

Derleme

# Diş Hekimliğinde Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu: Derleme

## *The Use of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Dentistry*

Taha Özer 

### ÖZET

Transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), akut (laserasyon, fraktür, hematoma, kontüzyon, postoperatif ağrı, vs.) ve kronik (osteoartrit, fantom ekstremité ağrısı, nöropatik ağrı sendromu, vs.) ağrıyı gidermek için çeşitli alanlarda kullanılan bir metod olmakla birlikte; özellikle son yıllarda diş hekimliği alanında çeşitli dental işlemler sırasında ağrının giderilmesi veya maksillofasiyal bölgeyi etkileyen çeşitli sebeplerden kaynaklanan ağrının tedavisi gibi durumlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu derleme, diş hekimliği alanıyla ilgili yetişkin ve pediyatrik hastalarda TENS'in analjezik ve analjezik olmayan kullanımları için mevcut klinik araştırmalar ışığında bir bakış sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, terapötik elektriğin tarihçesi, TENS'in etki mekanizması ve çeşitleri, uygulama teknikleri, endikasyon ve kontrendikasyonları tartışılmıştır. Bununla birlikte dişhekimliği alanlarında TENS konusunda farkındalık yaratmak ve kullanımını artırmak hedeflenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Ağrı kontrolü; Oral cerrahi; Sinir stimülasyonu; TENS

### ABSTRACT

Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) is a method used in various fields to relieve acute pain like contusion, laceration, hematoma, fracture, postoperative pain, etc. and chronic pain like osteoarthritis, phantom limb pain, neuropathic pain syndrome, etc. Especially in recent years, it has been frequently used in the field of dentistry for pain relief during various dental procedures or the treatment of maxillofacial pain caused by various reasons. This review aims to outline analgesic and non analgesic use of TENS on adult and pediatric patients in dentistry. The history of therapeutic electricity, the mechanism of action and types of TENS, administration techniques, indications, and contraindications are also discussed. Moreover, it is aimed to raise awareness about TENS in dentistry and to increase its use.

**Keywords:** Nerve stimulation; Oral surgery; Pain control; TENS

Makale gönderiliş tarihi: 11.01.2023; Yayına kabul tarihi: 22.03.2023

İletişim: Dr. Taha Özer

Hacettepe University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery 06100 Ankara, Türkiye

E-posta: [taha.ozer@gmail.com](mailto:taha.ozer@gmail.com)

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Hacettepe University, Ankara, Turkey

## GİRİŞ

Transkütanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), ağrının 'Melzack ve Wall' tarafından 'kapı-kontrol teorisi' ile 1965'de tanımlanması ile ağrı kontrolünde etkili bir yöntem olarak ortaya çıkmış ve 1967 yılında Shealy'nin nöromodülasyon teknikleri üzerindeki gelişimsel çalışmasından kısa bir süre sonra da klinik kullanıma girmiştir.<sup>1</sup>

Başlangıçta çeşitli fiziksel yetersizlikler için kullanılan elektrik stimülasyonunun son zamanlardaki en önemli ilgi alanı, ağrıyı modüle etmek için kullanımıdır. TENS, cilde yerleştirilen elektrodlar aracılığı ile, cilt üzerinden sinir sistemine kontrollü ve düşük voltajlı elektrik akımı uygulama yöntemi olarak tanımlanır. Ağrı tedavisinde farmakolojik olmayan bir yöntem olan TENS, etkin ve güvenilir olması nedeniyle birçok cerrahi girişimden sonra veya çeşitli hastalıkların yol açtığı akut ve kronik ağrıda kullanılması açısından ABD'de Food and Drug Administration (FDA) onayı almış ve 1972 yılında sınıf-II cihaz olarak onaylanmıştır.<sup>1</sup> TENS tedavisi sırasında, alternatif akım şebekesi ile veya piller [genellikle 9V] kullanılarak pulsatif elektrik akımı üretilir ve sağlam cilt yüzeyine iletilir.<sup>2</sup>

## Tarihçe

Elektrik, eski Yunanlılar, Romalılar ve Mısırlılar döneminden beri ağrıyı hafifletmek için kullanılmıştır. Modern çağda John Wesley 18. yüzyılda siyatik, baş ağrısı, böbrek taşı, gut ve anjina pektoris ağrılarının giderilmesi için elektroterapiyi tanıtmıştır. Diş ağrısını gidermek için elektriğin kullanımı ilk olarak 19. yüzyılda Francis adlı bir doktor tarafından tanımlanmıştır. 20. yüzyılda, kavite hazırlığı sırasında ağrıyı gidermek için frez aracılığıyla dişe elektrik akımı sağlayan çeşitli dental el aletleri kullanılmıştır. Pek çok araştırmadan sonra diş hekimliğinde elektronik dental anestezi olarak anılan TENS, anestezik ajan olarak kendini kanıtlamıştır.<sup>3</sup>

## Etki Mekanizması

TENS'in ağrı üzerine etkisini açıklayan çeşitli teoriler bulunmakla birlikte, bunlardan en önemlisi aynı zamanda TENS'in gelişiminde de önemli paya sahip olan "kapı-kontrol" teorisidir. 1965 yılında Melzack ve Wall tarafından ortaya konulmuştur. Bu teori nosiseptörlerden başlayan ağrı duyusunun, ağrının algılandığı beynin yüksek merkezlerine kadar taşın-

masının engellendiğinden bahseder. Bu teoriye göre geniş çaplı periferel A beta liflerinin stimülasyonu, spinal kord arka boynuzunda substantia jelatinozadaki inhibitör internöronları aktive eder. Böylece daha küçük çaplı olan A delta ve C lifleriyle iletilen nosiseptif sinyallerin transmisyonu zayıflatılır. Özetle ağrılı uyarın geçişine kapı kapatılır ve segmental inhibisyon sağlanır.<sup>4</sup>

İkinci teori, TENS etkisi ile vücutta endojen opiyatların salınımının artması temeline dayanmaktadır. 1969 yılında Reynolds; orta beyinin periakvaduktal gri bölgesinin elektrikle uyarılmasının, morfin tarafından sağlanan analjeziyle eşdeğer bir analjezi sağladığını göstermiştir.<sup>5</sup> Bu araştırma, ağrı kontrol yolunun çeşitli seviyelerinde bulunan endorfin adı verilen morfin benzeri kimyasalların keşfedilmesine öncülük etmiştir. Duyusal sinirlerin düşük frekanslı TENS ile uyarılması, analjezik etkisi olan endojen opiyatların spinal corddan salınımını artırmaktadır. Böylece ağrının algılanması da azaltılmaktadır.<sup>6</sup>

Üçüncü teori, TENS'in miyofasiyal semptomları olan hastalarda lokal vazodilatasyon oluşturması üzerinedir. Bu teoride lokal vazodilatasyonun tetik noktalar tarafından oluşturulan ağrıyı etkilediği iddia edilmektedir.<sup>6</sup>

Dördüncü teoride TENS'in enerji akışını etkileyecek akupunktur noktalarını stimüle etmek için kullanıldığı ve böylece ağrıya neden olan durumu değiştirdiği savunulmaktadır.<sup>6</sup>

## TENS'in Sınıflandırılması

Klinik olarak TENS, değişen frekanslarda, yoğunluklarda ve atım sürelerinde stimülasyonlar ile uygulanır. Stimülasyon frekansına bağlı olarak TENS genel olarak 2 kategoriye ayrılır. Yüksek frekanslı TENS (>50Hz), kısa süreli analjezi üreten kapı-kontrol teorisi aracılığıyla çalışır. Düşük frekanslı TENS (<10Hz) ise daha sistemik ve uzun süreli bir yanıtı neden olan endojen opioidlerin salınımı yoluyla çalışır.<sup>6-8</sup>

## TENS Modaliteleri

**Konvansiyonel TENS:** En yaygın kullanılan çeşididir. Yüksek frekanslı, kısa akım geçiş süreli ve düşük amplitüdü uyarı verir. Frekansı genellikle 60-80 Hz, akım geçiş süresi 50-100 mikrosaniye ve amplitüd yoğunluğu kontraksiyon oluşturmadan, aşırı rahat-

sızlık hissi vermeden hafif karıncalanma hissi oluşturacak şiddette 10-30 mA olmalıdır. Asıl olarak kalın miyelinli afferent A-alfa ve beta liflerini uyarak kapı kontrol teorisine göre ağrının iletimini etkiler. Konvansiyonel TENS'in etkisi hızlıca başlar ve benzer şekilde tedavi bittikten kısa bir süre sonra kaybolur. Tedavi süresi 30 dakikadan birkaç saate kadar uzayabilir. Tekrarlanmasında sakınca yoktur. Konvansiyonel TENS her türlü ağrı için kullanılsa da, en çok postoperatif ağrı ve akut ağrının giderilmesinde tercih edilir.<sup>1,6</sup>

**Akupunktur benzeri TENS:** Düşük frekanslı, yüksek şiddetli uyarı verir. Genel olarak akupunkturun elektrotla uygulanmasını simüle eder. Frekans 2-4 Hz (1-10 Hz), akım geçiş süresi 150-200 mikrosaniye (100-400 mikrosaniye) ve akım şiddeti 50-60 mA ile hastanın tolere edebileceği maksimum düzeydedir. Genellikle gözle görülür bir kontraksiyona neden olur. Ağrının kontrol altına alınması birkaç saate kadar uzayabilir. Ancak etkisi tedavi kesildikten birkaç saat sonraya kadar devam eder. Tedavi süresi genellikle 30-60 dakikadır. Bu tip TENS daha çok küçük çaplı olan C liflerini etkilemekte ve beta endorfin ile enkefalin salınımını artırarak etki göstermektedir.<sup>1,6</sup>

**Kısa yoğun TENS:** Bu metod yüksek frekansta, yüksek şiddette stimülasyon ile C liflerini irrite ederek karşıt irritasyon oluşturur. Kısa ve güçlü stimülasyon vermesi sebebiyle dayanılması zor bir yöntemdir. Frekans genellikle 80 Hz'den fazla (50-150 Hz), akım geçiş süresi genellikle 150 mikrosaniyeden uzun (100-200 mikrosaniye), amplitüd tetanik ve belirgin kas kontraksiyonu oluşturan hastanın dayanabileceği maksimum şiddette uygulanır. Tedavi süresi genellikle 10-15 dakikadır.<sup>1,6</sup>

**Patlayıcı (Burst) TENS:** Bu yöntemle yüksek (50-100 Hz) ve alçak (1-10 Hz) frekansta birbirini izleyen uyarılar verilmektedir. Bu tip stimülasyonda da gözle görülür kas kontraksiyonları oluşmaktadır. Akupunktur benzeri TENS'te de belirtildiği gibi ağrı azalmanın başlaması birkaç saat sürebilir ve tedavi kesildikten sonra saatlerce devam edebilir. Tedavi süresi 30-60 dakika arasındadır.<sup>1,6</sup>

**Modüle edilmiş TENS:** Stimülasyon esnasında oluşan akomodasyon ve duyuşsal adaptasyona engel olabilmek için geliştirilmiş olan bu TENS modalitesinde, frekans ve amplitüd otomatik olarak rastlantısal şekilde değişir. Daha uzun süreli ağrı kesici etkinliği olduğu üzerine görüşler bulunmaktadır.<sup>1,9</sup>

## TENS'in Avantajları

Non-invazivdir, güvenlidir ve iğne fobisi olan hastalarda anestezi sağlamak için kullanılabilir. Lokal anesteziye kıyasla, postoperatif anestezi sağlamaz. TENS ünitesi kapatıldıktan sonra etki kaybolur. Hastalar, TENS tedavisini kendi kendilerine uygulayabilir ve ağrılı durumlarını yönetmek için dozajları buna göre ayarlayabilirler.<sup>10-12</sup>

## TENS Endikasyonları<sup>3</sup>

Akut ağrı / Kronik ağrı  
Kas ve iskelet sistemi ağrıları (kas zorlanması, kontüzyon, kırık, bel ve boyun ağrıları) Postoperatif ağrı kontrolü  
Fantom ağrı  
Doğum süreci ve sonrasında ağrı kontrolü  
Trigeminal nevralsi / Post herpetik nevralsi  
Refleks sempatik distrofi  
Artrit, Brakial pleksit

## TENS Kontrendikasyonları<sup>3</sup>

Kardiyak pacemaker kullanımı  
Kardiyak hastalığı olanlarda göğüs ön duvarı uygulamalar  
Karotis sinüs üzerinde hipotansif vazovagal refleks  
Hamilelikte uterus üzeri uygulamalar  
Göz ve mukoza üzeri uygulamalar  
Tahriş olan cilt üzeri uygulamalar  
Koopere olmayan hastalar  
Serebrovasküler sorunları olan hastalar  
Epilepsi

## DIŞ HEKİMLİĞİNDE TENS UYGULAMALARI

Analjezik etkilerinin yanı sıra TENS, farklı fizyolojik etkiler üretmek için de kullanılabilir. Farklı temporo-mandibular rahatsızlıklarda ve xerostomi tedavisinde oldukça başarılı olduğu gösterilmiştir.<sup>1</sup>

## Yetişkin Hastalarda Diş Tedavileri

Yetişkinlerde TENS, rubber dam yerleştirme, kavite hazırlama, endodontik prosedürler, protetik diş preperasyonları ve diş çekimleri gibi çeşitli prosedürler sırasında oldukça etkili bir analjezi yöntemi olarak başarıyla kullanılmıştır. Ayrıca lokal anestezi enjeksiyonundan kaynaklanan rahatsızlığı azaltmak ve ortodontik separasyon ile ilişkili periodontal ağrıyı hafifletmek için kullanılmaktadır.<sup>1</sup>

Roth ve Trash<sup>13</sup>, 1986 yılında yaptıkları çalışmada ortodontik separatörlerin neden olduğu ağrıyı gidermek için TENS kullanmışlar ve 24, 36 ve 48 saatlik periyotlarda kontrol grubuna göre ağrı skorunda oluşan anlamlı azalmayı göstermişlerdir.

Malamed'e göre TENS anterior dişlerde posterior dişlere göre daha etkili olmuştur. Ayrıca dentin içerisinde hazırlanan derin kavitelerekin etkinliği, yüzeyel kavitelere göre daha az olmaktadır.<sup>10</sup>

TENS'in ile lokal anesteziğin karşılaştırıldığı çalışmalarda, hem hasta hem de hekim tarafından lokal anestezi etkinliği olarak daha güçlü bulunmuştur. Ancak hastaların %93.3 ünün TENS'i tercih ettiği rapore edilmiştir.<sup>11</sup> Lokal anestezi sırasındaki ağrının giderilmesi için kullanılan topikal anestezi-ler ile TENS'in karşılaştırıldığı bir başka çalışmada ise, TENS kullanımından sonra hastalarda daha az ağrı hissedildiği ve TENS'in topikal anesteziye oranla hastalar tarafından üç kat fazla tercih edildiği bildirilmiştir.<sup>14,15</sup> Bir başka çalışmada diazepam ile kombine edilen TENS'in diş çekimi, üçüncü molar cerrahisi, protetik preparasyonlar gibi prosedürlerde yeterli analjezi sağladığı gösterilmiştir.<sup>16</sup> Quarnstrom ve ark.<sup>17</sup> yaptıkları başka bir çalışmada, restoratif işlemlerde lokal anestezi uygulanmaksızın nitroz oksit ile kombine kullanıldığında TENS etkinliği %84 iken sadece TENS'in etkinliğini %55 olarak rapor etmişlerdir.

### **Pediyatrik Hastalarda Diş Tedavileri**

Pediyatrik hastalarda yaygın olarak gözlenen olumsuz bir davranış iğne korkusudur. TENS kullanımının çocuk hastanın davranışları üzerinde olumlu etkileri vardır ve iğne korkusunu ortadan kaldırdığı için kaygı düzeylerini de azaltır. Çalışmalar %53-78'lik oranla çocukların TENS'i lokal anesteziye tercih ettiğini göstermektedir.<sup>18-20</sup> Pediyatrik hastalarda TENS, pit ve fissür örtücü uygulamalarında, kavite preparasyonlarında, minör diş çekimleri ve endodontik işlemler gibi çeşitli prosedürler sırasında ağrıyı kontrol etmek için etkin bir şekilde kullanılmaktadır.<sup>9</sup>

### **Maksillofasial Bölgede Kronik Ağrıların Tedavileri**

Temporomandibular eklem sendromunda Katch ve arkadaşları ağrıyı kontrol etmek amacıyla soğuk buz uygulaması ile birlikte yirmi dakikalık üç seans TENS

uygulaması yapmışlar ve %50-75 oranında başarı elde etmişlerdir.<sup>21</sup>

Singla ve ark.<sup>22</sup> trigeminal nevrallijli hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada, 20-40 gün boyunca her gün 20 dakika olmak üzere etkilenmiş sinir trasesi üzerine TENS uygulamışlardır. Bir ve üç aylık değerlendirmeler sonucunda VAS, VPS ve fonksiyonel sonuç skalası verilerinde anlamlı azalma göstermişlerdir. Yameen ve ark.<sup>23</sup> da, ilaç tedavisine dirençli veya kısmen yanıt veren 31 hastada trigeminal nevrallij ağrısını tedavi etmek için TENS kullanmışlar ve ağrının şiddetini tedaviden önce ve tedaviden 15 gün sonra bir VAS ile değerlendirmişlerdir. Hastaların %83.7'sinde semptomların TENS uygulamasıyla önemli ölçüde düzeldiğini ve konvansiyonel modun burst moda göre daha iyi terapötik sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

### **Akut Orofasial Ağrıların Tedavileri**

Hansson ve ark.<sup>24</sup>, 1-4 gün boyunca ağrı çeken 62 hastada akut orofasial ağrının giderilmesi için yüksek frekansların (100 Hz) ve düşük frekansların (2 Hz) etkisini inceledikleri araştırmalarında, her iki TENS modunda da hastaların %38'inde ağrı yoğunluğunda %50'yi aşan bir azalma tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca plasebo TENS grubu da oluşturulmuş ve bu gruptaki hastaların %10'unda %50'den fazla ağrıda azalma görülmüştür.

### **Postherpetik Nevralji Tedavisi**

Postherpetik nevrallijde daha büyük miyelinli afferent sinir liflerinin çoğu zarar görür ve bu nedenle gelen inputlar ile C liflerinin normal presinaptik inhibisyonu meydana gelmez. Bu sebeple cilt yüzeyinde ağrı ve hassasiyet oluşur. TENS, kalan büyük liflerin aktivitesini artırarak normal inhibisyonun yeniden sağlanmasına katkıda bulunduğundan, postherpetik nevrallijde kullanılmaktadır. Toplam on gün boyunca 70 Hz frekansta günlük yirmi dakika uygulanması literatürde önerilmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalara göre, daha kısa süreli postherpetik nevrallijisi olan hastaların TENS tedavisine yanıtı daha iyi olduğu görülmüştür.<sup>25</sup>

### **Postoperatif Ağrı**

Ağrı, ödem, trismus, az miktarda kanama gibi doğal komplikasyonlara sahip cerrahi işlemler, postoperatif dönemde hasta konforunu etkileyebilmektedir. Bu

komplikasyonları azaltmak adına uzun yıllardan beri postoperatif medikasyonlar (analjezikler/antiinflamatuarlar) güvenle uygulanmaktadır. Ancak diğer taraftan bakıldığında bu ilaçlar, özellikle gastrointestinal sistem üzerinde ya da alerjik reaksiyonlar gibi çok sayıda yan etkilere de sahiptirler. Bu sebeplerden dolayı son yıllarda araştırmacılar, postoperatif olarak hasta konforunu olumsuz yönde etkileyecek komplikasyonları elimine etmek amacıyla sistemik ilaç kullanımını yerine, farklı lokal uygulamalar yoluna gitmektedirler. Bu amaçla lokal kriyoterapi veya düşük doz lazer tedavisi (LLLT) gibi uygulamaların yanı sıra, ağrı kesici etkinliği bilinen TENS tedavisi de uygulanmaktadır. TENS, postoperatif ağrılarının giderilmesinde sıklıkla kullanılan bir fizik tedavi modalitesidir. Ağrı kesme etkinliğini hem kapı-kontrol teorisi uyarınca, hem de endojen opiatların salınımı sağlayarak gerçekleştirdiği daha önce gösterilmiştir.<sup>4,5</sup>

### Xerostomia Tedavisi

TENS uygulaması, sağlıklı bireylerde olduğu kadar kserostomi hastalarında da tükürük akış hızını artırmaktadır. Hargitai ve ark.'na göre parotis bezinin üzerindeki cilde TENS uygulanması, sağlıklı bireylerin tükürük akışının artırmaktadır.<sup>26</sup> Ayrıca TENS'in etkili olması için temelde bir miktar da olsa tükürük akışının mevcut olması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.<sup>26</sup> Sjögren sendromlu hastalarda yapılan TENS tedavilerinin de yapılan birçok çalışmada tükürük akışını artırdığı gösterilmiştir.<sup>27,28</sup>

Wong ve ark.<sup>29</sup> ise 2003 yılında yaptıkları çalışmada, radyasyona bağlı kserostomisi olan ve rezidüel tükürük fonksiyonu devam eden 46 hastada ağız kuruluşunu gidermek için Akupunktur benzeri TENS modunda uyguladıkları TENS'in etkinliğini değerlendirmişlerdir. Geleneksel Çin tıbbi ilkelerine göre önceden seçilmiş akupunktur noktalarına uygulanan TENS tedavisi, 6 haftalık tedaviden sonra 2 hafta ara ile 12 haftalık bir süre boyunca devam etmiştir. Çalışmanın sonuçları, bu tedavi yönteminin tam tükürük üretimini iyileştirdiğini ve etkilerin tedavi tamamlandıktan sonra en az 6 ay boyunca sürdüğünü göstermektedir.

### SONUÇ

Sonuç olarak, TENS lokal anestezinin yerini almasa da çeşitli dental işlemler sırasında veya sonrasında ağrı kesici olarak kullanılabilir. Analjezik ve analjezik olmayan fizyolojik etkisi, maksillofasial bölgeyi etkileyen çeşitli durumların tedavisinde kullanılabilir.

### REFERANSLAR

1. Kasat V, Gupta A, Ladda R, Kathariya M, Saluja H, Farooqui A. Transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) in dentistry- A review. *J Clin Exp Dent* 2014;6:562-8.
2. Dissanayaka TD, Banerjee G, Johnson MI. A survey of the attitudes and beliefs about the use of TENS for pain management by physiotherapists working in two cities in Sri Lanka. *Patient Relat Outcome Meas* 2014;5:35-41.
3. Quarnstrom F. Electronic dental anesthesia. *Anesth Prog* 1992;39:162-77.
4. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965;150:971-9.
5. Reynolds DV. Surgery in the rat during electrical analgesia induced by focal brain stimulation. *Science* 1969;164:444-5.
6. Sluka KA, Walsh D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *J Pain* 2003;4:109-21.
7. Sluka KA, Deacon M, Stibal A, Strissel S, Terpstra A. Spinal blockade of opioid receptors prevents the analgesia produced by TENS in arthritic rats. *J Pharmacol Exp Ther* 1999;289:840-6.
8. Kalra A, Urban MO, Sluka KA. Blockade of opioid receptors in rostral ventral medulla prevents antihyperalgesia produced by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *J Pharmacol Exp Ther* 2001;298:257-63.
9. Dhindsa A, Pandit IK, Srivastava N, Gugnani N. Comparative evaluation of the effectiveness of electronic dental anesthesia with 2% lignocaine in various minor pediatric dental procedures: A clinical study. *Contemp Clin Dent* 2011;2:27-30.
10. Malamed SF, Quinn CL, Torgersen RT, Thompson W. Electronic dental anesthesia for restorative dentistry. *Anesth Prog* 1989;36:195-8.
11. Yap AU, Ho HC. Electronic and local anesthesia: a clinical comparison for operative procedures. *Quintessence Int* 1996;27:549-53.
12. Yap AU, Ong G. An introduction to dental electronic anesthesia. *Quintessence Int* 1996;27:325-31.
13. Roth PM, Thrash WJ. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation for controlling pain associated with orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986;90:132-8.
14. Quarnstrom F, Libed EN. Electronic anesthesia versus topical anesthesia for the control of injection pain. *Quintessence Int* 1994;25:713-6.

- 15.** Meechan JG, Gowans AJ, Welbury RR. The use of patient-controlled transcutaneous electronic nerve stimulation (TENS) to decrease the discomfort of regional anaesthesia in dentistry: a randomised controlled clinical trial. *J Dent* 1998;26:417-20.
- 16.** Varrese M, Guerrini G. Approach to electrical anesthesia: nine years of experience in odontostomatological surgery. *Anesth Prog* 1992;39:185.
- 17.** Quarnstrom FC, Milgrom P. Clinical experience with TENS and TENS combined with nitrous oxide-oxygen. Report of 371 patients. *Anesth Prog* 1989;36:66-9.
- 18.** Baghdadi ZD. Evaluation of electronic dental anesthesia in children. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88:418-23.
- 19.** teDuits E, Goepferd S, Donly K, Pinkham J, Jakobsen J. The effectiveness of electronic dental anesthesia in children. *Pediatr Dent* 1993;15:191-6.
- 20.** Oztas N, Olmez A, Yel B. Clinical evaluation of transcutaneous electronic nerve stimulation for pain control during tooth preparation. *Quintessence Int* 1997;28:603-8.
- 21.** Katch EM. Application of transcutaneous electrical nerve stimulation in dentistry. *Anesth Prog* 1986;33:156-60.
- 22.** Singla S, Prabhakar V, Singla RK. Role of transcutaneous electric nerve stimulation in the management of trigeminal neuralgia. *J Neurosci Rural Pract* 2011;2:150-2.
- 23.** Yameen F, Shahbaz NN, Hasan Y, Fauz R, Abdullah M. Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation and its different modes in patients with trigeminal neuralgia. *J Pak Med Assoc* 2011;61:437-9.
- 24.** Hansson P, Ekblom A. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) as compared to placebo TENS for the relief of acute oro-facial pain. *Pain* 1983;15:157-65.
- 25.** Mittal A, Masuria BL, Bajaj P. Transcutaneous electrical nerve stimulation in treatment of post herpetic neuralgia. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 1998;64:45-7.
- 26.** Hargitai IA, Sherman RG, Strother JM. The effects of electrostimulation on parotid saliva flow: a pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99:316-20.
- 27.** Steller M, Chou L, Daniels TE. Electrical stimulation of salivary flow in patients with Sjogren's syndrome. *J Dent Res* 1988;67:1334-7.
- 28.** Talal N, Quinn JH, Daniels TE. The clinical effects of electrostimulation on salivary function of Sjogren's syndrome patients. A placebo controlled study. *Rheumatol Int* 1992;12:43-5.
- 29.** Wong RK, Jones GW, Sagar SM, Babjak A, Whelan T. A Phase I-II study in the use of acupuncture-like transcutaneous nerve stimulation in the treatment of radiation-induced xerostomia in head-and-neck cancer patients treated with radical radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003;57:472-80.