

뇌졸중 후 연하장애 환자의 신경근 전기자극 강도 차이에 따른 효과: 무작위, 단일 맹검 연구

박지수*, 황나경**, 오동환***

*인제대학교 부산백병원 재활의학과 작업치료실

**서울특별시 북부병원 재활의학과 작업치료실

***경희대학교병원 재활의학과 작업치료실

국문초록

목적 : 본 연구는 뇌졸중 후 연하장애 환자를 대상으로 신경근 전기자극치료(Neuromuscular Electrical Stimulation; NMES)의 강도 차이에 따른 효과를 알아보고자 하였다.

연구방법 : 본 연구는 뇌졸중 발병 6개월 이하의 아급성기 환자 56명을 대상으로 두 집단 사전-사후 검사로 진행되었다. 두 집단을 운동자극군과 감각자극군으로 무작위로 나눈 후 하루 30분간, 주 5회, 6주간 서로 다른 강도의 신경근 전기자극치료를 받았으며 동일기간 동안 전통적 연하재활치료를 함께 중재 받았다. 연하기능의 평가는 비디오 투시 조영검사(Videofluoroscopic Swallowing Study; VFSS)를 기반으로 비디오 투시 연하장애 척도(Videofluoroscopic Dysphagia Scale; NDS)와 침습-흡인 척도(Penetration-Aspiration Scale; PAS)를 사용하였으며 L-tube 제거율을 확인하였다.

결과 : 본 연구 결과 두 집단 모두 연하의 인두기와 침습-흡인 척도에서 통계학적 유의한 차이를 보였으며($p<.05$) 중재 후, 두 집단의 결과를 비교한 결과 역시 연하의 인두기와 침습-흡인 척도에서 통계학적 차이를 보였다($p<.05$). 또한 중재 전과 후의 변화량의 결과 운동자극군은 인두기에서 12.58 ± 8.15 , 감각자극군은 4.00 ± 5.07 로 두 집단간 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.05$). L-tube 제거율은 운동자극군의 경우 52%, 감각자극군에서 29%를 보였다.

결론 : 본 연구를 통해 신경근 전기자극의 운동자극과 감각자극을 받은 두 집단 모두 연하의 인두기 향상을 보였으나 두 집단의 비교 결과 운동자극군에서 더욱 효과적임을 확인하였다.

주제어 : 뇌졸중, 신경근 전기자극치료, 연하장애

I. 서론

연하장애(dysphagia)란 다양한 신경학적 질환으로 인해 구강기, 인두기 그리고 식도기에서 발생하는 문제로 저

작, 식괴(bolus) 형성의 어려움, 설골의 움직임 저하, 후두개곡(vallecula)과 이상동(pyramidal sinus)의 잔여물, 인두통과시간, 흡인 및 침습 등과 같은 문제가 주로 발생한다(Youmans, Youmans, & Stierwalt, 2009). 연하장

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

Corresponding author: Oh, Dong-Hwan (bolky81@naver.com/ Dept. of Occupational Therapy, Seoul Bukbu Hospital)

Received 30 July 2014; Revised version received 11 August 2014; Accepted 6 March 2015

에는 뇌졸중 발병 후 흔히 동반되며 급성기의 발병률은 45~65%로 알려져 있으며(Lee, et al., 2014) 흡인성 폐렴, 영양 결핍, 탈수와 같은 합병증을 야기하고 심지어 사망을 초래하기도 한다(Mann, Hankey, & Cameron, 2000). 이러한 문제들은 뇌졸중 회복의 예후에 악영향을 미치며 재활에도 부정적인 요소로 작용한다(Paik, Kim, Kim, Oh, & Han, 2005). 그러므로 초기 연하장애의 정확한 진단과 적절한 치료는 매우 중요한 부분으로(Yoon et al., 2006) 지난 수십 년간 효과적인 연하치료를 위해 다양한 방법들이 보고되었으며 이는 환자의 증상과 상태에 따라 달리 적용된다.

연하장애의 치료는 목적에 따라 크게 교정적 접근과 보상적 접근으로 구분되며 교정적 방법의 경우 고개들기(head lift), 혀의 저항 운동(tongue resistance training) 그리고 다양한 메뉴버를 통해 실질적인 연하기능을 향상시키기 위해 사용된다(Woo, Park, Jung, Yoo, & Park, 2012). 반면 보상적 방법의 경우 음식물의 양, 재질, 점도의 조절 그리고 고개 숙이기, 기울이기, 돌리기와 같은 자세조절을 통해 보다 안전한 연하를 위해 사용되지만 이는 일시적인 효과이기 때문에 임상에서의 연하재활치료는 주로 교정적 방법에 초점이 맞춰져 있다(Ertekin et al., 2001). 하지만 수의적인 연하 그리고 다양한 운동과 같은 교정적 방법의 연하재활치료는 type I 근섬유의 향상에 효과적인 방법으로 연하와 관련된 근육의 경우 상당 부분 type II 근섬유라는 사실을 고려한다면 이는 효율적인 연하재활치료로 제한적이다(Shaw et al., 2007).

신경근 전기자극치료(Neuromuscular Electrical Stimulation: NMES)는 연하장애의 치료를 목적으로 경부 전방에 전기적 자극을 통해 근 수축(evoked contraction)과 감각 입력을 제공하는 대표적인 교정적 방법이다(Clark, Lazarus, Arvedson, Schooling, & Frymark, 2009). 또한 NMES는 위에서 언급한 각종 메뉴버 등과는 달리 보다 많은 type II 근섬유의 동원에 적합한 치료 방법으로 알려져 있다(Suiter, Leder, & Ruark, 2006). 이는 표면 전극을 사용하여 전기적 자극을 근육으로 전달하는 방식으로 신경 섬유의 탈분극(depolarization)으로부터 근 수축을 유발 시키며 근육의 근력 강화, 위축 예방 그리고 신경근 재교육에 효과적인 방법이다(Gondin, Cozzone,

& Bendahan, 2011; Heijnen, Speyer, Baijens, & Bogaardt, 2012; Poorjavat, Talebian Moghadam, Nakhostin Ansori, & Daemi, 2014; Toyama et al., 2014).

연하장애 환자를 대상으로 NMES의 효과는 전극의 배치에 따라 영향을 받게 되며 다양한 배치 방법은 본 도구의 개발 업체로부터 제시되고 있다(Bulow, Speyer, Baijens, Woisard, & Ekberg, 2008; Humbert et al., 2006; Poorjavat et al., 2014). 하지만 전극의 배치가 동일하다면 적용 강도와 시간과 같은 자극의 양(dose)이나 자극의 빈도, 상승기간과 같은 요소들에 영향을 받게 되며 이 중 특히 적용 자극 강도가 직접적인 영향을 미치게 된다(Han, Lim, Kim, & Lee, 2002; Powell, Pandyan, Granat, Cameron, & Stott, 1999).

NMES의 적용 강도는 선행연구의 보고에 의하면 크게 운동자극과 감각자극으로 구분되며 운동자극의 경우 자극의 강도를 근육이 조이는 느낌(grabbing sense)이 날 때 까지의 강도를 의미한다(Humbert et al., 2006). 반면 감각자극의 경우 처음 자극이 느껴지는 순간 또는 따끔거리는 느낌(tingling sense)이 나는 지점으로(Lee, Jung, Yoo, & Park, 2012; Lim, Lee, Lim, & Choi, 2009) 연구마다 달리 정의되어 사용되며 이는 보통 환자의 주관적인 느낌을 기준으로 판단하게 된다. 이러한 적용 강도에 따른 효과의 차이는 용량 반응의 효과(dose-response effects)라고 불리며 최근 연하장애 환자를 대상으로 자극 강도와 관련된 연구들이 보고되고 있다.

운동자극을 적용한 연구의 경우 Permsirivanich 등(2009)은 23명의 연하장애를 동반한 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 전통적 연하재활치료에 비해 운동자극의 NMES를 적용받은 군에서 통계학적 유의한 식이단계 변화를 보고하며 NMES의 효과를 지지했다. 또한 Lee 등(2014) 역시 운동자극의 NMES는 전통적 연하재활치료에 비해 급성기 연하장애 환자의 식이단계 향상에 효과적인 치료임을 보고하였다. 뿐만 아니라 운동자극은 설골 또는 후두와 같은 구조물의 움직임에 영향을 미치며 Park, Kim, Oh와 Lee(2012)는 운동자극 동안 힘껏 삼킴(effortful swallowing)을 통해 후두의 상방 움직임의 증가를 보고하였다. 하지만 Bulow 등(2008)은 운동자극의 NMES와 전통적 연하재활치료를 받은 두

군 모두 연하기능에서 유의한 향상을 보였지만 두 군 간의 차이는 확인 할 수 없었다. 그리고 Humbert 등 (2006)은 운동자극을 적용할 경우 전극을 턱끝과 설골 사이의 부착 배열을 제외한 다양한 배열에서 설골과 후두의 하강 움직임이 유발되기에 이를 다시 상방으로 극복하기 위한 자발적인 연하가 어려운 환자의 경우 흡인과 같은 문제를 초래 할 수 있다고 보고하였다. 감각자극을 적용한 연구로 Lim 등(2009)은 환자가 주관적인 느낌상 따끔거리는 느낌의 강도(대략 7mA)로 적용하였으며 온도-촉각 자극(thermal-tactile stimulation)만을 중재 받은 대조군에 비해 인두통과시간과 흡인의 유의한 감소를 보고하였다. 또한 Gallas, Marie, Leroi와 Verin(2010) 역시 감각자극의 NMES를 통해 흡인과 인두기의 잔여물 감소, 연하 반응의 향상을 통해 감각자극의 효과를 보고하였다. 또한 감각자극은 연하장애 환자의 연하와 관련된 대뇌피질의 재조직 및 가소성과 관련 있는 것으로 알려져 있다(Hamdy et al., 1998).

이와 같이 자극의 강도를 이용한 연구들이 지속적으로 보고되고 있으나 선행연구들은 운동자극과 전통적 연하재활치료 또는 감각자극과 전통적 연하재활치료의 효과를 비교한 연구들이 대부분이나 최근 Lee 등(2012)은 연하장애 환자에게 운동자극과 감각자극을 각각 중재하여 비교 하였다. 그 결과 두 군 모두 연하기능의 유의한 향상을 보였으며 자극 강도에 따른 두 군 간의 치료 효과에는 유의한 차이가 없음을 보고하였다. 또한 Rofes 등(2013)은 운동자극군의 경우 전극을 턱밑(submental)에 부착하였으며 감각자극군은 갑상연골(thyroid)에 부착하여 강도에 따른 효과를 비교하였으며 그 결과 인두기 잔여물의 경우 운동자극군에서만 유의한 향상을 보였지만 설골의 움직임 향상에 있어서는 두 군 모두 유의한 향상을 보였다.

현재 연하장애 환자에게 적용한 NMES의 효과에 대한 의견은 연구마다 다양하게 보고되고 있으며 용량 반응에 따른 효과를 보고한 연구는 부족한 실정이다. 그러므로 본 연구는 Lee 등(2012)과 Rofes 등(2013)의 연구의 기반으로 제한점을 보완하였다. 우선 본 연구는 더 많은 대상을 확보하고 선행연구들과는 달리 병변 부위를 대뇌 손상으로 제한시켰으며 무작위(randomized)와 단일 맹검(blind)의 연구 설계를 통해 결과에 대한 땀뿔림(bias)을 줄이고자 노력하였다. 또한 연하기능의 회복을 구강기

와 인두기로 세분화하고 흡인의 정도와 L-tube 제거를 통해 자극 강도(운동자극과 감각자극)에 따른 그 효과를 알아보고 효과에 대한 차이를 밝히고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 연하장애를 동반한 뇌졸중 환자 56명을 대상으로 하였으며 대상자의 선정기준은 다음과 같다. 1) 뇌출혈 또는 뇌경색으로 발병 6개월 이하에 해당하는 자. 2) 비디오 투시 조영검사(Videofluoroscopic Swallowing Study; VFSS)를 통해 연하장애를 진단받은 자. 3) 자발적 삼킴이 가능한 자. 4) 현재 구강 또는 비위관(Nasogstric tube; NG tube)을 이용하여 급식하는 자. 5) 한국형 간이정신상태 검사(Mini Mental Status Examination-Korean Version) 24점 이상으로 인지적 문제가 없는 자. 6) 적극적인 협조가 가능하며 의사소통에 문제가 없는 자. 제외기준은 다음과 같다. 1) 대뇌 손상이 아닌 자. 2) 인공 심장 박동기를 부착한 자. 3) 발작 또는 간질을 경험한 자. 4) 뇌졸중이 재발한 자. 5) 표면전극 부착부위에 피부 병변이 있는 자. 6) 전기자극에 따른 통증을 호소하는 자(Visual Analogue Scale 5점 이상). 7) 경피적 내시경적 위루술(Percutaneous Endoscopic Gastrostomy)을 시행한 자. 8) 침(acupuncture), 뜸(moxa)과 같은 한방의학(oriental medicine)을 병행하지 않는 자.

실험 전 모든 대상자에게 본 연구의 목적과 내용 그리고 계획된 실험 스케줄을 설명 하였으며 자발적 참여에 대한 구두 동의 하에 진행하였다. 본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 연구 도구

1) 신경근 전기자극치료

(Neuromuscular Electrical Stimulation; NMES)

본 연구는 NMES를 적용하기 위해 VitalStim (Chattanooga group, Hixson, TN, USA)을 사용하였다. 본 도구는 교류 전류를 이용한 2개의 채널을 이용하

는 방식으로 VitalStim의 제조사에 의해 다양한 전극 배치 방법이 제시되어 있다. 전기 자극은 대칭성 이상성과 (symmetric biphasic wave) 80Hz, 자극 폭 300 μ s, 주 기당 자극은 700 μ s, 각 자극 사이 간격은 100 μ s로 설정 되었다.

2) 비디오 투시 연하장애 척도

(Videofluoroscopic Dysphagia Scale; VDS)

본 척도는 VFSS를 기반으로 관찰을 통해 이루어지는 평가로 연하장애의 정도와 예측에 있어 객관적인 평가 방법이다. 항목은 크게 구강기와 인두기로 구분되며 각각 7개의 항목으로 총 14개의 항목으로 구성되어 구강기에서 인두기까지 전반적인 연하의 기능적 평가가 가능하다. 항목의 점수는 구강기와 인두기의 상대적 대응비를 고려한 척도로 최소 0점에서 최대 100점이며 점수가 높을수록 연하장애의 정도가 심함을 의미한다. 본 척도의

평가자 간 신뢰도는 ICC값 .556으로 비교적 높은 신뢰도를 가진다(Kim et al., 2012).

3) 침습-흡인 척도

(Penetration-Aspiration Scale; PAS)

PAS는 VFSS를 통해 후두 통과와 기도 흡인 두 가지 결과만을 반영한 평가이다(Robbins, Roecker, Coyle, & Wood, 1996). 후두 통과는 음식물이 후두로 들어가지만 성대주름 아래로는 통과하지 않는 것을 의미하며 기도 흡인은 성대주름 아래로 음식물이 내려가는 것을 의미한다. 본 척도의 단계를 나누는 기준은 성대주름을 기준으로 음식물이 들어간 깊이와 이 음식물이 기침 등을 통해 밖으로 나오는지 여부에 따라 8단계로 구분된다. 그리고 단계가 높을수록 흡인의 정도가 심함을 의미한다. 본 척도의 평가자 간 신뢰도는 ICC값 .914로 높은 신뢰도를 가진다(Lee et al., 2012).

Table 1. General Characteristics of Subjects

(N=56)

Characteristics		Motor intensity group		Sensory intensity group	
		Subjects (n)	Percentage (%)	Subjects (n)	Percentage (%)
Gender	Male	13	50.0	14	53.3
	Female	13	50.0	16	46.7
Age (yr)	40~49	7	26.9	6	20.0
	50~59	6	23.1	9	30.0
	60~69	8	30.8	9	30.0
	70~79	4	15.4	3	10.0
	≥ 80	1	3.8	3	10.0
Onset period (mo)	1~2	11	42.3	11	36.7
	3~4	7	26.9	10	33.3
	5~6	8	30.8	9	30.0
Stroke type	Hemorrhage	13	50.0	16	53.3
	Infarction	13	50.0	14	46.7
Paretic side	Right	14	46.2	17	56.7
	Left	12	53.8	13	43.3
L-tube	Yes	19	73.1	17	56.7
	No	7	26.9	13	43.3
Total		26	100.0	30	100.0

3. 연구 절차 및 연구 방법

1) 연구설계

본 연구는 전향적, 무작위 대조(prospective, randomized trial), 단일 맹검(single-blind) 설계로 진행되었다.

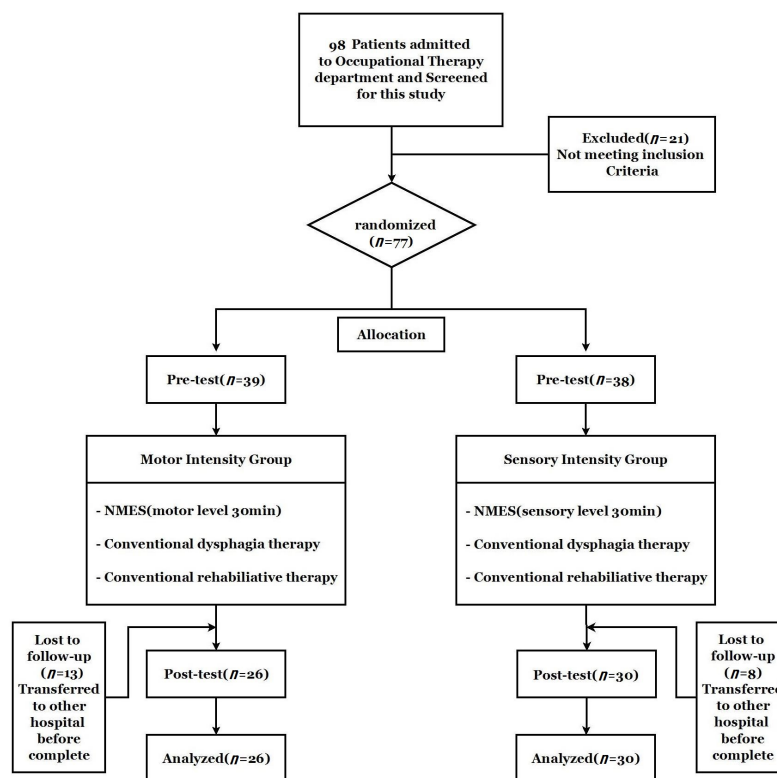
2) 연구절차

본 연구는 56명의 환자를 대상으로 연하치료실에 방문 순서에 따라 컴퓨터 난수표를 사용하여 무작위로 운동자극군과 감각자극군으로 나누었다. 두 군은 6주 동안 하루 30분씩, 주 5회, 총 30회 전통적 연하치료를 시행 받았으며 두 군 모두 동일 기간동안 NMES를 시행 받았다.

전기 자극은 선행연구들과 동일하게 한쌍은 턱끝과 설골 사이에 수평으로 부착하였으며 또 다른 한쌍은 설골과 갑상연골 사이에 수평으로 부착하였다(Lee et al., 2012).

본 배치는 이설골근(geniohyoid), 악이복근(mylohyoid), 갑상설골근(thyrohyoid) 그리고 인두수축근(pharyngeal constrictor)을 자극하는 방법으로 알려져 있다. 두 쌍의 전극은 경력 5년 이상의 2인의 작업치료사가 부착하였으며 정확한 위치 선정을 위해 사전에 합의 하였다. 그리고 전극의 부착 부위는 펜을 이용하여 미리 마크해 두었다. 전극의 부착과 전도성을 높이기 위해 부착 전 TENS Clean-Cote를 이용하여 부착 부위를 깨끗이 닦았으며 전극은 매 회마다 새로운 전극을 사용하였다.

두 군에게 적용한 자극의 강도는 선행연구에서 보고한 강도를 참고하였으며(Humbert et al., 2006; Lim et al., 2009) 운동자극군의 경우 전기 자극으로 인해 목이 조이는 느낌이 날 때까지 강도를 서서히 올렸다. 반면 감각자극군의 경우 자극으로 인해 목이 따끔거리는 정도까지 강도를 설정 하였다. 모든 실험의 진행은 2인의 작업치료사가 실시하였으며 VFSS의 해석은 1인의 재활의학



NMES:Neuromuscular Electrical Stimulation

Figure 1. Flow Diagram

과 전공의가 실시하였다. 전반적인 연구과정은 다음과 같다(Figure 1).

3) 연구 방법

(1) 운동자극과 감각자극의 방법

운동자극군은 전기 자극 강도를 설정하기 위해 0.5mA 간격으로 강도를 서서히 올렸으며 환자의 주관적인 느낌으로 목이 조여지는 지점을 운동자극강도로 설정하였고 지시어는 다음과 같다. ‘지금부터 전기 자극을 서서히 올릴 겁니다. 자극은 본인이 참을 수 있는 범위 내에서 목이 조여지는 느낌이 날 때 그만 이라고 해주세요. 30분의 전기 자극동안 침을 삼키시고 만약 계속해서 침 삼키기가 어려울 경우 앞에 있는 물을 수저를 이용해 삼키세요’. 환자마다 설정한 운동자극의 강도는 순응도에 따라 달리 적용되었으며 최소 10.0mA에서 최대 15.0mA로 평균 12.4mA 였다.

감각자극군 역시 동일한 방법으로 자극의 강도를 올렸으며 환자의 주관적인 느낌상 따끔거리는 느낌이 나타나는 지점을 감각자극강도로 설정하였으며 지시어는 다음과 같다. ‘지금부터 전기 자극을 서서히 올릴 겁니다. 자극으로 인해 따끔거리는 느낌이 나기 시작할 때 그만 이라고 해주세요. 30분의 전기 자극동안 침을 삼키시고 만약 계속해서 침 삼키기가 어려울 경우 앞에 있는 물을 소량씩 삼키세요’. 감각자극의 강도는 최소 3.0mA에서 최대 5.0mA로 평균 4.3mA 이며 모든 환자에게 제공된 물은 점도를 이용하여 넥타(nectar) 수준의 점도로 조절하였다.

(2) 전통적 연하재활치료

전통적 연하재활치료는 재활적, 보상적 치료가 적용되었다. 재활적 치료는 구강안면운동, 온도촉각 자극, 메뉴버(마사코, 멘델슨, 힘껏 삼키기)와 같은 기법을 사용하였다. 또한 보상적 치료는 자세 변경(고개 숙이기, 기울이기,

돌리기)과 식이의 점도 조절과 같은 방법을 사용하였다.

4. 분석 방법

수집된 자료의 분석은 SPSS Version 18.0 통계처리 프로그램을 이용하였다. 대상자의 일반적 특성을 분석하기 위해 기술통계를 사용하였다. 중재 전, 후의 두 군의 VDS와 PAS를 비교하고, 각 군의 중재 전, 후의 변화량을 비교하기 위하여 독립표본 *t*검정(independent *t*-test)을 사용하였다. 또한 중재 전, 후의 VDS와 PAS의 점수 변화는 대응표본 *t*검정(paired samples *t*-test)을 실시하였다. 모든 통계분석의 유의수준 α 는 .05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 중재 전 운동자극군과 감각자극군의 동질성 검증

중재 전 두 군의 연하기능에 대한 동질성 검증을 하였으며 VDS와 PAS에서 통계학적 유의한 차이가 없었다($p>.05$) (Table 3).

2. 운동자극군의 중재 전과 후의 VDS와 PAS의 변화

운동자극군의 중재 전과 후의 비교 결과 VDS의 구강기의 경우 통계학적 유의한 차이는 없었지만 조기식괴상 실과 구강통과시간의 세부항목에서 유의한 차이를 보였

Table 3. Examination of Homogeneity for Swallowing Function Before Intervention

Items	Motor intensity group		Sensory intensity group	<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M</i> ± <i>SD</i>		<i>M</i> ± <i>SD</i>		
VDS	Oral stage	16.94 ± 4.03	16.46 ± 4.99	.39	.70
	Pharyngeal stage	42.29 ± 5.81	43.02 ± 7.03	-.42	.38
PAS	Total	5.00 ± 1.39	4.63 ± 1.65	.89	.68

PAS: Penetration-Aspiration Scale, VDS: Videofluoroscopic Dysphagia Scale

다($p<.05$). 인두기의 경우 모든 항목에서 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 또한 PAS 역시 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (Table 4).

3. 감각자극군의 중재 전과 후의 VDS와 PAS의 변화

감각자극군의 중재 전과 후의 비교 결과 VDS의 구강기의 경우 통계학적 유의한 차이는 없었지만 조기식과상실의 세부항목에서 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 인두기의 경우 통계학적 유의한 차이를 보였으며 세부항목에서 인두 연하 유발, 후두개곡 잔여물, 이상동 잔여물 그리고 흡인 항목에서 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 또한 PAS 역시 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (Table 5).

4. 중재 후 운동자극군과 감각자극군의 VDS와 PAS의 점수 비교

중재 후 운동자극군과 감각자극군의 VDS 점수를 비교한 결과 구강기의 경우 통계학적 유의한 차이가 없었으나 인두기에서 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 또한 PAS의 경우 통계학적 유의한 차이가 없었다($p>.05$) (Table 6).

5. 중재 전, 후의 운동자극군과 감각자극군의 VDS와 PAS의 변화량 비교

운동자극군과 감각자극군의 중재 전과 후 변화량을 비교하였다. 그 결과 VDS의 인두기 와($p<.05$) PAS에서 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (Table 7).

Table 4. Change of Scores of VDS and PAS in Motor Intensity Group

	Items	Pre-test	Post-test	<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>		
VDS	Lip closure	0.69 ± 0.97	0.62 ± 0.94	1.00	.33
	Bolus formation	2.65 ± 0.97	2.54 ± 1.10	1.00	.33
	Mastication	3.69 ± 1.09	3.38 ± 1.47	1.44	.16
	Tongue to palate contact	4.42 ± 1.63	3.85 ± 2.15	1.81	.08
	Premature bolus loss	2.71 ± 1.20	2.37 ± 1.29	2.29	.03
	Oral transit time	2.77 ± 0.82	2.31 ± 1.29	2.13	.04
	Oral stage	16.94 ± 4.03	15.06 ± 5.61	2.52	.19
	Ttriggering of pharyngeal swallow	3.81 ± 1.66	2.77 ± 2.23	2.29	.03
	Vallecular residue	3.46 ± 1.21	2.54 ± 2.00	2.90	.01
	Laryngeal elevation	7.62 ± 3.31	4.85 ± 4.58	3.33	.00
	Pyriform sinus residue	5.02 ± 3.20	3.29 ± 3.00	3.08	.01
	Coating on the pharyngeal wall	8.31 ± 2.45	6.58 ± 4.07	2.44	.02
	Pharyngeal transit time	5.31 ± 1.96	3.46 ± 3.02	2.86	.01
	Aspiration	8.77 ± 3.10	6.23 ± 2.67	3.73	.00
	Pharyngeal stage	42.29 ± 5.81	29.71 ± 8.24	7.87	.00
PAS	Total	5.00 ± 1.39	3.88 ± 1.45	3.92	.00

PAS: Penetration-Aspiration Scale, VDS: Videofluoroscopic Dysphagia Scale

Table 5. Change of Scores of VDS and PAS in Sensory Intensity Group

	Items	Pre-test	Post-test	<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>		
VDS	Lip closure	0.60 ± 0.93	0.53 ± 0.90	1.00	.33
	Bolus formation	2.60 ± 1.04	2.57 ± 1.04	1.00	.33
	Mastication	3.47 ± 1.38	3.53 ± 1.25	-.44	.66
	Tongue to palate contact	4.50 ± 1.53	4.33 ± 1.73	1.00	.33
	Premature bolus loss	2.60 ± 1.30	2.40 ± 1.28	2.11	.04
	Oral transit time	2.70 ± 0.92	2.60 ± 1.04	1.00	.33
	Oral stage	16.46 ± 4.99	15.97 ± 4.66	1.65	.11
	Triggering of pharyngeal swallow	3.60 ± 1.83	3.00 ± 2.16	2.11	.04
	Vallecular residue	3.27 ± 0.98	2.87 ± 1.25	2.26	.03
	Laryngeal elevation	8.10 ± 2.75	7.80 ± 3.11	.57	.57
	Pyriiform sinus residue	5.85 ± 2.41	4.95 ± 3.41	2.26	.03
	Coating on the pharyngeal wall	8.70 ± 1.64	8.10 ± 2.75	1.44	.16
	Pharyngeal transit time	5.30 ± 1.71	4.90 ± 2.16	1.16	.25
	Aspiration	8.20 ± 3.69	7.40 ± 3.41	2.11	.04
	Pharyngeal stage	43.02 ± 7.03	39.02 ± 9.10	4.32	.00
PAS	Total	4.63 ± 1.65	4.37 ± 1.67	2.50	.02

PAS: Penetration-Aspiration Scale, VDS: Videofluoroscopic Dysphagia Scale

Table 6. Score Comparison of VDS and PAS in Both of Groups After Intervention

	Items	Motor intensity group	Sensory intensity group	<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>		
VDS	Oral stage	15.06 ± 5.61	15.97 ± 4.66	-.66	.51
	Pharyngeal stage	29.71 ± 8.24	39.02 ± 9.10	-3.99	.00
PAS	Total	3.88 ± 1.45	4.37 ± 1.67	.18	.26

PAS: Penetration-Aspiration Scale, VDS: Videofluoroscopic Dysphagia Scale

Table 7. Comparison of Variations Before/After Intervention

	Items	Motor intensity group	Sensory intensity group	<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>		
VDS	Oral stage	1.88 ± 3.81	0.50 ± 1.66	1.80	.08
	Pharyngeal stage	12.58 ± 8.15	4.00 ± 5.07	4.80	.00
PAS	Total	1.12 ± 1.45	0.27 ± 0.58	2.94	.01

VDS: Videofluoroscopic Dysphagia Scale, PAS: Penetration-Aspiration Scale

IV. 고 찰

연하장애 환자의 경부 전방에 NMES를 적용한 연구는 Freed, Freed, Chatburn과 Christian(2001)의 연구 이후 현재까지 그 효과를 지지하는 연구와 그렇지 않은 연구로 다양한 의견들이 보고되고 있으며 치료효과에 대한 논쟁은 여전히 존재하고 있다. 그 중 하나가 용량-반응 효과에 대한 주제로 NMES의 효과는 주어진 자극의 강도에 따라 많은 영향을 받기 때문에 이에 대한 임상적 근거는 매우 중요하다. 하지만 현재 NMES의 용량-반응 효과에 대한 연구는 미비하여 이론적 근거가 부족한 실정으로 본 연구는 선행연구를 기반으로 자극강도를 달리 하여 운동자극과 감각자극으로 구분한 후 그 효과를 알아보고자 하였다. 회복의 지표로 VFSS를 기반으로 VDS와 PAS를 이용하였으며 L-tube 제거율을 확인 하였다.

VFSS를 기반으로 한 VDS의 평가 결과를 살펴보면 운동자극군의 경우 구강기에서 통계학적 유의한 차이를 보이지 않았지만 인두기에서 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.01$). 하지만 세부 항목별 분석에서 구강기의 경우 조기식과상실과 구강통과시간에서 유의한 차이를 보였으며 인두기의 경우 모든 항목에서 통계학적 유의한 차이를 보였다. 또한 PAS 역시 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.01$). 본 결과를 통해 NMES의 운동자극에 대한 효과를 확인 하였고 특히 인두기에서 많은 향상이 있었음을 알 수 있었으며 이는 운동자극을 적용한 기존의 선행연구들과 유사한 결과이다. Shaw 등(2007)은 NMES의 운동자극을 통해 연하장애 환자의 식이 양(diet intake) 그리고 흡인과 인두기 잔여물의 감소를 확인하였으며 이로 인해 전반적인 연하기능의 향상을 보였으며 경도 연하장애 환자의 경우 후두 상승의 증가를 보고하였다. 또한 Toyama 등(2014)은 연하장애 환자에게 8주 간 운동자극을 적용한 결과 VDS 전체 점수에서 유의한 향상을 보였으며 설골의 상전방의 움직임 그리고 후두에서는 상방 움직임 향상과 인두기 전반적인 영역에서 유의한 향상을 보고하였다. Park 등(2012)은 NMES의 운동자극과 함께 적용된 힘껏 삼키는 후두의 상방 움직임 향상에 도움이 되는 방법으로 연하치료의 새로운 치료방법으로 제시하였다. 이는 운동자극을 통한 강한 근 수축은 설골과 후두의 하강 움직임을 유발하게 되며 이때 자발적인 연하를 통해 이를 극복하

여 다시 상방으로 추진하는 저항의 개념으로 설명하였다(Humbert et al., 2006). 본 연구 결과 역시 인두기 항목에서 특히 설골 상승의 유의한 향상을 보였으며($p<.00$), 이는 NMES를 적용받는 동안 자발적인 연하를 지속적으로 수행하였기에 이와 같은 효과가 반영되었을 것으로 생각된다.

연하장애 환자에게 NMES의 사용은 대부분 운동자극을 적용하는 경우가 많으며 이는 다양한 근육학적 이론적 근거와 밀접한 관련이 있기 때문이다. 우선 고강도의 전기자극은 골격근의 강한 탈분극을 유발하며 이는 근력 회복에 긍정적인 요소로 작용한다(Gondin, 2011; Mesin, Merlo, Merletti, & Orizio, 2010). 또한 Selkowitz(1985) 역시 전기자극을 통한 효과적인 근 수축을 유발하기 위해서는 보다 강한 자극이 필요하다고 보고하였다. 특히 연하와 관련된 근육의 경우 type II 근섬유가 주로 분포되어 있으며 NMES 역시 type II 근섬유의 운동단위 동원에 유리한 자극으로 보다 강한 전기 자극은 근 수축력의 향상과 근력의 향상에 긍정적인 영향을 미치게 된다(Korfage, Schueler, Brugman, & van Eijden, 2001; Lake, 1992; Mysiw & Jackson, 1996; Stal, 1994). 이러한 이론적 근거는 본 연구의 결과를 지지하는 부분이다.

감각자극군 역시 구강기에서 통계학적 유의한 차이를 보이지 않았지만 인두기에서 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.01$). 세부항목의 경우 구강기에서 조기식과상실에서 유의한 차이를 보였으며 인두기의 경우 인두 연하 유발, 후두개곡 잔여물, 이상동 잔여물 그리고 흡인에서 유의한 차이를 보였고 PAS 역시 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.01$). 이는 운동자극군과 비교하였을때 항목의 차이는 있으나 감각자극군 역시 인두기에서 전반적인 기능 향상을 확인할 수 있었다. Lim 등(2009)은 뇌졸중 후 연하장애 환자에서 감각자극의 NMES를 적용한 결과 인두통과시간과 흡인의 유의한 감소를 보고 하였으며 Lee 등(2012) 역시 감각자극을 통해 흡인과 인두기 잔여물 감소 그리고 식이단계의 향상을 보고하였다. 이 외 감각자극을 적용한 많은 선행연구들에서 인두기의 기능적 향상을 보고 하였으며 특히 흡인과 인두기의 잔여물 감소에 효과적임을 제시하였다(Gallas et al., 2010; Ludlow et al., 2007; Rofes et al., 2013; Rosenbek

et al., 1996). 이와 같은 선행연구들은 본 연구의 결과와 일치하는 부분이다.

NMES의 감각자극에 따른 효과는 연하와 관련된 상행 신경로와 뇌의 활성화를 통한 대뇌 재조직화 효과로 설명된다(Clark et al., 2009; Hamdy et al., 1998; Hamdy, Rothwell, Aziz, & Thompson, 2000). 최근 Poorjavand 등(2014)은 NMES의 감각자극은 연하와 관련된 대뇌 피질의 충분한 활성화를 일으킨다고 하였으며 Rofes 등(2013) 역시 감각자극을 통해 흡인의 감소로 보다 안전한 연하가 가능하다고 하였다. 이러한 회복은 뇌졸중 후 신경가소성(neuroplasticity) 효과로 설명하였으며 이는 만성기 환자보다 회복단계의 급성기 환자에게 더욱 용이하다(Jørgensen et al., 1995). 또한 Doucet, Lam과 Griffin(2012)은 보다 많은 중추신경계를 활성화시키기 위해서는 높은 강도보다 상대적으로 낮은 강도의 NMES가 적합하다고 하였으며 그 이유는 강한자극의 경우 정상적인 신경섬유의 전도가 아닌 역행성 전도(antidromic transmission)가 발생 할 수 있음을 보고 하였다. 역행성 전도가 발생 할 경우 운동과 감각 입력을 막음으로써 전반적인 중추신경계 활성화를 방해하는 것으로 알려져 있다(Bergquist et al., 2011). 이러한 이론적 근거는 본 연구의 결과를 지지하는 부분이며 본 연구에 참여한 대상자의 경우 뇌졸중 발병 6개월 이내의 아급성기 환자로 가소성 효과가 컸을 것으로 생각된다.

본 연구를 통해 운동자극군과 감각자극군 모두에서 VDS의 인두기와 PAS에서 통계학적 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 하지만 중재 전, 두 군의 동질했던 연하기능에 비해 중재 후, 두 군의 연하기능의 동질성을 비교한 결과 VDS의 인두기에서 유의한 차이를 보였다($p<.01$). 또한 중재 전과 후의 변화량 비교 역시 VDS의 인두기와 PAS에서 통계학적 유의한 차이를 보였다($p<.01$). 본 연구는 이와같은 결과를 통해 운동자극과 감각자극 모두 연하기능 중 인두기의 향상과 흡인의 감소를 확인 하였지만 중재 후 두 군의 점수와 변화량 비교를 통해 감각자극군에 비해 상대적으로 운동자극군에서 유의한 회복을 보였다는 사실을 알 수 있었다. 또한 본 연구는 중재 후 연하기능의 회복 지표로 사용되는 L-tube 제거율을 확인하였다. 그 결과 운동자극군의 경우 10명(52%), 감각자극군 5명(29%)으로 운동자극군

에서 상대적으로 높은 제거율을 보였으며 이는 보다 향상된 연하기능을 의미한다. 본 연구를 통해 운동자극과 감각자극을 적용한 NMES가 연하기능의 향상에 모두 효과적이라는 것을 알 수 있었으나 중재 후 치료효과를 비교하였을 때에는 두 군간의 연하기능의 향상정도에 차이가 있었다. 이는 기존의 Lee 등(2012)이 제시한 운동자극과 감각자극에 따른 유의한 차이가 없었던 결과와는 차이가 있다. 본 연구는 Park 등(2012)이 제시한 운동자극 동안 자발적인 연하를 지속적으로 수행 하여 저항의 개념이 적용 되었기에 상대적으로 감각자극군보다 효과가 더 컸을 것으로 생각된다. 따라서 임상에서 연하장애 환자에게 NMES를 적용할 시 환자가 운동자극의 강한 수축을 견딜 수 있으며 자발적인 연하로 설골을 상승시킬 수 있는 경우에 운동자극의 강도를 제공하는 것이 더 많은 연하기능 향상을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 인지적인 문제나 협조가 어려운 환자 그리고 자발적인 연하가 어려운 경우 감각자극 역시 충분히 고려 해 볼 수 있는 방법으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 뇌졸중 발병 6개월 이내의 아급성기 환자만을 대상으로 하였기에 초기 가소성을 통한 자연적 회복을 배제하지 못했다. 또한 두 군 모두 전통적 연하재활치료를 병행하였기에 NMES의 순수한 효과로 생각 할 수는 없으며 연구의 윤리적 문제로 인해 NMES를 중재 받지 않은 대조군을 설정하지 못해 다양한 비교가 어려웠다. 마지막으로 본 연구는 인지적인 문제가 없고 자발적인 연하가 가능한 환자만을 대상으로 하였기에 중증의 환자는 배제되었다. 향후 연구에서는 이러한 제한점을 보완한다면 연하장애 환자에게 NMES를 적용함에 있어 또 다른 이론적 근거가 될 수 있을 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 발병 6개월 이하의 아급성기 연하장애 환자를 대상으로 하였다. 모든 대상자는 연하재활치료를 6주 동안 주 5회 하루 30분씩 각각 시행 받았으며 운동자극군과 감각자극군은 각기 다른 강도의 NMES를 적용 받았다. 본 연구 결과 두 집단 모두 VDS의 인두기

와 PAS에서 통계학적 유의한 차이를 보여($p<.05$) 연하의 인두기에서 향상을 보였다. 하지만 두 집단의 중재 후의 점수와 변화량의 차이를 비교한 결과 VDS의 인두기와 PAS에서 유의한 차이로($p<.05$) 두 집단 사이에서 연하 기능의 향상 정도에서 차이를 보였다. 이를 통해 뇌졸중 후 연하장애 환자에게 NMES의 운동자극과 감각자극에 대한 효과를 확인 할 수 있었으나 인두기의 경우 감각자극에 비해 운동자극에 대한 효과를 알 수 있었다. 하지만 본 연구는 정상적인 인지와 적극적인 협조 그리고 자발적인 연하가 가능한 정도의 환자만을 대상으로 하였기에 임상에서 NMES 강도를 설정 할 경우 환자의 인지 및 연하의 기능적 상태 등을 충분히 고려하고 적용해야 될 것으로 생각된다.

References

- Bergquist, A. J., Clair, J. M., Lagerquist, O., Mang, C. S., Okuma, Y., & Collins, D. F. (2011). Neuromuscular electrical stimulation: Implications of the electrically evoked sensory volley. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2409–2426. doi:10.1007/s00421-011-2087-9
- Bulow, M., Speyer, R., Baijens, L., Woisard, V., & Ekberg, O. (2008). Neuromuscular electrical stimulation (NMES) in stroke patients with oral and pharyngeal dysfunction. *Dysphagia*, 23, 302–309. doi:10.1007/s00455-007-9145-9
- Clark, H., Lazarus, C., Arvedson, J., Schooling, T., & Frymark, T. (2009). Evidence-based systematic review: Effects of neuromuscular electrical stimulation on swallowing and neural activation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 18, 361–375. doi:10.1044/1058-0360(2009/08-0088)
- Doucet, B. M., Lam, A., & Griffin, L. (2012). Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. *Yale Journal of Biology and Medicine*, 85, 201–215.
- 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.2001.25156
- Freed, M. L., Freed, L., Chatburn, R. L., & Christian, M. (2001). Electrical stimulation for swallowing disorders caused by stroke. *Respiratory Care*, 46, 466–474.
- Gallas, S., Marie, J. P., Leroi, A. M., & Verin, E. (2010). Sensory transcutaneous electrical stimulation improves post-stroke dysphagic patients. *Dysphagia*, 25, 291–297. doi:10.1007/s00455-009-9259-3
- Gondin, J., Cozzone, P. J., & Bendahan, D. (2011). Is high-frequency neuromuscular electrical stimulation a suitable tool for muscle performance improvement in both healthy humans and athletes? *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2473–2487. doi:10.1007/s00421-011-2101-2
- Hamdy, S., Aziz, Q., Rothwell, J. C., Power, M., Singh, K. D., Nicholson, D. A., ... Thompson, D. G. (1998). Recovery of swallowing after dysphagic stroke relates to functional reorganization in the intact motor cortex. *Gastroenterology*, 115, 1104–1112. doi:10.1016/S0016-5085(98)70081-2
- Hamdy, S., Rothwell, J. C., Aziz, Q., & Thompson, D. G. (2000). Organization and reorganization of human swallowing motor cortex: Implications for recovery after stroke. *Clinical Science*, 99, 151–157.
- Han, T. R., Lim, S. J., Kim, D. Y., & Lee, K. J. (2002). Stimulation intensity of functional electrical stimulation on hemiplegic upper extremity. *Journal of Korean Academy of*

- Rehabilitation Medicine*, 26, 379–384.
- Heijnen, B. J., Speyer, R., Baijens, L. W. J., & Bogaardt, H. C. A. (2012). Neuromuscular electrical stimulation versus traditional therapy in patients with Parkinson's disease and oropharyngeal dysphagia: Effects on quality of life. *Dysphagia*, 27, 336–345. doi: 10.1007/s00455-011-9371-z
- Humbert, I. A., Poletto, C. J., Saxon, K. G., Kearney, P. R., Crujido, L., Wright-Harp, W., ... Ludlow, C. L. (2006). The effect of surface electrical stimulation on hyolaryngeal movement in normal individuals at rest and during swallowing. *Journal of Applied Physiology*, 101, 1657–1663. doi:10.1152/jappphysiol.00348.2006
- Jørgensen, H. S., Nakayama, H., Raaschou, H. O., Vive-Larsen, J., Støier, M., & Olsen, T. S. (1995). Outcome and time course of recovery in stroke. Part II: Time course of recovery. The Copenhagen stroke study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(5), 406–412. doi:10.1016/S0003-9993(95)80568-0
- 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(6), 791–796. doi:10.5535/arm.2012.36.6.791
- Korfage, J. A. M., Schueler, Y. T., Brugman, P., & van Eijden, T. M. G. J. (2001). Differences in myosin heavy-chain composition between human jaw-closing muscles and supra- and infrahyoid muscles. *Archives of Oral Biology*, 46, 821–827. doi:10.1016/S0003-9969(01)00042-5
- Lake, D. A. (1992). Neuromuscular electrical stimulation: An overview and its application in the treatment of sports injuries. *Sports Medicine*, 13, 320–336.
- 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.
- Lee, K. W., Kim, S. B., Lee, J. H., Lee, S. J., Ri, J. W., & Park, J. G. (2014). The effect of early neuromuscular electrical stimulation therapy in acute/subacute ischemic stroke patients with dysphagia. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 38(2), 153–159. doi:10.5535/arm.2014.38.2.153
- Lim, K. B., Lee, H. J., Lim, S. S., & Choi, Y. I. (2009). Neuromuscular electrical and thermal-tactile stimulation for dysphagia caused by stroke: A randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41, 174–178. doi: 10.2340/16501977-0317
- Ludlow, C. L., Humbert, I., Saxon, K., Poletto, C., Sonies, B., & Crujido, L. (2007). Effects of surface electrical stimulation both at rest and during swallowing in chronic pharyngeal dysphagia. *Dysphagia*, 22(1), 1–10.
- Mann, G., Hankey, G. J., & Cameron, D. (2000). Swallowing disorders following acute stroke: Prevalence and diagnostic accuracy. *Cerebrovascular Diseases*, 10, 380–386. doi:10.1159/000016094
- Mesin, L., Merlo, E., Merletti, R., & Orizio, C. (2010). Investigation of motor unit recruitment during stimulated contractions of tibialis anterior muscle. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, 580–589. doi:10.1016/j.jelekin.2009.11.008
- Mysiwi, W. J., & Jackson, R. D. (1996). Electrical stimulation. In R. L. Braddom (Ed), *Physical Medicine and Rehabilitation* (3rd ed., pp. 464–487). Philadelphia, PA: Saunders.
- 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. W., Kim, Y., Oh, J. C., & Lee, H. J. (2012). Effortful swallowing training combined with electrical stimulation in post-stroke dysphagia: A randomized controlled study. *Dysphagia*, 27, 521–527. doi:10.1007/s00455-012-9403-3
- Permsirivanich, W., Tipchatyotin, S., Wongchai, M., Leelamanit, V., Setthawatcharawanich, S., Sathirapanya, P., ... Boonmeeprakob, A. (2009). Comparing the effects of rehabilitation swallowing therapy vs. neuromuscular electrical stimulation therapy among stroke patients with persistent pharyngeal dysphagia: A randomized controlled study. *Journal of the Medical Association Thailand*, 92, 259–265.
- Poorjavad, M., Talebian Moghadam, S., Nakhostin Ansari, N., & Daemi, M. (2014). Surface electrical stimulation for treating swallowing disorders after stroke: A review of the stimulation intensity levels and the electrode placements. *Stroke Research and Treatment*, 2014, 1–7. doi:10.1155/2014/918057
- Powell, J., Pandyan, A. D., Granat, M., Cameron, M., & Stott, D. J. (1999). Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia. *Stroke*, 30, 1384–1389. doi:10.1161/01.STR.30.7.1384
- Rofes, L., Arreola, V., Lopez, I., Martin, A., Sebastian, M., Ciurana, A., & Clave, P. (2013). Effect of surface sensory and motor electrical stimulation on chronic poststroke oropharyngeal dysfunction. *Neurogastroenterology and Motility*, 25, 888–896. doi:10.1111/nmo.12211
- Rosenbek, J. C., Robbins, J. A., Roecker, E. B., Coyle, J. L., & Wood, J. L. (1996). A penetration–aspiration scale. *Dysphagia*, 11, 93–98.
- Selkowitz, D. M. (1985). Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Physical Therapy*, 65, 186–196.
- Shaw, G. Y., Sechtem, P. R., Searl, J., Keller, K., Rawi, T. A., & Dowdy, E. (2007). Transcutaneous neuromuscular electrical stimulation (VitalStim) curative therapy for severe dysphagia: Myth or reality? *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 116(1), 36–44. doi:10.1177/000348940711600107
- Stal, P. (1994). Characterization of human orofacial and masticatory muscles with respect to fibre types, myosins and capillaries. morphological, enzyme–histochemical, immuno–histochemical and biochemical investigations. *Swedish Dental Journal Supplement*, 98, 1–55.
- Suiter, D. M., Leder, S. B., & Ruark, J. L. (2006). Effects of neuromuscular electrical stimulation on submental muscle activity. *Dysphagia*, 21(1), 56–60. doi:10.1007/s00455-005-9010-7
- Toyama, K., Matsumoto, S., Kurasawa, M., Setoguchi, H., Noma, T., Takenaka, K., ... Kawahira, K. (2014). Novel neuromuscular electrical stimulation system for treatment of dysphagia after brain injury. *Neurologia Medico–Chirurgica*, 54, 521–528. doi:10.2176/nmc.oa.2013-0341
- 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
- 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. *Journal of Korean Academic Rehabilitation Medicine*, 30, 417–423.

Youmans, S. R., Youmans, G. L., & Stierwalt, J. A.
(2009). Differences in tongue strength across
age and gender: Is there a diminished strength
reserve? *Dysphagia*, 24(1), 57–65. doi:10.
1007/s00455-008-9171-2

Abstract

Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation at Different Intensities in Stroke Patients With Dysphagia: A Randomized, Single Blind Trial

Park, Ji-Su*, M.Sc., O.T., Hwang, Na-Kyoung**, M.S., O.T.

Oh, Dong-Hwan***, M.S., O.T.,

*Dept. of Occupational Therapy, Inje University Busan Paik Hospital

**Dept. of Occupational Therapy, Seoul Bukbu Hospital

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

Objective : The purpose of this study was to investigate the effect of treatment according to the neuromuscular electrical stimulation intensities in dysphagic patients.

Methods : Fifty-six patients suffering from a subacute stroke were randomly assigned to either a motor stimulation group or a sensory stimulation group. Both groups underwent conventional dysphagia treatment, and different intensities of the electrical stimulation was applied for 30 minutes, five days a week for six weeks. Their swallowing function was evaluated using the VDS (Videofluoroscopic Dysphasia Scale) and PAS (Penetration-Aspiration Scale), and the L-tube removal rate was confirmed.

Results : Both groups showed a statistically significant difference in the pharyngeal stage and PAS ($p<.05$), and the result of the comparison of the two groups also showed a significant difference in the pharyngeal stage and PAS after the intervention ($p<.05$). Before and after intervention, the result of the change showed that the motor stimulation group was 12.58 ± 8.15 , the sensory stimulation group was 4.00 ± 5.07 in the pharyngeal stage, and there were significant differences between the two groups ($p<.05$). The L-tube removal rate was 52% in the motor stimulation group, and 29% in the sensory stimulation group.

Conclusion : This study showed that both motor and sensory stimulation are effective interventions for the pharyngeal stage in the swallowing function of dysphagic patients, and that motor stimulation is more effective than sensory stimulation.

Key words : Dysphagia, Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES), Stroke