THE JOURNAL OF ALTERNATIVE AND COMPLEMENTARY MEDICINE
Volume 20, Number 3, 2014, pp. 206–207
© Mary Ann Liebert, Inc.
DOI: 10.1089/acm.2014.1501

Short Report

Effects of Cranial Electrical Stimulation on Activity in Regions of the Basal Ganglia in Individuals with Fibromyalgia

Joel G. Anderson, PhD,[1] Samy A. Kebaish,[1]
Janet E. Lewis, MD,[2] and Ann Gill Taylor, EdD, RN, FAAN[1]

Fibromyalgia (FM) is a chronic syndrome characterized by widespread pain that affects up to 4% of the U.S. population.[1] Neuroimaging studies suggest FM may be linked to dysregulation of brain activity.[2,3] However, the cross-sectional nature of these findings do not address whether this dysregulation is the cause or consequence of pain and symptoms of FM, or of chronic pain generally.

On the basis of evidence that brain processing of pain is disturbed in FM, treatment with actions targeted toward the brain should be particularly promising. Over the years, several types of electrical stimulation of the brain have been used to reduce pain or depression.[4] One such device, Alpha-Stim (Electromedical Products International, Inc., Mineral Wells, TX), is a Food and Drug Administration (FDA)–approved (FDA K903014) medical device for pain relief, suitable for at-home use.

The effects of cranial electrotherapy stimulation (CES) are believed to be primarily mediated through direct action on the brain, likely at the limbic system, hypothalamus, thalamus, or reticular activating system.[5] However, few data exist on the potential neural correlates of mechanisms by which CES may affect pain in general or, more specifically, in those with FM. Thus, the goal of the current study was to examine the effects of CES therapy using a double-blind, randomized, controlled design to collect functional magnetic resonance imaging (fMRI) data on activation in brain regions.

Potential participants were recruited as part of a larger study[6,7] and remained on their usual care regimen during the study. Participants were assigned randomly to one of three groups: usual care alone, usual care plus a sham CES device, or usual care plus an active CES device. Participants in the two device groups were instructed to use the Alpha-Stim CES device for 60 continuous minutes each day for 8 weeks. Participants in the active CES device group received devices that were preset to provide a modified square-wave biphasic stimulation below the level of perception. Participants in the sham device group received devices that appeared to be activated but did not deliver any stimulation.

A subset of participants in each of the two device groups (active CES, $n=6$; sham CES, $n=6$) underwent fMRI at baseline and week 8 to measure brain activation at rest and during a pain stimulation procedure. Motion-corrected functional data (Digital Imaging and Communications in Medicine format) for each patient were loaded into BrainVoyager QX (Brain Innovations, Maastricht, the Netherlands) for preprocessing and converted to BrainVoyager's internal data format for analysis as previously described.[7] Regions of interest, both *a priori* and *a posteriori*, were identified by using areas of the brain in which changes in blood oxygen level dependence (BOLD) were significantly different from baseline to week 8 between the two device groups.

As previously reported, persons using the active device had a greater decrease in average pain, fatigue, and sleep disturbance and an improvement in functional status over time than those using the sham device or usual care alone ($p<0.05$).[6] Preliminary analyses of fMRI data showed that persons using an active CES device had decreased activation of pain-processing regions of the brain compared with those using a sham device.[7] In addition to changes in regions of the brain reported previously, decreased activity was observed in the basal ganglia (caudate, putamen, and globus pallidus) and parahippocampal gyrus in individuals using the active CES versus the sham device ($p<0.05$).

Recently, the role of the basal ganglia in pain perception has been revealed. Increased neural activity as evidenced by fMRI has been shown in the basal ganglia in persons with FM.[2] Additional findings indicate a role for the basal ganglia in pain suppression with regard to dopamine receptors, which may be impaired in patients with FM.[8] In the current study, the decreased activity observed in the basal ganglia of the active CES device group may be related to the decreased pain observed over time in these persons. Moreover, differences in regional brain activity in the basal ganglia may affect other symptoms of FM affected by CES use, particularly the observed decrease in fatigue. Patients with multiple sclerosis who experience chronic fatigue displayed increased activation in the basal ganglia,[9] while persons diagnosed with chronic fatigue demonstrated increased activation in the parahippocampal gyrus,[10] regions that displayed decreased activity in response to active CES in the current study.

As increasing evidence points toward dysregulation of neural networks in the pathophysiology of FM, neuroimaging

[1]Center for the Study of Complementary and Alternative Therapies, University of Virginia, Charlottesville, VA.
[2]Division of Clinical Rheumatology, Department of Medicine, University of Virginia School of Medicine, Charlottesville, VA.

may enhance the characterization of this disease state and track changes in symptoms over time in this patient population,[3] as well as provide data to support the use of nonpharmacologic interventions.

Acknowledgments

The project described was supported by an intramural award from the University of Virginia School of Nursing Center for Nursing Research and support from the Center for the Study of Complementary and Alternative Therapies. Research-related fMRI images were provided by the University of Virginia Medical Center Department of Radiology Research Laboratory. The Alpha-Stim devices were loaned to the investigators by Electromedical Products International, Inc. (Mineral Wells, TX).

Disclosure Statement

No competing financial interests exist.

References

1. Wolfe F, Ross K, Anderson J, Russell IJ, Hebert L. The prevalence and characteristics of fibromyalgia in the general population. Arthritis Rheum 1995;38:19–28.
2. Gracely RH, Petzke F, Wolf JM, Clauw DJ. Functional magnetic resonance imaging evidence of augmented pain processing in fibromyalgia. Arthritis Rheum 2002;46:1333–1343.
3. Napadow V, Kim J, Clauw DJ, Harris RE. Decreased intrinsic brain connectivity is associated with reduced clinical pain in fibromyalgia. Arthritis Rheum 2012;64:2398–2403.
4. Allan CL, Ebmeier KP. The use of ECT and MST in treating depression. Int Rev Psychiatry 2011;23:400–412.
5. Ferdjallah M, Bostick FX Jr, Barr RE. Potential and current density distributions of cranial electrotherapy stimulation (CES) in a four-concentric-spheres model. IEEE Transact Biomed Eng 1996;43:939–943.
6. Taylor AG, Anderson JG, Riedel SL, Lewis JE, Kinser PA, Bourguignon C. Cranial electrical stimulation improves symptoms and functional status in individuals with fibromyalgia. Pain Manag Nurs 2013;14:327–335.
7. Taylor AG, Anderson JG, Riedel SL, Lewis JE, Bourguignon C. A randomized, controlled, double-blind pilot study of the effects of cranial electrical stimulation on activity in brain pain processing regions in individuals with fibromyalgia. Explore 2013;9:32–40.
8. Wood PB, Schweinhardt P, Jaeger E, et al. Fibromyalgia patients show an abnormal dopamine response to pain. Eur J Neurosci 2007;25:3576–3582.
9. DeLuca J, Genova HM, Hillary FG, Wylie G. Neural correlates of cognitive fatigue in multiple sclerosis using functional MRI. J Neurol Sci 2008;270:28–39.
10. Chaudhuri A, Behan PO. Fatigue in neurological disorders. Lancet 2004;363:978–988.

Address correspondence to:
Joel G. Anderson, PhD
Center for the Study of Complementary and Alternative Therapies
University of Virginia
P.O. Box 800782
Charlottesville, VA 22908

E-mail: jga3s@virginia.edu

대한마취과학회지 2008; 55: 657～61
Korean J Anesthesiol Vol. 55, No. 6, December, 2008

□ 임상연구 □

두개전기자극(Cranial Electrotherapy Stimulation) 전처치가 수술 전 불안감 및 혈역학적 반응에 미치는 영향

고려대학교 의과대학 안산병원 마취통증의학과

김현정 · 김운영 · 이윤숙 · 장문석 · 김재환 · 박영철

The effect of cranial electrotherapy stimulation on preoperative anxiety and hemodynamic responses

Hyun Jung Kim, M.D., **Woon Young Kim,** M.D., **Yoon Sook Lee,** M.D., **Moon Seok Chang,** M.D., **Jae Hwan Kim,** M.D., and **Young Cheol Park,** M.D.
Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: Cranial electrotherapy stimulation is used as a treatment for depression, anxiety, insomnia, and adjunctive intervention for pain management. The aim of this study is to evaluate the effect of cranial electrotherapy stimulation pretreatment on the level of preoperative anxiety and the hemodynamic responses.

Methods: Sixty patients undergoing general anesthesia were randomly assigned into two groups to receive either no pretreatment (Control group, n = 30) or cranial electrotherapy stimulation pretreatment (CES group, n = 30). Anxiety score, systolic and diastolic blood pressure, and heart rate were measured in the preoperative holding area and the operating room.

Results: The anxiety score in the operating room compared with the preoperative holding area decreased in the CES group, but increased in the Control group. Systolic blood pressure and heart rate in the operating room were lower in the CES group compared with the Control group.

Conclusions: Cranial electrotherapy stimulation pretreatment reduced the level of the preoperative anxiety and the hemodynamic responses. **(Korean J Anesthesiol 2008; 55: 657～61)**

Key Words: anxiety, cranial electrotherapy stimulation, hemodynamic responses.

서 론

두개전기자극(cranial electrotherapy stimulation; CES)은 귓볼에 전극을 부착하고 이를 통해 미세전류를 두개에 전달함으로써, 불안감, 우울증, 불면증, 스트레스, 두통 등의 증상과 여러 종류의 통증까지도 개선시키는 비약물적 치료방법이다. CES는 만성 요통, 두통, 치통, 섬유근육통 등과 같은 다양한 통증 증후군의 치료에도 효과적으로 사용되어 왔으며, 수술 중에는 마취제의 효과를 37%까지 증강시켜 마취된 환자에게 약물의 투여를 현저히 줄일 수 있다.[1] CES 치료를 받은 후에는 뇌파가 느려지거나[2] 혈압, 맥박, 호흡수, 심박수가 감소되는 것과 같은 불안이 완화되는 이완 반응이 나타난다.[3]

수술 전에 환자가 불안을 느끼는 일은 매우 흔하게 일어난다. 수술을 기다리는 환자 중 2/3 이상이 불안을 느낀다.[4] 스스로의 제어 능력 상실에 대한 걱정과 익숙하지 않은 환경, 질병과 사망 위험에 대한 두려움 등에 의해 수술 전 불안이 증가하게 된다. 수술 전 불안으로 인해 마취하는 동안에 더 많은 양의 약제가 필요하고,[5] 수술 전에 어느 정도의 불안감은 예상하기 어려운 상황에 대한 자연스러운 반응이겠으나 지나친 수술 전 불안감은 빈맥, 고혈압, 부정맥 및 수술 후까지 심한 통증이 지속되는 등의 생리적 반응들을 일으키게 된다.[6,7]

보통 환자는 수술 전날 입원을 하게 되는데, 마취과 의사는 술전 방문을 하여 환자의 임상적, 심리적 상태를 평가하고 환자와의 신뢰관계를 형성한다. 그럼에도 불구하고 수술실에 도착하여 심한 불안으로 인해 혈압이 크게 증가하는 환자들을 자주 볼 수 있다. 수술 전 불안은 스트레스 호르몬을 증가시키므로 불안감을 감소시킬 수 있다면 수술과

논문접수일 : 2008년 6월 10일
책임저자 : 김운영, 경기도 안산시 고잔동 516
고려대학교 의과대학 안산병원 마취통증의학과
우편번호: 425-707
Tel: 031-412-5297, Fax: 0345-970-5294
E-mail: ckssis@korea.ac.kr

관련한 스트레스로 인한 신경 내분비적 반응을 변화시킬 수 있겠다.[8,9] 이러한 이유로 수술 전 불안감을 치료하기 위해 마취전투약을 하거나 여러 가지 심리치료 프로그램들도 이용되고 있으며, 보조적 요법으로 음악치료, 근이완치료, 유머치료 등의 연구도 진행되고 있다.[10,11]

최근의 한 연구에 의하면 미국 마취과 의사의 75%가 수술을 하는 성인 환자에게 수술 전 투약으로 진정제를 관례적으로 투여하고 있다고 한다.[12] 술전 불안 해소를 위해 흔히 사용되고 있는 마취전투약제로는 barbiturate, benzodiazepine, α_2-adrenergic agonist 등이 있다. 이 중 barbiturate는 잔류 진정작용과 같은 부작용이 있어 마취전투약제로 상용되고 있지는 않다. 소량의 benzodiazepine은 가장 널리 사용되는 진정제로 그 중에서도 제거 반감기가 짧고 사용량이 다양하며 안전역이 넓은 midazolam이 가장 많이 사용되어지고 있다. 그러나 midazolam의 경우도 과량 사용 시 호흡억제 및 심혈관계에 대한 부작용을 유발하게 된다.[13] 또한 대표적인 α_2-adrenergic agonist인 clonidine 은 술전 불안감을 감소시키는 효과가 midazolam보다 약할 뿐 아니라 마취 중에 혈압과 심박수를 감소시키고 술후에도 진정작용이 남아있을 수 있다.[14] 따라서 두통이나 전극에 의해 유발되는 피부 자극 등의 드물게 나타나는 부작용 외에 심각한 부작용이 없는[15] 비침습적인 CES 전처치를 이용하여 수술 전 불안과 이에 따른 혈역학적 반응을 완화시킬 수 있다면 좀 더 안전하게 마취 유도를 할 수 있을 것이다. 특히 수술 전 대기시간 동안에 다가올 수술에 대한 두려움으로 불편할 환자들을 위해 긴장을 완화시켜줄 수 있는 처치를 한다면 환자의 예후 또한 크게 향상시킬 수 있을 것이다. 그러나 수술 전 불안감소를 위한 CES 전처치에 대한 연구는 아직 시행되지 않았다. 이에 본 연구에서는 수술 전 CES 처치로 수술 전 불안감과 같은 급성 불안감과 그에 따른 혈역학적 반응에 미치는 효과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 병원 연구윤리위원회의 승인을 얻었으며, 전신마취로 계획수술이 예정된 18－65세의 환자 중 미국 마취과학회 신체등급 분류 1, 2에 해당하는 60명을 대상으로 하였다. 신체비만 지수가 정상 범위보다 25 이상인 비만, 임신, 내분비, 신경근육계, 간 및 신장 질환, 혈관 질환, 심장박동 조절기 사용 환자, 종양절제술이나 사지 절단 등 술전 불안 정도가 심한 수술 및 항우울제 등 정신과 약물을 복용하는 환자는 연구에서 제외하였으며, 주로 정형외과, 산부인과, 그리고 이비인후과의 수술 중 소요시간이 2시간 전후이며 위중도가 비슷한 수술들을 대상으로 하였다.

수술 전날 면담 시 모든 환자와 보호자에게 연구 목적과 방법에 대하여 충분히 설명하고 연구에 대한 동의를 구하였다. 이 때 환자들에게 수술 시작 전 대기실에서 20－30분 정도 머무르게 되며 술전 불안감 해소를 위해 CES 전처치를 받게 되거나 받지 않을 것이라고 설명하였고, CES 전처치 시 환자가 느끼는 자극이나 상황 등에 대하여 미리 설명하였다.

모든 환자에게 마취 유도 약 1시간 전에 마취전투약으로 glycopyrrolate 0.2 mg을 근주하였고 약 30분 전에 대기실에 도착하도록 하여 수술 전날 환자를 방문한 마취과 의사가 직접 불안 정도를 질문하고 불안감에 대한 신체적 지표로서 혈압과 심박수를 측정하였다. 불안점수는 Likert Scale을[16] 이용하여 환자 자신의 주관적 판단 하에 다섯 단계(1; 전혀 아님, 2; 약간임, 3; 보통임, 4; 많이 느낌, 5; 극도로 심함) 중 가장 적절한 점수를 선택하도록 하였다. 환자에게 전혀 불안하지 않은 상태는 1점, 상상할 수 있는 가장 불안한 상태는 5점, 중간 정도로 불안할 때는 3점이며, 점수가 높을수록 불안이 심한 정도를 나타낸다고 설명하였다. 이후 다른 조사자에 의해 60명의 환자들을 무작위로 대조군(control, n = 30)과 CES 전처치군(CES군, n = 30)의 두 군으로 분류하여 CES 군은 CES 전처치를 20분간 시행하고, 대조군은 기본적인 간호를 받으며 대기하도록 하였다. 수술실 입실 직후 수술 전 대기실에서 불안점수를 측정했던 조사자가 다시 모든 환자들에게 불안 정도를 질문하고 혈압 및 심박수를 측정하였다. 따라서 마취전 방문과 불안 점수, 혈압, 심박수의 측정을 모두 동일한 조사자에 의해 시행되도록 하였으나 CES 전처치 시행 여부는 알지 못하도록 하였다.

대상 환자들의 나이, 성별, 신장, 체중에는 각 군간의 유의한 차이가 없었다(Table 1).

CES군 환자들의 수술 전 대기실에서 전처치는 미세전류 두개전기자극기(알파-스팀® 100, Electromedical Products International, Inc., USA)를 사용하여 200 μA 이하로 0.5 Hz에 고정하고 수술실 입실 전 20분간 치료를 하였다. 클립형 전극을 환자의 귀에 부착하고, 전류의 강도는 환자의 귀가 따끔거리는 느낌이 있을 때까지 혹은 어지러움을 느끼는 정도보다 조금 낮게 조절하였다.

Table 1. Demographic Data

	Control group (n = 30)	CES group (n = 30)
Age (yr)	41.9 ± 9.7	40.2 ± 11.3
Sex (M/F)	11/19	12/18
Weight (kg)	64.0 ± 9.8	62.1 ± 10.8
Height (cm)	161.9 ± 7.4	163.3 ± 7.6

Values are mean ± SD. There were no statistical differences between both groups. Control group: no pretreatment, CES group: CES pretreatment.

통계처리는 SPSS version 13 (SPSS Inc. USA)을 이용하였으며 성별을 제외한 모든 결과는 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 각 군의 혈압, 심박수 변화를 수술 전 대기실과 수술실에서 각각 측정하여 비교하였고, 수술 전 대기실에서의 측정치를 기준으로 하여 이 값에 대한 백분율 변화도 구하였다. 각 군내 변화는 paired t-test를 시행하였고, 군간 차이는 independent t-test로 분석하였다. 모든 통계처리에서 P값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

대조군과 CES 군의 수술 전 대기실에서의 불안점수는 유의한 차이가 없었다. 그러나 대조군에서는 수술실 입실 후 불안점수가 수술 대기실에서의 불안점수에 비하여 유의한 증가를 보인 반면, CES 군에서는 CES 전처치 후 수술실에 입실하여 측정한 불안점수가 수술 전 대기실에서의 불안점수에 비하여 유의하게 감소하였다. 또한 두 군간의 수술실 입실 후 불안점수는 대조군에 비해 CES 군에서 유의하게 낮았다($P < 0.05$, Table 2).

혈역학적 변화를 살펴보면 대조군과 CES 군 모두에서 수술실 입실 후 수축기 혈압과 심박수가 수술 전 대기실에서의 측정값보다 유의한 증가를 보였으나 ($P < 0.05$, Table 3), CES군의 수술실 입실 후 수축기 혈압과 심박수는 대조군에 비해 유의하게 낮았다($P < 0.05$, Table 3).

고 찰

CES 는 일반적으로 1 mA 이하의 미세전류를 귓볼에 전극을 부착하여 두개에 적용하는 것이다.[17] CES는 주로 불면증, 우울증, 불안감에 대한 효과적인 비약물적 치료법으로 알려져 있다. 또한 항불안제나 심리치료, 행동요법, 그 외 다른 보존적 치료법에 대한 보조요법으로 사용되기도 한다. 불안감, 우울증, 불면증 등의 치료를 위해 CES를 이용한 실험과 임상 연구들이 많이 시행되어 왔는데, 대략 하루 30분씩 5－15일 정도의 CES 치료 후 1주에서 2년까지도 효과가 지속된다는 결과들이 있다.[17-19] 전기의학 분야에서 선구자적 역할을 수행해온 신경생물학자인 Kirsch DL은 불안감 감소 효과는 보통 CES 치료 중에 경험하게 되며 몇 시간 후 혹은 하루 뒤에 나타날 수도 있고, 20분간의 1회 치료로도 최소한 하루 동안 효과적으로 불안감을 조절할 수 있으며 반복 시행 시 그 효과는 누적된다고 보고하였다.[15]

CES의 기전은 아직 완전히 밝혀지지 않았으나, 뇌조직을 자극하여 신경전달물질 특히 세로토닌, 베타 엔도르핀, 노르에피네프린의 분비량을 증가시켜서[3] 스트레스로 인해 균형이 깨진 뇌가 다시 스트레스를 받기 전의 정상적인 생화학적 항상성을 가진 상태로 되돌아 가게 되고, CES 치료 후 이완되는 느낌을 갖게 되는 것이다. 미세전류가 뇌간에 있는 어떤 특정한 신경세포 집단을 활성화시키게 되고 이 신경세포 집단이 신경전달물질인 세로토닌과 아세틸콜린을 생산하여 신경세포들의 화학적 활동성에 영향을 미치게 된다. 실제로 이 세포들은 뇌와 척수로 연결되어 주행하는 신경전달 경로의 활동을 조절한다. CES는 뇌간에 있는 신경세포들의 전기적, 화학적 활동을 변화시켜 신경계통의 활동을 증폭시키거나 감소시키는 것으로 보인다. 이러한 미세한 신경학적인 조율은 Alpha-state라고 하는 이완된 상태에서 발생하며 이 때 편안하고 긴장이 완화되며 집중력이 증가되는 것을 느끼게 된다. Alpha-state에서의 신경학적 기전은 스트레스 효과를 감소시키고, 흥분을 가라앉히며, 기분을 안정화시키고, 특정 유형의 통증에 대한 지각과 인지에 대한 조절로 보인다. 이러한 효과들은 단 한 번의 치료로도

Table 2. Changes of Anxiety Score

	Anxiety score	
	PHA	OR
Control group (n = 30)	2.71 ± 0.69	2.92 ± 0.78*
CES group (n = 30)	2.75 ± 0.94	2.33 ± 0.56*†

Value are expressed as mean ± SD. PHA: preoperative holding area, OR: operating room, Control group: no pretreatment, CES group: CES pretreatment, *: $P < 0.05$ compared with PHA, †: $P < 0.05$ compared with the Control group. Anxiety score were graded using 5-point Likert Scale (1: lowest to 5: highest).

Table 3. Changes of Systolic and Diastolic Blood Pressure and Heart Rate

		Control group (n = 30)	CES group (n = 30)
SBP (mmHg)	PHA	114.3 ± 10.7	110.0 ± 13.4
	OR	136.0 ± 18.0*	127.0 ± 18.4*†
	% change	19.6 ± 9.2	15.7 ± 6.2†
DBP (mmHg)	PHA	73.7 ± 8.9	71.0 ± 9.2
	OR	77.1 ± 10.5	74.9 ± 11.3
	% change	5.8 ± 13.6	6.5 ± 13.7
HR (beats/min)	PHA	72.4 ± 8.5	69.4 ± 5.9
	OR	79.8 ± 15.7*	72.5 ± 13.0*†
	% change	10.7 ± 3.8	4.7 ± 4.0†

Value are expressed as mean ± SD. SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HR: heart rate, PHA: preoperative holding area, OR: operating room, Control group: no pretreatment, CES group: CES pretreatment, % change: % change compared to the initial data, *: $P < 0.05$ compared with PHA, †: $P < 0.05$ compared with the Control group.

발생할 수 있으며 반복된 치료 후에는 강도와 지속 기간이 증가된다고 알려져 있다.[20]

수술과 마취는 잘 알려진 스트레스 유발요인이다. 이로 인한 수술 전 불안은 불유쾌한 감정 상태일 뿐만 아니라 마취제 요구량의 증가와 수술 후 부정적인 생리적, 심리적 문제들을 일으키므로, 수술 전 불안 정도를 감소시켜 주는 것이 환자의 위안을 위해서 뿐만 아니라 수술 합병증을 낮추고 성공적인 수술과 수술 후 회복을 위해서도 그 중요성이 크다.[21] 불안은 수술 자체에 의하여 또는 낯선 환경, 밝은 조명, 친숙하지 않은 소리에 의하여 유발되고 환자의 나이, 성별, 직업, 종교, 결혼 유무, 교육 정도, 과거 수술력과 수술 종류와 연관이 있으며, 성별로는 여성일 때, 수술의 종류로는 비뇨생식기와 암수술일 경우 불안의 빈도율은 커진다고 하였다.[22-24] 불안은 시상하부-뇌하수체-부신 축을 활성화시키게 되고 그 결과 코티졸 분비가 증가된다. 스트레스에 의하여 분비되는 카테콜아민은 기저치보다 10배 이상이라고 한다.[25] 감정적인 스트레스에 의한 교감신경계 활성화와 스트레스를 받는 동안 부신 수질에서 분비되는 내인성 카테콜아민에 의하여 빈맥과 같은 혈역학적 변화가 생기게 되는 것이다.[26] 이러한 수술과 마취로 인한 불안에 대한 치료법으로는 비약물적 요법인 마취과 의사의 술전 방문과 최근 관심사가 되고 있는 자기 최면, 명상, 이완요법과 같은 정신신체의학이 있으며,[27] 약물적 요법으로는 마취전투약제인 benzodiazepine계가 널리 사용되고 있다. 현재는 술전 방문과 마취전투약을 함께 하는 것이 가장 좋은 방법으로 알려져 있다.[22]

지금까지 CES를 이용한 연구의 대부분은 불안감, 우울증, 불면증 등의 증상을 보이는 정신과 환자들을 대상으로 이루어졌다. 그러나 본 연구에서는 20분 간의 CES 처치로 하루나 이틀 동안 불안감을 감소시킬 수 있다는 점에 착안하여 수술과 마취에 대한 불안감을 가지고 있는 수술 전 환자를 대상으로 CES 전처치에 따른 수술 전 불안과 혈역학적 반응에 대한 영향을 알아보고자 시행한 최초의 연구이다. 이미 알려져 있듯이 CES 처치를 여러 차례 시행할 경우 항불안 효과가 크다. 그러나 본 연구는 마취과 영역에서의 항불안제의 대체 방법으로써 이용을 고려하여 계획되어 CES 전처치가 환자들의 수술이 진행되는 과정에 최소한의 방해를 주며 대기실에서 CES 처치를 길게 하기 위하여 대기 시간이 길어진다면 대조군의 환자들에서 오히려 기다리는 동안 불안감이 증폭되어 편견으로 작용할 수 있을 것 등을 고려하여 항불안 효과를 얻은 것으로 알려진 연구 중 가장 짧은 CES 처치 시간인 20분을 CES 전처치 시간으로 정하였다. 이에 CES 전처치에 따른 불안점수를 감소시키는데 통계적 유의성은 확보하였으나 임상적으로 유의하다고 하기에는 미약한 결과를 얻었다. 이는 차후 연구 시 수술 전날과 당일 등에 CES 전처치 횟수를 늘리는 방법을 이용한다면 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

또한 본 연구에서 사용한 CES가 미세한 전류이기는 하나 환자에게 충분한 설명과 동의 없이 시행된다면 오히려 CES 전처치 자체가 불안감을 유발시킬 수 있다는 점을 고려해야 할 것이다. 카테콜아민, 코티졸과 같은 스트레스 호르몬 등 객관적으로 불안 정도를 나타낼 수 있는 지표를 측정하지 못하여 혈역학적 변화와의 상관관계를 평가할 수는 없었다는 점과 동일한 수술을 받는 환자를 대상으로 하지 못하였다는 점은 이 연구의 제한점으로 사료된다.

본 연구에서는 CES군이 대조군에 비하여 수술실 입실 후 불안점수가 유의하게 감소하였으며, 수술실 입실 후 수축기 혈압과 심박수의 상승 정도도 대조군에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 즉, CES 전처치가 수술 전 불안감을 감소시키며 불안감에 의한 교감신경계 활성화를 억제하여 혈역학적 변화도 감소시킬 수 있었던 것으로 생각된다. 결론적으로 CES 전처치는 수술 전 불안감을 감소시키고 이에 따른 혈역학적 변화를 완화시키기 위한 효과적인 전처치 방법이라고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Kirsch DL, Smith RB: The use of cranial electrotherapy stimulation in the management of chronic pain: a review. Neuro-Rehabilitation 2000; 14: 85-94.
2. Krupitsky EM, Burakov AM, Karandashova GF, Katsnelson JaS, Lebedev VP, Grinenko AJa, et al: The administration of transcranial electric treatment for affective disturbances therapy in alcoholic patients. Drug Alcohol Depend 1991; 27: 1-6.
3. Taylor DN, Lee CT, Katims JJ: Effects of cranial transcutaneous electrical nerve stimulation in normal subjects at rest and during psychological stress. Acupunct Electrother Res 1991; 16: 65-74.
4. Badner NH, Nielson WR, Munk S, Kwiatkowska C, Gelb AW: Preoperative anxiety: detection and contributing factors. Can J Anaesth 1990; 37: 444-7.
5. Maranets I, Kain ZN: Preoperative anxiety and intraoperative anesthetic requirements. Anesth Analg 1999; 89: 1346-51.
6. Nelson FV, Zimmerman L, Barnason S, Nieveen J, Schmaderer M: The relationship and influence of anxiety on postoperative pain in the coronary artery bypass graft patient. J Pain Symptom Manage 1998; 15: 102-9.
7. Williams JG, Jones JR: Psychophysiological responses to anesthesia and operation. JAMA 1968; 203: 415-7.
8. Price DB, Thaler M, Mason JW: Preoperative emotional states and adrenal cortical activity; studies on cardiac and pulmonary surgery patients. AMA Arch Neurol Psychiatry 1957; 77: 646-56.
9. Zhou D, Kusnecov AW, Shurin MR, DePaoli M, Rabin BS: Exposure to physical and psychological stressors elevates plasma interleukin 6: relationship to the activation of hypothalamic-pitui-

tary-adrenal axis. Endocrinology 1993; 133: 2523-30.
10. Gaberson KB: The effect of humorous distraction on preoperative anxiety. A pilot study. AORN J 1991; 54: 1258-64.
11. Mason C: Musical activities with elderly patients. Physiotherapy 1978; 64: 80-2.
12. Kain ZN, Mayes LC, Bell C, Weisman S, Hofstadter MB, Rimar S: Premedication in the United States: a status report. Anesth Analg 1997; 84: 427-32.
13. Drummond GB: Comparison of sedation with midazolam and ketamine: effects on airway muscle activity. Br J Anaesth 1996; 76: 663-7.
14. Miller RD: Miller's Anesthesia. 6th ed. Philadelphia, Churchill Livingstone. 2005, pp 2596-7.
15. Kirsch DL: Cranial electrotherapy stimulation: a safe and effective treatment for anxiety. A review of the literature. Medical Scope Monthly 1996; 3: 1-26.
16. Davey HM, Barratt AL, Butow PN, Deeks JJ: A one-item question with a Likert or Visual Analog Scale adequately measured current anxiety. J Clin Epidemiol 2007; 60: 356-60.
17. Schroeder MJ, Barr RE: Quantitative analysis of the electroencephalogram during cranial electrotherapy stimulation. Clin Neurophysiol 2001; 112: 2075-83.
18. Jarzembski WB: Electrical stimulation and substance abuse treatment. Neurobehav Toxicol Teratol 1985; 7: 119-23.
19. Klawansky S, Yeung A, Berkey C, Shah N, Phan H, Chalmers TC: Meta-analysis of randomized controlled trials of cranial electrostimulation. Efficacy in treating selected psychological and physiological conditions. J Nerv Ment Dis 1995; 183: 478-84.
20. Tan G, Alvarez JA, Jensen MP: Complementary and alternative medicine approaches to pain management. J Clin Psychol 2006; 62: 1419-31.
21. Spielberger CD, Auerbach SM, Wadsworth AP, Dunn TM, Taulbee ES: Emotional reactions to surgery. J Consult Clin Psychol 1973; 40: 33-8.
22. Egbert LD, Battit GE, Welch CE, Bartlett MK: Reduction of postoperative pain by encouragement and instruction of patients. a study of doctor-patient rapport. N Engl J Med 1964; 270: 825-7.
23. Steelman VM: Intraoperative music therapy. Effects on anxiety, blood pressure. AORN J 1990; 52: 1026-34.
24. Norris W, Baird WL: Pre-operative anxiety: a study of the incidence and aetiology. Br J Anaesth 1967; 39: 503-9.
25. Brand HS, Gortzak RA, Palmer-Bouva CC, Abraham RE, Abraham-Inpijn L: Cardiovascular and neuroendocrine responses during acute stress induced by different types of dental treatment. Int Dent J 1995; 45: 45-8.
26. Taggart P, Hedworth-Whitty R, Carruthers M, Gordon PD: Observations on electrocardiogram and plasma catecholamines during dental procedures: the forgotten vagus. Br Med J 1976; 2: 787-9.
27. Eisenberg DM, Kessler RC, Foster C, Norlock FE, Calkins DR, Delbanco TL: Unconventional medicine in the United States. Prevalence, costs, and patterns of use. N Engl J Med 1993; 328: 246-52.