

Shaker 운동을 병행한 바이오피드백 훈련이 삼킴장애가 있는 뇌졸중환자의 설골상근 근활성도에 미치는 영향

신윤아 · 권혁철^{1†} · 김환¹

구미대학교 작업치료과, ¹대구대학교 작업치료학과

Effects of Biofeedback Training with Shaker Exercise on the Suprahyoid muscle Activity of Stroke with Swallowing Disorder

Yoon-A Shin, OT · Hyak-Cheol Kwon^{1†} · Hwan Kim¹

Department of Occupational Therapy, Gumi University

¹Department of Occupational Therapy, Daegu University

Received: November 21, 2018 / Revised: November 27, 2018 / Accepted: December 29, 2018

© 2019 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The aim of this study was to determine how biofeedback training with Shaker exercise effects the activation of the cervical myocardial muscle in stroke with swallowing disorder.

METHODS: From June 2018 to September 2018, 30 patients who were hospitalized at C hospital and K hospital in Daegu, and K hospital in Gumi were surveyed to meet the criteria for selection. The participants were classified into three groups, and Shaker exercise was applied three times a day, five times a week, for four weeks; visuoauditory

biofeedback group (VABG), visual biofeedback group (VBG), and self-exercises group (SG). In addition, the suprahyoid muscle activity was performed three times (before intervention, after intervention, and after two weeks).

RESULTS: The pre and post-test comparisons, revealed a significant difference between the three groups ($p < .01$); VABG had the highest suprahyoid muscle activity. The post-test and follow-up test produced similar results in, the three groups ($p > .05$). The mean comparison showed the smallest difference in VABG, indicating that muscle persistence was the best.

CONCLUSION: Shaker exercise has an effect on suprahyoid muscle activation. Biofeedback training, which provides an input of multi-sensory information in swallowing disorder treatment is recommended because it has the greatest effect when combined with visuoauditory biofeedback.

Key Words: Biofeedback training, Shaker exercise, Suprahyoid muscle, Swallowing disorder

본 논문은 신윤아(2019)의 박사 학위 논문의 요약본임.

†Corresponding Author : Hyak-Cheol Kwon

hckwon@daegu.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0003-4628-9236>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

뇌졸중이란 뇌의 병소 부위에 따른 징후와 증상이 나타나는 혈관의 문제로 인한 급성 신경학적 장애로[1], 악성신생물, 심장질환에 이어 국내 사망원인의 3대 질환에 포함되는 질환이다[2]. 뇌졸중 환자의 삼킴장애는 37~78%로 뇌졸중 후 발생하는 주요한 신경학적 증상이라 할 수 있다[3].

삼킴장애란 삼킴의 복합적인 과정 중에 발생하는 문제로 신체적, 신경학적 기능에 의해 삼킴에 어려움을 갖는 것이다[4]. 정상 삼킴의 단계는 구강준비단계, 구강단계, 인두단계, 식도단계로 나뉜다[5]. 이 중 인두단계에서는 후두개·설골·후두 이동, 후두 통과와 흡인과 같은 다양한 증상들을 나타내는데[6], 특히 흡인은 음식물의 일부 또는 전부가 기도로 들어가서 발생하게 되는 삼킴장애의 주요한 증상 중 하나이다[3]. 흡인을 막아주는 생리학적 기전으로는 후두에서 일어나는 기도 폐쇄와 설골의 움직임이 있으며, 설골의 움직임은 전·상방으로 발생하여 후두 상승을 만들고, 후두 상승이 상부식도괄약근을 열어주어 음식물을 식도로 보내므로, 인두부 구조물의 움직임 중 설골의 움직임은 갑상연골의 상승과 상부식도괄약근의 개구를 유도하는 매우 중요한 역할을 한다고 할 수 있다[7]. 상부식도괄약근이 열리지 않으면 위로 음식물이 쌓여 음식물이 후두를 통과하여 진성대 아래로 내려가는 흡인이 발생하므로 정상적인 삼킴과정에서 설골의 움직임은 흡인 또는 침습을 방지함에 있어 매우 중요하고, 이러한 움직임은 설골상·하근에 의하여 조절된다[8]. Shaker가 제시한 머리들기 운동은 설골상근을 강화시키고 상부식도괄약근을 잘 열리게 하여 흡인의 위험을 감소시킨다[9]. Shaker운동은 등척성의 방법과 등속성의 방법을 사용하여 바로 누운 자세에서 머리를 들어 발끝을 바라보게 하는 운동을 계획적으로 반복함으로써 설골상근과 상부식도괄약근을 강화할 수 있다[3].

최근 연구되고 있는 뇌졸중 환자의 치료에 긍정적인 효과를 줄 수 있는 방법으로 바이오피드백 훈련을 제시하는데[10], 이는 기계장치를 사용하여 모니터를 통해 인체의 신경생리학적 신호를 시·청각적으로 확인하여

운동수행능력을 증가시키는 방법이다[11]. 생리적인 반응은 생체신호 측정을 통해 알 수 있는데, 중추신경계 활동을 측정할 수 있는 신호로 뇌파와 근전도가 있고, 자율신경계 반응을 측정할 수 있는 신호로 피부전도, 피부온도, 심전도, 그리고 맥박측정이 있다[12]. 이 중에서 근전도 바이오피드백 훈련은 근육의 전기적 활동을 시각적 또는 청각적으로 정보를 제공하여 환자 스스로 근 긴장 수준을 조절할 수 있도록 학습을 가능하게 해준다[13]. 시각적 정보는 환경과 움직임에 대한 정보를 제공하여 적절한 신체의 운동 조절을 가능하게 하며[14], 청각적 정보는 신체의 직접적이며 지속적인 감각 정보를 제공한다[15]. 시각적 바이오피드백으로 진행된 연구들이 재활분야에서 진행되고 있으며[16], 최근 근전도 바이오피드백 훈련이 국내와 국외 재활의 영역에서 뇌손상 환자와 다양한 질환들을 대상으로 효과적으로 사용되고 있다[17-19].

현재까지 운동을 통한 삼킴기능에 미치는 효과에 관한 연구가 다양하게 이루어졌고[9,4,20], 근전도를 이용한 연구들도 진행되었다[21,22]. 그러나 삼킴장애가 있는 뇌졸중 환자가 자발적으로 운동을 하면서 시·청각적으로 자극을 받는 바이오피드백 훈련이 삼킴과 관련된 근활성도에 미치는 영향에 대한 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 삼킴장애가 있는 뇌졸중 환자를 대상으로 인두단계 삼킴에 주요한 근육인 설골상근을 강화하기 위하여 운동-기반 접근인 Shaker 운동을 이중감각 또는 단일감각 바이오피드백 훈련과 병행하였다. 이러한 훈련이 인두단계의 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지 확인하여 삼킴장애 재활에서 임상적으로 더욱 효과적인 중재방법을 제안하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 Shaker운동을 병행한 바이오피드백 훈련이 삼킴장애가 있는 뇌졸중 환자의 설골상근 근활성도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 2018년 6월부터 2018년 9월까지 대구광역시에 위치한 C병원, K병원, 그리고 구미시에 있는 K병원에 입원한 환자를 대상으로



Fig. 1. sElectromyography (sEMG) system 2EM (2EM 4D-MT, Relive, Gimhae, Korea)

로 하였다. 참가자는 뇌졸중 후 인두단계 삼킴장애가 영상학적 평가를 통하여 증명된 환자 30명을 대상으로 실시하였다. 인두단계를 강화하는 운동-기반의 접근으로 환자들이 스스로 할 수 있는 운동인 Shaker 운동(등속성 방법)을 선정하여 시·청각적 바이오피드백 훈련을 병행한 그룹(VABG)과 시각적 바이오피드백을 병행한 그룹(VBG) 그리고 바이오피드백 없이 자가운동만 실시한 그룹(SG)으로 나누고 각각 10명씩 숫자뽑기를 사용하여 무작위로 배분하였다.

2. 연구 절차

설골상근의 근활성도는 표면근전도 측정 장비인 2EM(2EM 4D-MT, Relive, Gimhae, Korea)를 사용하였고 설골상근에 중 이복근과 이설골근에 부착하여 근활성도를 측정하였다(Fig. 1). 연구대상자가 수의적으로 하는 자가운동임을 감안하여 최대 수의적 등척성 근수축(maximal voluntary isometric contraction: MVIC)에 대한 비율로 정규화하여 비교하는 MVIC 값을 사용하였다. 중재 전 바로 누운 대상자에게 평가자는 “저의 구령에 맞추어 고개를 들어 발끝을 보세요. 3회 실시하겠습니다.”라고 지시하였고, 3회 실시하여 설골상근의 %MVIC값을 측정하였다. 중재기간 동안 Shaker 운동의 등속성 방법을 바이오피드백과 병행 또는 하지 않고 1일 3회, 주 5회, 4주간, 총 20회기 동안 실시한 후 설골상근 근활성도를 중재 전과 같은 방법으로 측정하였다. 중재 종결 2주 후 각 그룹의 변화된 설골상근의 근활성도의 지속을 살펴보기 위하여 동일한 절차로 추이검사를 실시하였다. 모든 결과 측정은 측정자간에 발생할

수 있는 오염변인을 최소화하기 위하여 동일한 연구자에 의하여 시행되었다.

3. 측정 방법

설골상근의 근활성도를 측정하기 위하여 근전도 측정 장비인 2EM (2EM 4D-MT, Relive, Gimhae, Korea)를 사용하여 자료를 수집, 처리하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1000 Hz로 설정하였으며, 주파수 대역폭(bandpass)은 0-500 Hz를 사용하였고, 전기 신호에 의한 잡음을 제거하기 위하여 60 Hz의 여과 필터(notch filter)를 적용하였다. 5초간 최대 수의적 등척성 수축을 통해 측정된 자료의 처음과 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균 근전도 신호량의 3회 반복 측정한 평균값을 기준으로 %MVIC 값을 구하였다. 근전도 신호의 수집을 위해 전도성 젤이 도포된 염화은(Ag-AgCl) 합금의 24 mm 크기의 둥근 모양의 표면 전극(Covidien kendell disposable surface EMG electrode)을 사용하였고, 연구에 사용된 장비의 사진은 다음과 같다(Fig. 1). 전극 부착은 Woo 등[23]의 연구와 동일하게 2개의 이극표면전극(bipolar surface electrode)은 설골상근 중 이복근과 이설골근이 겹쳐지는 부위의 좌·우에 부착하였고, 다른 한 개의 접지전극(ground electrode)은 턱뼈각(angle of mandible)에 부착하였다. 전극을 부착하기 위한 설골상근의 위치는 다음과 같다(Fig. 2).

4. 실행 도구

바이오피드백 훈련은 시·청각적 바이오피드백 그룹(visuoauditory biofeedback group: VABG)과 시각적 바

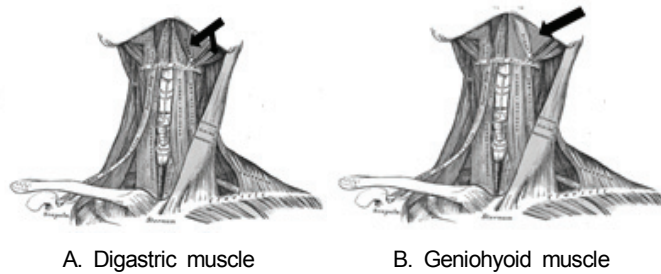


Fig. 2. Suprahyoid muscle for the electrode position

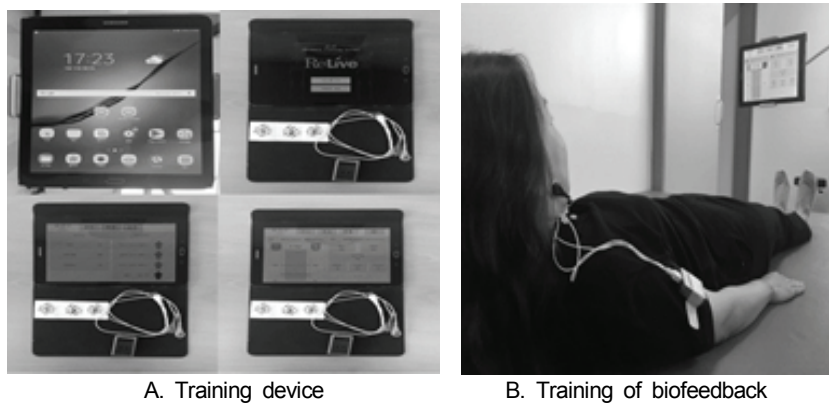


Fig. 3. Device and training of the experiment for biofeedback training

이오피드백 그룹(visual biofeedback group: VBG)으로 나누어 진행하였다. 두 그룹 모두 2EM (2EM 4D-MT, Relive, Gimhae, Korea)을 태블릿 모니터에 연결하여 바이오피드백 훈련 소프트웨어인 4D-MT Private를 사용하였으나 VABG는 모니터의 그래프를 보면서 환경 설정을 소리 껌으로 하여 진행하였다. VBG는 장비의 소리 껌으로 환경 설정을 하여 동일하게 훈련하였고, 연구 장비, 각 운동 그룹의 세팅 및 훈련 모습은 다음과 같다(Fig. 3). 자가운동 그룹(self-exercise group: SG)은 바이오피드백 없이 운동을 절차에 맞게 수행하였다.

5. 운동 방법

Shaker 운동은 등척성 운동방법과 등속성 운동방법이 있는데, 등척성 운동방법은 근력 유지가 더 필요하여 피로도를 높일 수 있기에 본 연구에서는 등속성 운동 방법으로 1일 3회, 주 5회, 4주간, 총 20회기 동안 실시하

였다. 1회의 운동에서 대상자는 편평한 바닥이나 침대에 누워 바닥에서 고개를 들었다 내리면서 자신의 발가락 바라보기를 30회 시행하되, 일정한 속도를 유지하고 고개를 들 때 어깨를 들어올리지 않도록 하였다(Fig. 4).

6. 자료 분석

본 연구 결과 분석은 SPSS(statistical package for the social science) for window 24.0으로 모든 통계학적 유의 수준 α 는 .05로 하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하였고, 중재 전, 후의 설골상근 근활성도 비교는 각 그룹들의 중재 전과 후의 차이값을 구하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 후 사후검정은 Scheffe를 사용하였다. 중재 후와 추이검사의 설골상근 근활성도 비교도 차이값을 구하여 중재 전, 후와 동일한 절차대로 분석하였다.

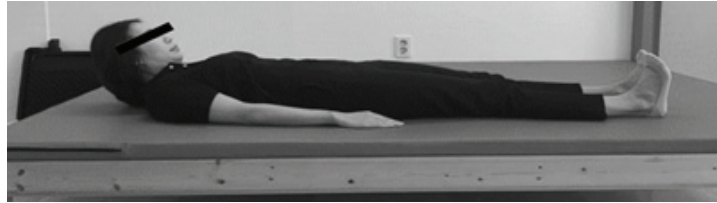


Fig. 4. Shaker exercise

Table 1. General characteristics of the subjects

Characteristics	Category	Number	Percentage (%)
Gender	Male	22	73.333
	Female	8	26.666
Paralysis	Rt	13	43.333
	Lt	17	56.666
Age	60≤	8	26.666
	61-75	18	60.000
	76≥	4	13.333
Onset period	6 ms≤	7	23.333
	7 ms-24 ms	19	63.333
	24 ms≥	4	13.333
Lesion	Brain-stem	13	43.333
	Extra Brain-stem	17	56.663
PAS	Mean		3.533

SEG: Shaker exercise group

PAS: Penetration-Aspiration Scale

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자들의 30명의 성별, 좌·우 마비유형, 나이, 발병시기, 병변부위, 침습-흡인 척도에 대한 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 설골상근 근활성도 비교

1) 중재 전, 후 비교

바이오피드백 훈련을 병행한 Shaker 운동의 효과를 알아보기 위하여 중재 전 평가와 4주간의 중재 적용 후 설골상근 근활성도를 비교하였다. 중재 전과 후의

설골상근 근활성도를 분석한 결과 그룹 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였고($p < 0.01$) (Table 2), 이는 3개의 그룹 사이에서 설골상근 근활성도가 다르다는 것을 의미한다. 평균비교에서 확인한 결과 세 그룹 모두 향상되었으나, VABG에서 %MVIC값이 가장 높았다(Table 3). Scheffe 사후 검정을 실시한 결과, VABG와 VBG간에 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$) (Table 4). 설골상근 %MVIC값이 높을수록 근활성도가 크다는 것을 의미하므로 중재 후 VABG에서 근활성도가 가장 크게 나타났다.

2) 중재 후, 추이 검사 비교

3개의 그룹의 중재 후와 중재 종료 2주 후 실시한 추이 검사를 비교하여 중재로 향상된 설골상근의 유지

Table 2. Comparison of the SHM activities improvement between the pre-test and post-test

(Unit : %MVIC)

Source	Sum of Squares	df	MS	F	p
Between Groups	526.23	2	263.119	5.646	.009**
Within Groups	1258.21	27	46.603		

MS: Mean Squares

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

Table 3. Mean of the SHM activities improvement between the pre-test and post-test

(Unit : %MVIC)

Group	Mean	SD	SE
VABG	20.342	9.340	2.953
VBG	10.610	4.247	1.343
SG	12.665	5.875	1.858

SD: Standard Deviation, SE: Standard error

VABG: Visual auditory biofeedback group, VBG: Visual biofeedback group, SG: Self-exercise group

Table 4. Post-hoc analysis of the comparison of the SHM activities improvement between the pre-test and post-test

(Unit : %MVIC)

	Group	MD	SE	p	
Scheffe	VABG	VBG	9.732*	3.052	.013*
		SG	7.677	3.052	.058
	VBG	VABG	-9.732*	3.052	.013*
		SG	-2.055	3.052	.799
	SG	VABG	-7.677	3.052	.058
		VBG	2.055	3.052	.799

MD: Mean difference, SE: Standard error

VABG: Visual auditory biofeedback group, VBG: Visual biofeedback group, SG: Self-exercise group

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

에 대한 지속 상태를 알아보고자 하였다. 증재 후와 추이 검사 상 차이값을 분석한 결과 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > .05$) (Table 5). 평균 비교에서 살펴 보면 VABG가 가장 적은 차이를 보이고, 이는 VABG에서 설골상근 근활성도가 가장 오래 지속된다는 것을 의미한다(Table 6). Scheffe 사후 검정을 실시한 결과, 세 그룹간에 유의한 차이가 나타나지 않았다($p < .05$) (Table 7).

IV. 고찰

뇌졸중 후 삼킴장애는 비디오투시검사와 같은 객관적인 연구에서 64-78%의 높은 발병률을 보이며[24], 특히, 흡인(aspiration)은 흡인성 폐렴을 일으킬 수 있어 죽음과 관련이 깊으며[25], 삼킴의 단계 중 인두단계에 발생하는 문제이다. 이에 본 연구에서는 연구 대상을 인두단계에 삼킴장애를 보이는 뇌졸중 환자로 선정하였다. 설골의 움직임과 관련이 있는 후두 상승 여부가

Table 5. Comparison of the SHM activities improvement between the post-test and follow-up test

Source	Sum of Squares	df	MS	F	p
Between Groups	3.896	2	1.948	1.790	.186
Within Groups	29.379	27	1.088		

MS: Mean Squares

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

Table 6. Comparison of the SHM activities improvement between the post-test and follow-up test

(Unit : %MVIC)

Group	Mean	SD	SE
VABG	1.033	.756	.239
VBG	1.521	.742	.234
SG	1.914	1.463	.462

SD: Standard Deviation, SE: Standard error

VABG: Visual auditory biofeedback group, VBG: Visual biofeedback group, SG: Self-exercise group

Table 7. Post-hoc analysis of the comparison of the SHM activities improvement between the post-test and follow-up test

(Unit : %MVIC)

Group		MD	SE	p
Scheffe	VABG	VBG	.466	.585
		SG	.466	.187
	VBG	VABG	.466	.585
		SG	.466	.704
	SG	VABG	.466	.187
		VBG	.466	.704

MD: Mean difference, SE: Standard error

VABG: Visual auditory biofeedback group, VBG: Visual biofeedback group, SG: Self-exercise group

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

인두단계에 흡인과 관련된 문제를 발생시키므로 운동-기반 접근으로 설골상근을 강화시키는 Shaker 운동을 선정하였다. 바이오피드백은 운동학습에 기초하므로 Shaker 운동과 병행하였고 이러한 훈련이 설골상근의 근활성도에 미치는 영향을 살펴보았다.

Shaker 운동의 효과를 연구한 논문으로 Shaker 등[4]이 Shaker 운동이 장관식이 환자의 상부식도괄약근 강화에 효과가 있음을 보고하였다. 또한, Moon [26]의 연구에서 설골상근 근력이 Shaker 운동군이 신경근전기 자극군 보다 더 큰 증가를 보였다는 연구가 있다. 본

연구의 결과에서 Shaker 운동만 시행한 대조군에서도 중재 전, 후 설골상근 근활성도가 증가하였으므로 선행 연구를 지지한다. 바이오피드백과 삼킴장애를 연구한 것으로 Cray 등[27]이 표면근전도 바이오피드백을 삼킴장애 환자에게 적용하였을 때 삼킴 기능의 향상을 증명한 연구가 있다. 또한, Kang 등[18]은 근전도 바이오피드백을 급성기 뇌졸중 환자에게 적용하였을 때 삼킴기능의 향상을 연구하였다. 또한, Moon 등[28]의 연구에 따르면 표면근전도를 사용한 생체피드백 삼킴훈련이 급성기 뇌졸중 환자의 삼킴기능과 식이수준에서

향상을 나타내었다고 보고하였다. 본 연구 결과도 시·청각적 바이오피드백을 적용하였을 때 근활성도가 가장 높았으므로 선행연구를 뒷받침하고 있다. 그러나 이전의 연구에서는 삼킴장애에 표면근전도를 사용한 단일감각 바이오피드백을 적용한 연구만 있고 이중감각 바이오피드백을 삼킴장애에 적용한 연구는 전무하다. 이에 본 연구에서는 단일감각으로 시각자극을 사용하였고 이중감각으로 시·청각적 자극을 사용하여 비교하였고, 그 결과 바이오피드백을 적용하지 않은 자가 운동 그룹보다 이중감각인 시·청각적 바이오피드백을 적용한 그룹에서 설골상근 근활성도가 가장 높았다. 이것은 이는 삼킴장애 재활 임상 현장에서 운동-기반 삼킴장애 재활 접근과 병행하여 바이오피드백을 적용할 때 시각만 사용하는 것이 아니라 시·청각적 감각 자극 등 감각 정보를 다감각적으로 제공할 필요가 있다는 것을 의미한다.

연구의 제한점으로는 첫째, 연구 대상자 수가 적어 연구 결과를 일반화하기 어렵다는 것이다. 추후 연구에서는 대상자 수를 확대하여야 할 것으로 생각된다. 둘째, 중재기간을 4주로 하였고, 중재를 적용하지 않은 기간을 2주로 하였다는 점이다. 향후 중재 기간을 신경학적 변화를 기대할 수 있는 6주 이상으로 늘리고 중재 종료 후 시행되는 추이 검사 기간도 늘여서 시행할 것을 제안한다. 셋째, 대상자를 삼킴장애가 있는 뇌졸중 환자로 제한하였다는 것이다. 삼킴장애는 뇌졸중 외에도 다른 질환뿐만 아니라 노인이나 아동에서도 나타날 수 있으므로 대상자를 확대하여 추가적인 연구가 시행될 필요가 있을 것이다. 하지만 본 연구는 시·청각적 바이오피드백을 Shaker 운동에 적용하였을 때 가장 큰 효과를 나타낸 것을 증명하여, 삼킴장애 재활에서 효과적인 중재방안을 제시하였다는데 의의가 있다.

V. 결론

본 연구의 목적은 Shaker의 머리들기 운동을 병행한 바이오피드백 훈련이 삼킴장애가 있는 뇌졸중 환자의 설골상근 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보는 것이다. 30명의 참가자들은 시·청각적 바이오피드

백을 병행한 그룹(VABG)과 시각적 바이오피드백을 병행한 그룹(VBG) 그리고 바이오피드백 없이 자발적 운동을 하는 그룹(SG)으로 나누어 Shaker 운동을 병행하였다. 중재는 하루 3회, 주5회, 4주간 동안 총 20회기에 걸쳐 진행되었다. 중재 전, 후 설골상근 근활성도는 이중감각을 적용한 VABG에서 가장 높았다. 중재 후와 추이 검사 상 평균 비교를 통해 이중감각을 적용한 VABG에서 근육의 지속 상태가 가장 좋음을 알 수 있었다. 연구의 제한점은 표본의 수가 적고, 중재기간이 4주이며, 대상자를 뇌졸중으로 제한을 둔 것이므로 추후 보완할 필요가 있다. 그러나 본 연구는 이중감각인 시·청각적 바이오피드백을 Shaker 운동과 병행하였을 때 가장 큰 효과를 나타낸 것을 증명하여, 삼킴장애 재활에서 효과적인 중재방안을 제시하였다.

References

- [1] World Health Organization: International classification of diseases - 10, Geneva, Switzerland, 2007, WHO.
- [2] National statistical office. Mortality rates by major cause of death per 100,000 people. 2016.
- [3] Song YJ, Woo HS, Pack EJ, et al. Swallowing disorder. Seoul. Gyeochukmunwhasa. 2014.
- [4] Shaker R, Easterling C, Kern M, et al. Rehabilitation of swallowing by exercise in tube-fed patients with pharyngeal dysphagia secondary to abnormal UES opening. Gastroenterology. 2002;122(5):1314-1321.
- [5] Lee HS. Treatment of swallowing disorder. Seoul. Gyeochukmunwhasa. 2013.
- [6] Paik NJ, Kim IS, Kim JH, et al. Clinical validity of the functional dysphagia scale based on videofluoroscopic swallowing study. Journal of Korean Academy Rehabilitation Medicine. 2005;29(1):43-9.
- [7] Palmer JB, Tanaka E, Ensrud E. Motions of the posterior pharyngeal wall in human swallowing: a quantitative video-fluoroscopic analysis. J Speech Lang Hear Res. 2000;45:434-5.
- [8] Cook IJ, Dodds WJ, Dantas RO, et al. Opening mechanism

- of the human upper esophageal sphincter. *Am J Physiol.* 1989;257(5):748-759.
- [9] Shaker R, Kern M, Bardan E, et al. Augmentation of deglutitive upper esophageal sphincter opening in the elderly by exercise. *American J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 1997;272(6):1518-1522.
- [10] Kang JH. The Study of Improvement of rehabilitation treatment environment by using EMG biofeedback. Master's Degree. In-jae University. 2012.
- [11] Huang H, Wolf SL, He J. Recent development sin biofeedback for neuromotor rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil.* 2006;3:11.
- [12] Portney LG. Electromyography and nerve conduction velocity tests. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ, editors. *Physical rehabilitation: assessment and treatment.* Philadelphia: Davis. 159-190. 1988.
- [13] Peck CL, Kraft GH. Electromyographic biofeedback for pain related to muscle tension: A study of tension headache, back, and jaw pain. *Arch Surg.* 1997;122(7): 889-895.
- [14] Galley PM, Forster AL. *Human movement.*(2nded). New York. Churchill Livingstone. 1985.
- [15] Hamman RG, Mekjavic I, Mallinson AI, et al. Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73:728-744.
- [16] Sackley CM, Lincoln NB. Single blind randomizes controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. *Disabil Rehabil.* 1997;19:536-546.
- [17] Jung JW. The Effects of Relaxation Exercise Using EMG Biofeedback Training for Upper Trapezius on Shoulder Pain for the Patient with Spinal Cord Injury. Master's Degree. Young-in University. 2015.
- [18] Kang SH, Hur JG, Kim HS. The effect EMG biofeedback on the swallowing function enhancement to stroke patients having swallowing disability. *Journal of Korean Society Medicine and Therapy Science.* 2013;5(1):5-12.
- [19] Yoon BS. Effects of EMG Biofeedback Training on Ankle Function and Balance in Patient with Chronic Stroke. Master's Degree. Young-in University. 2015.
- [20] White KT, Easterling C, Roberts N, et al. Fatigue analysis before and after shaker exercise: physiologic tool for exercise design. *Dysphagia.* 2008;23(4):385-391.
- [21] Moon JH, Won YS. Difference of Suprahyoid, Masseter, Orbicularis oris Muscles Activity in Normal swallow and Effortful Swallow of Healthy Adults. *Journal of Korea Entertainment Industry Association.* 2017a;11(1):231-9.
- [22] Kim BY, Lee S, Moon JH, et al. Comparison of Chin Tuck Against Resistance and Shaker Exercise on Suprahyoid and Sternocleidomastoid Muscle Activity in Stroke Older Patients with Dysphagia. *Journal of Rehabilitation Research.* 2016;20(3):175-182.
- [23] Woo HS, Jang GY, Chen SC. The Effects of Different Head Angles on Suprahyoid Muscle Activation. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy.* 2009;17(4), 71-79.
- [24] Martino R, Pron G, Diamant N. Screening for oropharyngeal dysphagia in stroke: insufficient evidence for guidelines. *Dysphagia.* 2005;15(1):19-30.
- [25] McFarlane M, Miles A, Atwal P, et al. Interdisciplinary management of dysphagia following stroke. *J Neurosci Nurs.* 2014;10(1).
- [26] Moon TH. The effects of Shaker exercise and Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) therapy on the swallowing function: on the post-stroke patients with dysphagia. Master's Degree. In-jae University. 2013.
- [27] Crary M, Camaby G, Groher M, et al. Functional benefits of dysphagia therapy using adjunctive sEMG biofeedback. *Dysphagia.* 2004;19:160-4.
- [28] Moon JH, Kim GY, Won YS. Effects of swallowing training with biofeedback on swallowing function and satisfaction in acute stroke patients with dysphagia. *Journal of Korea Contents Society.* 2017b;17(4):63-71.