

성인 측두하악관절장애 환자들에게 경피신경전기자극 치료와 저출력 레이저 적용에 따른 기능 및 통증에 대한 효과 연구

김찬규¹, 이은상²

¹광주보건대학교 물리치료과, ²광주 수완병원 스포츠 재활센터

Effects of Electrotherapy and Laser Application on Function and Pain in Patients with Temporomandibular Disorders in Adult

Chan-Kyu Kim¹, Eun-Sang Lee^{*2}

¹Dept. of Physical Therapy, Gwangju Health University

^{*2}Gwangju Suwan Hospital Sports Rehabilitation Center

Purpose we examined the change of function and pain by improvement of the temporomandibular joint during low-level laser(LLL) and transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS) to adults who show temporomandibular disorder. **Methods** This study was conducted with temporomandibular disorders. Participants were randomly divided into two group (LLL vs TENS). The TENS was applied at a frequency of 4Hz and intensity for 15 minutes. The LLL was applied with a power of 40mV per laser at 685nm wavelength in continuous wave mode. This study were conducted three times a week for a total of 4 weeks. **Results** The LLL was associated with more significant improvements in mouth opening ($p<0.01$, 95% CI: 1.910-7.023), and masticatory muscle pressure threshold($p<0.05$; 95% CI: 0.027-0.943). **Conclusion** Our findings indicate that LLL was more effective than TENS in the treatment of TMD. Such findings highlight the need to develop and promote a controlled therapy program to facilitate a return to normal daily activities in patients with TMD.

Key words Temporomandibular joint, Pressure threshold, Mouth opening, Low-Level-Laser, transcutaneous electrical nerve stimulation.

Corresponding author Eun-Sang Lee (lespt0430@gmail.com)

Received date 24 March 2019

Revised date 07 June 2019

Accept date 18 June 2019

This paper was supported by the research grant of the Gwang-Ju Health University in 2018(No. 3018014)

I. 서론

측두하악관절 장애(temporomandibular disorders, TMD)는 측두하악관절(temporomandibular joint, TMJ)에 저작근 육과 주변 연부조직 등에 근골격성 통증과 기능장애가 동반된 상태를 이야기 한다.^{1,2)} 성인 인구 중 약 33%가 TMD를 겪었고, 임상적으로는 인구의 40~70%가 TMD 증상이 있다.^{3,4)} TMD는 일반적으로 하나 이상의 징후나 증상이 나타난다. 일차적인 증상으로는 개구시 관절 제한과 함께 소리가 나며, 근육통을 포함한 통증이 발생한다. 이차적인 증상으로는 목, 귀, 두통까지 야기한다.⁵⁾ TMD는 주로 치통을 동반하지 않은 안면구강 부분에 통증이 나타나며, 통증의 원인 및 임상 결과가 불분명하기 때문에 심리적 원인을 포함하여 다른 원인에 의해

발생할 수 있다.⁶⁾ 다양한 원인 중 근골격계 또는 근막통증 기능장애에 의한 원인이 주로 발견 되고 있다.⁷⁾ 근골계 기능장애는 이악물기, 이 같이, 그리고 만성적 껌 씹기 행동은 측두근과 저작근에 근막통증 증후군, 관절염과 퇴행성 변화를 일으키는 주된 원인이 된다.⁸⁾ 이러한 증상 때문에 만성 TMD 환자는 우울 증상이나 수면장애와 함께 사회생활에 영향을 준다. 이러한 결과는 환자들의 삶의 질을 현저히 저하 시키며,⁹⁾ TMD가 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.¹⁰⁾

많은 연구자들이 TMD의 초기 관리에 주의를 기울이고 있으며, 가역적 비침습적인 방법에 주된 연구가 이루어 지고 있다.¹¹⁾ 비침습적인 방법에는 환자교육, 약리적 통증관리 그리고 초음파, 경피신경전기자극(Transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS), 온열치료, 마사지 등이 사용 되고 있다.^{12,13)}

TENS는 일반적으로 TMD환자에게 자주 사용되는 중재

<http://dx.doi.org/10.17817/2019.06.07.111398>

방법이며, 상대적으로 효과적이고 경제적이며 안전한 비침습적 통증완화 방법이다.^{14,15)} TENS는 피부에 부착된 전극을 통해 전류가 가해져 근육이완과 통증 과민성을 감소시키며,¹⁶⁾ 선행연구에서는 TMD환자의 진통 및 경구개 제한 및 개구 관련 근육의 활성화도에 효과를 보였다.¹⁷⁾

최근 TMD 치료에 TENS와 함께 저출력레이저(low-level laser, LLL)치료가 진통, 재생 및 항염작용에 대한 효과로 사용량이 증가하고 있다.¹⁸⁾ LLL는 주로 적외선 파장에서 다른 방사선양을 포함한 방법으로 근골격계 장애의 치료에 효과적으로 사용되고 있으며,¹⁹⁾ TMD 환자에게 최대 개구량과 통증 및 씹기장애에 대한 효과가 검증 되었다.^{20,21)}

그러나 TMD의 치료에 대해 많은 연구가 이루어진 가운데 접근이 편하고 효과적인 치료방법을 알아 보기란 쉽지 않다. 그래서 본 연구에서는 치료방법으로 일반적으로 사용되고 있는 TENS와 LLL중 더욱 간편하고 효과적으로 TMD를 치료할 수 있는 치료 방법을 알아보려 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 광주광역시 소재 G대학에 재학 중인 TMD 증상을 가진 성인들을 대상으로 하였으며 TMD 치료 시 턱관절 기능과 통증에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험 연구이다.

대상자 선정을 위해 미국 구강안면통증학회(American Academy of Orofacial Pain, AAOP)의 TMD를 위한 간이 설문지를 이용하였다.²²⁾ 입을 벌릴 때 좌, 우측 TMJ 촉진으로 발생하는 통증여부가 있는 성인을 대상으로 선정하였다.²³⁾ 양성응답 문항 수에 따라 증상의 심도를 구분할 수 있는데 TMD증상의 위험도는 양성응답문항의 개수를 합산한 개수를 통하여 정도(1개 이상), 중등도(2-3개), 심도(4개 이상)로 구분할 수 있다. 증상을 묻는 10개 항목을 통해 대상자가 문답 중 한 가지라도 양성응답 시 TMD로 판단이 가능하다.

본 연구에서는 정도의 증상을 가진 성인들을 대상으로 실시하였다. 제외 기준은 중재에 대한 피부에 과민 반응이 나타날 염려가 있는자, 최근 3개월 이내 턱관절 관련 치료를 받지 않은자, 또는 근이완이나 진통제 등 약물을 투여 받지 않은자, 턱관절 관련 외과적 수술을 받지 않은 대상자를 제외한 30명을 선정하였다. 선정된 대상자 30명은 치료프로그램에 따라 두군으로 각각 15명씩 분류하였고, 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1)

2. 연구설계

본 연구는 선정된 30명의 대상자를 2군에 남녀 구분하여 Random Allocation Software (version 2.0 for window)를 사용하여 무작위 배정하였다. LLL를 적용하는 실험군 15명, TENS를 적용하는 실험군 15명으로 중재 프로그램 시작 1주일 전에 사전 검사를 실시하였다. TMJ의 기능을 확인하기 위하여 경구개량을 측정하였고, 통증정도를 알아보기 위하여 깨물근과 목빗근의 압통역치를 측정하였다. 통증이 있는 깨물근과 목빗근 측에 LLL치료를 15분간 적용한 군, 마찬가지로 통증이 있는 깨물근과 목빗근 측에 TENS를 적용한 군으로 나누어 실시하였다. 치료 프로그램으로 각 군은 총 4주 동안 주 3회 중재를 적용한 후 사후 평가를 실시하였다.

(1) 중재 방법

① 저출력레이저 치료(low-level laser, LLL)

머리를 고정시킬 수 있는 치료대에 대상자를 눕힌 후 시행한다. 저출력 레이저도구는 Laserneedle Touch(Laserneedle GmbH, Germany) 이용하여 대상자에게 출력 40mW, 투과적, 부착식으로 주 3회씩 4주간 각각 15분 씩 적용하였다. 부착 부위는 깨물근과 목빗근으로, 깨물근은 광대활과 아래턱뼈 사이에 넓게 연결된 부위, 목빗근은 관자뼈 꼭지돌기에 적용하였다.

② 경피신경 전기자극치료(TENS Therapy)

TENS는 머리를 고정시킬 수 있는 치료대에 대상자를 눕

Table 1. General characteristics of the subjects

(N=30)

	LLL group(n ₁ =15)	TENS group(n ₂ =15)	t/x ² (p)
Age(yr)	22.13(1.81) ^a	20.13(2.09)	1.964(0.059)
Gender(Male/Female)	8/7	7/8	0.133(0.715)
Heigh(Cm)	171.13(8.28)	164.60(10.04)	1.94(0.062)
Weight(Kg)	60.60(8.89)	58.60(12.84)	0.496(0.624)
AAOP(point)	1.47(0.92)	1.40(0.83)	0.209(0.836)

Values are presented as mean [SD]^a. AAOP: American Academy of Orofacial Pain, LLL: Low-level laser; TENS(Transcutaneous electrical nerve stimulation)

힌 후 시행한다. TENS는 Intelect Advanced Color Cambo with EMG(KOASTRON, USA)를 사용하여 주 3회씩 4주간 각각 15분 씩 적용하였다.²⁴⁾ 패드의 크기는 20×20mm로 주파수는 4Hz 강도는 피험자의 근육수축이 일어나면서 통증을 느끼기 전까지 진폭을 조절한 상태에서 적용하였다.²⁵⁾

전극의 위치는 대상자의 통증부위에 일반적으로 널리 사용되는 이중채널 배치법을 이용하였다. 또한 각 패드의 활성전극과 비활성전극은 일측배치법으로 통증이 있는쪽 목빗근, 깨물근의 이는곳, 닿는곳에만 부착하였다.²⁶⁾

(2) 측정도구

① 개구량 측정

본 연구에서는 TMJ 최대개구범위를 TRMS를 이용하여 측정 하였다. TRMS는 TMD 환자의 자체 진단을 위해 만들어졌고, 더불어 급간내 상관계수 ICC= 0.92의 높은 신뢰도를 가진 ‘Gold-standard’ 등급 측정 도구이다.²⁷⁾ 대상자가 편안히 누운 자세에서 스스로 능동적으로 통증이 없는 범위내의 최대개구를 mm자를 이용하여 위, 아래 치아의 정중열 사이 간격으로 3회 반복 측정하여 중간값을 기록하였다. 정상적으로 입을 벌리는 범위는 40~50mm 이다.²⁸⁾

② 압통역치 측정

본 연구에서는 압력통각계를 이용하여 압통역치를 측정하였다. 통증 측정도구는 Commander Algometer TM (J-TECH, USA)를 이용하여 대상자의 측두하악관절 통증을 호소한 쪽의 통증유발점에서 압통역치를 각각 측정하였다. 측정기를 목빗근, 깨물근의 압통점 부위에 수직으로 대고 1lb/sec의 일정한 속도로 압력을 증가시키면서 통증을 느끼기 시작할 때 “아”하는 신호음을 내도록 하여 그 순간의 가해진 압력을 압통역치로 측정하였다(Figure 1). 평가

결과는 오차를 줄이기 위하여 1분 간격으로 3회 평가한 결과를 합산하여 평균값을 얻은 후 분석에 사용하였다. 각 측정 사이에는 감각적응을 방지하기 위하여 10분 간 휴식을 취하게 하였다. 측정자 내 신뢰도r= 0.99이었다.²⁹⁾

3. 통계 방법

연구의 모든 작업과 통계는 SPSS Ver. 21.0 (SPSS Inc.,Chicago, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 전체 대상자는 정규성 검증을 위해 Kolmogorov-Smirnov test와 동질성 검정을 위해 독립표본 t검정과 교차분석을 이용하였으며(p>0.05), 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 사용하였다. 모든 측정 자료들이 정규분포를 보였기 때문에, 모수적 검정법을 이용하여 평균값들의 비교를 실시하였다. 집단 간 차이를 알아보기 위해 독립표본 t검정을 실시하였으며, LLL와 TENS을 적용 전·후간의 유의성을 비교하기 위하여 대응표본 t검정을 실시하였다. 자료의 모든 통계학적 유의수준은 α=0.05로 설정 하였다.

III. 연구 결과

TMJ의 기능을 알아보기 위해 최대개구량을 측정하였다. LLL 그룹과 TENS 그룹에서 그룹에서 각각 유의한 차이를 보였으며(p<0.001), 그룹간에는 LLL그룹이 더욱 유의한 효과를 보였다(p<0.01, 95% CI: 1.910-7.023).

통증 정도를 알아보기 위하여 압통역치의 변화를 측정하였으며, 깨물근에서 LLL그룹(p<0.001)과 TENS 그룹(p<0.05) 각각 그룹 내에서 유의한 효과를 보였다. 그룹간에는 LLL그룹이 더욱 유의한 효과를 보였다(p<0.05; 95% CI: 0.027-0.943). 목빗근에서는 LLL그룹(p<0.01)과 TENS그룹



Figure 1. Pressure threshold application area

($p < 0.05$) 각각 그룹 내에서 각각 유의한 효과를 보였으나, 그룹간에는 유의한 차이를 보지 못했다($p > 0.05$; 95% CI: 0.027-0.943)(Table 2).

IV. 고찰

TMD는 측두하악관절 장애는 주로 외상과 구강악습관, 심리적 원인이 복합적으로 작용하여 발생되며 두통이나 안면통증, 하악 운동제한, 관절잡음 등 광범위하고 다양한 임상증상을 유발한다. 평상시에는 잠재되어 있어 증상들을 방치하였다가 오랜 기간 치료가 필요한 만성적인 질환으로 발전하게 된다.³⁰⁾ 전기적 양상 치료 TMD 환자 관리에 있어서 꼭 필요한 옵션으로 작용하고 있다.¹³⁾ 본 연구에서는 TMD일반적인 치료방법으로 TENS와 LLL중 더욱 효과적인 치료 방법을 알아보려고 연구를 진행 하였다.

최대 개구량을 측정하였을 때 LLL그룹이 TENS그룹보다 더욱 유의한 효과를 보였다($p < 0.01$). 그러나 몇 연구에서는 본 연구와 반대로TMJ에 대한 LLL와 TENS의 개구량에 대한 치료 효과를 비교한 연구에서 유의한 치료적 차이가 없다는 연구 결과가 나왔다.^{13,15)} Nunez 등²⁶⁾ 연구에서 LLL를 적용

시 개구량이 유의한 증가($p < 0.01$)를 보인 다는 본 연구와 일치한 결과를 가지고 왔다. 연구 결과가 다르게 나온 이유는 다른 연구에서와 다르게 본 연구에서는 LLL를 이용한 침 방식으로 접근하여 더욱 효과적인 연구결과를 이끌어 냈을 것으로 생각된다. LLL는 근막통증을 해소하는데 전기적인 치료 보다 더욱 효과적이며,²⁶⁾ Hu 등³¹⁾의 연구에서는 LLL를 이용한 침 치료가 최대 개구량에 대한 일반 LLL를 사용한 연구에서 평균 2mm의 효과를 보였지만, 침 형식의 LLL을 이용한 연구에서는 평균 8mm의 차이를 보였다. 또한 침은 국소 진통 효과와 근막통증 증후군 치료효과 적이다.³²⁾ 이 두 연구를 종합해 볼 때 침형식의 LLL방식이 TMJ 작용에 이용되는 근육의 근막통증을 효과적으로 해소하여 더욱 유의한 효과를 도출한 것으로 생각된다. 이는 향후 후속연구에서 추가적으로 이루어져야 할 내용으로 보여진다.

또한, 본 연구에서 TMD의 통증 유의성을 확인하기 위해 관련 근육의 압통 역치를 사용하여 확인하였다. 연구결과 깨물근은 유의한 차이를 보였지만($p < 0.05$), 목빗근은 유의한 차이를 보이지 못했다. 선행연구를 살펴 봤을 때 Kato 등¹³⁾의 연구에서 깨물근에 촉진에 대한 통증에서 레이저치료는 유의한 효과를 보였지만 (우측: $p < 0.017$; 좌측: $p < 0.003$) TENS는 양측 모두 유의한 효과를 보지 못했다. Hota 등³³⁾의 연구에

Table 2. Comparison of the Mouth opening and pressure threshold

(N=30)

	LLL group(n ₁ =15)	TENS group(n ₂ =15)	t [95% CI]
Mouth opening(cm)			
Base-line	33.27(2.95)	33.44(3.33)	-0.156
Follow-up	42.37(3.97)	38.09(4.24)	
t(p)	-8.380***	-5.448***	
Change	9.11(3.53)	4.64(3.30)	3.553 [1.910-7.023]**
Masseter pressure threshold (lb)			
Base-line	3.10(0.53)	3.21(0.56)	0.576
Follow-up	4.11(0.41)	3.73(0.87)	
t(p)	-8.466***	-2.762*	
Change	1.01(0.46)	0.52(0.73)	2.185 [0.027-0.943]*
SCM pressure threshold (lb)			
Base-line	3.23(0.86)	3.68(1.23)	0.258
Follow-up	4.35(0.93)	4.19(0.99)	
t(p)	-4.461**	-2.269*	
Change	1.11(0.97)	0.51(0.86)	1.812 [-0.079-1.293]

Values are presented as mean(SD). LLL: Low-level laser; SCM: sternocleidomastoideus; TENS [Transcutaneous electrical nerve stimulation]; CI: Confidence interval.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

서는 레이저 침을 이용 후 깨물근의 근 활성도가 유의한 증가를 보였으며($p < 0.01$), Kat soulis 등³⁴⁾의 연구에서도 레이저 침을 이용한 근막통증 관련 시각상사척도에서 16주 후 50%의 감소를 확인하였다. 선행 연구를 종합해 봤을 때 LLL를 적용시 TENS보다 통증해소에 효과적이며 깨물근의 근활성도 및 근막통증 해소로 인해 더욱 유의한 효과를 보인 것으로 생각된다. 목빗근에 대한 유의한 차이를 보이지 못한 이유는 본 연구에서 TMJ에 관련 부분만 통제에만 집중한 나머지 목빗근과 관련성이 높은 전방 머리 자세나, 등근어깨와 관련된 자세적 문제를 고려하지 못한 부분에 의해 나타난 결과로 사료되며, 본 연구의 한계점에 해당한다고 생각 된다. 향후 추가 연구에서는 환자들의 여러 변수를 고려한 연구를 진행하여 더욱 신뢰도 높은 연구 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 또한 측두하악관절의 치료를 전기치료적 접근 뿐 아니라 도수치료적 방법이나 관절 운동학적 접근을 통해 더욱 효과적인 연구를 알아볼 수 있을 것이다.

결론적으로 측두하악관절장애의 증상을 가진 성인을 대상으로 LLL와 TENS를 깨물근과 목빗근에 적용하였고, 압통역치를 알아본 결과 연구결과 LLL치료가 TENS치료보다 개구량이 증가하였으며, 깨물근의 압통역치가 감소하였다. 본 연구를 통해 TMD환자들의 증상을 효과적으로 해소시킬 수 있을 것이다.

Reference

1. Di Fabio RP. Physical therapy for patients with TMD: a descriptive study of treatment, disability, and health status. *J Orofac Pain* 1998;12(2):124-35.
2. Randhawa K, Bohay R, Cote P, et al. The Effectiveness of Noninvasive Interventions for Temporomandibular Disorders: A Systematic Review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration. *Clin J Pain* 2016;32(3):260-78.
3. Nassif NJ, Al-Salleeh F, Al-Admawi M. The prevalence and treatment needs of symptoms and signs of temporomandibular disorders among young adult males. *J Oral Rehabil* 2003;30(9):944-50.
4. Pedroni CR, De Oliveira AS, Guaratini MI. Prevalence study of signs and symptoms of temporomandibular disorders in university students. *J Oral Rehabil* 2003;30(3):283-9.
5. Okeson J. Temporomandibular Disorders in Chapter 5-Diseases of the Head and Neck. Vol 12013.
6. Panhoca VH, Lizarelli Rde F, Nunez SC, et al. Comparative clinical study of light analgesic effect on temporomandibular disorder (TMD) using red and infrared led therapy. *Lasers Med Sci* 2015;30(2):815-22.
7. Barretto SR, de Melo GC, dos Santos JC, et al. Evaluation of anti-nociceptive and anti-inflammatory activity of low-level laser therapy on temporomandibular joint inflammation in rodents. *J Photochem Photobiol B* 2013;129(135-42).
8. Garza I, Schwedt T, Robertson C, et al. Headache and other craniofacial pain. 2016.
9. Morris S, Benjamin S, Gray R, et al. Physical, psychiatric and social characteristics of the temporomandibular disorder pain dysfunction syndrome: the relationship of mental disorders to presentation. *Br Dent J* 1997;182(7):255-60.
10. MH Kim, JH Lee. The Spiral Taping Treatment on Temporomandibular Disorder in oral Medicine. *J Oral Med Pain* 2011;36(1):65-70.
11. Martinez Blanco M, Bagan JV, Fons A, et al. Osteoarthritis of the temporomandibular joint. A clinical and radiological study of 16 patients. *Med Oral* 2004;9(2):110-15, 06-10.
12. Yap AU, Ho VC. Temporomandibular disorders--an overview. *Singapore Med J* 1999;40(3):179-82.
13. Kato MT, Kogawa EM, Santos CN, et al. TENS and low-level laser therapy in the management of temporomandibular disorders. *J Appl Oral Sci* 2006;14(2):130-5.
14. Talley RL, Murphy GJ, Smith SD, et al. Standards for the history, examination, diagnosis, and treatment of temporomandibular disorders (TMD): a position paper. *American Academy of Head, Neck and Facial Pain. Cranio* 1990;8(1):60-77.
15. Seifi M, Ebadifar A, Kabiri S, et al. Comparative effectiveness of Low Level Laser therapy and Transcutaneous Electric Nerve Stimulation on Temporomandibular Joint Disorders. *J Lasers Med Sci* 2017;8(Suppl 1):S27-s31.
16. Kamyszek G, Ketcham R, Garcia R, Jr., et al. Electromyographic evidence of reduced muscle activity when ULF-TENS is applied to the Vth and VIIth cranial nerves. *Cranio* 2001;19(3):162-8.
17. Bassanta AD, Sproesser JG, Paiva Gd. Estimulação elétrica neural transcutânea (TENS): sua aplicação nas disfunções temporomandibulares. *An Fac Farm Odontol Univ Sao Paulo* 1997;11(2):109-16.

18. Rodrigues MDF, Rodrigues ML, Bueno KS, et al. Effects of low-power laser auriculotherapy on the physical and emotional aspects in patients with temporomandibular disorders: A blind, randomized, controlled clinical trial. *Complement Ther Med* 2019;42(340-6).
19. Carvalho CM, de Lacerda JA, dos Santos Neto FP, et al. Wavelength effect in temporomandibular joint pain: a clinical experience. *Lasers Med Sci* 2010;25(2):229-32.
20. Kogawa EM, Kato MT, Santos CN, et al. Evaluation of the efficacy of low-level laser therapy (LLLT) and the microelectric neurostimulation (MENS) in the treatment of myogenic temporomandibular disorders: a randomized clinical trial. *J Appl Oral Sci* 2005;13(3):280-5.
21. Fikáčková H, Dostálová T, Vošická R, et al. Arthralgia of the temporomandibular joint and low-level laser therapy. *Photomed Laser Surg* 2006;24(4):522-7.
22. Dae-Eun Sohn, Yong-Woo Ahn, June-Sang Park, et al. An Epidemiological Study of Temporomandibular Disorders Patients by Screening Questionnaire. *J Oral Med Pain* 2004;29(4):341-51.
23. Jae-Young Jang, Young-Chan Choi, Jung-Hee Bae, et al. Signs and symptoms of temporomandibular disorders in instrumental performers. *Journal of dental rehabilitation and applied science* 2015;31(2):86-95.
24. Seo Hyun-Kyu, Gong Won-Tae, Lee Sang-Yong. The Effect of Myofacial Release and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on the Range of Motion and Pain in Patient with Chronic Cervical Neck Pain. *Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy* 2005;11(2):1-12.
25. Kim C, Park M-S. The Effects of Transcutaneous Electric Nerve Stimulation (TENS) on the EMG Power Spectrum and Pressure Pain Threshold (PPT). *J Oral Med Pain* 2007;32(4):403-11.
26. Nunez SC, Garcez AS, Suzuki SS, et al. Management of mouth opening in patients with temporomandibular disorders through low-level laser therapy and transcutaneous electrical neural stimulation. *Photomed Laser Surg* 2006;24(1):45-9.
27. Saund DS, Pearson D, Dietrich T. Reliability and validity of self-assessment of mouth opening: a validation study. *BMC Oral Health* 2012;12(48).
28. Dong Gi, Jae Hong Lee. Influence of Temporo-mandibular Joint Training Using Physical Therapy on the Vowel Acoustic Characteristics. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 2011;12(5):2203-8.
29. Kinser AM, Sands WA, Stone MH. Reliability and validity of a pressure algometer. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2009;23(1):312-4.
30. Kim J-U, Hong M-H, Kim Y-S. Impact of Stress on Physical and Temporomandibular Joint Symptoms in Health-Related Majoring students. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society* 2013;14(10):4919-26.
31. Hu WL, Chang CH, Hung YC, et al. Laser acupuncture therapy in patients with treatment-resistant temporomandibular disorders. *PLoS One* 2014;9(10): e110528.
32. Hu WL, Chang CH, Hung YC. Clinical observations on laser acupuncture in simple obesity therapy. *Am J Chin Med* 2010;38(5):861-7.
33. Hotta PT, Hotta TH, Bataglione C, et al. Emg analysis after laser acupuncture in patients with temporomandibular dysfunction (TMD). Implications for practice. *Complement Ther Clin Pract* 2010;16(3):158-60.
34. Katsoulis J, Ausfeld-Hafter B, Windecker-Getaz I, et al. Laser acupuncture for myofascial pain of the masticatory muscles. A controlled pilot study. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2010;120(3):213-25.