158. doi:10.1016/j.apmr.2006.11.002
- Rosenbek, J. C., Robbins, J. A., Roecker, E. B., Coyle, J. L., & Wood, J. L. (1996). A penetration–aspiration scale. *Dysphagia*, 11, 93–98. doi:10.1007/BF00417897
- Sapienza, C. M., Davenport, P. W., & Martin, A. D. (2002). Expiratory muscle training increases pressure support in high school band students. *Journal of Voice*, 16, 495–501. doi:10.1016/S0892-1997(02)00125-X
- Smith Hammond, C. A., Goldstein, L. B., Horner, R. D., Ying, J., Gray, L., Gonzalez-Rothi, L., & Bolser, D. C. (2009). Predicting aspiration in patients with ischemic stroke: Comparison of clinical signs and aerodynamic measures of voluntary cough. *Chest Journal*, 135, 769–777. doi:10.1378/chest.08-1122
- Silverman, E. P., Sapienza, C. M., Saleem, A., Carmichael, C., Davenport, P. W., Hoffman-Ruddy, B., & Okun, M. S. (2006). Tutorial on maximum inspiratory and expiratory mouth pressures in individuals with Idiopathic Parkinson Disease (IPD) and the preliminary results of an expiratory muscle strength training program. *Neurorehabilitation*, 21(1), 71–79.
- Spiro, J., Rendell, J. K., & Gay, T. (1994). Activation and coordination patterns of the suprahyoid muscles during swallowing. *Laryngoscope*, 104, 1376–1382.
- Troche, M. S., Okun, M. S., Rosenbek, J. C., Musson, N., Fernandez H. H., Rodriguez, R., ... Sapienza, C. M. (2010). Aspiration and swallowing in Parkinson disease and rehabilitation with EMST: A randomized trial. *Neurology*, 75, 1912–1929. doi:10.1212/WNL.0b013e3181fef115
- Watts, C. R. (2013). Measurement of hyolaryngeal muscle activation using surface electromyography for comparison of two rehabilitative dysphagia exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94, 2542–2548. doi:10.1016/

- j.apmr.2013.04.013
- Wheeler-Hegland, K. M., Rosenbek, J. C., & Sapienza, C. M. (2008). Submental sEMG and hyoid movement during Mendelsohn maneuver, effortful swallow, and expiratory muscle strength training. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 51*, 1072–1087. doi:10.1044/1092-4388(2008/07-0016)
- 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*, 108–116. doi:10.1007/s00455-006-9061-4
- Woo, H. S., Chang, K. Y., & Oh, J. C. (2014). The effects of eight-week tongue-holding maneuver program on activation of swallowing-related muscle. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy, 22*(1), 53–63. doi:10.14519/jkstot.2014.22.1.05
- Woo, H. S., Park, S. H., Jung, M. Y., Yoo, E. Y., & Park, J. H. (2012). The effects of cranio-cervical flexion on activation of swallowing-related muscles. *Journal of Oral Rehabilitation, 39*, 805–811. doi:10.1111/j.1365-2842.2012.02338.x
- Woo, H. S., Won, S. Y., & Chang, K. Y. (2014). Comparison of muscle activity between two adult groups according to the number of Shaker exercise. *Journal of Oral Rehabilitation, 41*, 409–415. doi:10.1111/joor.12165
- Yoon, Y. S., Lim, J. T., Yun, S. B., Ohm, B. Y., Kang, J. Y., Lim, H. Y., ... Kim, J. H. (2006). The effect of functional electrical stimulation on swallowing function in stroke patients with dysphagia. *Annals of Rehabilitation Medicine, 30*, 417–423.
- Yoon, J. S., & Sung, Y. J. (2013). Effects of lower jaw muscle strength training on the swallowing function in swallowing disorder of patients. *Journal of Rehabilitation Research, 17*(2), 393–407.

Abstract

Effects of Expiratory Muscle Strength Training on Activation of Suprahyoid Muscles and Swallowing Function of Pharyngeal Dysphagia Patients

Park, Ji-Su*, M.Sc., O.T., Oh, Dong-Hwan**, M.S., O.T.,
Chang, Moon-Young***, Ph.D., O.T.

*Dept. of Occupational Therapy, The graduate School, Inje University

**Dept. of Occupational Therapy, Kyunghee University Medical Center

***Dept. of Occupational Therapy, College of Biomedical Science and Engineering, Inje University

Objective : The purpose of this study was to investigate the effects of Expiratory Muscle Strength Training (EMST) on the suprahyoid muscle activation and swallowing function of stroke patients.

Methods : This study randomly assigned 21 stroke patients to an experimental group and a control group. Four-week EMST was performed at resistance of 70% of the maximum expiratory pressure with the experimental group and at resistance of 20% of that with the control group. Evaluation was conducted using surface Electromyographic (sEMG), Videofluoroscopic Dysphagia Scale (VDS), and Penetration-Aspiration Scale (PAS) based on Videofluoroscopic Swallowing Study (VFSS).

Results : There was a statistically significant difference in the activation of the suprahyoid muscles using sEMG of the experimental group ($p < .05$) while there was no significant difference in that of the control group. Both group showed significant difference in the pharyngeal phase of VDS and PAS. Also in the comparison of variation in VDS and PAS before and after the intervention, there were statistically.

Conclusion : Finding from this study confirmed that EMST applied 70% maximum expiratory resistance would be a remedial method which could help activate pharyngeal dysphagia patients' suprahyoid muscles and improve swallowing function.

Key words : Dysphagia, Expiratory Muscle Strength Training (EMST), Stroke, Suprahyoid muscle, Videofluoroscopic Swallowing Study (VFSS)