

연하장애 환자에게 운동자극강도와 감각자극강도로 적용한 전기자극치료의 효과 비교

이수정*, 정민예**, 유은영**, 박지혁**

*강북삼성병원 작업치료실

**연세대학교 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구는 뇌경색으로 인한 연하장애 환자를 운동자극군과 감각자극군으로 나누어 전기자극치료를 적용하였을 때에 각각의 치료 효과를 확인하고 두 치료간의 효과 차이를 비교해보고자 하였다.

연구방법 : 본 연구는 뇌경색으로 연하장애가 발생하였고, 전기 자극의 강도를 결정하기 위하여 의사표현이 가능한 사람을 대상으로 하였다. 전기자극치료는 1일 1회, 30분 동안, 일주일에 5회, 4주간 실시하였으며 전기자극치료 전에 운동자극군과 감각자극군 모두에게 구강운동치료를 30분씩 적용하였다. 전기자극치료의 효과를 알아보기 위해 전기자극 치료 전과 4주 간의 치료 후에 비디오투시검사를 실시하였으며, 기능적 연하곤란 척도, 침습-흡인 척도, 미국언어청각협회 연하척도를 이용하여 평가하였다.

결과 : 전기자극치료 전에 두군 사이에서 삼킴 기능에는 차이가 없었고($p>.05$), 4주간의 전기자극치료 후에 두군 모두에서 기능적 연하곤란 척도의 인두기 총점, 미국언어청각협회 연하 척도에서 삼킴 기능의 유의한 향상을 보였으며($p<.05$), 삼킴 후 잔여물이 유의하게 감소하였다($p<.05$). 침습-흡인 척도는 운동자극군은 연식에서만 유의하게 향상되었으나($p<.05$), 감각자극군에서는 모든 검사식에서 유의하게 향상되었다($p<.05$). 자극 강도에 따른 치료 효과를 비교하였을 때에는 두군 사이에 삼킴 기능의 향상 정도는 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

결론 : 본 연구를 통해 연하장애의 치료를 위한 전기자극치료 시에 감각자극만으로도 삼킴 기능의 향상에 효과가 있으며 감각자극이 침습과 흡인의 감소에 효과적이라는 것을 알 수 있으므로 임상에서 전기 자극 강도를 조절하여 적용할 수 있을 것이라 기대한다.

주제어 : 감각 자극, 뇌경색, 연하장애, 운동 자극, 전기자극치료

I. 서 론

연하장애의 치료 방법 중의 하나인 신경근 전기 자극은 경부 앞쪽에 위치한 후두상승근을 목표 근육으로 하여 후두 상승과 기도 보호 기전을 보조하고 상부 식도 조임근의 이완을 촉진한다(Yokoyama, Mitomi, Tetsuka, Tayama,

& Niimi, 2000). 또한 근육의 위축 예방, 구강 내의 신경경로의 재활성화를 통한 삼킴 반사의 증진이 가능하며, 다른 치료들보다 적용방법이 편리하고 인지 기능이 낮은 환자들에게도 적용할 수 있다는 장점이 있다(Buckley et al., 1987; Freed, Freed, Chatburn, & Christian, 2001; Leelamanit, Limsakul, & Geater, 2002; Ludlow et al., 2007; Park, O'Neil, & Martin., 1997).

교신저자 : 정민예(minye@yonsei.ac.kr)

*본 논문은 석사학위 논문임.

|| 접수일: 2012. 4. 30

|| 심사일: 2012. 5. 11

|| 게재승인일: 2012. 8. 13

전기 자극은 삼킴 근육을 직접 자극하여 수축력을 증가시키기 위한 목적으로 대부분의 연구에서 적용하여 왔는데(Clark, Lazarus, Arvedson, Schooling, & Frymark, 2009), Blumenfeld, Hahn, Lepage, Leonard와 Belafsky(2006)는 삼킴 근육의 수축이 발생할 때까지 강도를 올린 전기자극치료만을 받는 실험군과 전통적인 연하장애재활치료만을 받는 대조군의 치료 효과를 비교하여 전기자극치료군이 적은 치료 횟수, 짧은 재원 기간을 보였으며 Swallow Function Scoring System(SFSS)에서 더 많은 유의미한 향상을 보였다. Carnaby-Mann과 Crary(2008)는 삼킴 근육에 근수축이 발생할 때까지 강도를 올려서 전기자극치료를 적용하였을 때 목뿔뼈와 후두의 상승이 증가하였으며, 삼킴 능력과 구강 섭취가 증가되면서 체중의 감소나 다른 합병증이 발생하지 않았다.

Selkowitz(1985)는 전기자극치료에서 최대한의 효과를 얻기 위해서는 전류의 강도가 강한 근수축을 일으킬 수 있어야 하며 성공적인 근육 훈련을 위해서는 최대 수의적 근수축(Maximal Volitional Contraction; MVC)의 33~91%까지의 강도로 전기 자극을 하여야 한다고 하였다(Currier & Mann, 1983; Laughman, Youdas, Garrett, & Chao, 1983; McMiken, Todd-Smith, & Thompson, 1983; Selkowitz, 1985). 전기 자극으로 근수축을 유발하는 경우에 환자는 강한 수축력을 참아야하며 통증, 불안, 공포 등을 유발할 수 있고 결국 이는 전기자극치료에 대한 거부감을 초래한다(Delitto, Strube, Shulman, & Minor, 1992). 전기 자극을 통해 근수축을 일으키기 위해서는 환자들이 견딜 수 없는 통증 수준까지 자극을 가해야하는데 근력 강화를 위해 환자를 통중에 노출시키는 것은 윤리적 문제를 일으킬 수 있다(Delitto et al., 1992). 또한 반복적인 전기 자극 및 전기 자극의 강도가 증가할수록 지근 운동단위(slow-twitch motor units)보다 대사 요구(metabolic demand)가 높은 서근 운동단위(fast-twitch motor units)가 더 많이 동원되기 때문에 골격근은 수의적 수축을 하는 경우보다 반복적인 전기 자극을 통한 수축을 하는 경우에 근피로의 발생율이 높으며 근육에 노폐물 등이 축적되어 심각한 근 손상을 일으킬 수 있다(Benton, Bajer, Browman, & Waters, 1981; Binder-Macleod, Halden, & Jungles, 1995; Binder-Macleod & Snyder-Macker, 1993; Gorgey, Black, Elder, & Dudley, 2009; Kim, Bangsbo, Strange, Karpakka, & Saltin, 1995;

Maffiuletti, 2010). 최대 역치의 전기 자극은 목뿔뼈와 후두를 아래로 끌어 내려서 삼킴을 하는 동안 목뿔뼈와 후두의 상승이 적게 일어나게 하는데(Humbert et al., 2006), 목뿔뼈와 후두의 상승이 부족하게 되면 삼킴 시 흡인의 위험이 증가하게 된다(Lundy et al., 1999). 위의 문제들은 임상에서 경우에 따라 전기자극치료의 사용을 제한시킬 수 있다.

최근에는 전기 자극을 피부 자극을 통하여 삼킴과 관련된 감각 신경로를 자극하기 위한 목적으로 적용한 연구들이 보고되고 있다(Clark et al., 2009). 감각 수용체는 운동 신경 세포나 근육 섬유보다 피부 표면에 위치하기 때문에 적은 강도의 자극만으로도 감각 역치에 도달할 수 있으므로 감각 역치로 적용하는 전기자극치료는 삼킴 반응의 유발과 조절에 기여하는 감각 신호를 증대시킴으로써 삼킴 기능을 향상시킨다(Clark et al., 2009; Ludlow et al., 2007). Gallas, Marie, Leroi와 Verin(2010)은 뇌졸중 후 연하장애로 인해 인두기 잔여물과 흡인이 발생하는 11명의 환자를 대상으로 턱목뿔근에 감각 역치의 전기 자극을 가하였을 때 흡인, 인두기 잔여물, 삼킴 반응 시간이 유의미하게 향상되었다고 하였다. Ludlow 등(2007)은 11명의 환자를 대상으로 아무 자극도 주지 않는 경우, 감각 역치로 전기 자극을 주는 경우, 환자가 견딜 수 있는 최대 강도로 전기 자극을 주는 경우를 무작위 순서로 한 환자에게 적용하였을 때 감각 역치의 강도로 전기 자극을 제공한 경우에서만 흡인과 인두기 잔여물이 감소하여서 감각 자극으로써의 전기 자극이 기도에서 음식덩이를 빼내는 능력이 저하되어 있는 환자들에게 효과적이라고 하였다. 또한 일반적으로 적용되고 있는 최대 역치의 전기 자극이 목뿔뼈와 후두를 아래로 끌어내리므로 최소의 감각 역치만으로 전기자극치료를 적용하는 것이 더 효과적일 수 있다고 하였다. 김대열, 고은실, 강보성, 한태륜과 이시욱(2008)은 뇌졸중 환자 10명을 자극 강도를 1.0mA로 하는 겉보기 자극군(sham group) 4명과 자극 강도를 환자가 견딜 수 있는 최대 강도로 시행한 전기 자극군(electrical stimulation group) 5명으로 나누어 4주 간 치료를 적용하였을 때 두 군 모두에서 연하곤란 임상척도(Clinical Dysphagia Scale), 기능적 연하곤란 척도(Functional Dysphagia Scale)의 점수가 감소하는 경향을 보였다. 그러나 위의 연구들에서는 대조군 없이 단기간의 치료효과만을 알아보았거나, 전기 자극을 1~3회만 적용한 후에 삼

킴 기능의 변화를 관찰하였으며, 결과 측정 시 흡인과 인두기 잔여물 정도만 알아보았다(Gallas et al., 2010; Ludlow et al., 2007).

전기 자극의 강도를 근수축이 발생할 때까지와 감각역치까지만 적용한 이전의 연구들에서 전기자극치료 후 삼킴 기능의 향상을 관찰할 수 있었으나 전기 치료의 효과를 알아보기 위해 삼킴의 여러 요소 중에서 인두기 잔여물, 침습과 흡인 여부 등과 같이 한, 두 가지 요소만을 평가하여서 삼킴의 다른 여러 요소들에도 효과가 있는지를 알 수 없었다. 또한 타당도와 신뢰도가 검증된 평가 척도를 사용하지 않았고, 전기자극치료가 목 근육에 적용하는 치료법임에도 불구하고 치료 효과 측정 시에는 구강기 요소도 평가하였기 때문에 객관적으로 전기자극치료의 효과를 증명하기에는 제한이 있었다(김대열 등, 2008). Clark 등(2009)은 삼킴 근육의 수축에 전기 자극이 효과가 있는지를 알아본 연구들은 많았지만 감각 자극의 적절한 자극 정도와 삼킴 조절과 기능 향상에 대한 좀 더 많은 연구들이 필요하다고 하였다. Suiter, Leder와 Ruark(2006)과 Bogaardt 등(2009)도 전기자극치료가 연하장애가 있는 환자들에게 새로운 치료 방법으로 효과가 있고 많은 임상가들이 적용하고 있지만 전기자극의 적절한 강도를 결정

하기 위한 연구들이 필요하다고 하였으며 기존의 연구들이 전기자극치료의 근수축 촉진을 통한 삼킴 기능회복에 초점을 맞춰온 만큼 감각 자극 효과에 대한 논문이 절실하다고 지적하였다(우희순과 유은영, 2010). 이에 본 연구에서는 뇌경색으로 인해 연하장애가 발생한 환자들을 대상으로 타당도와 신뢰도가 검증된 평가척도들을 이용해 연하 기능의 향상에 있어서 운동자극과 감각자극을 목적으로 각각 제공한 전기자극치료의 효과를 확인하고 비교해보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 서울의 한 종합병원에 뇌경색으로 입원한 환자 중 신경학적으로 안정된 환자를 대상으로 첫째, 주 진단이 뇌경색이며, 둘째, 비디오투시검사로 연하장애가 확인되고, 셋째, 최소한의 간단한 지시 따르기와 의사표현이 가능한 인지 능력을 가진 환자로써 한국판 간이정신상태 검사(Mini-Mental Status Examination-Korea;

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성

(N=18)

구분		운동자극군(명)	감각자극군(명)	p
성별	남	5	5	1.00
	여	4	4	
연령(year)		71.22 ± 9.78 ⁴⁾	70.78 ± 10.59 ⁴⁾	.79
진단명	Cerebral infarction	9	9	1.00
병변위치	MCA ¹⁾	6	6	1.00
	Pons	2	2	
	PICA ²⁾	1	1	
병변부위	Rt.	5	5	1.00
	Lt.	4	4	
MMSE-K ³⁾		27.44 ± 2.01 ⁴⁾	26.67 ± 1.73 ⁴⁾	.29
발병 후 기간(day)		16.00 ± 18.10 ⁴⁾	22.20 ± 16.30 ⁴⁾	.34

¹⁾ MCA: Middle Cerebral Artery

²⁾ PICA: Posterior Inferior Cerebellar Artery

³⁾ MMSE-K: Mini Mental State Examination-Korean

⁴⁾ M ± SD

MMSE-K)에서 24점 이상을 받은 환자로 하였으며, 감각 자극군의 경우에는 목 부위의 감각 평가(Blink reflex test)를 통해 정상 감각 기능을 가지고 있는 것이 확인된 환자로 하였다. 모든 대상자들은 본 연구의 목적을 이해하고 실험 절차에 대한 설명을 듣고 참여에 동의하는 환자로 하였으며 이전에 연하장애 치료로 전기자극치료를 받았거나 뇌경색 이외의 다른 신경학적 질환 또는 암 등이 있는 환자, 심박동 조절 장치를 부착한 사람, 비경구식 관 삽입으로 인해 역류가 심한 사람, 전기부착지점에 외상이나 염증이 있는 사람은 제외하였다. 2010년 7월부터 2011년 9월까지 총 18명의 대상자가 연구 대상자로 선정되었다. 운동자극군과 감각자극군의 동질성을 확보하기 위하여 주요 변수로 연령, 성별, 진단명, 뇌경색 발생 부위를 고려하여 짝짓기법으로 각 군에 할당하였으며 두 집단 간에 유의한 차이가 없었다($p>.05$) (표 1).

2. 연구 도구

1) 기능적 연하곤란 척도

(Functional Dysphagia Scale; FDS)

전기자극치료를 따른 삼킴 기능의 변화를 치료 전, 후로 알아보기 위하여 기능적 연하곤란 척도를 사용하였다(한태륜 등, 1999). 기능적 연하곤란 척도는 비디오투시검사 과정에서 흡인 여부와 잔류 음식의 양 등 여러 가지 생리적 척도를 관찰할 수 있는 척도로서 연하 장애의 정도를 정량화하고 연하 장애 치료의 효과를 정량적으로 판정하는데 유용한 기준이 된다. 이 척도는 구순 폐쇄 기능, 음식 덩이 형성 기능, 연하 후 구강 내 잔여물, 구강 통과 시간, 연하 반사 지연, 후두 거상과 후두개 폐쇄기능, 비침투, 연하 후 후두개곡 잔여물, 연하 후 양배꼴동 잔여물, 연하 후 후두벽의 막형성, 인두 통과 시간의 총 11개 항목으로 구성되어 있으며, 점수는 0~100점으로 값이 100점에 가까울수록 연하장애가 심하다는 것을 의미한다. 이번 연구에서는 이 척도의 신뢰도를 확인하기 위하여 18명의 대상자 중에서 3명을 무작위로 선택하여 2명의 평가자가 채점한 항목별 점수를 비교하였는데, ICC 값이 .808로 높은 평가자간 신뢰도를 보였다(표 2).

2) 침습-흡인 척도

(Penetration-Aspiration Scale; P-A Scale)

침습과 흡인은 중증 삼킴 기능 손상과 밀접한 관계가 있고 침습과 흡인이 있는 경우 일반적으로 위 증상을 없애는 것이 치료의 목표가 되기 때문에 전기자극치료 후에 운동자극군과 감각자극군에서 침습과 흡인이 감소하는지 알아보기 위하여 침습-흡인 척도를 이용하여 침습과 흡인을 평가하였다(Rosenbek et al., 1996). 이 척도는 Rosenbek 등(1996)이 제안한 척도로서 비디오 투시 검사 소견상 후두통과와 기도흡인의 정도 및 음식물이 노력에 의해 기도 밖으로 배출될 수 있는지 여부에 따라 8단계로 구분된다. 침습-흡인 척도의 단계가 높아져 8에 가까워질수록 침습, 흡인의 정도가 심함을 의미한다. 본 연구에서는 침습-흡인 척도의 신뢰도를 확인하기 위하여 18명의 대상자 중에서 3명을 무작위로 선택하여 2명의 평가자가 채점한 침습-흡인 척도의 점수를 비교하였는데, ICC 값이 .914로 높은 평가자간 신뢰도를 보였다(표 2).

3) 삼킴 후 후두개곡과 양배꼴동의 잔여물

인두의 구조물에 삼킴 후 잔여물이 많으면 흡인의 위험이 있으며 식사 후에도 흡인의 원인이 될 수 있어 연하장애가 있는 환자에게서 삼킴 후 잔여물을 관찰하는 것이 중요하다(Perlman, Booth, & Graryhack, 1994). 삼킴 후 인두의 구조물에 남아 있는 잔여물의 양을 확인하기 위하여 기능적 연하곤란 척도의 하부 항목 중에서 연하 후 후두개곡 잔여물과 연하 후 양배꼴동 잔여물을 각 그룹의 치료 전, 후로 비교하였다. 기능적 연하곤란 척도는 잔여물의 정도를 1단계(0점)는 잔여물이 없을 때, 2단계(4점)는 투시도 상에서 후두개곡 혹은 양배꼴동 전체 면적의 10% 미만의 잔여물이 있을 때, 3단계(8점)는 투시도 상에서 후두개곡 혹은 양배꼴동 전체 면적의 10% 이상에서 50% 미만의 잔여물이 있을 때, 4단계(12점)는 투시도 상에서 후두개곡 혹은 양배꼴동 전체 면적의 50% 이상의 잔여물이 있을 때로 구분한다.

4) 미국언어청각협회 연하 척도(American Speech-Language-Hearing Association National Outcome Measurement System; ASHA NOMS)

전기자극치료 후에 식이단계의 변화 여부를 확인하기 위하여 미국언어청각협회 연하척도를 치료 전, 후로 비교

하였다. 이 척도는 7단계로 구성되어 있으며, 연하장애 환자의 실제 식이 형태나 식이 제한 정도를 근거로 환자의 삼킴 기능을 평가하는 척도로서 단계가 낮을수록 연하장애 정도가 심하다는 것을 의미한다. 이번 연구에서는 미국 언어청각협회 연하척도의 신뢰도를 확인하기 위하여 18명의 대상자 중에서 3명을 무작위로 선택하여 2명의 평가자가 채점한 미국언어청각협회 연하척도의 점수를 비교하였는데, ICC 값이 .947로 높은 평가자간 신뢰도를 보였다(표 2).

3. 연구 절차

1) 치료 과정

전기자극치료 기기는 VitalStim Model 5900을 사용하였으며 전기자극치료는 두 그룹 모두 1일 1회, 30분 동안, 일주일에 5회, 4주간 실시하였으며, 대상자들에게는 전기자극이 오는 동안 마른 삼킴을 하도록 하였다. 자극의 강도는 운동자극군은 목이 조여지는 느낌이 날 때까지로 하였고 대상자의 유순도에 따라 8.0~10.0mA로 가해졌다. 감각자극군은 전기 자극이 처음 느껴지는 지점까지로 하였고 대상자의 유순도에 따라 2.5~4.0mA로 가해졌다. 전극은 VitalStim 전용 패드로 채널 1은 환자의 턱 아래쪽으로 턱의 끝과 목뿔뼈사이(두힘살근과 턱목뿔근)에 부착하였으며 채널 2는 목 부분으로 목뿔뼈와 갑상연골의 위쪽 부분 사이에 부착하였다(Bogaardt et al., 2009). 두 군 모두 30분 동안 구강운동치료를 적용한 후에 전기자극치료를 실시하였다.

2) 실험 기기 및 평가 방법

비디오투시검사(Videofluoroscopic Swallowing Study; VFSS)를 통해 대상자의 삼킴 능력의 변화를 알아보았다. 비디오투시검사는 조영제(35% 바륨)를 섞은 검

사식을 삼키는 과정을 관찰하는 것으로 검사기기(ZEN-2060)는 투시촬영기와 영상 장치로 구성되어 있으며, 투시된 영상은 영상장치 내 프로그램인 GENIS를 통하여 디지털 파일로 저장된다. 재활의학과 투시 검사실에서 재활의학과 전공의와 작업치료가 직접 검사를 실시하였고, 대상자를 편측으로 앉힌 후 투시 촬영을 하면서 조영제 든 연식, 고형식, 액상식으로 구성된 세 가지 유형의 검사식을 삼키게 하였다. 비디오투시검사는 전기자극치료 시작 전과 4주 후에 실시하여 대상자당 총 2번 실시하였으며 녹화된 모든 투시 영상을 1명의 재활의학과 전공의와 1명의 작업치료가 보면서 한테룬, 백남종과 박진우(1999)의 기능적 연하곤란 척도와 Rosenbek, Robbins, Roecker, Coyle과 Wood(1996)가 제안한 침습-흡인 척도를 이용하여 삼킴 기능을 평가하였다. 기능적 연하 곤란 척도의 하부 항목인 연하 후 후두개곡 잔여물과 연하 후 양배꼽동 잔여물 항목을 이용하여 잔여물의 양을 평가하였으며, 식이단계의 변화는 미국언어청각협회 연하척도를 이용하여 평가하였다.

4. 분석 방법

자료 분석은 윈도우용 SPSS 18.0을 사용하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 기술 통계를 이용하여 빈도분석을 사용하였다. 전기자극치료 전 두 그룹 간에 삼킴 기능의 차이를 보이는지 알아보기 위해서 맨휘트니 검정(Mann-Whitney test)을 사용하였다. 각 그룹 내에서 전기자극치료 전, 후의 삼킴 기능의 변화는 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 사용하였다. 운동자극군과 감각자극군의 치료 효과를 비교하기 위해 반복측정 이원배치분산분석(Two way repeated ANOVA)을 사용하였다. 통계학적 유의 수준 α 는 .05로 설정하였다.

표 2. 평가도구들의 평가자간 신뢰도

	급간 내 상관관계	95% 신뢰구간		p
		하한	상한	
FDS	.808	.701	.879	.00
P-A Scale	.914	.666	.980	.00
ASHA NOMS	.947	-.026	.999	.02

III. 연구 결과

1. 전기자극치료 전 삼킴 기능에 대한 동질성 검증

연식, 고형식, 액상식에서 운동자극군과 감각자극군의 기능적 연하곤란 척도, 침습-흡인 척도, 삼킴 후 후두개곡과 양배꿀동의 잔여물의 정도는 유의한 차이가 없었으며 미국언어청각협회 연하 척도도 유의한 차이가 없었다($p>.05$) (표 3).

2. 운동자극군에서 삼킴 기능의 변화

1) 기능적 연하곤란 척도(FDS)의 인두기 총점의 비교
치료 전과 비교하여 전기자극치료 후에 세 가지 식이 유형 모두에서 각각 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (표 4).

2) 침습-흡인 척도(P-A Scale)의 비교
연식에서 치료 전보다 치료 후에 침습-흡인 척도가 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나($p<.05$), 고형식, 액상식에서는 치료 전보다 치료 후에 침습-흡인 척도가 감소

표 3. 전기자극치료 전 삼킴 기능에 대한 동질성 검증

(N=18)

구 분		운동자극군 (<i>M</i> ± <i>SD</i>)	감각자극군 (<i>M</i> ± <i>SD</i>)	<i>p</i>
FDS	연식	32.67 ± 14.21	40.00 ± 8.37	.29
	고형식	38.00 ± 17.94	45.33 ± 9.33	.43
	액상식	40.89 ± 10.15	40.89 ± 7.56	1.00
P-A Scale	연식	2.33 ± 1.58	2.44 ± 1.67	.93
	고형식	2.00 ± 1.00	1.89 ± 0.93	.86
	액상식	4.67 ± 3.16	5.11 ± 3.02	.60
잔여물지수 ¹⁾	연식	후두개곡	5.78 ± 2.91	.86
		양배꿀동	5.33 ± 4.47	.38
	고형식	후두개곡	7.11 ± 4.81	.86
		양배꿀동	5.78 ± 4.94	.86
	액상식	후두개곡	5.78 ± 2.11	.73
		양배꿀동	4.89 ± 1.76	.16
ASHA NOMS		1.89 ± 1.67	2.89 ± 1.27	.11

¹⁾ 잔여물지수: Functional Dysphagia Scale의 하부점수, 0: 잔여물 없음, 4점: 후두개곡 혹은 양배꿀동 전체 면적의 10% 미만, 8점: 후두개곡 혹은 양배꿀동 전체 면적의 10% 이상 50% 미만, 12점: 후두개곡 혹은 양배꿀동 전체 면적의 50% 이상

표 4. 운동자극군의 기능적 연하곤란 척도의 점수 변화

(N=9)

식이유형	FDS		Z	p
	치료 전 (M ± SD)	치료 후 (M ± SD)		
연식	32.67 ± 14.21	15.78 ± 15.38	-2.318	.02*
고형식	38.00 ± 17.94	17.78 ± 10.41	-2.521	.01*
액상식	40.89 ± 10.15	11.11 ± 7.56	-2.666	.00*

* $p<.05$

하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p>.05$) (표 5).

3) 후두개곡과 양배꼴동의 잔여물의 비교

전기자극치료 전과 비교하여 전기자극치료 후에 세 가지 식이 유형 모두에서 연하 후 후두개곡과 양배꼴동의 잔여물 지수가 감소하였으며 통계적으로 유의하였다 ($p<.05$) (표 6).

4) 미국언어청각협회 연하 척도(ASHA NOMS)의 비교
전기자극치료 전과 비교하여 전기자극치료 후에 미국 언어청각협회 연하 척도가 증가하였으며 통계적으로 유의

하였다($p<.05$) (표 7).

3. 감각자극군에서 삼킴 기능의 변화

1) 기능적 연하곤란 척도(FDS)의 인두기 총점의 비교
치료 전과 비교하여 전기자극치료 후에 세 가지 식이 유형 모두에서 각각 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (표 8).

2) 침습-흡인 척도(P-A Scale)의 비교
치료 전과 비교하여 전기자극치료 후에 세 가지 식이 유형 모두에서 각각 유의한 차이를 보였다($p<.05$) (표 9).

표 5. 운동자극군의 침습-흡인 척도의 변화

(N=9)

식이유형	P-A scale		Z	p
	치료 전 (M ± SD)	치료 후 (M ± SD)		
연식	2.33 ± 1.58	1.00 ± 0.00	-2.232	.02*
고형식	2.00 ± 1.00	1.11 ± 0.33	-1.930	.05
액상식	4.67 ± 3.16	12.44 ± 2.01	-1.706	.08

* $p<.05$

표 6. 운동자극군의 잔여물 지수의 변화

(N=9)

잔여물 부위	식이유형	잔여물 지수		Z	p
		치료 전 (M ± SD)	치료 후 (M ± SD)		
연식	후두개곡	5.78 ± 2.91	2.22 ± 2.11	-2.333	.02*
	양배꼴동	5.33 ± 4.47	1.78 ± 2.91	-2.060	.03*
고형식	후두개곡	7.11 ± 4.81	3.56 ± 3.13	-2.271	.02*
	양배꼴동	5.78 ± 4.94	2.22 ± 3.53	-2.333	.02*
액상식	후두개곡	5.78 ± 2.11	2.22 ± 2.11	-2.271	.02*
	양배꼴동	4.89 ± 1.76	1.78 ± 2.11	-2.646	.00*

* $p<.05$

표 7. 운동자극군의 미국언어청각협회 연하 척도의 변화

(N=9)

식이유형	전기 치료 전 (M ± SD)	전기 치료 후 (M ± SD)	Z	p
ASHA NOMS	1.89 ± 1.67	4.78 ± 2.39	-2.530	.01*

* $p<.05$

3) 후두개곡과 양배꿀동의 잔여물의 비교

전기자극치료 전과 비교하여 전기자극치료 후에 세 가지 식이 유형 모두에서 연하 후 후두개곡과 양배꿀동의 잔여물 지수가 감소하였으며 통계적으로 유의하였다 ($p<.05$) (표 10).

4) 미국언어청각협회 연하 척도(ASHA NOMS)의 비교

전기자극치료 전과 비교하여 전기자극치료 후에 미국 언어청각협회 연하 척도가 증가하였으며 통계적으로 유의하였다 ($p<.05$) (표 11).

표 8. 감각자극군의 기능적 연하곤란 척도의 점수 변화

(N=9)

식이유형	P-A scale		Z	p
	치료 전 (M ± SD)	치료 후 (M ± SD)		
연식	40.00 ± 8.37	14.22 ± 9.72	-2.527	.01*
고형식	45.33 ± 9.33	20.22 ± 8.74	-2.552	.01*
액상식	40.89 ± 7.56	17.11 ± 11.62	-2.666	.00*

* $p<.05$

표 9. 감각자극군의 침습-흡인 척도의 변화

(N=9)

식이유형	FDS		Z	p
	치료 전 (M ± SD)	치료 후 (M ± SD)		
연식	2.44 ± 1.67	1.00 ± 0.00	-2.226	.02*
고형식	1.89 ± 0.93	1.00 ± 0.00	-2.333	.02*
액상식	5.11 ± 3.02	1.56 ± 0.73	-2.539	.01*

* $p<.05$

표 10. 감각자극군의 잔여물 지수의 변화

(N=9)

잔여물 부위	식이유형	잔여물 지수		Z	p
		치료 전 (M ± SD)	치료 후 (M ± SD)		
연식	후두개곡	5.78 ± 2.11	2.00 ± 2.14	-2.646	.00*
	양배꿀동	3.11 ± 1.76	0.89 ± 1.76	-2.236	.02*
고형식	후두개곡	7.56 ± 2.40	3.56 ± 3.13	-2.460	.01*
	양배꿀동	4.44 ± 1.33	0.89 ± 1.76	-2.828	.00*
액상식	후두개곡	5.33 ± 2.00	1.33 ± 2.00	-2.460	.01*
	양배꿀동	3.11 ± 1.76	0.89 ± 1.76	-2.236	.02*

* $p<.05$

표 11. 감각자극군의 미국언어청각협회 연하 척도의 변화

(N=9)

식이유형	전기 치료 전 (M ± SD)	전기 치료 후 (M ± SD)	Z	p
ASHA NOMS	2.89 ± 1.27	5.11 ± 1.05	-2.694	.00*

* $p<.05$

표 12. 그룹 간 기능적 연하곤란 척도의 점수 비교

(N=18)

식이유형	FDS		F	p
	운동자극군 (n=9) (M ± SD)	감각자극군 (n=9) (M ± SD)		
연식	15.78 ± 15.38	14.22 ± 9.72	.381	.54
고형식	17.78 ± 10.41	20.22 ± 8.74	1.252	.28
액상식	11.11 ± 7.56	17.11 ± 11.62	.900	.35

표 13. 그룹 간 침습-흡인 척도 비교

(N=18)

식이유형	P-A scale		F	p
	운동자극군 (n=9) (M ± SD)	감각자극군 (n=9) (M ± SD)		
연식	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	.021	.88
고형식	1.11 ± 0.33	1.00 ± 0.00	.258	.61
액상식	2.44 ± 2.01	1.56 ± 0.73	.058	.81

표 14. 그룹 간 잔여물 지수 비교

(N=18)

잔여물 부위	식이유형	잔여물 지수		Z	p
		운동자극군 (n=9) (M ± SD)	감각자극군 (n=9) (M ± SD)		
연식	후두개곡	2.22 ± 2.11	2.00 ± 2.14	.000	1.00
	양배꼽동	1.78 ± 2.91	0.89 ± 1.76	1.849	.19
고형식	후두개곡	3.56 ± 3.13	3.56 ± 3.13	.022	.88
	양배꼽동	2.22 ± 3.53	0.89 ± 1.76	.941	.34
액상식	후두개곡	2.22 ± 2.11	1.33 ± 2.00	1.000	.33
	양배꼽동	1.78 ± 2.11	0.89 ± 1.76	3.200	.09

표 15. 그룹 간 미국언어청각협회 연하 척도 비교

(N=18)

식이유형	운동자극군 (n=9) (M ± SD)	감각자극군 (n=9) (M ± SD)	Z	p
ASHA NOMS	4.78 ± 2.39	5.11 ± 1.05	1.123	.30

4. 운동자극군과 감각자극군의 삼킴 기능의 비교

1) 기능적 연하곤란 척도(FDS)의 인두기 총점의 비교

운동자극군과 감각자극군 모두 실험 전과 후에 세 가지 식이 유형 모두에서 각각 유의미한 점수의 변화가 있었으나 운동자극군과 감각자극군 간의 차이는 통계학적으로 유의하지 않았다($p>.05$) (표 12).

2) 침습-흡인 척도(P-A Scale)의 비교

운동자극군은 실험 후에 점수의 감소가 나타났으나 연식에서만 유의미한 점수의 변화가 있었고 감각자극군의 경우에는 실험 후에 세 가지 식이 유형 모두에서 유의한 점수의 변화가 있었다. 그러나 운동자극군과 감각자극군 간의 차이는 통계학적으로 유의하지 않았다($p>.05$) (표 13).

3) 후두개곡과 양배꼽동의 잔여물의 비교

운동자극군과 감각자극군 모두 실험 전과 후에 세 가지 식이 유형 모두에서 연하 후 후두개곡과 양배꼽동의 잔여물 지수의 유의한 차이가 있었으나 운동자극군과 감각자극군 사이에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$) (표 14).

4) 미국언어청각협회 연하 척도(ASHA NOMS)의 비교

운동자극군과 감각자극군 모두 실험 전과 후에 미국언어청각협회 연하 척도의 유의한 차이가 있었으나 운동자극군과 감각자극군 사이에서 미국언어청각협회 연하 척도는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$) (표 15).

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 뇌경색 후 연하장애가 발생한 환자들을 대상으로 근육축이 발생할 때까지 전기 자극을 하는 운동자극군과 감각 자극이 느껴질 때까지 전기 자극을 하는 감각자극군으로 나누어 각각의 치료 효과를 확인하고 두 치료간의 차이를 비교하였다. 이를 위하여 근육수축을 유도할 정도의 전기자극(평균 9.0mA)을 제공한 운동자극군과 전기감각을 느낄 수 있는 강도의 자극(평균 3.0mA)을

제공한 감각자극군 각각 9명을 대상으로 30분간 구강운동치료를 한 후에 전기 자극 강도에 따라 전기자극치료를 30분씩 4주간 적용하였다. 전기자극치료 후에 감각자극군과 운동자극군 모두에서 삼킴 후 잔여물이 감소하였으며, 기능적 연하곤란 척도의 인두기 총점, 미국언어청각협회 연하 척도 등에서 삼킴 기능의 향상을 보였다. 또한 운동자극군에서는 연식에서만 침습-흡인 척도의 유의한 향상을 보였으나 감각자극군에서는 모든 검사식에서 침습-흡인 척도의 점수가 향상되어 덜 강한 전기자극으로도 침습과 흡인의 감소에 이점이 있는 것으로 확인되었다.

전기자극치료의 효과를 알아본 이전의 연구들은 단일 집단의 전기자극치료 전, 후를 비교하여 전기치료가 효과적이라고 하였으나 뇌졸중 이외의 다양한 질환을 가진 환자를 대상으로 하였으며 연령과 성별 또한 다양하여 내적 타당도를 확보하지 못하였다(정원미, 김태현과 정한영, 2005; Blumfeld et al., 2006; Carnaby-Mann & Crary, 2008; Leelamanit et al., 2002; Leelamanit et al., 2002; Shaw et al., 2007). 본 연구는 뇌경색으로 연하장애가 발생한 환자만을 대상으로 하였으며, 대상자를 짝짓기법을 이용하여 연령, 성별, 진단명, 뇌경색 발생 부위 등을 고려하여 감각자극군과 운동자극군으로 할당함으로써 두 군의 동질성을 확보하여 내적 타당도를 높였다.

전기자극치료의 효과를 알아본 이전의 연구들은 대부분 전기 자극을 근육 수축이 일어나는 최대 역치의 자극으로 제공하여 삼킴 기능의 향상을 관찰하였다. Carnaby-Mann과 Crary(2008)는 만성인두기 연하장애가 있는 환자 6명을 대상으로 이번 연구에서 운동자극군에게 적용한 전기자극치료와 같은 강도로 전기자극치료를 적용하였을 때 목뿔뼈와 후두의 상승이 증가하였으며, 구강 섭취 능력의 향상으로 인해 체중의 감소도 나타나지 않았다고 하였다. 그러나 연하장애의 원인 질환에 대한 설명 없이 대상자를 선정하였고, 치료 횟수도 9회에서 13회로 대상자마다 다르게 적용하였다. Leelamanit 등(2002)은 다양한 원인으로 후두 상승이 감소되어 중간 정도에서 심각한 연하장애를 보이는 23명의 환자에게 전기 자극을 제공하였을 때 20명의 환자가 치료 후에 후두 상승이 유의미하게 증가하면서 구강 식이를 통한 적절한 영양 섭취, 흡인 감소 등과 같은 삼킴 기능의 향상을 보였다고 보고하였지만 대조군이 없어서 자연회복과 반복적 삼킴에 의한 회복 등과 같은 다른 요인에 의한 변화의 가능성을 배제할 수

없으며 삼킴 능력 향상에 대한 기준이 연구자가 임의로 정하여 타당도와 신뢰도를 확보하지 못하였다. 이에 본 연구에서는 연하장애의 원인 질환을 명확하게 정하고 치료 횟수도 20회로 일정하게 적용하였으며 타당도가 입증된 기능적 연하 곤란 척도, 침습-흡인 척도, 미국언어청각협회 연하척도를 이용하여 삼킴 기능을 평가하였으며 각각의 평가척도들의 신뢰도를 확인하여 앞선 연구들보다 명확하게 전기자극치료의 효과를 입증하였다.

김정환, 이진재와 김상준(2007)은 전통적 연하장애치료군과 운동강도로 전기자극치료를 병행한 군의 치료 효과를 비교하였을 때 전기자극치료를 병행한 군에서 기능적 연하곤란 척도의 인두기 총점과 미국언어청각협회 연하 척도에서 유의미한 향상을 보였으며, 박연중, 양희승과 차동연(2007)도 운동강도의 전기자극치료를 연하장애 환자에게 적용하였을 때 인두기 잔여물, 기능적 연하곤란 척도, 미국언어청각협회 연하 척도가 유의미하게 감소하였다고 하였다. 본 연구에서도 운동자극군은 전기치료 후에 기능적 연하곤란 척도의 인두기 점수와 양배꼽동과 후두개곡의 잔여물 정도가 감소하고, 미국언어청각협회 연하 척도가 증가함으로써 삼킴 기능의 유의미한 향상을 보여 선행연구와 같은 결과를 확인할 수 있었다. 하지만 본 연구에서는 전기자극치료 전에 운동자극군과 감각자극군 모두에게 구강운동치료를 적용하였기 때문에 삼킴 기능의 향상이 전기자극치료만의 효과라고 하기에는 무리가 있다. 그러나 두 군의 삼킴 기능 수준을 비슷한 수준으로 할당하였기 때문에 구강운동치료라는 오염변인을 배제할 수 있을 것이라 생각된다.

본 연구에서 감각자극군에서도 기능적 연하곤란 척도의 인두기 점수와 침습-흡인 척도, 양배꼽동과 후두개곡의 잔여물 정도, 미국언어청각협회 연하 척도에서 통계학적으로 의미 있는 삼킴 기능의 향상을 보였으며, Gallas 등(2010)의 연구에서도 감각 역치의 전기 자극을 1일 1회, 1시간씩 5일간 가하였을 때 흡인, 인두기 잔여물이 유의미하게 감소하였다. Ludlow 등(2007)의 연구에서도 감각 역치의 강도로 전기 자극을 제공한 경우에서 흡인과 인두기 잔여물이 감소한다는 보고를 하였으나 전기 자극을 1~3회만 적용한 직후의 삼킴 기능의 변화를 관찰하여 감각 역치의 전기 자극의 치료 효과를 입증하기에 제한점이 있었다. 1일 1회, 30분씩 4주간 전기 치료를 적용한 본 연구에서도 같은 결과를 보여 좀 더 신뢰할 수 있는 감각 역

치의 전기자극치료의 효과를 증명할 수 있었다. 김대열 등(2008)도 뇌졸중 환자를 자극 강도를 1.0mA로 하는 겔보기 자극군과 자극 강도를 환자가 견딜 수 있는 최대 강도로 시행한 전기 자극군으로 나누어 4주 간 치료를 적용하였을 때 두 군 모두에서 연하곤란 임상척도(Clinical Dysphagia Scale), 기능적 연하곤란 척도(Functional Dysphagia Scale)의 점수가 본 연구결과와 같이 감소하는 경향을 보였다. 하지만 겔보기 자극군의 대상자 수가 4명으로 너무 적었을 뿐만 아니라 겔보기자극군에 적용한 자극 강도를 1.0mA로 일정하게 하여 모든 대상자에게 감각 역치의 자극이 제공되었는지는 확실하지 않은 단점이 있다.

반복적인 흡인은 폐렴을 유발하고 결국에는 사망을 초래할 수 있으며 침습과 흡인은 종종 삼킴 기능 손상과 밀접한 관계가 있다(LeFrock, Clark, Davies, & Klainer, 1979; Loeb, McGeer, McArthur, Walter, & Simor, 1999; Lundy et al., 1999). 본 연구에서 감각자극군은 검사한 모든 식이 유형에서 침습-흡인 척도의 유의미한 변화를 보여 침습과 흡인의 감소에 있어서 감각자극으로 제공한 전기치료가 효과가 있다는 것을 알 수 있었다. 이는 감각 역치의 강도로 전기자극을 제공하는 것이 기도에서 음식덩이를 빼내는 능력이 저하되어 있는 경우에 효과적일 것이라는 Ludlow 등(2007)의 연구결과와 일치한다. 운동자극군에서는 연식에서만 치료 효과를 보여 침습-흡인 척도에서 충분한 변화를 보이지 못하였는데 운동 강도의 전기 자극이 목뿔뼈와 후두를 아래로 하강시켜 후두 상승을 방해하는 저항으로써 작용하였기 때문으로 생각된다. Humbert 등(2006)은 정상인에게 인두부에 운동 강도의 전기 자극을 하게 되면 휴식 시에는 목뿔뼈와 후두가 아래로 내려가고 삼킴을 할 경우에 전기 자극이 없을 때보다 목뿔뼈와 후두의 상승이 감소한다고 하였으며, Ludlow 등(2007)은 운동 강도의 전기 자극으로 인해 하강한 목뿔뼈와 후두를 끌어올릴 수 있는 충분한 후두 상승을 만들지 못할 경우에는 삼킴 동안 흡인의 위험이 증가하게 된다고 하였다.

이번 연구를 통해 운동강도와 감각강도로 적용한 전기자극치료가 삼킴 기능의 향상에 모두 효과적이라는 것을 알 수 있었으나 전기자극의 강도에 따른 치료 효과를 비교하였을 때에는 두 군 간에 삼킴 기능의 향상 정도는 의미 있는 차이를 보이지 않았다. 따라서 임상에서 연하장애 환자에게 전기자극치료를 적용할 때, 환자가 수축을 일으키는 강도를

견디지 못할 경우에는 감각자극강도로 전기 자극을 적용하여도 삼킴 기능의 향상을 기대할 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점으로는 두 군 모두 전기자극치료와 함께 구강운동치료를 병행하였기 때문에 구강운동치료의 효과도 배제할 수 없다. 하지만 운동자극군과 감각자극군을 각각 9명씩 대상자의 연령, 성별, 진단명, 뇌경색 발생 부위 등을 고려하여 할당하였기 때문에 구강운동치료 효과에 있어서 비슷한 결과를 보일 것이라는 가정 하에 전기자극치료의 차이점을 비교할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 대상자의 연령, 성별, 진단명, 뇌경색 발생 부위 등을 고려하여 대상자를 두 군으로 할당하였지만 통계학적으로 유의한 결과를 가져올 수 있는 충분한 수의 대상자를 확보하지는 못하여 일반화에 제한점을 가지며, 급성기 환자를 대상으로 전기자극치료의 효과를 알아보았기 때문에 자연회복의 가능성을 배제할 수 없다. 4주간의 전기자극치료가 끝난 후에 환자들의 호전된 삼킴 기능이 지속적으로 유지되는지 여부를 추적연구하지 않아서 치료 효과의 장기적 효과를 알 수 없다는 제한점도 가진다. 임상에서 연하장애 환자에게 운동 자극 강도까지 전기치료를 적용할 경우에 환자들이 통증, 불안, 공포 등의 불편감을 호소하나 실제로 이러한 부정적인 반응에 대한 조사는 객관적으로 이루어지지 않는 실정이므로 운동 자극 강도로 전기자극치료를 적용할 경우의 불편감, 통증 등에 대한 체계적 연구 등이 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 뇌경색으로 인한 연하장애의 치료로서 근수축이 발생할 때까지 전기 자극을 하는 운동자극군과 감각자극이 느껴질 때까지 전기 자극을 하는 감각자극군으로 나누어 각각의 치료 효과를 확인하고 두 치료간의 차이를 비교해 보고자 하였다. 연하장애 환자를 대상으로 감각자극군과 운동자극군으로 각각 9명씩 할당하여 주 5회씩, 4주간, 총 20회 동안 전기자극치료를 1회에 30분씩 실시하였으며 전기자극치료 전에 두 군 모두에게 구강운동치료를 30분씩 적용하였다. 전기자극치료 후에 운동자극군과 감각자극군 모두에서 삼킴 후 잔여물이 유의하게 감소하였고, 기능적 연하곤란 척도의 인두기 총점, 미국언어청각협회 연하 척도 등에서도 삼킴 기능의 유의한 향상을 보였

다. 또한 운동자극군에서는 연식에서만 침습-흡인 척도의 유의한 향상을 보였으나 감각자극군에서는 모든 검사식에서 침습-흡인 척도의 점수가 유의하게 향상되었다. 반면, 전기자극의 강도에 따른 삼킴 기능의 향상 정도는 두 군간에 유의미한 차이가 없었다. 이러한 연구 결과를 통해 감각자극만으로도 연하장애 환자의 삼킴 기능을 향상시키는 데에 효과가 있음을 알 수 있었으며, 특히, 감각자극이 운동자극보다 침습과 흡인의 감소에 효과가 있다는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 임상에서 연하장애 환자에게 전기자극치료를 적용함에 있어서 감각자극으로 전기 강도를 적용하였을 때의 효과에 대한 근거를 제시한 것에 의의가 있으며 임상적으로 뇌경색으로 인한 연하 장애 환자의 특성에 맞게 자극 강도를 조절하여 전기자극치료를 적용할 수 있을 것이라 기대한다.

참 고 문 헌

- 김대열, 고은실, 강보성, 한태륜, 이시욱. (2008). 뇌졸중으로 인한 연하 곤란에서 전기 자극의 효과. *대한재활의학회지*, 32(1), 9-14.
- 김정환, 이견재, 김상준. (2007). 연하 곤란을 동반한 뇌병변 환자들에서 설골 상부 근육의 전기 자극 치료. *대한뇌졸중학회지*, 9(2), 134-141.
- 박연중, 양희승, 차동연. (2007). 뇌졸중으로 인한 만성 연하장애 환자에서 기능적 전기 자극 치료. *대한재활의학회지*, 31(6), 636-641.
- 우희순, 유은영. (2010). 뇌졸중으로 인한 연하장애 환자의 표면전기자극치료 효과: 근거 기반 체계적 고찰. *대한연하재활학회지*, 2(2), 9-18.
- 정원미, 김태현, 정한영. (2005). 신경근 전기자극을 이용한 연하곤란의 치료효과: 삼킴 장애를 중심으로. *대한작업치료학회지*, 13(1), 15-23.
- 한태륜, 백남중, 박진우. (1999). 비디오 투시 검사를 이용한 뇌졸중 환자의 기능적 연하 곤란 척도. *대한재활의학회지*, 23(6), 1118-1126.
- Benton, L. A., Bajer, L. L., Bowman, B. R., & Waters, R. L. (1981). *Functional electrical stimulation: A practical clinical guide* (2nd ed.). Downey, CA:

- Rancho Los Amigos Medical Center.
- Binder–Macleod, S. A., Halden, E. E., & Jungles, K. A. (1995). Effects of stimulation intensity on the physiological responses of human motor units. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(4), 556–565.
- Binder–Macleod, S. A., & Snyder–Macker, L. (1993). Muscle fatigue: Clinical implications for fatigue assessment and neuromuscular electrical stimulation. *Physical Therapy*, 73(12), 902–910.
- Blumenfeld, L., Hahn, Y., Lepage, A., Leonard, R., & Belafsky, P. C. (2006). Transcutaneous electrical stimulation versus traditional dysphagia therapy: A nonconcurrent cohort study. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 135(5), 754–757.
- Bogaardt, H., van Dam, D., Wever, N. M., Bruggeman, C. E., Koops, J., & Fokkens, W. J. (2009). The use of neuromuscular electrostimulation in the treatment of dysphagia in patients with multiple sclerosis. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 118(4), 241–246.
- Buckley, D. C., Kusk, K. A., Rose, B., Koettgng, C. A., Schalatter, M., & Miller, C. A. (1987). Transcutaneous muscle stimulation promotes muscle growth in immobilized patients. *Journal of Parenter and Enteral Nutrition*, 11(6), 547–551.
- Carnaby–Mann, G. D., & Crary, M. A. (2008). Adjunctive neuromuscular electrical stimulation for treatment–refractory dysphagia. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 117(4), 279–287.
- 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(4), 361–375.
- Currier, D. P., & Mann, R. (1983). Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals. *Physical Therapy*, 63(6), 915–921.
- Delitto, A., Strube, M. J., Shulman, A. D., & Minor, S. D. (1992). A study of discomfort with electrical stimulation. *Physical Therapy*, 72(6), 410–241.
- Freed, M. L., Freed, L., Chatburn, R. L., & Christian, M. (2001). Electrical stimulation for swallowing disorders caused by stroke. *Respiratory Care*, 46(5), 466–474.
- Gallas, S., Marie, J. P., Leroi, A. M., & Verin, E. (2010). Sensory transcutaneous electrical stimulation improves post–stroke dysphagic patients. *Dysphagia*, 25(4), 291–297.
- Gorgey, A. S., Black, C. D., Elder, C. P., & Dudley, G. A. (2009). Effects of electrical stimulation parameters on fatigue in skeletal muscle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 39(9), 684–692.
- Humbert, I. A., Poletto, C. J., Saxon, K. G., Kearney, P. R., Crujido, L., Wright–Harp, W., et al. (2006). The effect of surface electrical stimulation on hyolaryngeal movement in normal individuals at rest and during swallowing. *Journal of Applied Physiology*, 101(6), 1657–1663.
- Kim, C. K., Bangsbo, J., Strange, S., Karpakka, J., & Saltin, B. (1995). Metabolic response and muscle glycogen depletion pattern during prolonged electrically induced dynamic exercise in man. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 27(1), 51–58.
- Laughman, R. K., Youdas, J. W., Garrett, T. R., & Chao, E. Y. (1983). Strength changes in normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Physical Therapy*, 63(4), 494–499.
- Leelamanit, V., Limsakul, C., & Geater, A. (2002). Synchronized electrical stimulation in treating pharyngeal dysphagia. *Laryngoscope*, 112(12), 2204–2210.
- LeFrock, J. L., Clark, T. S., Davies, B., & Klainer, A. S. (1979). Aspiration pneumonia: A ten–year review. *American Surgeon*, 45(5), 305–313.
- Loeb, M., McGeer, A., McArthur, M., Walter, S., &

- Simor, A. E. (1999). Risk factors for pneumonia and other lower respiratory tract infections in elderly residents of long-term care facilities. *Archives of Internal Medicine*, 159(17), 2058–2064.
- 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.
- Lundy, D. S., Smith, C., Colangelo, L., Sullivan, P. A., Logemann, J. A., Lazarus, C. L., et al. (1999). Aspiration: Cause and implications. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 120(4), 474–478.
- Maffiuletti, N. A. (2010). Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *European Journal of Applied Physiology*, 110(2), 223–234.
- McMiken, D. F., Todd-Smith, M., & Thompson, C. (1983). Strengthening of human quadriceps muscles by cutaneous electrical stimulation. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 15(1), 25–28.
- Park, C. L., O'Neill, P. A., & Martin, D. F. (1997). A pilot exploratory study of oral electrical stimulation on swallow function following stroke: An innovative technique. *Dysphagia*, 12(3), 161–166.
- Perlman, A. L., Booth, B. M., & Graryhack, J. P. (1994). Videofluoroscopic predictors of aspiration in patients with oropharyngeal dysphagia. *Dysphagia*, 9(2), 90–95.
- Rosenbek, J. C., Robbins, J. A., Roecker, E. B., Coyle, J. L., & Wood, J. L. (1996). A penetration–aspiration scale. *Dysphagia*, 11(2), 93–98.
- Selkowitz, D. M. (1985). Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Physical Therapy*, 65(2), 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.
- Suiter, D. M., Leder, S. B., & Ruark, J. L. (2006). Effects of neuromuscular electrical stimulation on submental muscle activity. *Dysphagia*, 21(1), 56–60.
- Yokoyama, M., Mitomi, N., Tetsuka, K., Tayama, N., & Niimi, S. (2000). Role of laryngeal movement and effect of aging on swallowing pressure in the pharynx and upper esophageal sphincter. *Laryngoscope*, 110(3), 434–439.

Abstract

A Comparison of Electrical Stimulation Treatment Effects Between Motor Stimulation Intensity and Sensory Stimulation Intensity in Dysphagia Patients

Lee, Su-Jung*, M.Sc., O.T., Jung, Min-Ye**, Ph.D., O.T.,
Yoo, Eun-Young**, Ph.D., O.T., Park, Ji-Hyuk**, Ph.D., O.T.

*Dept. of Occupational Therapy, Kangbuk Samsung Medical Center

**Dept. of Occupational Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Objective : This study aimed to compare the difference in the effects of treatment between motor and sensory stimulation intensities on the swallowing function of stroke patients with dysphagia.

Methods : Eighteen cerebral infarction dysphagic patients were recruited based on VFSS. Electrical stimulation was applied to the neck muscles of the patients for 30 minutes a day, five days a week for four weeks. In addition, before the electrical stimulation treatment, an oral motor treatment was applied to both groups for 30 minutes. The patients' swallowing function and nutritional state were evaluated using FDS, a P-A scale, and ASHA NOMS using VFSS.

Results : After 4 weeks of electrical stimulation, both groups showed significant improvement in their total scores for the pharyngeal phase in FDS ($p<.05$), ASHA NOMS ($p<.05$), and significantly reduced valleculae and pyriform sinus residue ($p<.05$). For the P-A scale, the motor stimulation group showed significant improvement in semi-solid type food ($p<.05$), but the sensory stimulation group showed significant improvement in all food types ($p<.05$). There was no difference in the swallowing function improvement for the two groups ($p>.05$).

Conclusion : These results indicate that sensory electrical stimulation has a positive effect on the swallowing function, and is more effective in decreasing penetration and aspiration than motor electrical stimulation. The electrical stimulation intensity can be modulated according to the patient's characteristics in a clinical setting.

Key words : Cerebral infarction, Dysphagia, Electrical stimulation therapy, Motor stimulation, Sensory stimulation