

## TAVŞANDA RADYOFREKANS DİSK NÜKLEOPLASTİSİNİN İNTERVERTEBRAL DİSK DOKUSUNA ETKİLERİ\*

Özgür Akşan, 0000-0002-1367-4245  
Reşat Serhat Erbayraktar, 0000-0002-2938-578X  
Ali Necati Gökmen, 0000-0003-1835-4133  
Osman Yılmaz, 0000-0001-7817-7576  
Mehmet Şerefittin Canda, 0000-0002-1286-5840

Geliş Tarihi/Received  
19.07.2023

Kabul Tarihi/Accepted  
19.08.2023

Yayın Tarihi/Published  
31.08.2023

*Correspondence: Özgür Akşan, ozguraksan@gmail.com*

\*Bu makale ilk yazarın uzmalık tezinden türetilmiştir.

### ÖZET

Giriş: Bu çalışma, radyofrekans disk nükleoplastisinin (RFN), intervertebral disk dejenerasyonu ve disk herniasyonu üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır.

Materyal ve Yöntem: Çalışma, 27 adet erkek Yeni Zelanda Beyaz Tavşanı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hayvanlar farklı gruplara ayrılmış ve RFN uygulanmıştır. İşlem sırasında sıcaklık, enerji (joule), motor fonksiyonlar ve patolojik değişiklikler kaydedilmiştir.

Bulgular: Joule-Zaman İlişkisi: Saniyeler arttıkça uygulanan gücün arttığı gözlemlendi. Sıcaklık-Zaman İlişkisi: Gruplar arasında sıcaklık ölçümleri değerlerinde anlamlı bir fark bulunmadı. Joule-Sıcaklık İlişkisi: Uygulanan joule değerleri ile sıcaklık değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı. Motor-Zaman İlişkisi: Bazı gruplarda motor yanıt ortalama değerlerinde anlamlı farklar bulundu. Özellikle 2. cepçik uygulanan gruplarda uygulanan joule'un arttığı ve sonuç olarak motor skor değerinin azaldığı gözlemlendi. Patolojik Bulgular: Bazı gruplarda belirgin disk dejenerasyonu ve hafif-orta nöral kayıp gözlemlendi. Uygulanan joule değerleri ile patoloji skoru arasında anlamlı bir ilişki bulundu. Sıcaklık-Patolojik Skor İlişkisi: Sıcaklık değerleri ile patoloji skoru arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı.

Sonuç: Radyofrekans disk nükleoplastisinin intervertebral disk dokusuna etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu yöntem, bel ağrısının tedavisinde etkili bir araç olabileceğini göstermektedir, ancak daha kapsamlı araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuç, uygulanan joule değerinin patolojik değişikliklerle ilişkili olduğunu, ancak sıcaklıkla doğrudan ilişkili olmadığını vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Radyofrekans Disk Nükleoplastisi, İntervertebral Disk Dejenerasyonu

---

# THE EFFECTS OF RADIOFREQUENCY DISC NUCLEOPLASTY ON INTERVERTEBRAL DISC TISSUE IN RABBITS

## Abstract

**Introduction:** This study aims to investigate the effects of radiofrequency disc nucleoplasty (RFN) on intervertebral disc degeneration and disc herniation.

**Materials and Methods:** The study was conducted on 27 male New Zealand White Rabbits. The animals were divided into different groups, and RFN was applied. During the procedure, temperature, energy (joule), motor functions, and pathological changes were recorded.

**Results:** Joule-Time Relationship: An increase in applied power was observed as seconds increased. Temperature-Time Relationship: No significant difference was found in temperature measurement values between groups. Joule-Temperature Relationship: No significant relationship was found between applied joule values and temperature values. Motor-Time Relationship: Significant differences were found in motor response average values in some groups. Particularly in the group where the 2nd ventricle was applied, an increase in applied joule and consequently a decrease in motor score value was observed. Pathological Findings: Significant disc degeneration and mild-to-moderate neural loss were observed in some groups. A significant relationship was found between applied joule values and pathology score. Temperature-Pathological Score Relationship: No significant relationship was found between temperature values and pathology score.

**Conclusion:** The effects of radiofrequency disc nucleoplasty on intervertebral disc tissue have been examined in detail. This method shows potential as an effective tool in treating back pain, but more comprehensive research is needed. The conclusion emphasizes that the applied joule value is related to pathological changes but not directly related to temperature.

**Key Words:** Radiofrequency Disc Nucleoplasty, Intervertebral Disc Degeneration, Disc Herniation, Minimally Invasive Treatment

## 1. GİRİŞ

Genel düşünce disk hernilerinin yüklenme esnasında Nükleus Pulposuz (NP) içi basıncın anulusu da aşacak kadar artması (1,3) ile oluştuğudur. Bununla birlikte bir disk herniasyonunun ortaya çıkması için disk dejenerasyonunun gelişmiş olması ön şart olarak kabul edilir (13). Çalışmalar herniye olan disklerde degradatif enzimlerin fazla ve anormal miktarda oldukları, böylelikle de AF'yi zayıflatarak posterior veya posterolateral prolapsusa hazırladıklarını göstermektedir (5,9,14).

Dejeneratif değişiklikler sırası ile NP de dejenerasyon, anüler bütünlüğün kaybı, vertabral uç plaklardaki geçirgenliğinin bozulması, disk hücrelerinin nütrisyonunun bozulması, anaerobik metabolizma, laktat artışı ve PH düşmesi, hücre ölümünü hızlanması, proteoglikan kaybı, degradatif enzimlerin aktivite artışı, nukleusta kollajen (tip I) artışı ve sertleşme ile meydana gelir (4,10,12,23).

---

Bunlardan nükleoplasti 2000 yılından beri başarı ile kullanılan nispeten yeni bir perkütan disk dekompresyon tekniğidir. Teknolojisi uzun süredir artroskopide kullanılan koblasyon yöntemi ile aynıdır. Prensip olarak komşu dokulara zarar vermeden buharlaştırma ve koagülasyon yapılır. Volumetrik olarak disk materyali küçülür ve bası azaltılır. Ortalama olarak disk volümü 1 ml azaltılabilmektedir. Yapılan kadavra çalışmalarında basıncı azalttığı da tespit edilmiştir (6).

Nükleoplastide koblasyonun ısı artışına yol açmayan bir teknoloji olduğu ve uygun hastalarda olumlu sonuçlar alınabildiği bildirilmektedir (8,17,18,19,24,25,26,28,29,30).

## **2. GEREÇ ve YÖNTEM**

Bu çalışmada Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Multidisipliner Deneysel Araştırma Laboratuvarında, laboratuvar şartlarında üretilmiş 27 adet (2.0-3.0 kg) erkek tavşan (New Zealand White Rabbit) kullanıldı. Bu cinsin seçilme nedeni literatürde bu cins için uygun modelin bulunmasıdır (15). Hayvanlar kendi laboratuvarımızdan temin edildi ve 10 gün önce laboratuvara getirilerek adaptasyonları sağlandı. Hayvanlar ad libitum olarak beslendi. 27 adet tavşan 5 gruba ayrıldı. Birinci grupta 3 adet tavşan vardı ve sham grubu idi. Hayvanların sadece disklerine kanülasyon uygulandı. Bundan sonraki çalışma grubundaki tüm hayvanlara prob yerleştirilerek ablasyon uygulandı. Radyofrekans nükleoplasti uygulaması Arthrocare System 2000 cihazı ile introducer needle içinden yerleştirilen Perc DC Spinewand 10 saniye içinde 180 derece çevrilerek disk dokusu içinde ablasyona bağlı küçük bir boşluk (cepçik, ya da poş) oluşturularak yapıldı (Resim-1)

Tüm deney gruplarında (Sham grubu hariç) radyofrekans uygulamasının öncesinde 5.saniyesinde ve bitiminden hemen sonra (11. saniyesinde) intervertebral diskin arka kenarına yerleştirilen thermocouple yardımı ile sıcaklık ölçümü yapıldı (7,20,21).

Tavşanlar Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Multidisipliner Deneysel Araştırma Laboratuvarında tavşanlar için özel olarak düzenlenmiş operasyon salonunda steril şartlarda opere edildi. İşlem öncesi tüm tavşanlara intramüsküler 3 mg/kg dozunda Xylazine ve 40 mg/kg Ketamin verildi. Cilt cilt altı ve fasya 15 no'lu bistüri ile geçildi. Paravertebral kaslar künt diseksiyon ile geçilerek lateralden vertebra ve disklere ulaşıldı (24).

Disk görüldükten sonra içerisine nükleoplasti probu (İntroducer needle ve Perc DC Spinewand) ve ardından diskin arka kenarına thermocouple yerleştirildi. Her iki probe'da yalnızca 5 mm

---

ilerletildi. Sonrasında disk içerisi sadece ablasyon ile grup 2 deki 6 hayvanda level 2 de tek cepçik, grup 3 teki 6 hayvanda level 2 de çift cepçik, grup 4 deki 6 hayvanda level 4 de tek cepçik ve grup 5 deki 6 hayvanda da level 4 de çift cepçik oluşturuldu. Radyofrekans uygulamasının öncesinde, 5. saniyesinde ve bitiminden hemen sonra (11. saniyesinde) intervertebral diskin arka kenarına yerleştirilen thermocouple yardımı ile sıcaklık ölçümü yapıldı. İşlem bittikten sonra da tüm tavşanların fasyası 3/0 vicryl cilt ise 2/0 ipek ile kapatıldı. İşlemden önce tüm tavşanlara tek doz sefazol 10 mg/kg İV olarak profilaktik antibiyotik uygulandı (Tablo-1)

Reperfüzyonu izleyen 1., 24., saatlerde ve 7., 14., 21., 28., 35. günde motor fonksiyonlar Drummond ve Moore kriterlerine göre uygulanan tedaviyi bilmeyen bir araştırmacı tarafından değerlendirildi (11). İzlem sırasında kas tonüsünün ve kontraksiyonlarının olmaması parapleji olarak kabul edildi ve paraplejik hayvanlarda mesane günde iki kez gerektiğinde manipüle edilerek boşaltıldı. (Tablo-2).

Tavşanların hepsi yakın nörolojik takibe alındı ve 5. haftanın sonunda yüksek doz pentotal anestezisi (60 mg/kg IP) altında perfüzyon yapıldıktan sonra deneklerin yaşamı sonlandırıldı. Eski insizyon kullanılarak disk mesafeleri ortaya kondu. Sonra bir üst ve alttaki disk mesafeleri korunarak vertebra blok şeklinde osteom yardımı ile çıkartıldı.

Çıkarılan disk, çevre kemik ve medulla spinalisi içeren dokular % 10'luk tamponlanmış formaldehit solüsyonunda bırakıldıktan sonra dekalsifikasyon için 2 gün kemik asit işlemine alındı. Çeşme suyunda yıkandıktan sonra tekrar % 10'luk tamponlanmış formaldehit solüsyonunda 3 saat tutuldu. Her bir doku ayrı ayrı kasetlendi ve otomatik doku takibine alındı, daha sonra dokular parafine gömüldü. Parafin bloklardan 4 mikronluk kesitler alındı, 70 derecelik etüvde deparafinize edildi, otomatik boya makinesinde boyama işlemine alınarak hematoksilen eozin (H+E) ile boyandı. Işık mikroskopunda disk, çevre kıkırdak ve kemik dokusu, medulla spinalisdeki değişiklikler incelendi (7).

---

## ***Patolojik Skorlama***

Deneklerin disk ve nöral yapıları değerlendirilirken patolojik olarak skorlama yapıldı.

- Skor1 :Değişiklik yok
- Skor 2 + :Hafif derecede değişiklikler: Kollajen liflerde ayrılma, düzensizlik, kondrositlerde azalma minimal düzeydedir.
- Skor 3 ++ :Orta derecede değişiklikler: Kollajen liflerde ayrılma, düzensizlik, kondrositlerde azalma belirginleşmiştir.
- Skor 4 +++:Ağır derecede değişiklikler: Kollajen liflerde ayrılma, düzensizlik, kondrositlerde azalma daha belirgindir.

## ***Uygulanan Joule Hesabı***

0., 5. ve 11., saniyede açığa çıkan enerji miktarı hesaplandı. Enerji = Güç x Zaman formülünden açığa çıkan enerji bulundu. Bu işlemleri yapmak için ise formüller şöyledir.

Elektrik akımı:I, birimi Ampere (Amper)'dir (A).  $1A = 6.24 \times 10^{18}$  elektron / saniyedir.  
Gerilim: U, birimi Volt'tur (V). Direnç:R, birimi Ohm'dur. Güç:P, birimi Watt'tır (W).

1 volt'luk gerilim 1 amper'lik akım yaratırken kaybolan güç 1 Watt'tır.

$$P = W / t = U.i = i^2.R = U^2 / R$$

Enerji:W, birimi joule'dür (J). 1 joule = 1 watt.saniye1 watt'lık gücün 1 saniyede yarattığı enerji 1 joule'dür.

$$W = P.t = U.i.t = i^2.R.t = U^2.t / R$$

Buna göre aletin sabit direnci el kitabında verildiği gibi  $317 \Omega$  (ohm). Örneğin Level 2 de nominal output 125 volt ve

- Watt = Volt<sup>2</sup>/R=125<sup>2</sup>/317 $\Omega$
- $15625 / 317 \Omega = 49,290221$
- Sistemin level 2 de gücü 49 watt
- Level 4 volt 175

- 
- $175 \times 175 = 30625$
  - $30625 / 317 \Omega = 96,608833$
  - Sistemin level 4 de gücü 97 watt'tır.

### ***İstatistiksel Değerlendirme***

4 denek eks oldu. Deneklerin eks olma nedeni; yoğun elektrik etkisine bağlı medulla spinalis hasarına bağlı olduğu düşünüldü. İstatistik analiz SPSS for Windows istatistik programının 11.0 versiyonu kullanılarak yapıldı. Sonuçlar ortalama±standart sapma biçiminde verildi. Gruplar arası karşılaştırmada Kruskal-Wallis bunu izleyen Mann-Whitney U testi yapıldı.  $p < 0.05$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### **3. SONUÇLAR**

1. Joule - zaman ilişkisi
2. Sıcaklık- zaman ilişkisi
3. Joule - sıcaklık ilişkisi
4. Motor - zaman ilişkisi
5. Joule - motor skor ilişkisi
6. Joule - patolojik skor ilişkisi
7. Sıcaklık- patolojik skor ilişkisine bakıldı

#### ***Joule-Zaman İlişkisi***

Joule zaman ilişkisen bakıldığında Enerji = Güç x ZAMAN kavramından, saniyeler arttıkça uygunan gücün arttığı gözlemlendi (Tablo-3,4).

#### ***Sıcaklık-Zaman İlişkisi***

Gruplar arasında sıcaklık ölçümleri değerleri karşılaştırıldığında 0. sn ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ). Gruplar arasında sıcaklık ölçümleri değerleri karşılaştırıldığında 5. sn ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ) Gruplar

---

arasında sıcaklık ölçümleri değerleri karşılaştırıldığında 11. sn ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo-5).

### ***Joule - Sıcaklık İlişkisi***

Deneklere uygulanan 5. Sn toplam joule değerleri ile 5.sn ortalama sıcaklık değerleri arasında korelasyon ( $R=-0.037$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ( $p=0.863$ ). Deneklere uygulanan 11. sn toplam joule değerleri ile 11.sn ortalama sıcaklık değerleri arasında korelasyon ( $R=-0.055$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ( $p=0.0798$ ). Deneklere uygulanan 2.cepçik 5.sn deki toplam joule değerleri ile 5.sn'deki ortalama sıcaklık değerleri arasında korelasyon ( $R=-0.204$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ( $p=0.524$ ).

Deneklere uygulanan 2.cepçik 11. sn deki toplam joule değerleri ile 11.sn'deki ortalama sıcaklık değerleri arasında korelasyon ( $R=0.37$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ( $p=0.910$ ) (Tablo-6)

### ***Motor-Zaman İlişkisi***

Gruplar arasında 1. saat motor yanıt ortalama değerleri Grup 5 ile Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 karşılaştırıldığında; Grup 2, Grup 3 ve Grup 4'de motor yanıt ortalama değerleri anlamlı yüksek bulundu (sırasıyla  $p=0.009$ ,  $p=0.04$ ,  $p=0.015$ ).

Gruplar arasında 24. saat motor yanıt ortalama değerleri Grup 5 ile Grup 2, karşılaştırıldığında; Grup 2 motor yanıt ortalama değerleri anlamlı yüksek bulundu ( $p=0.03$ )

(Tablo-7)

Gruplar arasında 1. hafta motor yanıt ortalama değerleri değerleri karşılaştırıldığında 1. hafta. ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p<0.05$ ). Gruplar arasında 2. hafta motor yanıt ortalama değerleri değerleri karşılaştırıldığında 1. hafta. ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p<0.05$ ). Gruplar arasında 3. hafta motor yanıt ortalama değerleri değerleri karşılaştırıldığında 1. hafta. ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p<0.05$ ). Gruplar arasında 4. hafta motor yanıt ortalama değerleri değerleri karşılaştırıldığında 1. hafta. ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p<0.05$ ). Gruplar arasında 5. hafta motor yanıt ortalama değerleri değerleri karşılaştırıldığında 1. hafta. ortalama değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p<0.05$ ). 1. ve 24. saatteki değişiklikler akut elektrik etkisine bağlandı.Joule ile motor skor arasında anlamlı fark saptandı. Özellikle 2. cepçik uygulanan 3.

---

ve 5. grupta süre uzadığı için uygulanan joule' un artığı ve sonuç olarak motor skor değerinin azaldığı gözlemlendi. (Tablo-8,9,10)

### ***Patolojik Bulgular***

Grup 1/1, 1/2, 1/3 : Sham grubu idi. Yanlızca kanülasyon uygulandı ve disk dokusunda ve medulla spinaliste herhangi bir patolojik bulguya rastlanmadı.

Grup 3'deki hayvanlara iki cepçik uygulandığı için muhtemel elektrik etkisi ile hafif nöral kayıp gözlemlendi. Grup 4'deki hayvanların diskinde belirgin disk dejenerasyonu ve hafif – orta nörol kayıp gözlemlendi. (Resim-2) (Tablo-11,12)

Grup 2 ile grup 3, grup 4 ve grup 5 karşılaştırıldığında; grup 2 patoloji skoru ortalama değerleri anlamlı düşük saptandı (sırasıyla  $p=0.02$ ,  $p=0.002$ ,  $p=0.002$ ) (Tablo-13).

Grup 3 ile grup 5 karşılaştırıldığında; grup 3 patoloji skoru ortalama değerleri anlamlı düşük saptandı ( $p=0.01$ ). Deneklere uygulanan 5. sn toplam joule değerleri ile patoloji skoru ortalama değerleri arasında korelasyon ( $r=0.733$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı ( $p=0.01$ ). Deneklere uygulanan 11. sn toplam joule değerleri ile patoloji skoru ortalama değerleri arasında korelasyon ( $r=0.734$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı ( $p=0.01$ ). Deneklere uygulanan 2.cepçik 5. sn toplam joule değerleri ile patoloji skoru ortalama değerleri arasında korelasyon ( $r=0.742$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı ( $p=0.01$ ). Deneklere uygulanan 2.cepçik 11. sn toplam joule değerleri ile patoloji skoru ortalama değerleri arasında korelasyon ( $r=0.742$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı ( $p=0.01$ ).

### ***Sıcaklık-Patolojik Skor İlişkisi***

Deneklere uygulanan 5. sn'deki ortalama ısı değerleri ile patoloji skoru ortalama değerleri arasında korelasyon ( $r=-0.061$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ( $p=0.777$ ). Deneklere uygulanan 11. sn'deki ortalama ısı değerleri ile patoloji skoru ortalama değerleri arasında korelasyon ( $r=-0.30$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ( $p=0.889$ ). Deneklere uygulanan 2.cepçik 5. sn'deki ortalama ısı değerleri ile patoloji skoru ortalama değerleri arasında korelasyon ( $r=-0.152$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ( $p=0.638$ ). Deneklere uygulanan 2.cepçik 11. sn'deki ortalama ısı değerleri ile patoloji skoru ortalama değerleri arasında korelasyon ( $r=-0.27$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ( $p=0.933$ ) (Resim-2).



---

#### 4. TARTIŞMA

Bel ağrısını tedavi etmek için ağrıyı oluşturan disklere ulaşmak amacıyla minimal invazif tedavi seçenekleri geliştirilmiştir. Nükleusun kısmi çıkarılmasının herniye diskleri dekomprese ederek sinir kökleri üzerindeki basıyı kaldırdığı ve bazı vakalarda diskojenik ağrıyı geçirdiği gösterilmiştir (2,31). Kemonükleolizis , perkütan nükleotomi , otomatik perkütan lomber diskektomi , intradiskal lazer diskektomi ve intradiskal radyofrekans ablasyonu bu yaklaşımı içeren tekniklerdir.

Nükleoplastinin kullandığı koblasyon teknolojisi doku ablasyonunun ısı temelli olmayan yöntemlerinden biridir. Koblasyon teknolojisinde radyofrekans enerjisi iletken bir ortama aktarılmakta, bu da enerjilenmiş elektrodun etrafında ileri derecede iyonize partiküllerden oluşan yoğun bir plazma sahasının oluşmasına neden olmaktadır. Bu iyonize partiküllerin dokudaki organik moleküler bağları yıkmaya kudreti mevcuttur. Bu işlemin atık ürünleri ise elementer moleküller ve düşük molekül ağırlıklı gazlardır. Sonuç olarak işlem hedef disk nükleusunun çevre dokulara minimal zararla uzaklaştırılmasından oluşmaktadır (16,22,27).

Biz bu çalışmada nükleoplastinin servikal disk hernilerinin tedavisinde uygulanma yöntemlerinin olası etki mekanizmalarını ortaya çıkarmaya çalıştık. Servikal diskte çalışmamızın nedeni bu güne kadar nükleoplasti ile yapılan deneysel çalışmalarda lomber problemler kullanılarak lomber disk hernisinin tedavisi taklit edilmeye çalışılmış olmasıdır. Bu çalışma servikal disk hernisindeki problemin ve tekniğinin araştırıldığı literatürdeki ilk çalışmadır.

Canlı hayvan kullanmamızın nedeni ise bugüne kadar olan çalışmalarda hep kadavra üzerinde yapılmış olmasıdır ve oluşturulan değişiklikler disk içi basınç ölçme ve dokuda fiziksel olarak meydana gelen akut değişiklikleri objektif olarak ölçmekten ileri gidememiştir. Ayrıca canlı hayvan kullanmamızın bir diğer nedeni ise uzun dönemde oluşabilecek disk dokusundaki değişikliklerin anlaşılabilmesi, ayrıca da nörolojik etkilenmenin olup olmadığının araştırılması için ise canlı hayvanlarda yapılacak çalışmalara ihtiyaç olmasıdır.

Çalışmamızın eksiklerinden biri canlı hayvanlarda çalışıldığı için intradiskal basınç ölçülemediği. Tavşanda radyofrekans disk nükleoplastisinin intervertebral disk dokusuna etkileri birçok açıdan gözlemlenmeye çalışılmıştır. Bu tekniğin avatajlarından birisi perkütan intradiskal lazer nükleotomisinde sıcaklık açığa çıkarken bu yöntemde sıcaklık açığa çıkarmamasıdır. Nitekim, Nau William H ve arkadaşları insan kadavrasında intradiskal sıcaklık

---

değişimlerini ölçmeye çalışmışlardır (20). Level 2'de 5 saniye boyunca ablasyon ve koagulasyon uygulamışlardır ve sıcaklık değişim değerlerine bakılmıştır. 80 dereceye varan artışlar saptanmıştır. Bizim çalışmamız canlı hayvanlar üzerinde uygulanmıştır. Her bir denek ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sıcaklık deneylerde 0., 5. ve 11. saniyelerde ölçüldüğünde anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. İstatistiksel olarak sıcaklık ile zaman arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bununla birlikte uygulanan joule ile sıcaklık karşılaştırıldığında ve sıcaklık ile patolojik değişiklikler karşılaştırıldığında yine anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar aletin işlemi yaparken sıcaklık açığa çıkarmadığını teyit etmektedir. Bu da servikal bölgedeki uygulamalarda medulla spinalise olan yakınlık nedeni ile tekniği güven verici hale getirmektedir. Joule değerlerinin hesaplanarak karşılaştırmalarda kullanılmasının nedeni zamanla tekniğin oluşturduğu sıcaklık değişiklikleri, uygulandığı intervertebral disk dokusuna etkileri ve motor fonksiyonlardaki değişimleri görebilmek ve istatistiksel olarak anlamlı çıkarımlar elde edebilmektir. Ortaya çıkan joule değerleri zamanla birlikte artar. Çünkü enerji; gücün miktarının zamanla çarpılmasından oluşan bir formüldür. Yani bir güç değeri zamanla birlikte enerjisininide arttırır. O yüzden de zamanla birlikte nükleoplasti aletinin ucundan çıkan enerji artmaktadır. Bu artan enerjinin nörolojik olarak etkilenme yapıp yapmadığını görebilmek içinde joule ile motor skor skalası Drummond Moore kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. Yine aynı şekilde bu gücün zamanla olan birlikteliğinden artan enerjisinin intervertebral disklere etkisini de gözlemlemek amacı ile patolojik değerlendirme yapılmış ve sham grubu da dahil 5 grup karşılaştırılmıştır. Ancak bugüne kadar literatürde bu tarz ayrıntılı bir patolojik çalışmaya rastlanmamıştır Yung C. Chen ve arkadaşları iki adet domuz kadavrasında ablasyon ve sonrasında koagulasyon uygulamışlardır. Ancak patolojik olarak preparatları geniş bir skorlamaya tutmamışlardır ve uygulanan seviyedeki spinal kord kesitlerinde hasara rastlamadıklarını belirtmişlerdir (7). Bizim çalışmamızda ise bu patolojik preparatlar çalışma gruplarına kör bir patolog tarafından ayrıntılı olarak incelenmiş ve tüm değişiklikler birbirleri ile karşılaştırılarak ayrıca skorlanmıştır ve istatistiksel değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Bu nedenle literatürde ilk olması nedeni ile çalışmamız ayrı bir önem arz etmektedir. Enerjinin artması diskteki dejenerasyonu arttırır iken yüksek watt değerlerinin de medulla spinalis hasarına da neden olduğu görülmüştür. Düşük enerji düzeylerinde (Grup 2; 542 J) sıcaklıkta belirgin artışlara yol açılmaması dolayısı ile de medulla spinalisi etkileme ihtimalinin düşük olması lazer ile yapılan servikal disk dekompresyonlarına nazaran bir avantaj olabilir.

---

Bu çalışmada motor skor ile uygulanan joule karşılaştırıldığında yüksek joule (Grup 5; 2126 J) uygulanan deneklerde 1. ve 24. saatler arasında anlamlı nörolojik gerileme saptanmıştır. Bunun da ablasyon sırasında oluşan olası elektrik çarpma etkisine bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Bu saptamamız servikal nükleoplasti tekniğinde önerilen ablasyon öncesi kısa süreli koagülasyon ile olası medulla spinalis yaralanmasının önüne geçilebilmesi tedbiri son derece yerinde bir yaklaşım olduğunu desteklemektedir. Yine güvenli ve yeterli disk dekompresyonuna imkan sağlayacak etkin joule değerlerine ulaşmak için kısa sürede yüksek watt yerine uzun sürede düşük watt değerleri uygulanması akılcı bulunmuştur.

## 5. SONUÇ

Sıcaklık artışına yol açmayan servikal nükleoplasti tekniğinin etkinliğinin ortaya çıkmasında lazer diskektomideki gibi yanma ile oluşan disk evoporasyonunun ya da ağrı liflerinin etkilenmesinin neden olmadığı düşünülmüştür. Dolayısı ile uygulanan joule ile orantılı patolojik skor değişikliklerine yol açılması ise tekniğin olası etkinliğinde disk dokusunda gerçekleşen ve ileri derecede disk dejenerasyonu ile sonlanan yapısal değişikliklerin rol oynadığı düşünülmüştür. Yüksek joule uygulamasında direkt etkiden ziyade elektrik çarpmasının medulla spinalis yaralanmasına yol açabilmesi servikal nükleoplasti sırasında düşük watt kullanılmasının uygun olacağını düşündürmektedir.

## KAYNAKÇA

- 1.Adams MA, Hutton WC. Prolapsed intervertebral disc: A hyperflexion injury. Spine 1982; 7: 184-191
- 2.Andersson GB, Brown MD, Dvorak J, et al. Consensus summary of the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation. Spine 1996;21(24 suppl):75S-8.
- 3.Antoniou J, Steffen T, Nelson F. The human lumbar intervertebral disc- Evidence for changes in the biosynthesis and denaturation of the extracellular matrix with growth, maturation, ageing and degeneration. Journal of Clinical Investigation 1996; 98(4): 996-1003.
- 4.Bernick S, Walker JM, Paule WJ, et al: Age changes on the annulus fibrosus in human intervertebral discs. Spine 16: 520-524, 1991.

- 
5. Buckwalter JA, Roughley PJ, Rosenberg LC. Age-related changes in cartilage proteoglycans-quantitative electron microscopic studies. *Microscopy Research and Technique* 1994; 28(5): 398-408.
  - Chelberg MK, Banks GM, Geiger DF. Identification of heterogeneous cell-populations in normal human intervertebral disc. *Journal of Anatomy* 1995; 186: 43-53
  6. Chen Y C, Lee S H and Chen D: Intradiscal pressure study of percutaneous disc decompression with nucleoplasty in human cadavers *Spine* 28 661–5, 2003.
  7. Chen YC, Lee S, Saenz Y, Lehman NL: Histologic findings of disc, end plate and neural elements after coblation of nucleus pulposus: an experimental nucleoplasty study. *The Spine Journal* 3: 466–470, 2003.
  8. Cohen SP, Larkin T, Abdi S, et al. Risk factors for failure and complications of intradiscal electrothermal therapy: A pilot study. *Spine* 28: 1142-7, 2003.
  9. Collins DH. *The Pathology of Articular and Spinal Disease*. Edward Arnold&Co. London 1949;256
  10. Devor M: Pain arising from the nerve root and the dorsal root ganglion. In: Weinstein JN, Gordon SL: *Low back pain*. AAOS, Rosemont, 1996, pp 187-208.
  11. Drummond JC, Moore SS: The influence of dextrose administration on neurologic outcome after temporary spinal cord ischemia in the rabbit. *Anesthesiology* 70:64-70, 1989.
  12. Goupille P, Jayson MI, Valat JP, et al: Matrix metalloproteinases: The clue to intervertebral disc degeneration? *Spine* 23: 612-626, 1998.
  13. Grignon B, Grignon Y, Mainard D. The structure of the cartilaginous end-plates in elder people. *Surgical and Radiologic Anatomy* 2000; 22(1): 13-19
  14. Gruber HE, Fisher EC, Desai B. Human intervertebral disc cells from the annulus: Three-dimensional culture in *Experimental Cell Research* 1997; 235(1): 13-21.
  15. Iwatsuki K, Yoshimine T, Sasaki M, Yasuda K, Akiyama C, Nakahira R: The effect of laser irradiation for nucleus pulposus: an experimental study. *Neurol Res.* 27(3):319-23, 2005
  16. Kambin P, Brager MD. Percutaneous posterolateral discectomy: anatomy and mechanism. *Clin Orthop* 1987;Oct(223):145–54.

- 
17. Karasek M, Bogduk N. Twelve-month follow-up of a controlled trial of intradiscal thermal annuloplasty for back pain due to internal disc disruption. *Spine* 25: 2601-7, 2000.
  18. Kleinstueck FS, Diederich CJ, Nau WH, et al. Temperature and thermal dose distributions during intradiscal electrothermal therapy in the cadaveric lumbar spine. *Spine* 28: 1700, 2003.
  19. Lee J, Lutz GE, Campbell D. Stability of the lumbar spine after intradiscal electrothermal therapy. *Arch Phys Med Rehabil* 82; 120-3, 2001.
  20. Nau WN, Diederich CJ: Evaluation of temperature distributions in cadaveric lumbar spine during nucleoplasty. *Phys. Med. Biol.* 49: 1583–1594, 2004.
  21. Nerubay J, Caspi I, Levinkopf M, Tadmor A and Bubis J J: Percutaneous laser nucleolysis of the intervertebral lumbar disc. An experimental study *Clin. Orthop.* 337: 42–4, 1997.
  22. Nerubay J, Caspi I, Levinkopf M, Tadmor A, Bubis JJ. Percutaneous laser nucleolysis of the intervertebral lumbar disc: an experimental study. *Clin Orthop Rel Res* 1997;Apr(337):42–4.
  23. Ohshima H, Urban JP: The effect of lactat and PH on proteoglycan and protein synthesis rates in the intervertebral disc. *Spine* 17: 1079-1082, 1992.
  24. Pauza KJ, Howell S, Dreyfuss P, et al. A randomized, placebo-controlled trial of intradiscal electrothermal therapy for the treatment of discogenic low back pain. *Spine J* 4: 27-35, 2004.
  25. Saal JA, Saal JS. Intradiscal electrothermal treatment (IDET) for chronic discogenic low back pain. A prospective outcome study with minimum one year follow-up. *Spine* 25: 2622-7, 2000.
  26. Saal JA, Saal JS. Intradiscal electrothermal treatment for chronic discogenic low back pain. Prospective outcome study with a minimum 2- year follow-up. *Spine* 27: 966-74, 2002.
  27. Sasaki M, Takahashi T, Miyahara K, Hirose T. Effects of chondroitinase ABC on intradiscal pressure in sheep: an in vivo study. *Spine* 2001;26(5):463–8.
  28. Schwartzer AC, Aprill CN, Derby R, et al. The prevalence and clinical features of internal disc disruption in patients with chronic low back pain. *Spine* 20: 1878-83, 1995.
  29. Sharps LS, Isaac Z. Percutaneous disc decompression using nucleoplasty. *Pain Physician.* 5: 121-6, 2002.

---

30. Singh V, Piryani C, Liao K, Niesculz S. Percutaneous disc decompression using coblation (nucleoplasty) in the treatment of chronic discogenic pain. *Pain Physician* 5: 250-9, 2002.

31. Wilberger JE, Bost JW, Maroon JC. Ambulatory surgery is safe and effective in radicular disc disease. *Spine* 1995;20(7):861-2.

## Tablolar

Grup No	n	Tanım	İşlem
I	3	Sham	Yalnızca kanülasyon
II	6	Nükleoplasti	Düzy 2 tek cepçik oluşturulması
III	6	Nükleoplasti	Düzy 2 çift cepçik oluşturulması
IV	6	Nükleoplasti	Düzy 4 tek cepçik oluşturulması
V	6	Nükleoplasti	Düzy 4 çift cepçik oluşturulması

Tablo-1:Çalışma grupları

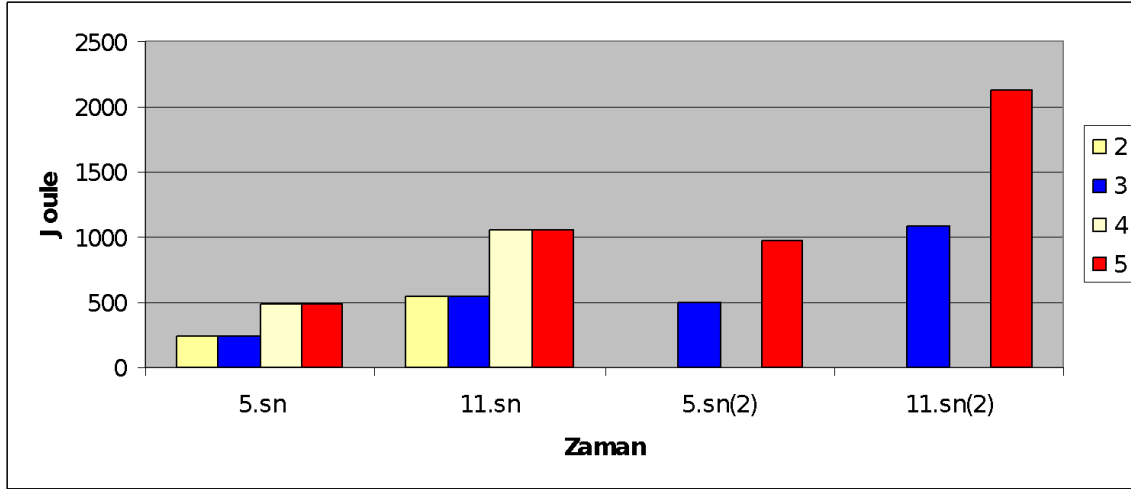
Grup No	Drummond Moore Kriterleri
0	Paraplejik alt ekstremitede motor fonksiyon yok
1	Alt ekstremitde motor fonksiyon hareketi zayıf, sadece yerçekimine karşı hareketi var
2	Bazı alt ekstremitde hareketlerini yapıyor, yerçekimi gücü iyi, ancak bacaklarını gövdenin altına çekemiyor
3	Zıplayabiliyor veya bacaklarını gövdenin altına alabiliyor fakat normal değil
4	Normal motor fonksiyon

Tablo-2:Drummond Moore kriterleri

---

Grup / Zaman	5.sn	11.sn	5.sn(2)	11.sn(2)
2	247	542		
3	247	542	494	1084
4	483	1063		
5	483	1063	966	2126

Tablo-3:Joule ile zaman ilişkisini gösteren değerleri içeren tablo.



Tablo-4:Joule ile zaman ilişkisini gösteren grafik değerleri içeren tablo.



---

Sıcaklık	Grup1 (Sham)	Grup 2 (Level 2 tek cep)	Grup 3 (Level 2 çift cep)	Grup4 (Level 4 tek cep)	Grup 5 (Level 4 çift cep)
0.saniye					
1.ölçüm		45.16±0.98	46.16±1.47	48.0±4.04	45.66±1.86
2.ölçüm			50.66±3.55		48.66±2.65
5.saniye					
1.ölçüm		48.66±4.88	52.33±7.76	50.66±4.58	49.5±5.95
2.ölçüm			52.66±4.80		51.0±3.89
11.saniye					
1.ölçüm		48.66±4.67	53.0±8.31	50.16±6.33	50.16±5.70
2.ölçüm			53.0±4.42		55.0±6.72

Tablo-5:Sıcaklık ile zaman arasındaki değerleri içerir

---

Gruplar(Joule)	Ortalama Sıcaklık
2 (247 J)	48,67
2 (542 J)	48,67
3 (247 J)	52,33
3 (542 J)	53,00
3 (494 J)	52,67
3 (1084 J)	53,00
4 (483 J)	52,67
4 (1063 J)	50,17
5 (483 J)	49,50
5 (1063 J)	50,17
5 (966 J)	51,00
5 (2126 J)	53,33

Tablo-6:Joule ile sıcaklık karşılaştırmalarını içerir.

---

Günler	Grup1 (Sham)	Grup 2 (Level 2 tek cep)	Grup 3 (Level 2 çift cep)	Grup 4 (Level 4 tek cep)	Grup 5 (Level 4 çift cep)
1. saat	4±0	3.33±1.03	2.16±0.4	2.83±0.98#	1.00±0.89*
24. saat	4±0	3.33±1.03¶	2.16±0.4	2.16±1.72	1.40±0.89
1. hafta	4±0	3.33±1.03	2.16±0.4	2.16±1.72	2.00±1.63
2. hafta	4±0	3.00±1.67	1.16±0.98	2.80±1.64	3.00±1.0
3. hafta	4±0	3.33±1.63	1.75±1.5	4.0±0.0	3.00±1.0
4. hafta	4±0	4.00±0.00	2.50±2.12	4.0±0.0	3.00±1.0
5. hafta	4±0	4.00±0.00	2.50±2.12	3.50±1.0	3.50±0.70

\*= p<0.05 Grup 5 tüm gruplar ile karşılaştırıldığında

¶= p<0.05 Grup 2 ve Grup 5 karşılaştırıldığında

#= p<0.05 Grup 4 ve Grup 5 karşılaştırıldığında

Tablo-7:Motor skor ile zaman arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

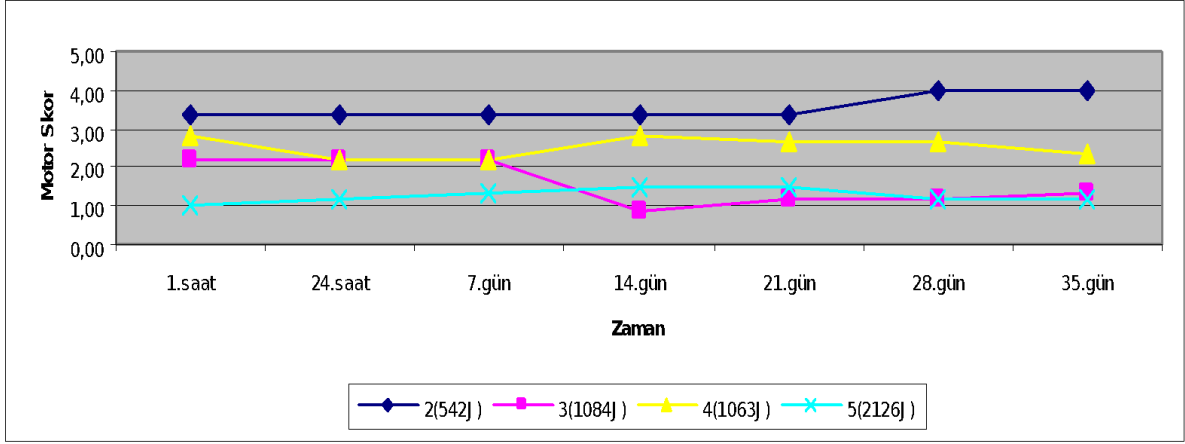
Grup	Denekler	Gruptaki sayı	Drummond Moore Kriteri Skoruması						
			1. saat	24. saat	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün	35. gün
I	1	1	4	4	4	4	4	4	4
I	2	2	4	4	4	4	4	4	4
I	3	3	4	4	4	4	4	4	4
II	4	1	4	4	4	4	4	4	4
II	5	2	4	4	4	4	4	4	4
II	6	3	4	4	4	4	4	4	4
II	7	4	4	4	4	4	4	4	4
II	8	5	2	2	2	0	0	4	exc
II	9	6	2	2	2	2	4	4	4
III	10	1	2	2	2	1	1	1	1
III	11	2	2	2	2	0	exc	exc	exc
III	12	3	3	3	3	1	4	4	2
III	13	4	2	2	2	1	1	1	2
III	14	5	2	2	2	1	1	1	1
III	15	6	2	2	2	1	exc	exc	exc
IV	16	1	2	0	0	exc	exc	exc	exc

IV	17	2	2	1	1	4	4	4	2
IV	18	3	4	4	4	4	4	4	4
IV	19	4	2	1	1	1	exc	exc	exc
IV	20	5	3	3	3	4	4	4	4
IV	21	6	4	4	4	4	4	4	4
V	22	1	2	2	4	4	4	4	4
V	23	2	0	0	0	exc	exc	exc	exc
V	24	3	1	1	exc	exc	exc	exc	exc
V	25	4	0	exc	exc	exc	exc	exc	exc
V	26	5	1	2	2	2	2	exc	exc
V	27	6	2	2	2	3	3	3	3

Tablo-8:Tüm deneklerin zamana göre motor skorlarını içermektedir.

Grup/Zaman	Motor Skor						
	1.saat	24.saat	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün	35.gün
2 (542 J)	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	4,00	4,00
3 (1084 J)	2,17	2,17	2,17	0,83	1,17	1,17	1,33
4 (1063 J)	2,83	2,17	2,17	2,83	2,67	2,67	2,33
5 (2126 J)	1,00	1,17	1,33	1,50	1,50	1,17	1,17

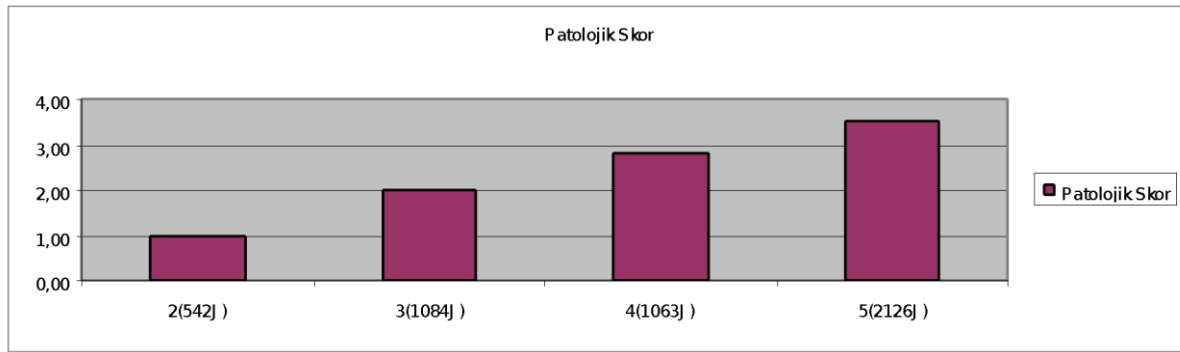
Tablo-9:Joule ile motor skor arası ilişkiyi göstermektedir.



Tablo-10:Motor skorun Joule ile olan değişimlerini göstermektedir.

Grup	Patolojik Skor
2 (542 J)	1,00
3 (1084 J)	2,00
4 (1063 J)	2,83
5 (2126 J)	3,50

Tablo-11:Joule değerlerine göre patolojik skoru gösterir tablo



Tablo-12:Joule değerlerine göre patolojik skor değişimini gösteren tablo

	Grup1 (Sham)	Grup 2 (Level 2 tek cep)	Grup 3 (Level 2 çift cep)	Grup 4 (Level 4 tek cep)	Grup 5 (Level 4 çift cep)
Pat skoru	1±0	1±0*	2±0.89¶	2.83±0.98	3.5±0.54

\*= p<0.05 Grup 2 tüm gruplar ile karşılaştırıldığında

¶= p<0.05 Grup 3 ve Grup 5 karşılaştırıldığında

Tablo-13:Patolojik skorun gruplara göre istatistiksel karşılaştırması

## Resimler



Resim 1 - Arthrocare cihazı, sıcaklık ölçüm cihazı ve probu

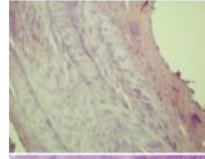


Grup I

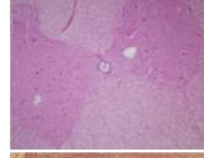
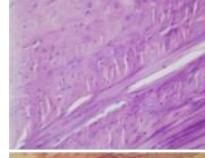
Disk

Medulla  
Spinalis

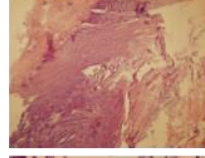
Grup I



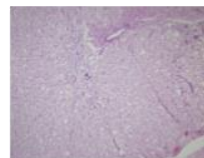
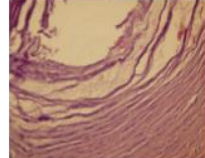
Grup II



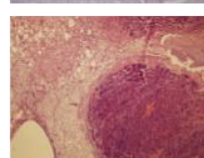
Grup III



Grup IV



Grup V



Grup	Denekler	Gruptaki sayı	Patolojik Skor
<b>I</b>	1	1	1
	2	2	1
	3	3	1
<b>II</b>	4	1	1
	5	2	1
	6	3	1
	7	4	1
	8	5	1
	9	6	1
<b>III</b>	10	1	1
	11	2	2
	12	3	3
	13	4	1
	14	5	2
	15	6	3
<b>IV</b>	16	1	3
	17	2	2
	18	3	4
	19	4	2
	20	5	4
	21	6	2
<b>V</b>	22	1	4
	23	2	4
	24	3	3
	25	4	3
	26	5	3
	27	6	4

Resim-2:Tüm gruptaki disk ve medulla spinalis örneklerinin patolojik görünüşleri ve patolojik skorların karşılaştırması