

Lomber spinal cerrahi sonrası ağrının azaltılmasında en ekonomik yöntem: Soğuk kompresyon uygulaması

Cem Atabey(*), Emre Zorlu(**), Hüseyin Kurt(**), Selçuk Göçmen(***), Dilek Ünsal(**), Cem Dinç(****), M. Nusret Demircan(*****)

ÖZET

Giriş: İnsanlığın var olduğu dönemden günümüze, ağrı ve onun tedavisi tıbbın en önemli konusu olmuştur. Ağrı tedavisi için birçok yöntem uygulanmıştır. Spinal cerrahide tedavinin temel amacı da hastanın ağrısını geçirmek, günlük aktivitesine en kısa sürede dönmesini sağlamaktır. Ancak uygulanan tedaviden bağımsız olarak postoperatif şiddetli ağrı ortaya çıkar. Özellikle paravertebral kaslarda otomatik ekartörlerin uzun süreli kullanımı ve inflamatuvar doku yanıtı bunda etkilidir. Bu sebeple postoperatif kuvvetli nonsteroid ve narkotik analjezikler kullanılmak zorunda kalmaktadır. Uygulanan tedavilerin yan etkileri dışında mali açıdan da bir başka problemi yanında getirmektedir.

Amaç: Yumuşak doku travmalarında ağrı ve ödemi azaltmak için buz tedavisi uygulaması bilinen çok eski bir yöntemdir. Bizde bu çalışmamızda hastaların uzamış paravertebral kas ekartasyonuna bağlı postoperatif ağrılarını soğuk kompresyon uygulaması ile azaltmayı, hasta memnuniyetini arttırmayı ve verilen ilaç dozlarını azaltmayı hedefledik.

Metot: Kliniğimizde lomber spinal cerrahi yapılmış 60 hasta üzerinde randomize prospektif klinik çalışma yaptık. Cerrahi süresi, paravertebral kas ekartasyon süresi, nonsteroid veya narkotik analjezik kullanımı kaydedildi. Ağrı seviyeleri VAS skorlama yöntemi ile ölçüldü. Grup1 hastalara postoperatif 3 gün süreyle günde 4 defa 20 dakikalık seanslar halinde soğuk kompresyon uygulandı. Soğuk kompresyon uygulaması; piyasadan temin edilmiş olan 300g'lık standart buz aküleriyle, hasta lateral dekübit pozisyonunda iken cerrahi yara yeri pansumanı üzerinden bilateral paravertebral kasları kapatacak şekilde lokal uygulandı. Grup 2 (kontrol grubu) hastalar sadece medikal tedavi aldı. Postoperatif VAS₂₄, VAS₄₈, VAS₇₂ değerleri körieme olarak kaydedildi.

Sonuç: Çalışma ve Kontrol gruplarının VAS₀ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (p>0,05). Gruplar arası VAS₂₄₋₄₈₋₇₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (p<0,05). Uzamış paravertebral kas ekartasyonuna bağlı gelişen postoperatif bel ağrılarının tedavisinde soğuk kompresyon uygulaması basit, ucuz, güvenli ve etkili bir yöntem olup hastaların postoperatif ağrılarını ve narkotik analjezik ihtiyaçlarını azaltmaktadır. Spinal cerrahinin farklı uygulamalarında bu metot denenebilir.

Anahtar Kelimeler: Ağrı, Cerrahi, Lomber Spinal, Soğuk uygulama, Bölgesel

SUMMARY

The cheapest way of the pain management after lumbar spinal surgical procedures: cold pack application

The main purpose of surgical treatment of lumbar spine is to relieve the patient's pain, and to return the daily activity as soon as possible comfortably. In the postoperative period, severe pain due to long term use of paravertebral automatic retractors and inflammatory response occurs. We have to use nonsteroidal antiinflammatory drugs and narcotic analgesics for the pain. Besides the side effects of this treatment, another problem is encountered in financial viable. After soft tissue trauma to reduce pain and edema, ice applications is a well-known method. In our study, we aim to reduce the postoperative pain which depends on prolonged retraction of paravertebral muscles with the cold compression application, and to increase patient satisfaction and to reduce the dose of the drugs.

We performed a prospective randomized study on 60 patients underwent the lumbar spinal surgery in our clinic. Duration of surgery and paravertebral muscle retraction, use of narcotic analgesics or nonsteroidal anti-inflammatory drugs were recorded. Pain levels were measured by VAS scoring. Patients in group 1 (study group) were applied cold compression postoperative 4 times a day for 3 days in case of 20-minute sessions. Cold compression application was performed with 300g standards ice packs which are commercially available. Ice packs were applied locally through the surgical wound dressing covering bilateral paravertebral muscles while the patient is in lateral decubitus position. Patients in group 2 (control group) received only medical treatment. Postoperative VAS 24, 48, 72 time values were recorded.

There is no statistically significant difference between the VAS 0 value of the control and study groups (p>0,05). There is a statistically significant difference between the VAS 24, 48, 72 values of the control and study groups (p <0.05). Cold compression therapy in the treatment of postoperative back pain due to prolonged paravertebral muscle retraction is simple, inexpensive, safe and effective method of postoperative pain and narcotic analgesic needs of patients decreases. This method can be tried in different areas of spinal surgery.

Keywords: Pain, Surgery, Lumbar spine, Cold compression, Local

* Ankara Asker Hastanesi, Nöroşirürji Srv.

** GATA Haydarpaşa Eğt.Hst., Nöroşirürji Srv

*** Özel Denizli Cerrahi Hastanesi

**** Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirürji AD

***** Bolu Özel Çağsu Hastanesi

Ayrı Basım İsteği: Doç.Dr.Cem ATABEY,
Ankara Asker Hastanesi,Nöroşirürji Srv.,
İrfan Baştuğ Cad.
Dışkapı/Altındağ, Ankara
e-mail: catabey@gata.edu.tr

Makalenin Geliş Tarihi: Jul 08, 2015 • Kabul Tarihi: Aug 12, 2015 • Çevrim İçi Basım Tarihi: 18 Mart 2016

Giriş

Ağrı ve tedavisi, insanlığın var olduğu dönemden günümüze tıbbın en önemli konusu olmuştur. Öyle ki antik yunan mitolojisinde Asklepios'un kızı tanrıça Panacea'nın her türlü ağrıyı dindirdiği bilinmektedir. Ağrı tedavisi için birçok farklı yöntem uygulanmıştır ve halen uygulanmaktadır. Nöroşirürji biliminin felsefesi, hastaların ağrılarını dindirmek üzerine kurulmuştur. Nöroşirürji pratiği içinde yer alan Lomber spinal cerrahide tedavinin temel amacı da hastanın ağrısını geçirmek, günlük aktivitesine en kısa sürede dönmesini sağlamaktır. Hastaların en önemli beklentileri de uygulanan ameliyattan sonra ağrısız bir yaşamdır.

Ancak her cerrahi işlemden olduğu gibi özellikle spinal cerrahi sonrasında da yoğun postoperatif ağrı ortaya çıkmaktadır. Bu ağrının ortaya çıkmasında birçok faktör rol oynar. Bunlardan bir tanesi postoperatif inflamatuvar doku yanıtıdır.(1) Nötrofil migrasyonu sonrası serbest oksijen radikalleri ve proteolitik enzimler ortaya çıkmakta, bunlarda nöronal irritasyona ve ağrıya neden olmaktadır.(2) Diğer bir etken de, spinal cerrahi sırasında paravertebral kaslara konulan otomatik ekartör sistemlerinin uzun süreli kullanılmasıdır. Uzamış paravertebral kas ekartasyonu sonucu paravertebral kaslarda ödem ile inflamasyon görülmektedir.(3) Uzamış paravertebral kas ekartasyonuna bağlı postoperatif dönemde istenmeyen şiddetli bel ağrıları hastaların ameliyat öncesi tüm beklentilerini ortadan kaldırmaktadır. Bu durum, erken postoperatif dönemde hem hasta hem de cerrah için sık karşılaşılan ve can sıkıcı olan bir durumdur. Bu yüzden erken postoperatif dönemde hastalara yoğun, kuvvetli analjezik tedaviler ve hatta narkotik analjezikler kullanılmak zorunda kalmaktadır.(4) Uygulanan analjezik tedavilerin yan etkileri dışında, ekonomik açıdan da olumsuz etkisi vardır.

Milattan önce başlayan insanlık tarihinde, yumuşak doku travmalarında buz ve kar tedavisi uygulanan, ağrı ve ödemi azalttığı bilinen bir gerçektir. Bizde bu çalışmamızda hastaların uzamış paravertebral kas ekartasyonuna bağlı postoperatif ağrılarını soğuk kompresyon uygulaması ile azaltmayı ve hasta memnuniyetini arttırmayı, aynı zamanda verilen ilaç dozlarını azaltmayı hedefledik.

Gereç ve Yöntem

Yeditepe Üniversitesi Etik kurulundan (08/05/2012 gün ve Etik Krl no:185) onay alınarak, Haziran 2012 ile Aralık 2012 ayları arasında, kliniğimizde uzun süreli paravertebral kas

ekartasyonu ile yapılan lomber spinal cerrahi (posteriordan enstrümantasyon uygulanmış anterior spondilolistezis, retrolistezis ve spinal dar kanal) tedavi yapılmış 60 hasta üzerinde randomizeprospektif klinik çalışma yapıldı. Lomber disk hernisi, travma, enfeksiyon ve metastatik vertebra tümörü etiyojisine bağlı cerrahi uygulanan hastalar çalışma dışında tutuldu. Ayrıca cerrahi prosedür sırasında dural yaralanma olup BOS fistülü gelişen hastalar da bu çalışmaya alınmadı.

Çalışmaya katılan hastalar randomize olarak çalışma grubu (Grup1) ve kontrol grubu (Grup 2) olarak iki gruba ayrıldı. Hastaların demografik özellikleri, devamlı kullandığı ilaçlar, primer tanısı, cerrahi süresi, paravertebral kas ekartasyon süresi, klinikte kullanılan ilaçlar, ek narkotik veya analjezik ilaç kullanımı kaydedildi. Ağrı seviyeleri visuel analog skorlama (VAS) yöntemi ile ölçüldü. Hastadan 0-10cm arasında ağrısının şiddetine göre bir noktayı işaretlemesi istendi (0cm-hiç ağrı yok, 10cm-çok şiddetli ağrı var olarak kabul edildi) .

Grup1 ve 2 hastaların VAS-0 değerleri, genel anesteziyenin uyardıktan 3 saat sonra fizyoterapist tarafından kaydedildi. Daha sonradan klinik hemşiresi tarafından Grup1 hastalara lomber spinal cerrahi sonrası 3 gün süreyle günde 4 defa 20 dakikalık seans halinde soğuk kompresyon uygulandı.(5) Soğuk kompresyon uygulaması piyasadan temin edilmiş olan 300g'lık standart buz aküleriyle (Resim1), hasta lateral dekübit pozisyonunda iken cerrahi yara yeri pansumanı üzerinden bilateral paravertebral kasları kapatacak şekilde lokal uygulandı (Resim 2). Grup2 hastalara ise sadece medikal tedavi verildi.

Grup1 ve 2 hastaların tümüne düzenli analjezik ve antiinflamatuvar tedavi amacıyla *tenoksikam* 20mg amp (1x1) IV infüzyon veya *parasetamol* 10mg flakon (1x1) IV infüzyon, *metamizol sodyum* 2,5mg amp (3x1) IM ve şiddetli ağrısı olan hastalar ile tedavinin yetersiz kaldığı durumlarda ek doz analjezik veya *pentidin HCl* 100mg amp IM (1x1/2) yapıldı. Şiddetli ağrı nedeniyle kullanılan ek analjezik ilaçların cinsi ve miktarı kaydedildi.

Tüm hastaların postoperatif 24, 48, ve 72. saatte VAS değerleri körleme olarak, bir fizyoterapist tarafından düzenli olarak kaydedildi.



Resim 1. Bez torba içerisinde yerleştirilmiş 300g'lık buz aküsü)

İstatistikler

Ağrının değerlendirilmesinde samples t testi ve independent samples t testi kullanılmıştır.

Bulgular

Grup1' de 11 erkek, 19 kadın hasta; Grup2' de 7 erkek, 23 kadın hasta vardı. Grup1'in ortalama yaşı 61,43; Grup2' nin ortalama yaşı 60, 67 idi. Hastalara ait olan tüm demografik bilgiler Tablo I' de özetlendi. Grup1'de ortalama ekartasyon süresi 2,1 saat, Grup2'de ortalama ekartasyon süresi 2,4 saattir (Tablo II).

Tablo I. Çalışma ve Kontrol gruplarının demografik dağılımı

	cinsiyet	yaş (ortalama)
çalışma grubu	E:11 K:19	61,43
kontrol grubu	E:7 K:23	60,67

Tablo II. Çalışma ve Kontrol gruplarında uygulanan ortalama kas ekartasyon süreleri

	ekartasyon süresi (saat) (ortalama)
çalışma grubu	2,1
kontrol grubu	2,4

Hastaların hiçbiri çalışma sırasında soğuk kompresyon uygulamasını kesmemiş veya çalışmadan çıkarılmadı. Hiçbir hastada primer cerrahiye ait bir komplikasyon gelişmediği gibi soğuk kompresyon uygulamasına bağlı olarak da bir komplikasyon görülmedi. Grup1' de ek analjezik ilaç kullanan 4 hasta olup, Grup2' de tüm hastalar ek analjezik tedaviye ihtiyaç duydu.

VAS değerleri postoperatif 3. saatte Grup1 ve Grup2' de 9,53:9,71; 24. saatte 6,23:8,51; 48. saatte 4,25:7,45; 72. saatte 2,46:5,93' dü. Kontrol ve çalışma gruplarının VAS-0, VAS 24, VAS 48, VAS 72 ve ekartasyon süreleri independent samples t-test ile % 95 güvenilirlik aralığında karşılaştırıldı. Çalışma ve kontrol gruplarının VAS-0 değerleri arasında istatistiksel



Resim 2. Lateral dekübitis pozisyonunda yatan hastaya pansuman üzerinden bilateral olarak uygulanan buz akülerinin pozisyonu

olarak anlamlı bir fark yoktu ($p > 0,05$). Çalışma ve kontrol gruplarının VAS 24, VAS 48, VAS 72 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı ($p < 0,05$) (Tablo III).

Tablo III. Çalışma ve Kontrol gruplarının VAS0 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Gruplar arası VAS24-48-72 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p<0,05$).

	VAS-0	VAS24	VAS48	VAS72
çalışma grubu	9,53	6,23	4,25	2,46
kontrol grubu	9,71	8,51	7,45	5,93

Tartışma

Ağrı, insanlık tarihi boyunca en başta gelen sağlık sorunlarından biri olup tedavisi de önemli bir yere sahip olmuştur. Ağrının mekanizması tam olarak çözülememiş ve birbirinden farklı mekanizmaların etkili olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir.(6) Cerrahi sonrası ağrının oluşmasında da birçok farklı mekanizma rol oynamakta, ancak esas mekanizmanın ne olduğu halen tam olarak ortaya konulamamıştır.Bu nedenle de postoperatif ağrıyı dindirmek için farklı tedavi yöntemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Analjezikler, Narkotikler, Lokal anestezipler, Pulsed radyofrekans, Kriyoterapi bilinen ve sıkça uygulanan yöntemlerdir ve tedavi yöntemi ne olursa olsun amaç hastanın ağrısız ve rahat bir dönem geçirmesini sağlamaktır.(7)Postoperatif ağrının tedavisinde bu yöntemler uygulanabilirken kontrendike olduğu zamanlarda uygulanamayabilir.

Cerrahi sonrası ortaya çıkan inflamasyonda nötrofil migrasyonu ile serbest oksijen radikalleri ve proteolitik enzimler gibi sitotoksik ürünler ortaya çıkar. Bu da nöronal irritasyona ve ağrıya neden olur. Nötrofil migrasyonuna ise somatik hücre hasarı sonrası ortaya çıkan IL-6, polimorfonükleer elastaz sebep olur. Kriyoterapi bu noktada erken inflamatuvar yanıtı azaltarak ağrı üzerine etkisini göstermektedir.(8) Cerrahi bölgedeki dokunun vasküler perfüzyonunu ve hücrel metabolizmayı azaltır. Bir diğer etkisi de soğukun sinir liflerindeki iletiyi azaltmasıdır. Konuyla ilgili bir diğer teoride Melzac-Wall' un kapı kontrol teorisidir.(9) Cerrahi sonrasında; hasar görmüş hücrelerden salınan potasyum (K+), serotonin ve histamin (H+) ile hasar görmüş damarlardan salınan bradikinin (BK) terminal ağrı reseptörlerini (nosiseptör) aktive eder. Bradikinin nosiseptif uçlardan prostaglandin (PG) salınımını başlatır. Prostaglandin nosiseptör duyarlılık ve damar geçirgenliğini artırarak primer hiperalejiyi ortaya çıkarır. Hasarlı bölgede uyarılan afferentler sonucunda substance-P salınımı olur ve bu da PG salınımına yol açar.(10)

Postoperatif dönemde genellikle intravenöz analjezi, hasta kontrollü epidural analjezi ve kontrollü salınımlı opioidler kullanılmaktadır.(7) Non steroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAID) da postoperatif ağrı tedavisinde önemli bir yere sahiptir.(10) Günlük cerrahi pratiğimizde hastalarımızda ağrı kontrolü için farklı analjezik ve NSAID'ları sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada uzun yıllardır farklı ağrıların tedavisinde kullanılan ve basit bir tedavi yöntemi olan lokal buz uygulaması ile soğutma

tekniklerini kullanarak uzun süren spinal cerrahiler sırasında uzun süreli paravertebral kas ekartasyonuna bağlı olarak ortaya çıkan ağrıyı geçirmek hedeflenmiştir.Paravertebral kas ekartasyon süresi uzadıkça cerrahi bölgesinde yumuşak doku travmalarında olduğu gibi ödem ve inflamasyon artmaktadır. (11, 12) Bu sebeple özellikle spinal cerrahi uygulanmış olan hastaların ameliyat bölgelerinde postoperatif ağrı ortaya çıkmakta ve ek doz analjezik tedavisi ihtiyacı olmaktadır.

Buz ve soğuk kompresyon uygulamaları milattan önce dönemlerden günümüze kadar ağrının tedavisinde farklı yerlerde kullanılmıştır.(13) Literatüre baktığımızda buz ve soğuk tedavilerine yönelik çalışmaların ortopedik cerrahi prosedürlerden özellikle artroskopik cerrahi sonrasında sıklıkla yapıldığı görülmektedir. Özellikle kriyoterapinin ağrıyı azalttığı yönünde çok sayıda çalışma vardır. Halvorson ve ark. ortopedik cerrahilerde sürekli kriyoterapinin optimal etkinliğine dikkat çekerken(5), Raynor ve ark.'larının yaptığı meta-analiz çalışmasında çapraz bağ cerrahisi sonrası kriyoterapinin etkin olduğu anlamlı olarak bulunmuştur.(14) Bunlara rağmen tam tersini savunan yazarlar da vardır. Beynon ve ark.ları kriyoterapinin hiç etkili olmadığını ifade etmiştir.(15) Ancak literatürü incelediğimizde artroskopik cerrahi sonrası kriyoterapi uygulamasının ağrı üzerine daha etkili olduğuna dair olan yazılar çoğunluktadır. Fakat spinal cerrahilerden sonra soğuk uygulamasına yönelik literatüre rastlanmamıştır. Bu çalışmada, literatürden farklı olarak postoperatif paravertebral kas ağrısı üzerinde durulmuştur. Hastaların preoperatif ve postoperatif bel ağrıları değerlendirildiğinde hastaların bel ağrılarında postoperatif dönemde bir artış gözlenmiş ve bu da paravertebral kas ekartasyonuna bağlanmıştır. Özellikle postoperatif inflamasyon ve ödemin ağrı üzerindeki etkisi bilinen bir gerçektir. Soğuk uygulamasının da antiinflamatuvar ve ödem çözücü etkisi bilinen bir tedavi yöntemidir. Bu çalışmada hastaların soğuk kompresyon uygulaması ile birlikte çok kısa sürede ağrıların hafiflediği ve ek olarak narkotik analjezik tedavi ihtiyaçlarının olmadığı gözlenmiştir.

Soğuk tedavisi Cryoterapi olarak bilinen Algolog ve Fizyoterapistlerce sık uygulanan bir tedavi yöntemi olup farklı teknikler kullanılmaktadır. Aralıklı ve devamlı bölgesel soğuk uygulama olduğu gibi tüm vücudu soğutan sistemler de geliştirilmiş ve hepsinde de hastanın ağrıların azaltmak amaçlanmıştır. Lehmann ve Lateur, 10 dk.dan daha uzun süreyle devamlı soğuk uygulama tekniklerini kullanmışlar. (16) Brandner ve ark.ları da Temptek T-1000 soğutma cihazı kullanarak spinal cerrahi sonrası hastaların ağrıların azaltmayı denemişlerdir.(12) Kullenberg ve ark.ları da üç gün süreyle artroplasti yapılmış olan hastalara cryocuff ile soğuk uygulaması yapmışlardır.(17) Her ne kadar tüm uygulamalarda amaç hastanın ağrısını dindirmek ve bunun için soğuk uygulamadan faydalanmak olsa da çalışmalar ya randomize değildir ya da çalışma sırasından maliyetleri arttıracak bir cihaza (50-1000€) ve teknolojiye ihtiyaç vardır. Bu çalışmada dünyanın her yerinde çok ucuza (0,10 TL) alınabilen, piyasadan kolaylıkla temin edilebilen, kullanımı sırasında ayrı bir eğitim ihtiyacına da gerek olmayan, basit ve kolay uygulanabilen buz aküleri kullanılmıştır.

Çalışmamıza katılan hastalarda soğuk kompresyona bağlı olarak her ne kadar komplikasyon gelişme de soğuk ısırtığı, iskemik hasar ve sinir paralizisi potansiyel komplikasyonlar olarak beklenebilir.(17) Çalışmamız sırasında kısa süreli, periyodik ve bölgesel soğuk uygulaması yapılmış olsa da Raynaud hastalığı, soğuk alerjisi ve paroksizmal soğuk hemoglobinürisi ile soğuk hassasiyeti olan hastalarda soğuk uygulanmasından kaçınılması önerilmektedir.(18)

Sonuç

Uzamış paravertebral kas ekartasyonuna bağlı gelişen postoperatif bel ağrılarının tedavisinde soğuk kompresyon uygulaması basit, ucuz, güvenli ve etkili bir yöntem olup hastaların postoperatif ağrılarını ve narkotik analjezik ihtiyaçlarını azaltmaktadır. Spinal cerrahinin farklı uygulamalarında bu metot denenebilir.

Kaynaklar

1. Linzer P, Filip M, Samal F, ve ark. Comparison of Biochemical Markers of Muscle Damage and Inflammatory Response Between the Open Discectomy, Microsurgical Discectomy, and Microsurgical Discectomy Using Tubular Retractor. *Journal of Neurological Surgery Part A, Central European Neurosurgery* 2015. Epub 2015/05/30.
2. Almeida MB, Costa-Malaquias A, Nascimento JL, Oliveira KR, Herculano AM, Crespo-Lopez ME. Therapeutic concentration of morphine reduces oxidative stress in glioma cell line. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2014;47(5):398-402.
3. Gensel JC, Zhang B. Macrophage activation and its role in repair and pathology after spinal cord injury. *Brain Research* 2015. Epub 2015/01/13.
4. Cuschieri RJ, Morran CG, Howie JC, McArdle CS. Postoperative pain and pulmonary complications: comparison of three analgesic regimens. *Br J Surg* 1985;72:495-498.
5. Fang L, Hung CH, Wu SL, Fang SH, Stocker J. The effects of cryotherapy in relieving postarthroscopy pain. *J Clin Nurs* 2012;21:636-643.
6. Sakamoto A. Mechanism of intractable low back pain and neural blockade. *Journal of Nippon Medical School* 2002;69(6):588-592.
7. Güldoğan F, Ofluoğlu S. Ağrı kontrolünde temel yaklaşımlar. *OMÜ Tıp Dergisi* 1993;10(3-4):111-118.
8. Nemet D, Meckel Y, Bar-Sela S, Zaldivar F, Cooper DM, Eliakim A. Effect of local cold-pack application on systemic anabolic and inflammatory response to sprint-interval training: a prospective comparative trial. *European Journal of Applied Physiology* 2009;107(4):411-417.
9. Fountas KN, Kapsalaki EZ, Johnston KW, Smisson HF 3rd, Vogel RL, Robinson JS Jr. Postoperative lumbar microdiscectomy pain. *Spine* 1999; 24(18):1958-1960.
10. Sinatra R. Role of COX-2 inhibitors in the evolution of acute pain management. *J Pain Symptom Manage* 2002; 24(1):18-27.
11. Meeusen R, Lievens P. The use of cryotherapy in sports injuries. *Sports Med* 1986;3(6):398-414.
12. Brandner B, Munro B, Bromby LM, Hetreed M. Evaluation of the contribution to postoperative analgesia by local cooling of the wound. *Anaesthesia* 1996;51(11):1021-1025.
13. Lehmann JF, Lateur BJ. Cryotherapy. In: Lehman JF (ed). *Therapeutic heat and cold*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1990:563-602.
14. Raynor M, Pietrobon R, Guller U, Higgins L. Cryotherapy after ACL reconstruction. *J Knee Surg* 2005;18:123-129.
15. van Grinsven S, van Cingel RE, Holla CJ, van Loon CJ. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010; 18(8):1128-1144.
16. Lehmann JF, Lateur BJ. Ultrasound, shortwave, microwave, superficial heat and cold in the treatment of pain. In: MELZACK P, PD. W, editors. *Textbook of Pain*. Churchill Livingstone, 1984: 717-724.
17. Kullenberg B, Ylipää S, Söderlund K, Resch S. Postoperative cryotherapy after total knee arthroplasty: a prospective study of 86 patients. *The Journal of Arthroplasty* 2006;21(8):1175-1179.
18. Nielsen S. Raynaud phenomena and finger systolic pressure during cooling. *Scand J Lab Invest* 1978;38:765-770.