

Klinik çalışma

The effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in preventing pain and complications in multiple rib fractures

Transkütan elektriksel sinir stimülasyonunun multipl kaburga kırıklarında ağrı ve komplikasyonları önlemedeki etkinliği

Hıdır Esme^{ID}, Mehmet Karaduman^{ID}

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Konya Şehir Hastanesi Göğüs Cerrahi Kliniği, Konya, Türkiye

Corresponding address: Dr. Hıdır Esme, drhesme@hotmail.com

How to cite: Esme H, Karaduman M. The effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in preventing pain and complications in multiple rib fractures. J Surg Arts 2024;17(1):1-5.

Received: 25.05.2023

Accepted: 04.07.2023

ABSTRACT

Rib fractures following blunt thoracic trauma cause severe pain. Serious complications such as inability to excrete respiratory secretions, atelectasis and pneumonia may occur due to pain. In this study, we aimed to investigate the effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) in relieving pain, improving lung function and preventing complications in patients with isolated multiple rib fractures.

The study included 50 patients with isolated thoracic trauma who were hospitalised in our Thoracic Surgery Clinic between March 2021 and December 2022. Patients were divided into groups as IV (Intravenous) Analgesia group and TENS group. VAS value at rest and peripheral O₂ saturation in room air were measured at 30 minutes after the analgesia method was applied, on 1st, 2nd and 3rd days of the treatment. On the third day, FEV1 value in pulmonary function test at rest was also measured.

Of the 50 patients who participated in the study, 28 were male and 22 were female. The mean age was 55.7 years. In the statistical study between the groups, the complication rate in group 2 was statistically significantly higher than in group 1. In addition, there was a statistically significant difference between the groups in terms of post-procedure 1st and 3rd day VAS values, 3rd day FEV1 value, 3rd day O₂ saturation and need for additional analgesia. There was no significant difference between the groups in terms of other parameters.

TENS therapy is an effective and reliable method to control pain in patients with uncomplicated and few rib fractures. However, when used alone in patients with multiple rib fractures and severe pain, it is inadequate and the need for additional analgesia increases.

Keywords: Rib fracture; TENS; complication

ÖZET

Künt toraks travmaları sonrası ortaya çıkan kaburga kırıkları şiddetli ağrıya neden olur. Ağrıya bağlı solunum yolu sekresyonlarının atılmaması, atelectazi ve pnömoni gibi ciddi komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Bu çalışmamızda izole multiple kaburga kırıklı hastalarda Transkütan Elektriksel Sinir Stimülasyonu'nun (TENS) ağrıyı giderme, akciğer fonksiyonlarını düzeltme ve komplikasyonları önlemedeki etkinliğini araştırmayı amaçladık.

Çalışmaya Mart 2021 ile Aralık 2022 arasında Göğüs Cerrahi Kliniğimizde yatarak tedavi gören, izole toraks travmalı 50 hasta dahil edildi. Hastalar İV (İntravenöz) Analjezi grubu ve TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) grubu olarak gruplara ayrıldı. Belirlenen analjezi yöntemi uygulandıktan sonra 30. dakikada,

tedavinin 1. gününde, 2. gününde ve 3. gününde istirahat halinde VAS değeri ve oda havasında periferik oksijen saturasyonu ölçüldü. Üçüncü gün aynı zamanda istirahat halinde solunum fonksiyon testinde bulunan FEV1 değeri ölçüldü.

Çalışmaya katılan 50 hastanın 28'i erkek, 22'si ise bayan idi. Ortalama yaş 55.7 idi. Gruplar arası yapılan istatistiksel çalışmada grup 2'de komplikasyon oranı istatistiksel olarak anlamlı şekilde grup 1'den daha fazla idi. Ayrıca işlem sonrası 1. ve 3. gün VAS değerleri, 3. gün FEV1 değeri, 3. gün O2 saturasyonu ve ilave analjezi ihtiyacı açısından gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı. Diğer parametreler açısından gruplar arasında anlamlı bir fark yoktu.

TENS tedavisi komplike olmayan ve az sayıda kaburga kırığı olan hastaların ağrısını kontrol etmede etkili ve güvenilir bir yöntemdir. Ancak çok sayıda kaburga kırığı olan ve şiddetli ağrısı olan hastalarda tek başına kullanıldığında yetersiz kalmakta ve ilave analjezi ihtiyacı artmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kaburga kırığı; TENS; komplikasyon

GİRİŞ

Kaburga kırıkları toraks travması sonrası en sık görülen klinik durumdur. Toraks travması sonrası hastaneye yatan hastaların çoğunluğunu oluşturur (1). Kaburga kırıkları eşlik edebilen komplikasyonlar sebebiyle oldukça geniş klinik yelpazelerle karşımıza çıkabilmektedir. Akciğer kontüzyonuna, hemotoraksa, pnömotoraksa ve akciğer laserasyonlarına yol açabilir (2). Buna ilave olarak oluşturdukları ağrıya bağlı olarak solunum mekaniğini etkilemeleri sonucunda solunum yolu sekresyonlarının atılamaması, atelektazi ve pnömoni gibi ciddi komplikasyonlara yol açarlar ve buna bağlı olarak toplum üzerinde ek hastalık yükü oluştururlar (3). Bu nedenle, yeterli analjezinin erken sağlanması, bu hastaların yönetiminde çok önemlidir.

Analjezik tedavinin temel taşları, parasetamol, non-steroid anti-inflamatuvar ilaçlar ve opioidler gibi oral ve intravenöz ilaçlardır (4). Bununla birlikte, şiddetli ağrısı olanlarda veya komorbiditeleri olan hastalarda, genellikle yeterli analjezi sağlamak ve opioidle ilişkili yan etkilerden kaçınmak için farklı prosedürlere ihtiyaç vardır (5). Ultrason eşliğinde interkostal sinir bloğu, erector spina düzlem bloğu ve TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) bu yöntemlerden bazılarıdır (6,7).

Bu çalışmamızda izole multiple kaburga kırıklı hastalarda TENS'in ağrıyı giderme, akciğer fonksiyonlarını düzeltme ve komplikasyonları önlemedeki etkinliğini araştırmayı amaçladık.

MATERYAL ve METOD

Çalışmaya Mart 2021 ile Aralık 2022 arasında Göğüs Cerrahi Kliniğimizde yatarak tedavi gören, izole toraks travmalı 50 hasta dahil edildi. Çalışmamıza Sağlık Bilimleri Üniversitesi Konya Şehir Hastanesi Eğitim Planlama Kurulundan (11.03.2021 tarihli Karar No: 03-04) onay alınarak başlandı. Çalışmamız "Helsinki Bildirisi"ne ve "İyi Klinik Uygulamalar Yönergesi"ne uygun olarak yürütülmüştür. Çalışmaya katılan tüm gönüllülerden bilgilendirilmiş gönüllü onam formu alındı. Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar, hastaneye yatış sırasında karşılaştırılması planlanan 2 analjezi yönteminden birine rastgele seçildi; Grup 1: İV (İntravenöz) Analjezi grubu,

Grup 2: TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) grubu.

20-80 yaş aralığında, araç içi trafik kazası, araç dışı trafik kazası, düşme, darp veya hayvan saldırısı sonucu künt travma geçiren, tek taraflı, 3 ve üzerinde kaburga kırığı olan, kardiyovasküler ve abdominal olarak stabil olan, mental durumu normal olan hastalar çalışmaya dahil edilirken; iki taraflı kaburga kırığı ve sternum kırığı olan, kardiyovasküler ve abdominal olarak stabil olmayan, cerrahi prosedür uygulanan, hemotoraks ve pnömotoraksı olan, karaciğer ve böbrek yetmezliği olan, sedatize ve entübe hastalar ise çalışma dışında tutuldu.

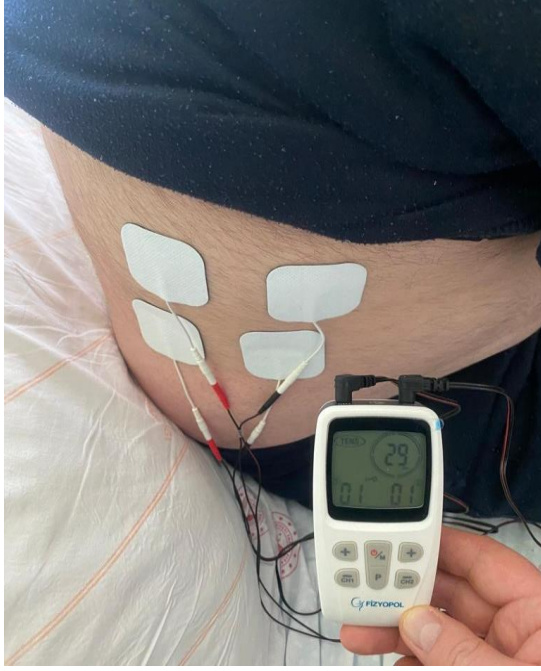
Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş, cinsiyet, travma nedeni, travma tarafı ve kaburga kırığı sayısı kaydedildikten sonra yapılacak işlem belirlendi. İşlem öncesi istirahat halinde VAS (Visual analog score) değeri, oda havasında periferik oksijen saturasyonu (SpO2) ve solunum fonksiyon testinde bulunan FEV1 değeri ölçüldü. İV analjezi grubuna günlük 100 mg/2 ml petidinhidroklorür 2 bölünmüş dozda ve 10 mg/ ml parasetamol günde 3 defa yapıldı.

TENS uygulanan hasta grubunda elektrotlar fraktür olan kaburgaların çevresine interkostal sinir hattı boyunca yerleştirildi. Uyarıcı (Dual Channel TENS, Fizyopol, Ankara, Turkey) 2-120 Hz frekans aralığında, 12 miliamper şiddetinde ve 0-80 milisaniye arasında basınç verebiliyordu. Biz 80 Hz, 12 ma ve 50 mikrosaniye ölçülerinde kullanıldı. Hasta yatışından yarım saat sonra ilk periyot verildi ve günde 2 defa 30 dk olacak şekilde 3 gün boyunca tedaviye devam edildi (Resim 1).

Analjezik yapılmasına rağmen ağrı şiddeti devam eden hastalara ilave analjezik olarak 20 mg tenoksikam, ağrı şiddetine göre günde en fazla 2 defa verildi. Belirlenen analjezi yöntemi uygulandıktan sonra 30. dakikada, tedavinin 1. gününde, 2. gününde ve 3. gününde istirahat halinde VAS değeri ve oda havasında periferik oksijen saturasyonu ölçüldü. Üçüncü gün aynı zamanda istirahat halinde solunum fonksiyon testinde bulunan FEV1 değeri ölçüldü.

Çalışmada elde edilen verilerin analizinde IBM-Statistical Package for Social Sciences (IBM-SPSS Inc., Şikago, IL, ABD) 20.0 programı kulla-

nıldı. İstatistiksel analizlerde kategorik değişkenlerin karşılaştırılması amacıyla kıkare testi kullanıldı. İki grup arasında sürekli değişkenlerin karşılaştırılması amacıyla Mann-Whitney U testi kullanıldı. Çalışmanın sonuçlarının özetlenmesinde, tanımlayıcı istatistik olarak kategorik değişkenler için frekans sıklıkları ve yüzdelikler, sürekli değişkenler için ise ortanca (min. - maks.) kullanıldı. Çalışmada istatistiksel anlamlılık sınırı olarak $p < 0,05$ olarak alındı.



Resim 1: 30. dakikada uyarı verecek şekilde ayarlanan çift kanallı TENS cihazı.

SONUÇLAR

Çalışmaya katılan 50 hastanın 28'i erkek, 22'si ise bayan idi. Ortalama yaş 55.7 idi. Travma nedeni 22 hastada düşme, 20 hastada araç içi trafik kazası, 4 hastada araç dışı trafik kazası, 3 hastada hayvan saldırısı ve 1 hastada darp idi. Kaburga kırığı sayısı minimum 3 iken maksimum 6 idi. Ortalama kaburga kırığı sayısı 3.45 idi. Kaburga kırıkları 27 hastada sağ tarflı iken, 23 hastada sol tarflı idi. Hastanede yatış süresi en az 4 gün iken, en fazla 7 gün idi. Ortalama hastanede yatış süresi 4.56 gün idi. Hastaların yatışı sırasında 4'ünde komplikasyon gelişti (Tablo 1).

TENS uygulanan grupta 2 hastada atalektazi ve 1 hastada pnömoni gelişirken, İV anajezi grubunda 1 hastada atalektazi gelişti. Her 2 gruptaki işlem öncesi ve işlem sonrası SFT, oda havasında periferik oksijen saturasyonu, VAS değerleri ve ilave analjezi ihtiyacı Tablo 2'de gösterildi. Gruplar arası yapılan istatistiksel çalışmada grup 2'de komplikasyon oranı istatistiksel olarak anlamlı şekilde grup 1'den daha fazla idi. Ayrıca işlem sonrası 1. ve 3. gün VAS değerleri, 3. gün FEV1 değeri, 3. gün O2 saturasyonu ve ilave analjezi ihtiyacı açısından gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı.

Diğer parametreler açısından gruplar arasında anlamlı bir fark yoktu.

TARTIŞMA

Travma dünya çapında önde gelen bir ölüm ve sakatlık nedenidir. Göğüs travması bu ölümlerin %20'sinden fazlasını oluşturmaktadır (8). Acil servislere yapılan tüm travma başvurularının %15'inden fazlası künt göğüs travması sonucu meydana gelir ve hastaların %60-80'inde kaburga kırıkları görülür (9). Kaburga kırıkları şiddetli bir göğüs ağrısı kaynağıdır ve yaralanma şiddetinin önemli göstergesidir (10). İspirasyon sırasında göğüs ağrısı, yaralanmayı takiben ortaya çıkan ana semptomdur ve ventilasyonu olumsuz yönde etkiler (9). Derin nefes alamama, öksürmememe ve sekresyonları etkili bir şekilde temizleyememe ile sonuçlanır (11). Pulmoner komplikasyon riski yükselir, hastanede kalış süresi ve maliyetler artar (12-14).

Komplikasyonları önlemek ve hastanın tedaviye uyumunu artırmak için erken ve etkili bir ağrı yönetimi esastır (9,11). Ağrı kontrol seçenekleri çeşitlidir ve farmakolojik ve nonfarmakolojik alternatifleri içerir (13). Farmakolojik tedaviler arasında en sık kullanılan narkotik ve nonsteroid antiinflatuar ilaçlar, kaburga kırıklarında etkili analjeziye sahip olmakla birlikte sıklıkla ciddi yan etkilere sahiptir. Bu yan etkiler mide asiditesinde artma, sedasyon, bulantı, kusma, kabızlık, solunum depresyonu ve bağırsak dismotilitesidir (14-16).

Farmakolojik olmayan terapötik müdahaleler, akut kaburga kırıklarını takiben ağrı yönetimi ve fonksiyon rehabilitasyonunda tüm rehabilitasyon ve tedavi yöntemlerini ifade eder. Bu müdahalelerin kullanılması, farmakolojik tedavi ilişkili potansiyel olumsuz yan etkileri ortadan kaldırarak hassas popülasyonlara fayda sağlar (16). Farmakolojik olmayan yöntemler arasında TENS, akupunktur, fizyoterapi modaliteleri ve noninvaziv ventilasyon yer alır.

TENS, cilde yerleştirilen elektrodlar aracılığıyla, cilt yoluyla sinir sistemine kontrollü ve düşük voltajlı elektrik akımı uygulama yöntemidir (17). Bu analjezik etki çeşitli teorilerle açıklanmıştır. Teorilerden biri kapı-kontrol teorisidir. Bu teoriye göre kalın A lifleri ile omuriliğin arka boynuzuna taşınan, düşük eşik değerli mekanoreseptörlerden gelen şiddetli duyuşal uyarılar, nosiseptörlerin aktivitesini baskılamaktadır. Kalın A lifleri dokunma, basınç, vibrasyon ve elektriksel duyuşları içermekte olup, bu lifler ile taşınan uyarılar ağrı oluşturmaz. Bu mekanizmaya göre, yüksek frekanslı düşük yoğunluktaki TENS uygulaması ile uyarılan kalın A lifleri, spinal kapının kapanmasına yol açarak ağrının beyin tarafından algılanmasını önlemektedir. Bir diğer teori ise duyuşal sinirlerin düşük frekanslı yüksek yoğunluktaki TENS ile uyarılması endorfin salınımını artırmakta, böylece ağrının algılanması azalmaktadır (18,19).

Tablo 1: Hastaların klinik özellikleri.			
	Grup 1	Grup 2	P değeri
Yaş	52.53	56.82	0.276
Cinsiyet (Erkek/Kadın)	15/12	13/10	0.865
Travma nedeni			0.085
Düşme	12	10	
Araç içi trafik kazası	9	11	
Araç dışı trafik kazası	2	2	
Darp	3	1	
Travma tarafı (sağ/sol)	14/12	13/11	0.968
Kaburga kırığı sayısı	4.02	3.60	0.650
Komplikasyon	1	3	0.025
Hastane yatış süresi	4.25	4.97	0.686

Tablo 2: Gruplar arası parametrelerin karşılaştırılması.			
	Grup 1	Grup 2	P değeri
İÖ VAS	7.23	6.67	0.098
İÖ O ₂ saturasyonu	91	94	0.125
İÖ FEV1	1655	1560	0.765
İS 30.dk VAS	6.56	6.38	0.456
İS 30. dk O ₂ saturasyonu	92	94	0.078
İS 1. gün VAS	5.12	7.85	0.045*
İS 1. gün O ₂ saturasyonu	93	92	0.654
İS 2. gün VAS	4.96	6.02	0.780
İS 2. gün O ₂ saturasyonu	94	93	0.769
İS 3. gün VAS	3.20	5.85	0.015*
İS 3. gün O ₂ saturasyonu	95	92	0.035*
İS 3. gün FEV1	1950	1675	0.002*
İlave analjezi ihtiyacı	2.34	5.75	0.024*
İÖ: İşlem öncesi, İS: İşlem sonrası, *: p<0.05			

TENS son dekatlarda akut ve kronik ağrıda etkili bir şekilde kullanılmaktadır. TENS çok şiddetli ağrıların giderilmesi için yeterli değildir, ancak sinir, solunum veya kas-iskelet sistemlerinin kronik ağrı durumlarının (osteoartrit ve nöropatik ağrı sendromları gibi) kontrolünde etkili bir şekilde kullanılmıştır (14,20-23). Ayrıca laserasyon, kırık, hematoma, kontüzyon veya cerrahiye bağlı akut ağrıya karşı toleransı artırır (24,25). Sloan ve arkadaşları, kaburga kırığı olan hastalarda TENS'in ağrıyı kontrol etmekte ve solunum fonksiyonunu iyileştirmede etkin olduğunu belirtmişlerdir (26). Öncel ve arkadaşları çalışmalarında komplike olmayan hastalarda TENS'in etkili ve güvenli bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (27). Ordog ve ark. çalışmalarında fraktür, hematoma, laserasyon olan künt toraks travmalarında TENS grubu ile İV analjezi kullanılan grup arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir (28). Çalışmamızda işlem sonrası 1. ve 3. gündeki VAS değerleri TENS grubunda İV analjezi grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek idi. TENS konusunda yapılan çalışmalarda TENS'in ağrı kontrolünde güvenle kullanılacağı, ancak şiddetli ağrıda etkinliğinin az olduğu belirtilmiştir

(16,29,30). Kaburga kırıkları çok sayıda ve deplase ise çok şiddetli ağrıya neden olabilmektedir. Çalışmamızda ilave analjezi ihtiyacının İV analjezi grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek oluşu, TENS'in kaburga kırıklarına bağlı şiddetli ağrıların giderilmesinde yetersiz olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak, TENS tedavisi komplike olmayan ve az sayıda kaburga kırığı olan hastaların ağrısını kontrol etmede etkili ve güvenilir bir yöntemdir. Ancak çok sayıda kaburga kırığı olan ve şiddetli ağrısı olan hastalarda tek başına kullanıldığında yetersiz kalmakta ve ilave analjezi ihtiyacı artmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Henry TS, Kirsch J, Kanne JP, Chung JH, Donnelly EF, Ginsburg ME, et al. ACR Appropriateness Criteria Rib Fractures. J Thorac Imaging 2014;29:364-366.
2. Kamry-Jones R., Jurkovich GJ. Blunt Chest Trauma. Curr Probl Surg. 2004;41:223-380.
3. Senn-Reeves JN, Staffileno BA. Long-term Outcomes After Blunt Injury to the Boney Thorax. J Trauma Nurs. 2013;20:56-64.

4. Galvagno SM, Smith CE, Varon AJ, et al. Pain management for blunt thoracic trauma: a joint practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma and Trauma Anesthesiology Society. *J Trauma Acute Care Surgery* 2016;81:936-951.
5. Ho AM, Karmakar MK, Critchley LAH. Acute pain management of patients with multiple fractured ribs: a focus on regional techniques. *Current Opinion in Critical Care* 2011;17:323-327.
6. Karmakar MK, Ho AM. Acute pain management of patients with multiple fractured ribs. *J Trauma*.2003;54:615-625.
7. Thiruvengkatarajan V, Cruz Eng H, Adhikary SD. An update on regional analgesia for rib fractures. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2018;31:601-607.
8. Zimmerman A, Fox S, Griffin R, Nelp T, Thomaz E, Mvungi M, et al. An analysis of emergency care delays experienced by traumatic brain injury patients presenting to a regional referral hospital in a low-income country, *PLoS One* 2020;15(10), e0240528.
9. Dogrul BN, Kiliccalan I, Asci ES, Peker SC. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview', *Chinese Journal of Traumatology* 2020;23(3):125-138.
10. Witt CE, Bulger EM. Comprehensive approach to the management of the patient with multiple rib fractures: A review and introduction of a bundled rib fracture management protocol', *Trauma Surgery & Acute Care Open* 2017;2(1):1-7.
11. Kim M, Moore JE. Chest trauma: Current recommendations for rib fractures, pneumothorax, and other injuries', *Current Anesthesiology Reports* 2020;10(1):61-68.
12. Ekpe EE, Eyo C. Overview of blunt chest injury with multiple rib fractures', *British Journal of Medicine & Medical Research* 2016;12(8):1-15.
13. Farley P, Griffin RL, Jansen JO, Bosarge PL. Quantifying pain associated with rib fractures, *Journal of Surgical Research* 2020;246:476-481.
14. Pharaon KS, Marasco S, Mayberry J. Rib fractures, flail chest, and pulmonary contusion', *Current Trauma Reports* 2015;1(4):237-242.
15. Haenel JB, Moore FA, Moore EE, Sauaia A, Read RA, Burch JM. Extrapleural bupivacain for amelioration of multiple rib fracture pain. *J Trauma*. 1995;38:22-27.
16. Benedetti F, Amanzio M, Casadio C, Cabvallo A, Cianci R, Giobbe R, et al. Postthoracoscopy pain: is TENS the answer? *Ann Thorac Surg* 1997;63:773-776.
17. Coşkun-Çelik E. Medulla spinalis yaralanmalı hastalardaki nöropatik ağrıya akupunktur benzeri TENS'in etkisi. *Uzmanlık Tezi*, 2005, İstanbul.
18. Köke AJ, Schouten JS, Lamerichs-Geelen MJ, Lipsch JS, Waltje EM, van Kleef M, et al. Pain reducing effect of three types of transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with chronic pain: A randomized crossover trial. *Pain* 2004;108(1-2):36-42.
19. DeSantana JM, Walsh DM, Vance C, Rakel BA, Sluka KA. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation. *Curr Rheumatol Rep* 2008;10(6):492-499.
20. Blackall GF. Physical methods of pain management. In: Raj PP, editor. *Practical management of pain*, 3rd ed. St Louis: Mosby Inc, 2000. p:523-543.
21. Meyler WJ, De Jongste MJL, Rolf CAM. Clinical evaluation of pain treatment with electro stimulation: a study on TENS in patients with different pain syndromes. *Clin J Pain* 1994;10:22-27.
22. Lewis B, Lewis D, Cumming G. The comparative analgesic efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation and a non-steroidal anti-inflammatory drug for painful osteoarthritis. *Br J Rheumatol* 1994;33:455-460.
23. Carroll D, Tramer M, McQuay H, Nye B, Moore A. Transcutaneous electrical nerve stimulation in labour pain: a systematic review. *Br J Obstet Gynaecol* 1997;104:169-175.
24. VanderArk GD, McGrath KA. Transcutaneous electrical nerve stimulation in treatment of postoperative pain. *Am J Surg* 1975;130:338-340.
25. Cooperman AM, Hall B, Mikalacki K, Hardy R, Sardar E. Use of transcutaneous electrical nerve stimulation in control of postoperative pain. *Am J Surg* 1977;133:185-187.
26. Sloan JP, Muwanga CL, Waters EA, Dove AF, Dave SH. Multiple rib fractures: transcutaneous nerve stimulation versus conventional analgesia. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care* 1986;26(12):1120-1122.
27. Oncel M, Sencan S, Yildiz H, Kurt N. Transcutaneous electrical nerve stimulation for pain management in patients with uncomplicated minor rib fractures. *European Journal of CardioThoracic Surgery* 2002;22(1):13-17.
28. Ordog GJ. Transcutaneous electrical nerve stimulation versus oral analgesic: a randomized double-blind controlled study in acute traumatic pain. *American Journal of Emergency Medicine* 1987;5(1):6-10.
29. Rooney SM, Jain S, Goldiner PL. Effect of transcutaneous nerve stimulation on postoperative pain after thoracotomy. *Anesth Analg* 1983;62:1010-1012.
30. Stubbing JF, Jellicoe JA. Transcutaneous electrical nerve stimulation after thoracotomy. Pain relief and peak expiratory flow rate-a trial of transcutaneous electrical nerve stimulation. *Anaesthesia* 1988;43:296-298.