

Perkütan lomber nükleoplasti

Serdar Erdine*, Nuri Süleyman Özyalçın*, Ali Çimen**

SUMMARY

Percutaneous lumbar nucleoplasty

Low-back pain is one of the most common causes for seeking professional medical assistance and the most frequent cause of absence from work. It is not rare that the intervertebral discs are the etiological factor. Degenerated discs with internal disruptions may cause axial back pain whereas protrusion or herniation of a disc may result in radicular pain. Open surgical procedures targeting the intervertebral discs are carried out frequently for years. But especially because of its lack of superiority over the conventional therapies in the long-term and the risk of development of failed back surgery syndrome, the investigators are forced to develop minimally invasive techniques of disc decompression. In the last two decades, better understanding of the spinal anatomy, function and pain generating mechanisms along with the technological achievements, has accelerated the development of many modalities for the treatment of low back pain. Chemonucleolysis, automated percutaneous lumbar discectomy (APLD), intradiscal laser discectomy, intradiscal electrothermal therapy (IDET) and most recently percutaneous nucleoplasty are the minimally invasive techniques developed for this aim. Percutaneous nucleoplasty is a minimally invasive technique which uses radiofrequency energy to ablate the nucleus pulposus in a controlled manner for disc decompression. The current data about this new technique is insufficient yet, but the preliminary reports indicate that the technique is relatively safe and the outcomes are encouraging.

Key words: Low-back pain, intervertebral disc, decompression, minimally invasive, nucleoplasty

ÖZET

Bel ağrısı, sağlık kurumlarına başvuru nedenleri arasında en sık karşılaşılanlardan bir tanesidir ve ciddi iş gücü kayıplarına neden olmaktadır. Bel ağrısına neden olan en önemli yapılardan birisi intervertebral disklerdir. Dejenere disk bel ağrısına, normal sınırlarından taşan ve spinal sinir köklerine bası oluşturan disk de radiküler ağrıya neden olabilir. İntervertebral diske yönelik açık cerrahi girişimler uzun yıllardır bilinmekte ve sık olarak kullanılmaktadır. Ancak özellikle uzun dönemde açık cerrahinin konvansiyonel yöntemlere üstünlüğünün bulunmaması ve başarısız bel cerrahisi sendromu gelişme riskindeki yükseklik, araştırmacıları disk dekompresyonunda minimal invazif tedavi yöntemleri geliştirmeye itmiştir. Son yirmi yılda gelişen teknolojinin yanında spinal anatomi, fonksiyon ve ağrı kaynakları konularındaki bilgilerimizin artması bel ağrılarının tedavisinde yeni yöntemlerin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Kemonükleolizis, otomatik perkütan lomber diskektomi (APLD), intradiskal lazer diskektomi, intradiskal elektrotermal terapi (IDET) ve son olarak da perkütan nükleoplasti uygulamaları, bu amaçla geliştirilmiş minimal invazif tekniklerdir. Perkütan nükleoplasti, radyofrekans enerjisi kullanılarak nükleus pulpozusun kontrollü olarak buharlaştırılmasıyla disk dekompresyonu oluşturmayı amaçlayan minimal invazif bir tekniktir. Bu yeni teknikle ilgili bilgilerimiz henüz yeterli düzeyde olmasa da ilk sonuçlar bu yöntemin güvenli ve ümit vaadedici olduğu yönündedir.

Anahtar kelimeler: Bel ağrısı, intervertebral disk, dekompresyon, minimal invazif, nükleoplasti

(*) İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Algoloji Bilim Dalı, Prof. Dr.

(**) İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Algoloji Bilim Dalı, Uzm. Dr.

Başvuru adresi:

Prof. Dr. Serdar Erdine, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Algoloji Bilim Dalı, Monoblok, Çapa, 34390 İstanbul
Tel: (0212) 531 31 47 Faks: (0212) 631 05 41 e-posta: algomed@superonline.com

(*) İstanbul University İstanbul Faculty of Medicine, Department of Algology, Prof. M. D.

(**) İstanbul University İstanbul Faculty of Medicine, Department of Algology, M. D.

Correspondence to:

Serdar Erdine, Prof. M. D., İstanbul University İstanbul Faculty of Medicine, Department of Algology, Monoblok, Çapa, 34390 İstanbul, TURKEY
Tel: (+90 212) 531 31 47 Fax: (+90 212) 631 05 41, e-mail: algomed@superonline.com

Giriş

Erişkin insanların yaklaşık olarak üçte ikisi, yaşamlarının bir döneminde bel ağrısı çekmektedir. Bel ağrısı, hekime başvuru nedenleri arasında üst solunum yolları yakınmalarından sonra ikinci sırada gelmekte ve iş gücü kaybına neden olan rahatsızlıkların başını çekmektedir (Anderson 1999, Frymoyer ve Cats-Baril 1991, Von Korff ve Dworkin 1989). Konservatif tedavi ile hastaların % 90'ında semptomlar 1-3 ay içerisinde geriler (Nachemson 1992). Diğer % 10'luk grupta ise kronik bel ağrısı gelişir.

Bel ağrısının etiyolojisinde yer alan yapılardan en önemli üçü intervertebral diskler, faset (zigoapofizel) eklemler ve sakroiliyak eklemlerdir. Ligamanlar, kaslar, spinal sinirler, vertebra cisimleri, dura mater ile ilgili rahatsızlıklar ve psikolojik faktörler diğer nedenler arasındadır.

İntervertebral disk herniasyonu ile siyatalji arasındaki ilişki 70 yılı aşkın bir süredir bilinmektedir (Mixer ve Barr 1934). İntervertebral disklerin, belirgin bir spinal kök basısı olmadan da ağrı kaynağı olabileceği fikri ise 1947 yılında Inman ve Saunders'in disklerin innervasyonu bulunduğunu ve intrinsik olarak ağrı yaratabileceğini bildirmeleri ile ortaya çıkmıştır (Inman ve Saunders 1947). Ancak bu fikir, disklerin innervasyonunun bulunmadığını bildiren çalışmalar nedeniyle uzun süre kabul görmemiştir (Bogduk 1988). Günümüzde bu çalışmaların sonuçlarının yanlış olduğu, disklerin innervasyonunun bulunduğu ve ağrı kaynağı olabilecekleri konusunda şüphe yoktur (Groen ve ark. 1990, Bogduk 1988, Yoshizawa ve ark. 1980).

İntervertebral disk kaynaklı bel ağrılarının tedavisinde, açık cerrahi ile uygulanan diskektomiler ve füzyon ameliyatları uzun yıllardır uygulanan tedavi yöntemlerindedir. Açık cerrahi sonrası erken dönemde başarı oranı % 95-98 ve rekürren herniasyon oranı % 2-6 arasındadır. Hipertrofik doku iyileşmesine bağlı olarak ortaya çıkan ve hastaların yaklaşık % 15-20'sinde gözlenen başarısız bel cerrahisi sendromu bulgularının görülmeye başlamasıyla, 6 aydan daha uzun dönemde başarı oranı % 80'e düşer (Gangi ve ark. 1998). Özellikle uzun dönemde açık cerrahinin konvansiyonel yöntemlere üstünlüğünün bulunmaması ve başarısız bel cerrahisi sendromu gelişme riskindeki yükseklik, araştırmacıları disk dekompresyonunda minimal invazif tedavi yöntemleri geliştirmeye itmiştir. Son yirmi yılda, gelişen teknolojinin yanında spinal anatomi, fonksiyon ve ağrı kaynakları konularındaki bilgilerimizin artması bel ağrılarının

tedavisinde yeni yöntemlerin ortaya çıkmasına yol açmıştır.

Disk Dekompresyonunda Minimal İnvazif Yöntemler

Ağrı kaynağı olan intervertebral disklere perkütan ulaşım ile uygulanan minimal invazif intradiskal tekniklerin ana dayanağı, hacimdeki küçük bir değişikliğin basınçta büyük bir değişiklik yapacağıdır (Andreula ve ark. 2004). Nükleus pulpozusunun kısmi rezeksiyonunun herniye disklerde dekompresyon oluşturduğu, sinir kökleri üzerindeki baskıyı azalttığı ve bazı olgularda diskojenik ağrıyı geçirdiği bildirilmiştir (Andersson ve ark. 1996, Wilberger ve ark. 1995). Kemonükleolizis, otomatik perkütan lomber diskektomi (APLD), intradiskal lazer diskektomi, ve son olarak da perkütan nükleoplasti uygulamaları, bu amaçla geliştirilmiş minimal invazif tekniklerdir.

İlk kez 1963 yılında Smith tarafından uygulanan kemonükleolizis, papaya meyvesinden elde edilen, proteolitik bir enzim olan 'kimopapain'in nükleus pulpozus içerisine uygulanmasıdır. Nükleusun enzimatik yolla eritilerek, disk protrüzyonuna bağlı basının ortadan kaldırılması amaçlanır. Uzun yıllar yaygın olarak kullanılmış olan bu yöntemin randomize, çift-kör çalışmalarla gösterilmiş olan başarısı % 80'ler dolayındadır (Brown 1996, Dabiezies 1988, Javid 1983). Ancak enzimin dağılması sonucu ortaya çıkabilen spinal kord, dural sak, spinal kök hasarı ve anafilaktik şok gibi riskler nedeniyle bu yöntem terkedilmiştir (Brown 1996).

Hijikata, ilk perkütan diskektomi uygulamasını 1975 yılında yapmış ve % 68'lik bir başarı oranı bildirmiştir (Hijikata 1989). Onik ve Maron 1984 yılında, perkütan disk rezeksiyonu için alternatif bir metot geliştirmiştir; otomatik perkütan lomber diskektomi (APLD) adı verilen bu uygulama özel bir donanım kullanılarak nükleus pulpozusun manuel olarak dekompresyonudur (Onik ve ark. 1987). Bu uygulama, santral disk rezeksiyonunun periferik herniasyonun basısını ortadan kaldırabileceğini ve disk eksizyonunun başarısının çıkartılan disk materyalinin miktarından bağımsız olduğunu göstermiştir. Başarı oranı % 70-80 arasında bildirilen (Davis 1991, Kaps ve Cotta 1989, Onik ve ark. 1987) bu yöntem yüksek maliyeti ve hantal donanımı nedeniyle fazla ilgi görmemiştir.

İlk olarak Choy tarafından kullanılan lazer diskektomi, nükleus pulpozusun buharlaştırılması için intradiskal YAG lazer uygulanmasıdır ve başarı

oranı yaklaşık % 75 olarak bildirilmiştir (Choy 1992, 1988). Ancak bu tekniğin dezavantajları da pahalı donanım, lazer demetinin ucunun floroskopiye görülmemesi, ısının diske komşu vertebra son-plakları ve spinal sinir gibi yapılarda hasar oluşturma olasılığı, bu termal etkiye bağlı intraoperatif şiddetli ağrı, postoperatif şiddetli bel ağrısı ve kas spazmidir.

2000 yılında kullanıma giren perkütan nükleoplasti uygulaması ise, radyofrekans enerjisi kullanılarak nükleus pulpozusun kontrollü olarak buharlaştırılmasıyla disk dekompresyonu oluşturmayı amaçlayan minimal invazif bir tekniktir.

Perkütan Nükleoplasti

Bu teknikte kullanılan ve 'koblasyon' (kontrollü ablasyon) adı verilen işlem, ısı oluşumundan bağımsız olarak doku yıkımıdır. Uygulamanın iki aşaması bulunmaktadır: doku ablasyonu ve koagülasyon. Her iki aşamada da doku sıcaklığının 40 ila 70 °C arasında kaldığı bildirilmektedir. Ablasyon aşamasında elektrot ucunda yaklaşık 120 Volt gerilim oluşturulmakta, buna bağlı olarak oluşan yüksek enerjili iyonlar doku moleküllerinin bağlarını parçalayarak basit moleküller ve düşük molekül ağırlıklı gazlar (oksijen, azot, hidrojen, karbondiyoksit, vs.) açığa çıkartmaktadır. Koagülasyon aşaması 60 Volt ile yapılmakta, termal enerji ile Tip II kollajende denatürasyon ve kontraksiyon oluşturulmakta, bu şekilde doku içerisinde yaklaşık 1 mm çapında tünel açılmaktadır (Singh 2005, Kim 2004).

Hasta Seçimi:

Perkütan nükleoplasti uygulamasında hasta seçimi kriterleri literatürde (Sharps ve Isaac 2002) şu şekilde yer almaktadır:

Radiküler ve aksiyel ağrıda endikasyonlar:

- Bacak ağrısının bel ağrısından daha şiddetli olması
- MRG'de disk taşmasının bulunması
- Provakatif diskografi ile ağrının ortaya çıkması (diğer bulgular ile tanı kesinleştirilemediğinde)
- 6 hafta süreyle uygulanan konservatif tedavinin başarısız olması

Aksiyel bel ağrısında endikasyonlar:

- MRG'de disk dejenerasyonu/internal disk protrüzyonu bulunması
- Provakatif diskografi ile ağrının ortaya çıkması

- 6 hafta süreyle uygulanan konservatif tedavinin başarısız olması

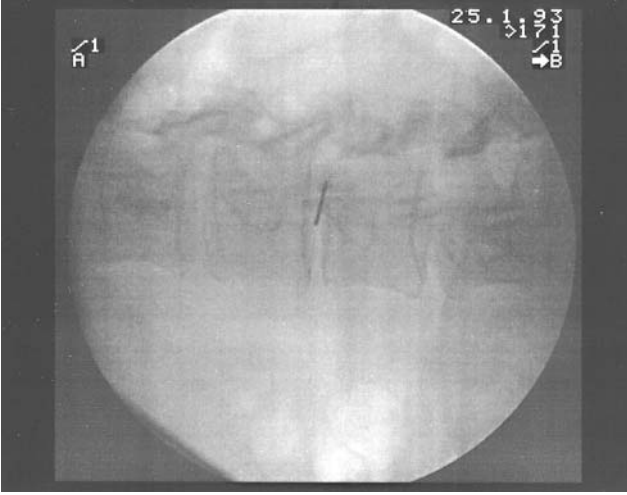
Kontrendikasyonlar:

- Disk yüksekliğinin %33'ten fazla azaldığı ciddi disk dejenerasyonu
- Spinal kanal sagittal çapının üçte birinden daha geniş herniasyon
- Ekstrüde ya da sekestre disk herniasyonu
- Orta/ciddi spinal stenoz
- Vertebrada malignite ya da kırık bulunması
- Sistemik ya da girişim bölgesinde enfeksiyon

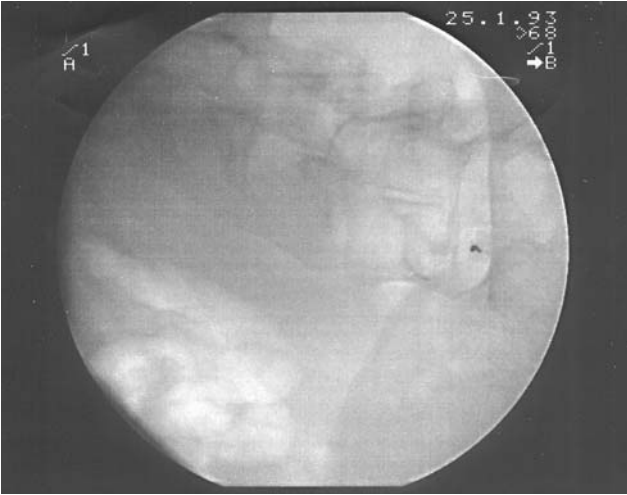
Teknik:

Perkütan nükleoplasti uygulamasında kullanılan ekipman şunlardır: 17 Gauge, Crawford uçlu kılavuz iğne, Perc-DLE SpineWand™ (Arthrocare Corp., Sunnyvale, CA) elektrot ve Arthrocare System 2000™ (Arthrocare Corp., Sunnyvale, CA) radyofrekans jeneratörü. Kullanılan elektrot 1 mm çapındadır ve uç kısmı kıvrıktır; bu şekilde elektrot kendi eksenini etrafında döndürülerek farklı yönlerde tüneller açılması sağlanır (Kim 2004).

Hasta yüzüstü pozisyonda yatırılır ve lomber lordozu düzleştirmek amacıyla karın bölgesine bir yastık konur. Hasta cerrahi steril koşullar sağlanarak uygun şekilde örtülür. Floroskopi altında ilgili disk aralığı belirlendikten sonra, komşu vertebra cisimlerinin son-plakları x-ışınının aksına paralel olacak şekilde C-koluna kaudal-sefalad yönde oblik pozisyon verilir. Bu şekilde ilgili disk aralığı en geniş halinde görüntülenmiş olur. Ardından, faset eklemlerin oluşturduğu kolon vertebra cisimlerini ortalayınca kadar C-koluna, lateral yönde oblik pozisyon verilir (Resim 1). L₅-S₁ diskin girişim, iliyak kanat girişim bölgesini kapatabileceğinden teknik olarak daha güçtür. Bu düzeyde, intervertebral aralığı görüntülemek için C-koluna kaudal-sefalad düzlemde sefalada yaklaşık olarak 30 derece oblik pozisyon verilmesi veya kılavuz iğnenin ucunun kıvrılması gerekebilir (Resim 2). İntervertebral diskin postero-lateral köşesine denk gelen girişim yeri belirlendikten sonra cilt ve ciltaltı dokular lokal anestezi ile infiltrat edilir. Ardından 17 Gauge kılavuz iğne diske doğru ilerletilir. İğne derinliği ve doğrultusu aralıklı olarak A-P ve lateral görüntülerde kontrol edilir. Disk içine girilip, kılavuz iğne annulus fibrozus - nükleus pulpozus sınırına kadar ilerletildikten sonra, iğne ucunun yerini doğrulamak amacıyla 0.5-1 ml radyoopak madde enjeksiyonu uygulanabilir. Kılavuz iğnenin yeri, iğne üzerindeki özel aparat ile sabit-



Resim 1: L₄-L₅ aralığı, oblik floroskopi görüntüsü. Faset eklemlerin oluşturduğu kolon vertebra cisimlerini ortalamaktadır. Kılavuz iğne diske doğru ilerletilmektedir.



Resim 2: L₅-S₁ aralığı, oblik floroskopi görüntüsü. İliyak kanadın girişim bölgesini kapatmaması aralığın en geniş haliyle görüntülenmesi için C-koluna kaudal-sefalad düzlemde 30 derece oblik pozisyon verilmiştir. Faset eklemlerin oluşturduğu kolon vertebra cisimlerini ortalamaktadır. Kılavuz iğne diske doğru ilerletilmektedir.

lendikten sonra elektrot kılavuz iğne içinden geçirilerek, ucu annulusun anterior duvarının posterior yüzüne temas edene kadar ilerletilir. Bu aşamada A-P ve lateral görüntülerde elektrodun pozisyonu kontrol edilir. Elektrot, alt ve üst vertebra son-plakları arasındaki aralığı ortalamalı ve A-P görüntüde orta hatta olmalı ya da orta hattı hafif geçmelidir (Resim 3a, b, c). Elektrodun nükleus pulpozus içerisinde olduğundan emin olunduktan sonra, elektrodun derinliği, üzerindeki aparat ile belirlenir ve elektrot kılavuz iğnenin ucuna kadar geri çekilir. Ardından elektrot, koblasyon modunda, önceden belirlenmiş olan derinliğe kadar iler-

letilir ve koagülasyon modunda, 0.5 cm/sn hızla geri çekilir. Bu işlem saat 12, 2, 4, 6, 8, 10 hizalarında olmak üzere ortalama 6 kere tekrarlanır. Daha az sayıda tünel açılmasının yeterli dekompresyon oluşturmayacağı, daha fazla sayıda tünel açılmasının ise diskitis riskini artıracığı bildirilmektedir. Bu şekilde nükleus pulpozus içerisinde altı adet tünel açıldığı ve yaklaşık olarak 1 ml hacminde dokunun (nükleus pulpozus hacminin yaklaşık % 10'u) uzaklaştırıldığı belirtilmektedir (Kim 2004, Singh ve ark. 2002).

Girişim sonrası dikkat edilmesi gereken noktalar:

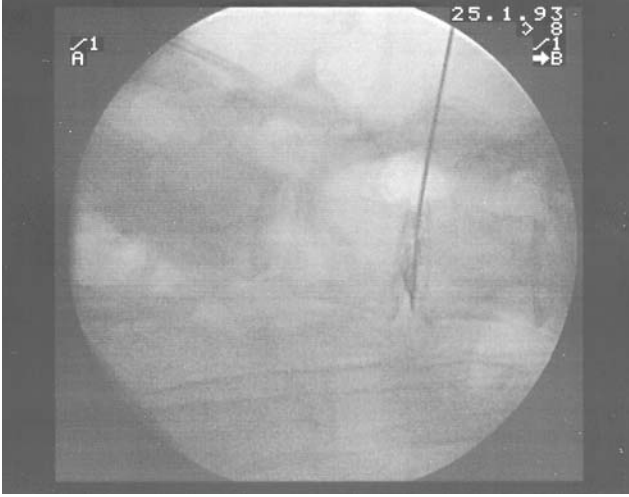
Hastalar uygulamadan birkaç saat sonra evlerine gönderilebilmektedir. Uygulama sonrası öneriler şu şekilde sıralanmaktadır (Kim 2004):

- 1-3 gün boyunca istirahat ve kısıtlı aktivite; yürüyüş ve oturma süresi en fazla 10-20 dakika olmalı, eğilmek ya da beli çevirmekten kaçınılmalı.
- En az 48 saat araç kullanmaktan kaçınılmalı.
- İlk iki hafta boyunca ağırlık kaldırılmamalı (en fazla 4 kg).
- 12 hafta süreyle masaj, manüplasyon ya da traksiyon uygulanmamalı.
- Uygulamadan 2-3 hafta sonra, evde uygulanan basit fleksiyon ve ekstansiyon egzersizleri öğretilmeli.
- Uygulamadan 3-5 hafta sonra fizik tedavi (bel okulu) programı başlatılmalı.
- Fizik tedavi programı sonrasında, düzenli olarak günlük egzersiz programı uygulanmalı.

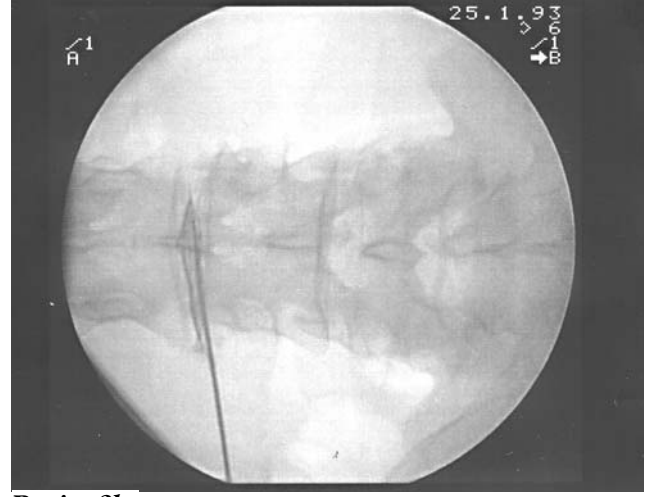
Sonuçlar:

Göreceli olarak yeni bir teknik olan nükleoplasti uygulaması ile ilgili yeterli deneysel ve klinik çalışma bulunmamaktadır. Chen ve arkadaşları (2003), domuz diskinde in vitro ortamda nükleoplasti uyguladıkları ve sonuçları histolojik olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, nükleoplasti uygulamasının komşu annulusta, vertebra son-plağında, spinal kord ve sinir kökünde belirgin termal ya da yapısal zarar oluşturmadan disk dokusunda hacim azalması yarattığını bildirmişlerdir. Lee ve arkadaşları (2003) da koyun diski kullanarak yaptıkları in vitro çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

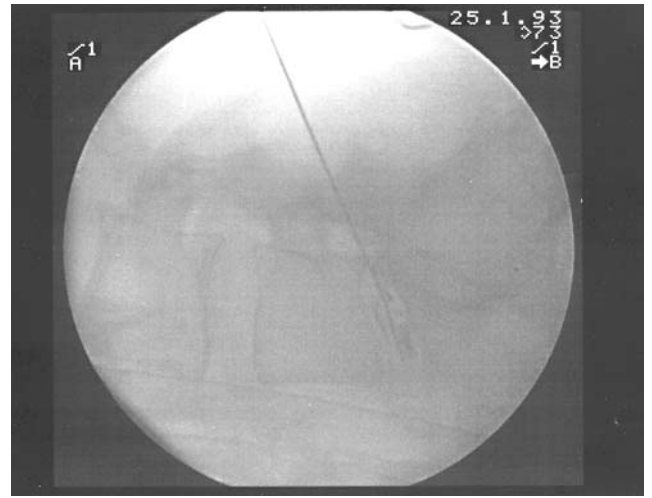
Kaynaklarda perkütan nükleoplasti uygulamasının sonuçlarını irdeleyen randomize, kontrollü klinik



Resim 3a



Resim 3b



Resim 3c

Resim 3

- a:** L₄-L₅ aralığı, lateral florokopi görüntüsü. Disk içerisine radyopak madde verilmiştir. Elektrot iki vertebra son-plağı arasında aralığı ortalamaktadır ve annulusun anterior duvarının posterior yüzüne kadar ilerletilmiştir.
- b:** L₄-L₅ aralığı, AP floroskopi görüntüsü. Disk içerisindeki elektrot görüntülenmektedir.
- c:** L₅-S₁ aralığı, lateral floroskopi görüntüsü.

çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle perkütan nükleoplasti uygulamasının sonuçları hakkında elde edilen veriyi, uygulama sonrası en fazla bir sene takipli klinik seriler oluşturmaktadır.

Sharps ve Isaac tarafından yayımlanan (2002), bel ve bel-bacak ağrısı bulunan toplam 49 hastanın nükleoplasti sonuçlarının sunulduğu bir çalışmada, hastaların hepsinin 1. ay, 41 tanesinin 3. ay, 24 tanesinin 6. ay ve 13 tanesinin 12. ay takibi bulunmaktadır. Hastaların 9 tanesi nükleoplasti uygulaması öncesinde perkütan diskektomi, füzyon ya da laminektomi operasyonu geçirmiştir. Genel olarak başarı oranı % 79, daha önce operasyon geçirmişlerde başarı oranı % 67, geçirmemişlerde ise % 82 olarak bildirilmektedir. Çalışmanın sonuçları irdelenirken sadece bel ağrısı olan hastalarla bel ve bacak ağrısı bulunan hastalar ayrı olarak değerlendirilmemiştir. Singh ve arkadaşları tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise bel ve bel-bacak ağrısı bulunan 67 hastaya perkütan nükleoplasti uygulanmış ve bir yıllık sonuçlar değerlendirilmiştir (Singh ve ark. 2002). 66 hastanın 1., 62 hastanın 3., 61 hastanın 6. ve 41 hastanın 12.

ay sonuçlarının sunulduğu çalışmada 9 hasta nükleoplasti öncesinde disk cerrahisi geçirmiştir. Ağrısında azalma olduğunu tanımlayan hastalarının oranı 1, 3, 6 ve 12. aylarda sırasıyla % 85, % 84, % 79 ve % 80 olarak bildirilmiş ancak ağrısında % 50 ya da daha fazla azalma bildiren hastaların oranlarının aynı kontrol sürelerinde sırasıyla % 82, % 79, % 59 ve % 56 olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın bulgularından bir diğeri hastaların oturma, ayakta durma ve yürüme şeklinde gruplanan fonksiyonel kapasitelerinde de artış bulunduğu durdur. Bu çalışmada da sadece bel ağrısı olan hastalarla bel ve bacak ağrısı bulunan hastalar ayrı olarak değerlendirilmemiştir. Kaynaklarda uygulamaya ait komplikasyon bildiren çalışmaya rastlanmamıştır.

İstanbul Tıp Fakültesi Algoloji Bilim Dalı Kliniğimizde gerçekleştirdiğimiz nükleoplasti uygulamamızın retrospektif değerlendirme sonuçları ise şu şekildedir: Bel ve bacak ağrısı şikayeti bulunan, MRG'de gösterilmiş posterolateral disk taşması bulunan 34 hastaya uyguladığımız nükleoplasti sonrasında hastalar 15, 45 ve 90. günlerde tekrar de-

ğerlendirilmiştir ve ağrılarında % 50 ya da daha fazla azalma bildiren olguların oranları 15. günde % 79, 45. günde % 76, 90. günde ise % 73'tür.

Sonuç

Perkütan nükleoplasti, perkütan disk dekompresyonu amacıyla geliştirilmiş yeni bir minimal invazif tekniktir. Tedavi başarısı ve uzun dönem sonuçları ile ilgili bilgilerimiz henüz yeterli düzeyde olmamakla birlikte eldeki kısıtlı veri bu yöntemin güvenli ve ümit vaadedici olduğu yönündedir. Her invazif girişim gibi nükleoplastinin de bir takım komplikasyonlara yol açabileceği bir gerçektir ancak insidans ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır. Olası komplikasyonlar arasında diskitis ve spinal sinir hasarı gibi ciddi morbiditeye neden olabilecek durumlar bulunmaktadır. Bu nedenlerle hasta seçimi titizlikle yapılmalı ve uygulama invazif ağrı tedavisi konusunda yeterli deneyime ve donanıma sahip merkezlerde yapılmalıdır.

Kaynaklar

Andersson G. B.: Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet* 1999; 354: 581-585.

Andersson G. B., Brown M. D., Dvorak J., Herzog R. J., Kambin P., Malter A., McCulloch J. A., Saal J. A., Spratt K. F., Weinstein J. N.: Consensus summary of the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation. *Spine* 1996; 21 (24 suppl): 75S-78S.

Andreula C., Muto M., Leonardi M.: Interventional spinal procedures. *Eur J Radiol* 2004; 50: 112-119.

Brown M. D.: Update on chemonucleolysis. *Spine* 1996; 21 (24 Suppl): 62S-68S.

Bogduk N.: The innervation of intervertebral discs. In: Ghosh P., editors. *The biology of the intervertebral disc*, Vol. I. Boca Raton: CRC Press, 1988. pp. 135-149.

Chen Y. C., Lee S. H., Saenz Y., Lehman N. L.: Histologic findings of disc, end plate and neural elements after coblation of nucleus pulposus: an experimental nucleoplasty study. *Spine J* 2003; 3: 466-470.

Choy D.: Percutaneous laser disc decompression (PLDD). *J Clin Laser Med Surg* 1988; 16: 325-331.

Choy D.: Percutaneous laser disc decompression. *Spine* 1992; 17: 949.

Dabezies E. J., Langford K., Morris J., Shields C. B., Wilkinson H. A.: Safety and efficacy of chymopapain (Discase) in the treatment of sciatica due to herniated nucleus pulposus: Results of a randomized, double-blind study. *Spine* 1988; 13: 561-565.

Davis G., Onik G., Helms C.: Automated percutaneous discectomy. *Spine* 1991; 16: 359-363.

Frymoyer J., Cats-Baril W.: An overview of the incidences and costs of low back pain. *Ortho Clin North Am* 1991; 22: 263-271.

Gangi A., Dietemann J. L., Mortazavi R., Pflieger D., Kauff C., Roy C.: CT-guided interventional procedures for pain management in the lumbosacral spine. *RadioGraphics* 1998; 18: 621-633.

Groen G., Baljet B., Drukker J.: The nerves and nerve plexuses of the human vertebral column. *Am J Anat* 1990; 188: 282-296.

Hijikata S.: Percutaneous nucleotomy. A new concept technique and 12 years' experience. *Clin Orthop* 1989; 238: 9-23.

Inman V. T., Saunders J. B. C. M.: Anatomicophysiological aspects of injuries to the intervertebral disc. *J Bone Joint Surg* 1947; 29: 461-475.

Javid M.: Safety and efficacy of chymopapain (chymodiactin) in herniated nucleus pulposus with sciatica: Results of a randomized, double-blind study. *JAMA* 1983; 249: 2489-2494.

Kaps H., Cotta H.: Early results of automated percutaneous lumbar discectomy. In: Brock H. Editor. *Percutaneous Lumbar Discectomy*. Berlin: Springer-Verlag, 1989, pp. 153-156.

Kim P. S.: Nucleoplasty. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management* 2004; 8: 46-52

Lee M. S., Cooper G., Lutz G. E., Doty S.: Histologic characterization of radiofrequency nucleoplasty performed on sheep intervertebral disks. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: A15.

Mixer W. J., Barr J. S.: Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *New Engl J Med* 1934; 211: 210-215.

Nachemson A. L.: Newest knowledge of low back pain: A critical look. *Clin Orthop* 1992; 279: 8-20.

Onik G., Maroon J., Helms C., Schweigel J., Mooney V., Kahanovitz N., Day A., Morris J., McCulloch J. A., Reicher M.: Automated percutaneous discectomy: initial patient experience. *Work in progress. Radiology* 1987; 162: 129-132.

Sharps L. S., Issac Z.: Percutaneous disc decompression using nucleoplasty. *Pain Physician* 2002; 5: 121-126.

Singh V.: Scientific basis for nucleoplasty. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management* 2005; 9: 13-24

Singh V., Piryani C., Liao K., Nieschulz S.: Percutaneous disc decompression using coblation (NucleoplastyTM) in the treatment of chronic discogenic pain. *Pain Physician* 2002; 5: 250-259.

Von Korff M., Dworkin S.: An epidemiologic comparison of pain complaints. *Pain* 1989; 32: 173-183.

Wilberger J. E., Bost J. W., Maroon J. C.: Ambulatory surgery is safe and effective in radicular disc disease. *Spine* 1995; 20: 861-862.

Yoshizawa H., O'Brien J. P., Thomas-Smith W., Trumper M.: The neuropathology of intervertebral discs removed for low-back pain. *J Path* 1980; 132: 95-104.