

The Effects of Bifrontal Transcranial Direct Current Stimulation Combined with Conventional Treatment for Tinnitus Patients

A-Ram Lee¹, Bo-Min Kang¹, In-Hee Hwang¹, Sung-Il Park², Sung-Hee Yun¹, Dong-Myung Lee¹

¹Dongmyung ENT Clinic, Busan, Korea

²Department of Speech-Language Therapy and Aural Rehabilitation, Woosong University, Daejeon, Korea

이명환자에 대한 기존 치료법과 병행한 경두개 직류전기 자극치료 효과

이아람¹ · 강보민¹ · 황인희¹ · 박성일² · 윤성희¹ · 이동명¹

동명이비인후과의원¹, 우송대학교 언어치료청각재활학부²

Purpose: The purpose of this study is to find out the efficacy of treatment of tinnitus when used Transcranial direct current stimulation (tDCS) with existing methods such as Tinnitus Retraining Therapy, Cognitive Behavioral Therapy, Sound therapy and tympanic injection therapy (dexamethasone administration). **Methods:** We collected data from sixty tinnitus patients excluding patients with any other diseases. We divided sixty patients into two groups, the control group and the experimental group. Thirty patients of the control group were treated using only the existing methods, and thirty patients of the experimental group were treated using the existing methods and tDCS together. **Results:** The control group showed a significant decrease in only Korea adaptation of Tinnitus Handicap Inventory (K-THI) score ($p < 0.05$) from 43.4 to 27.2. However, the experimental group showed a significant decrease in both K-THI score from 46.4 to 21.1 and tinnitus loudness from 14 dB sensation level (SL) to 8.8 dB SL ($p < 0.05$). The efficacy of tDCS in patients with tinnitus could not be fully confirmed by the current study because of the limited number of patients, but this study demonstrated a significant improvement of tinnitus intensity and K-THI score. **Conclusion:** tDCS is considered to be a promising tool for tinnitus management.

Key Words: Transcranial direct current stimulation, Tinnitus, Korean adaptation of Tinnitus Handicap Inventory, Tinnitus loudness.

Received: September 1, 2015 / **Revised:** October 6, 2015 / **Accepted:** November 3, 2015

Correspondence: Dong-Myung Lee, Dongmyung ENT Clinic, 91 Chungnyeol-daero, Dongnae-gu, Busan 47731, Korea

Tel: +82-51-558-3773 / **Fax:** +82-51-558-3703 / **E-mail:** litefeast@hanmail.net

INTRODUCTION

이명(tinnitus)은 외부의 소리가 없음에도 불구하고 귀나 머리에서 소리를 느끼는 증상이다. 유병률은 전체 인구의 10~15% 내외로 알려져 있으며, 최근 노인 인구의 증가와 생활환경에서의 소음 노출 증가로 인해 이명환자가 늘어나고 있는 추세이다(Zeng et al., 2011). 최근의 연구(Shargorodsky et al., 2010)에 따르면 미국 성인의 25.3%가 이명을 경험하였고, 국내에서도 이명 유병률은 12세 이상의 경우 26% 정도였으며, 60대 이상에서는 33%에 달하였다(Cho et al., 2010). 또한 일반인의 1~3%에서는 높은 강도의 이명으로 수면장애, 일의 효율성 저하, 정신적 고통 등을 포함한 삶의 질에 많은 영향을 받고 있는 것으

로 알려져 있다(Dobie, 2003).

질병에 의한 이명의 경우 질병의 치료나 약물 등을 통해 이명이 사라지기도 하지만 대부분의 이명은 외부의 자극 없이 발생하는 주관적 이명이다. 주관적 이명은 그 원인이 명확하게 밝혀지지 않은 상태이기 때문에 현재까지 확실한 치료법은 알려진 바가 없다(Jung & Lee, 2014). 즉 여러 가지 원인이 복합적으로 작용하여 이명이 발생하고 개인에 따라 치료 효과가 다르게 작용하기 때문에 한 가지 치료법만을 시도하기보다는 다양한 치료 방법을 함께 적용할 필요가 있다(Delb et al., 2002). 현재 국내에서는, 이명 재훈련치료(Tinnitus Retraining Therapy, TRT), 이명 인지행동치료(Cognitive Behavioral Therapy, CBT), 소리 치료(sound therapy), 음악치료, 약물치료, 고실 내 스테로이드

Table 1. Patients characteristic

Group	Age	Gender (male/female)	PTA threshold (R/L)	Tinnitus laterality (R/L/both)	Tinnitus frequency (Hz)	Tinnitus duration (months)	Treatment duration (weeks)
Control group	58.5	18/12 (n = 30)	27.9/31.3	10/10/10	1,241	33.7	8.9
Experimental group	55.1	15/15 (n = 30)	21.3/22.4	10/10/10	2,800	28.6	10.3

PTA: pure tone audiometry, R: right, L: left

주사요법, 보청기, 인공와우 등 다양한 치료와 연구가 시도되고 있다(Yoo et al., 2013).

최근에 시도되고 있는 신경조절치료는 약리적 혹은 전기적 자극을 통해 신경의 활성도를 변화시키는 치료 방법으로 그 치료의 종류 역시 다양하게 제시되고 있다(Song, 2014). 전기자극술 중 하나인 경두개 직류 전기 자극술(transcranial Direct Current Stimulation, tDCS)은 양극과 음극의 두 전극 패드를 이용하여 0.5~2 mA의 약한 전류를 흘려주어 대뇌 피질의 흥분성을 조절하는 비침습적 뇌 자극 방법으로(Nitsche et al., 2008), 다른 전기 자극술에 비하여 가격이 저렴하고 사용이 편리하여 임상적으로 유용할 것으로 기대된다. 하지만 tDCS를 시행한 이명환자에서 수일간 효과가 있었음을 보고(Nitsche & Paulus, 2000)하여 치료 효과가 단시간 지속된다는 점이 한계로 지적되고 있다. 최근 연구(Faber et al., 2012)에서 양극 전극을 어느 쪽에 부착하여도 대조군에 비해 유의미한 이명의 강도 감소 효과가 있었으며 양극 전극을 왼쪽 배외측 전전두엽에 부착하였을 경우 우울 증상이, 오른쪽 배외측 전전두엽에 부착하였을 경우 불안 증상이 경감되었다고 보고하였다.

tDCS가 다른 전기 자극술에 비해 가격이 저렴하고 사용이 편리하지만 국내에서 tDCS의 치료 효과에 대한 연구가 보고된 바 없다. 이에 저자들은 tDCS를 이명의 기존 치료법과 함께 사용하였을 때 이명환자에게 미치는 임상적 효과에 대해 알아보고자 한다.

MATERIALS AND METHODS

연구대상 및 방법

2013년부터 2015년까지 이명을 주소로 본 원을 내원한 60명(M = 33, F = 27)을 대상으로 연구를 실시하였다. 대상자 60명은 모두 특정질환에 의해 발생한 이명이 아니었다. 이를 감별하기 위해 이명을 주소로 본 원을 처음 방문하였을 때 문진 및 순음청력검사(pure tone audiometry, PTA)와 어음청력검사(speech audiometry), 변조어음향방사검사(distortion product OAEs, DPOAEs)를 실시하였다. PTA는 Audiometer(diagnostic audiometer AD229b, MADSEN Itera II, Interacoustics, Assens, Denmark)를 사용하였고, DPOAEs는 Navigator Pro Scout OAE System version 3.45.00(Neurosoft Ltd., Inva-

Table 2. Loudness of tinnitus (dB) of the control group and the experimental group before and after treatment ($p < 0.05$)

	Before	After
Control group	10.6 ± 1.4 dB SL	18.8 ± 2.1 dB SL
Experimental group	14 ± 2.6 dB SL	8.8 ± 1.5 dB SL

SL: sensation level

novo, Russia)과 Neuro-Audio 1.0.94(Bio-Logic, Mundelein, IL, USA)를 사용하였다. 미국 American Medical Association의 4분법(500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz)을 사용하여 PTA의 역치평균을 확인하였다. 또한 이명의 방향, 주파수, 강도를 알아보기 위해 음 고저 비교검사(pitch matching test), 이명강도비교검사(loudness-balance test)를 실시하였고, 이명으로 인해 느끼는 사회적, 심리적 불편감을 확인하기 위해 대상자 60명 모두에게 한국어 번역판 이명 불편감 척도(Korean adaptation of Tinnitus Handicap Inventory, K-THI)를 작성하도록 하였다.

대상자 60명의 정보는 Table 1과 같다. 또한 대상자들의 이명 특성은 총 6가지로 분류되었고 Table 2와 같다. 대조군 30명(M = 18, F = 12)의 연령은 평균 58.5세였고, PTA의 평균청력은 오른쪽 27.9 dB HL, 왼쪽 31.3 dB HL이었다. 이명에 대한 문진을 시행한 결과, 이명의 방향은 오른쪽 10명, 왼쪽 10명, 양쪽 10명이었고, 본원에 내원하기 전 이명을 느낀 기간은 총 평균 33.7개월이었다. 이명의 소리 종류는 총 6가지로 분류되었으며 맴미소리(n = 11), 윙(n = 8), 바람소리(n = 6), 뻤(n = 2), 징(n = 2), 표현할 수 없음(n = 1) 순으로 많았다. 실험군 30명(M = 15, F = 15)의 연령은 평균 55.1세였고, PTA의 평균청력은 오른쪽 21.3 dB HL, 왼쪽 22.4 dB HL이었다. 이명에 대한 문진을 시행한 결과, 이명의 방향은 오른쪽 10명, 왼쪽 10명, 양쪽 10명이었고, 본원에 내원하기 전 이명을 느낀 기간은 총 평균 28.6개월이었다. 이명의 소리 종류는 총 6가지로 분류되었으며 윙(n = 9), 뻤(n = 8), 바람소리(n = 6), 맴미소리(n = 5), 징(n = 1), 표현할 수 없음(n = 1) 순으로 많았다. 대조군 30명은 TRT, 소리치료, 약물치료, 고실 내 스테로이드 주사요법을 최소 4주에서 최대 16주(평균 8.9주)간 시행하였다. 실험군 30명은 TRT, 소리치료, 약물치료, 고실 내 스테로이드 주사요법, tDCS를 최소 9주에서 최대 13주(평균 10.3주)간 시행하였다. 실험군 30명은 tDCS를 시행하는 동안 고실 내 스테로이드 주사요법을 실시하지 않았다. 또한 tDCS를 시행하기 전 대상자들은 충분한 상담

을 통해 예상되는 치료 효과, 부작용 및 주의사항이 명시된 동의서를 작성하였다.

tDCS의 자극 부위, 시간, 횟수 등의 변수에 대해서는 아직 명확히 밝혀진 바는 없다. 그래서 앞서 선행된 연구(Song et al., 2012)를 참고하여 변수를 설정하였다. 1회당 20분의 시간 동안 전기 자극을 주었으며, 주 1회 간격으로 총 5회 실시하였다. 전극의 강도는 최소 1.0 mA에서 최대 2.0 mA까지 주었으며, tDCS의 부작용-빨갧게 부어오름, 피부 작열감, 피로감, 두통, 기분변화, 어지러움과 메스꺼움-을 고려하여 1.5 mA부터 전기 자극을 시작하여 불편감을 느끼면 최소 1.0 mA까지 줄였고, 감각을 느끼지 못하거나 효과가 없다고 느끼면 최대 2.0 mA까지 증가시켰다. 전극의 위치는 양측 배외측전전두엽(both dorsolateral prefrontal cortex)에 두었으며, 양극 전극(anodal stimulation)은 이명이 들리는 측, 음극 전극(cathode stimulation)은 그 반대측에 부착하였다. 이명의 위치가 양쪽 귀인 경우 오른쪽과 왼쪽에 번갈아서 양극 전극(anodal stimulation)을 부착하였다.

연구절차 및 분석

이명강도비교검사(loudness-balance test)

이명강도비교검사는 음 고저 비교검사를 통해 확인된 이명의 주파수를 이용하여 이명의 크기를 확인하는 검사이다(Chang et al., 2014). 검사음은 이명의 주파수에서 단계적으로 크기를 상승하거나 하강하여 이명의 크기와 검사음의 크기가 일치하는 점을 측정하였다. 측정 단위는 dB sensation level (SL)로 표시하였다.

대상자 60명은 이명을 주소로 본원을 최초 방문하였을 때와 이명치료가 끝나고 1주 후 다시 본원을 방문하였을 때 검사를 실시하여 이명의 강도 변화를 확인하였다.

한국어 번역판 이명 불편감 척도(Korean adaptation of Tinnitus Handicap Inventory, K-THI)

K-THI는 이명으로 인한 불편감을 측정하는 척도이다. 총 25가지 문항으로 구성되어 있으며, 기능하위척도(11개 문항), 정서하위척도(9개 문항), 재양하위척도(5개 문항)로 분류되어 있다(Kim et al., 2002). 각 문항은 “아니다”, “보통이다”, “매우 그렇다”로 표기하도록 구성되었으며, “아니다”는 0점, “보통이다”는 2점, “매우 그렇다”는 4점으로 점수를 매기도록 하였다(Kim et al., 2002).

대상자 60명은 이명을 주소로 본원을 최초 방문하였을 때와 이명 치료가 끝나고 1주 후 다시 본원을 방문하였을 때 검사를 실시하여 점수의 변화를 확인하였다.

분석방법

본 연구는 이명치료 전과 후의 이명강도와 K-THI 점수를 비교하고자 하였다. 자료분석을 위해 사회과학용 통계패키지(SPSS version 18.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였다. 두 그룹(대조군 vs. 실험군)의 치료 전과 후의 이명강도와 K-THI 점수를 비교하기 위해 대응 t 검정을 시행하였다. 유의수준 p값은 0.05 이하로 하였다. 또한 K-THI의 내적 일치도를 확인하기 위해 신뢰도 검사를 실시하였고, 크론바하 알파(Cronbach’s alpha) 계수를 사용하였다. 유의수준 Cronbach’s alpha 값은 0.8 이상으로 하였다.

RESULTS

대조군과 실험군의 이명강도비교검사(loudness-balance test) 결과

Table 2는 대조군과 실험군의 이명강도의 결과를 보여준다. 대조군(n = 30)의 치료 전 이명강도는 평균 10.6 ± 1.4 dB SL 이었고, 치료 후 이명강도는 평균 18.8 ± 2.1 dB SL이었다. 실험군(n = 30)의 치료 전 이명강도는 평균 14 ± 2.6 dB SL이었고 치료 후 이명강도는 평균 8.8 ± 1.5 dB SL로 나타났다.

Figure 1은 대조군과 실험군의 치료 전과 후 이명강도 변화를 보여준다. 치료 전과 후를 비교하였을 때 대조군은 평균 8.1 ± 2.7 dB SL 증가한 결과를 보였고(p < 0.05), 실험군의 이명의 강도는 평균 5.1 ± 2.0 dB SL 감소한 결과를 보였다(p < 0.05). 즉 실험군에서는 이명 치료 전보다 치료 후 강도가 감소하였으며, 대조군에서는 이명 치료 전보다 치료 후 강도가 증가한 것을 확인할 수 있다. 두 집단의 이명강도 변화는 통계적으로 유의한

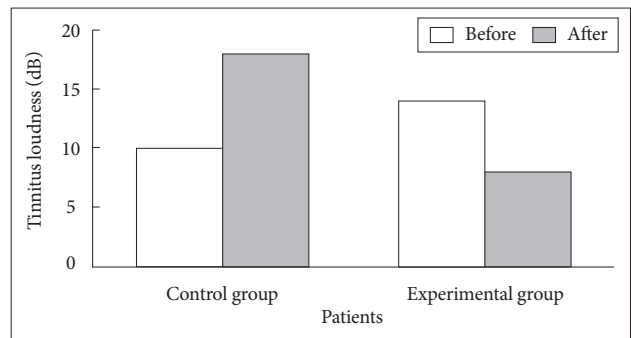


Figure 1. Loudness of tinnitus (dB) of the control group and the experimental group before and after treatment (p < 0.05).

Table 3. K-THI score of the control group and the experimental group before and after treatment (p < 0.05)

	Before	After
Control group	46.4 ± 4.4	21.1 ± 2.6
Experimental group	43.4 ± 5.3	27.2 ± 4.1

K-THI: Korean adaptation of Tinnitus Handicap Inventory

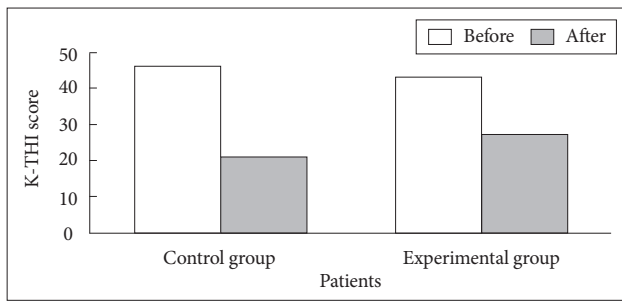


Figure 2. K-THI score of the control group and the experimental group before and after treatment ($p < 0.05$). K-THI: Korean adaptation of Tinnitus Handicap Inventory.

것으로 나타났다.

또한 두 그룹(대조군 vs. 실험군) 간의 치료 후 이명강도의 결과를 분석하였을 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것($p < 0.05$)으로 나타났다.

대조군과 실험군의 K-THI 점수 측정 결과

K-THI 점수를 분석하기 전 내적일치도를 알아보기 위해 신뢰도 분석을 실시하였다. 그 결과 Cronbach's alpha값은 0.861로 나타나 신뢰도가 있는 것으로 분석되었다.

Table 3은 대조군과 실험군의 K-THI 점수 측정 결과를 보여준다. 대조군($n = 30$)의 치료 전 K-THI 점수는 평균 46.4 ± 4.4 점이었고, 치료 후 K-THI 점수는 평균 21.1 ± 2.6 점으로 나타났다. 실험군($n = 30$)의 치료 전 K-THI 점수는 평균 43.4 ± 5.3 점이었고 치료 후 K-THI 점수는 평균 27.2 ± 4.1 점으로 나타났다.

Figure 2는 대조군과 실험군의 치료 전과 후 K-THI 점수 변화를 보여준다. 치료 전과 후를 비교하였을 때 대조군의 K-THI 점수는 평균 25.2 ± 3.3 점 감소한 결과를 보였고($p < 0.05$), 실험군의 K-THI 점수는 평균 16.1 ± 4.2 점 감소한 결과를 보였다($p < 0.05$). 두 집단 모두 치료 전보다 치료 후 이명으로 인한 불편함이 감소되었다고 보고하였다. 두 집단의 K-THI 점수 변화는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

또한 두 그룹(대조군 vs. 실험군)의 이명 치료 후 K-THI 결과를 분석하였을 때 통계적으로 유의한 차이가 없는 것($p > 0.05$)으로 나타났다.

DISCUSSIONS

이명의 기원은 아직까지 명확히 밝혀진 바 없이 여러 가설들이 존재한다. 이명의 발생은 청각 신경계 전체가 연관되어 있는 것으로 생각되고 있으며, 현재는 지속적인 자각적 이명은 청각계의 신호 없이도 중추신경계의 신경 활성화와 관련이 있다는 의견이 널리 받아들여지고 있다(Jung & Lee, 2014). 이명환자들

에게서 나타나는 다양한 증상들은 이명의 원인이 하나가 아닌 여러 가지 원인이 있음을 시사하기 때문에 하나의 치료법만을 선택할 수 없다. 돌발성 난청 치료에 관한 연구(Kang et al., 2011)를 살펴보면, 스테로이드만을 사용하였을 때보다 항바이러스를 함께 사용하였을 때 청력개선에 더 도움을 준다고 보고되고 있다. 또한 이명의 병행치료와 관련하여 TRT만을 시행한 환자보다 CBT와 TRT를 함께 시행한 환자가 더 좋은 치료 효과를 보인 연구결과가 있었다(Delb et al., 2002). 이러한 선행연구는 이명은 여러 가지 치료법을 함께 병행하여 시행하여야 더 효과적임을 시사한다.

본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 이명치료법과 새로 시도되고 있는 경두개 직류 전기 자극술(tDCS)을 병행하여 사용하였을 때 이명환자의 이명강도 변화와 심리적 변화를 살펴보고자 하였다. 그 결과, 이명의 기존 치료법만을 시행한 대조군에서는 K-THI 점수만 감소하였고, tDCS와 함께 시행한 실험군에서는 이명의 강도와 K-THI 점수가 모두 감소하였다.

이명의 심한 정도는 연령, 청력손실, 이명의 유병기간, 이명의 발생 시기 등이 영향을 미칠 수 있다(Coelho et al., 2004). 또한 치료 전 증상 유병기간이 짧거나 청력손실이 적을수록 이명의 인지행동치료의 효과가 좋았음이 보고된 바 있다(Ji et al., 2014). 본 연구에서의 대조군과 실험군의 특성의 차이를 살펴보면, 성별, 나이, 청력 역치, 이명의 방향, 이명의 유병기간에서 모두 $p > 0.05$ 로 나타나 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 두 집단의 이명 주파수와 이명의 치료기간에서는 $p < 0.05$ 로 나타나 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 실험군보다 대조군의 이명 유병기간이 약 5개월 더 길었음에도 불구하고 이명의 치료기간은 약 1.5주가 짧았다. 이러한 문제점이 대조군의 이명강도가 증가한 요인임을 추측할 수 있다. 하지만 대조군의 경우 이명의 강도는 증가하였으나 K-THI 점수는 실험군보다 더 많이 감소한 것을 확인하였다. Jastreboff & Hazell(1993)은 이명의 강도와 심리적인 불편함의 차이는 없다고 보고하였다. 반면 이명의 강도가 커서 이명이 더 시끄럽다고 말하는 경우 이명의 불편감이 큰 것으로 보고하였고(Hiller & Geobel, 2006), Ryu & Bahng(2011)은 이명이 커짐에 따라 이명장애지수도 증가한다고 보고하였다. 이렇듯 이명의 크기와 심리적인 관계에 대해서는 명확히 밝혀진 바가 없다. 이 부분에 대해서 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

tDCS의 전극 부착위치에 대해서는 현재 규정된 것이 없다. 배외측 전전두엽 tDCS가 좌측 측두두정엽 tDCS보다 목표 대뇌피질 자체에 전기장이 집중됨을 보고해 이론적으로 더 유리할 것이라는 보고가 있다(Parazzini et al., 2012). 또한 양극 자극을 좌측 측두두정엽에 부착하였을 때 이명의 강도가 감소하였으나 음극 자극을 좌측 측두두정엽에 부착하였을 때는 이명

의 강도에 변화가 없다는 연구가 발표된 바 있다(Fregni et al., 2006). 또한 양극 전극을 오른쪽 배외측 전전두엽에 부착했을 때 이명의 크기가 억제되고 고통도 경감되었으나 양극 전극을 왼쪽 배외측 전전두엽에 부착했을 때는 증상의 변화가 없었고 보고되었다(Vanneste et al., 2010). 본 연구의 경우는 양극 전극의 위치를 이명이 들리는 쪽의 배외측 전전두엽에, 양쪽인 경우 오른쪽 배외측 전전두엽과 왼쪽 배외측 전전두엽을 번갈아가며 부착하였다. 그 결과, 이명강도와 K-THI 점수 모두 유의미한 감소를 나타내었다. 최근 연구(Faber et al., 2012)에서 양극 전극을 어느 쪽에 부착하여도 대조군에 비해 유의미한 이명의 강도 감소 효과가 있었으며, 양극 전극을 왼쪽 배외측 전전두엽에 부착하였을 경우 우울 증상이, 오른쪽 배외측 전전두엽에 부착하였을 경우 불안 증상이 경감되었다고 보고하였다. 이는 이명의 강도와 K-THI 점수가 모두 감소한 본 연구의 결과와 일치한다. 하지만 실험군은 대조군보다 K-THI 점수가 더 낮은 감소를 보였다. 이는 모든 대상자의 자극 부위의 방향이 일치하지 않았고, 특히 이명이 양측에서 들리는 경우 자극 부위의 방향을 번갈아 실시하였던 것이 결과에 영향을 미칠 수 있음을 추측할 수 있다. 또한 최근 tDCS를 시행한 연구(Frank et al., 2012)에서는 주 2회, 총 6회의 tDCS를 실시한 것에 비하여 본 연구에서는 주 1회 실시하였으므로 치료 간격 또한 결과에 영향을 미쳤음을 추측할 수 있었다.

tDCS의 효과는 충분한 시간 동안 자극을 주었을 때 한 세션만 시행하여도 한 시간 이상 지속된다고 보고된 바 있으며(Nitsche & Paulus, 2000), 좌측 측두두정엽 영역에 양극을 위치시킨 tDCS를 20분간 시행하였을 때 이명의 증상이 수일간 변화되었음을 보고하였다(Garin et al., 2011). 이러한 선행연구는, 이명에 사용되는 tDCS가 장기적으로 이명의 크기와 심리적인 문제를 해결해 줄 수 없음을 시사한다. 하지만 본 연구에서는 tDCS를 주 1회 간격으로 5회 실시하였고, 변화는 치료가 끝난 7일 후 관찰하였음에도 불구하고 이명강도와 K-THI 점수가 유의미하게 감소하였다. 이를 통해 tDCS가 반복적으로 시행되면 이명의 습관화가 일어날 수 있음을 추측하였으나, 이 부분은 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다. 현재까지의 연구(Song et al., 2012)에 따르면, tDCS가 이명 개선에 효과를 보이지만 연구과정에서 대상이 제한적이고, 보고자에 따른 전극 부착위치, 강도, 시간이 큰 차이가 있다. 즉 명확한 자극 방법 및 치료대상이 밝혀진 바가 없으므로 이를 고려한 표준화된 치료 방법에 대한 연구가 필요하다. 하지만 개인마다 다른 대뇌활성도를 보이므로 전극의 위치가 확실적인 것도 문제가 되므로 변수조절을 시도하는 치료법의 개선도 필요하다(Song, 2014).

본 연구에서는 대조군과 실험군의 전체 치료기간, tDCS의 자극위치, 강도가 동일하지 않았다. 대상자의 수도 60명으로 일

반화하기에는 숫자가 적다. 또한 이명의 기존 치료법과 tDCS를 함께 시행하였으므로 실험군의 결과가 tDCS의 치료 효과라고 보기는 어렵다. 이러한 문제점들을 보완하여 더 많은 이명환자에게 tDCS만을 시행하였을 때의 이명치료 효과에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 이명의 기존 치료법만을 사용했을 때와 이명의 기존 치료법에 tDCS를 더하여 사용하였을 때 이명의 치료 효과를 이명의 강도 변화와 K-THI 점수 변화를 통해 알아보고자 하였다. 이명의 기존 치료법만을 시행한 그룹과 tDCS를 함께 시행한 그룹 모두 K-THI 점수가 유의미하게 감소하였다. 이명의 강도 변화를 살펴보면, 이명의 기존 치료법만을 시행한 집단은 치료 후 이명의 강도가 증가한 반면, tDCS를 함께 시행한 집단은 이명의 강도가 감소한 것을 확인할 수 있었다. 즉 이명의 기존 치료법과 tDCS를 함께 시행하는 것이 이명의 강도와 심리적 불안 감소에 도움이 되는 것으로 보인다.

중심 단어 : 경두개 직류 전기 자극술·이명·

한국어 번역판 이명 불평감 척도·이명강도.

REFERENCES

- Chang, J. W., Kim, T. S., Nam, E. C., Moon, I. S., Park, M. K., Park, S. N., et al. (2014). Current trends in the assessment of patients with tinnitus and the proposal of tinnitus assessment in Korea. *Korean Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 57(10), 671-686.
- Cho, Y. S., Choi, S. H., Park, K. H., Park, H. J., Kim, J. W., Moon, I. J., et al. (2010). Prevalence of otolaryngologic diseases in South Korea: Data from the Korea national health and nutrition examination survey 2008. *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology*, 3(4), 183-193.
- Coelho, C. C. B., Sanchez, T. G., & Bento, R. F. (2004). Características do zumbido em pacientes atendidos em serviço de referência; Tinnitus characteristics of patients attended in a tinnitus clinic. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*, 8(3), 216-224.
- Delb, W., D'Amelio, R., Boisten, C. J., & Plinkert, P. K. (2002). Evaluation of the tinnitus retraining therapy as combined with a cognitive behavioral group therapy. *HNO*, 50(11), 997-1004.
- Dobie, R. A. (2003). Depression and tinnitus. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 36(2), 383-388.
- Faber, M., Vanneste, S., Fregni, F., & De Ridder, D. (2012). Top down prefrontal affective modulation of tinnitus with multiple sessions of tDCS of dorsolateral prefrontal cortex. *Brain Stimulation*, 5(4), 492-498.
- Fregni, F., Marchonides, R., Boggio, P. S., Marcolin, M. A., Rigonatti, S. P., Sanchez, T. G., et al. (2006). Transient tinnitus suppression induced by repetitive transcranial magnetic stimulation and transcranial direct current stimulation. *European Journal of Neurology*, 13(9), 996-1001.
- Frank, E., Schecklmann, M., Landgrebe, M., Burger, J., Kreuzer, P., Poepl, T. B., et al. (2012). Treatment of chronic tinnitus with repeated sessions of prefrontal transcranial direct current stimulation: Outcomes from an open-label pilot study. *Journal of Neurology*, 259(2), 327-333.
- Garin, P., Gilain, C., Van Damme, J. P., de Fays, K., Jamart, J., Ossemann, M., et al. (2011). Short- and long-lasting tinnitus relief induced by transcranial direct current stimulation. *Journal of Neurology*, 258(11), 1940-1948.
- Hiller, W. & Geobel, G. (2006). Factors influencing tinnitus loudness and annoyance. *Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 132(12), 1323-1330.

- Jastreboff, P. J. & Hazell, J. W. (1993). A neurophysiological approach to tinnitus: Clinical implications. *British Journal of Audiology*, 27(1), 7-17.
- Ji, Y. S., Kim, E. O., Hong, S. K., Lee, H. J., & Kim, H. J. (2014). Effects of tinnitus duration and concomitant hearing loss on the cognitive-behavioral treatment outcomes. *Korean Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 57(9), 596-602.
- Jung, D. J. & Lee, K. Y. (2014). Mechanism of tinnitus generation. *Korean Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 57(6), 357-363.
- Kang, W. S., Kim, Y. H., Park, K. H., Seo, M. W., Son, E. J., Yoo, S. Y., et al. (2011). Treatment strategy for sudden sensorineural hearing loss. *Korean Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 54(10), 657-682.
- Kim, J. H., Lee, S. Y., Kim, C. H., Lim, S. L., Shin, J., Chung, W. H., et al. (2002). Reliability and validity of a Korean adaptation of the tinnitus handicap Inventory. *Korean Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 45(4), 328-334.
- Nitsche, M. A., Cohen, L. G., Wassermann, E. M., Priori, A., Lang, N., Antal, A., et al. (2008). Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. *Brain Stimulation*, 1(3), 206-223.
- Nitsche, M. A. & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *The Journal of Physiology*, 527 Pt 3, 633-639.
- Parazzini, M., Fiocchi, S., & Ravazzani, P. (2012). Electric field and current density distribution in an anatomical head model during transcranial direct current stimulation for tinnitus treatment. *Bioelectromagnetics*, 33(6), 476-487.
- Ryu, S. J. & Bahng, J. H. (2011). Analysis of factors affecting Tinnitus Handicap Inventory (THI). *Audiology*, 7(2), 164-178.
- Shargorodsky, J., Curhan, G. C., & Farwell, W. R. (2010). Prevalence and characteristics of tinnitus among US adults. *The American Journal of Medicine*, 123(8), 711-718.
- Song, J. J. (2014). Non-invasive neuromodulation for the treatment of tinnitus. *Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery Seoul Symposium*, 21, 311-338.
- Song, J. J., Vanneste, S., Van de Heyning, P., & De Ridder, D. (2012). Transcranial direct current stimulation in tinnitus patients: A systemic review and meta-analysis. *The Scientific World Journal*, 2012, 427941.
- Vanneste, S., Plazier, M., Ost, J., van der Loo, E., van de Heyning, P., & De Ridder, D. (2010). Bilateral dorsolateral prefrontal cortex modulation for tinnitus by transcranial direct current stimulation: A preliminary clinical study. *Experimental Brain Research*, 202(4), 779-785.
- Yoo, S. Y., Kim, T. S., Moon, I. S., Park, S. N., Shin, J. E., Lee, H. K., et al. (2013). Current trends in the treatment of subjective tinnitus at university hospitals in Korea. *Korean Journal of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 56(5), 266-277.
- Zeng, F. G., Tang, Q., Dimitrijevic, A., Starr, A., Larky, J., & Blevins, N. H. (2011). Tinnitus suppression by low-rate electric stimulation and its electrophysiological mechanisms. *Hearing Research*, 277(1-2), 61-66.