

T.C.

EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**İNTRADURAL SPİNAL TÜMÖR CERRAHİSİNDE
İNTRAOPERATİF NÖROMONİTÖRİZASYON KULLANIMININ
SONUÇ ÜZERİNE ETKİLERİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. MUSTAFA SERDAR BÖLÜK

TEZ YÖNETİCİSİ

DOÇ. DR. ERKİN ÖZGİRAY

İZMİR

2017

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda danışmanım olarak, çalışmanın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteği esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Erkin Özgiray'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim süresince hekimlik anlayışları, becerileri, bilgileri ve derin hoşgöruları ile bana ilham kaynağı olmuş Sayın Prof. Dr. Taşkın Yurtseven, Prof. Dr. Mehmet Sedat Çağlı ve Doç. Dr. Tuncer Turhan'a saygı ve sonsuz minnettarlığımı sunarım. Uzmanlık eğitimim süresince çok değerli ilgi ve desteğini gördüğüm, bilgi ve deneyimlerini bizlerle paylaşmayı esirgemeyen Sayın Prof. Dr. İzzet Övül, Prof. Dr. Kazım Öner, Prof. Dr. Nezih Oktar ve Prof. Dr. Yusuf Erşahin'e teşekkürlerimi sunarım.

Ege Üniversitesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı'nda birlikte çalışma fırsatı bulduğum Uzm. Dr. Elif Bolat, Uzm. Dr. Hüseyin Biçeroğlu, Uzm. Dr. Ali Akay, Dr. Seyhan Orak, Dr. Emre Çavuşoğlu, Dr. Hatice Kılıç, Dr. Gülnare Süleymanova, Dr. Emre Dursun, Dr. Seda Sancaktar, Dr. Muhammed Aycan Taşbilek ve Dr. Larisa Andrada Gabor'a ekip olabilmek adına gösterdikleri özen, özveri ve dostlukları için teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim ve tez çalışmam boyunca hep yanımda olarak beni daha iyi olabilmem için destekleyen, sevgili eşim Ebru Bölük; her şey için çok teşekkür ederim.

Dr. Mustafa Serdar Bölük

İÇİNDEKİLER

ÖZET	2
SUMMARY	4
1.GİRİŞ ve AMAÇ	5
1-1.GİRİŞ	5
1-2.AMAÇ	7
2-GENEL BİLGİLER	8
2-1.SPİNAL TÜMÖRLER	8
2.1.1 Spinal İntradural Ekstramedüller Tümörler	11
2.1.1.A. Menenjiomalar:	11
2.1.1.B. Schwannoma/Nörofibroma:	13
2.1.2 Spinal İntradural İntramedüller Tümörler	15
2.1.2.A Astrositomlar:	16
2.1.2.B. Ependimomalar:	18
2.1.2.C. Diğerleri	20
2.1.3. Spinal Ekstradural Tümörler	21
2.1.3.A Metastatik Ekstradural Tümörler	21
2.1.3.B Primer Spinal Tümörler:	22
2.2 İNTRAOPERATİF NÖROMONİTORİZASYON	23
2.2.1 İntraoperatif Nöromonitörizasyona Giriş	23
2.2.1.A Somatosensoriyal Uyarılmış Potansiyeller (SEP-Somatosensory Evoked Potential)	25
2.2.1.B Motor Uyarılmış Potansiyeller (MEP- Motor Evoked Potential)	28
2.2.1.C Elektromiyografi (EMG)	31
2.2.1.D Beyin Sapı Uyarılmış Potansiyelleri (BAEP)	31
2.2.1.E Vizüel Uyarılmış Potansiyeller (VEP)	31
2.2.2. Ameliyat Evreleri	32
3.MATERYAL-METOD	36
4.BULGULAR	37
5.TARTIŞMA	40
6.SONUÇ	46
7.KAYNAKLAR	47

ÖZET

İntradural spinal kord tümörleri (İSKT); tüm santral sinir sisteminin en ender tümörlerinden bir tanesidir. İSKT görülme sıklığı 2-10/100,000 arasındadır ve çoğunluğu benign karakterdedir. İSKT tedavisinde birinci seçenek cerrahidir. Cerrahi amaç tümoral dokunun çevre nöral dokuya en az hasar verilerek tamamıyla çıkartılmasıdır.

İntraoperatif nöromonitörizasyon (İONM) omuriliğin ve periferik sinirlerin ameliyat sırasında işlevsel durumlarının değerlendirilmesine yönelik teknikler bütünü olarak tanımlanır.

Geriye dönük ve tanımlayıcı olan çalışmamızda, Ekim 2011 ve Şubat 2016 yılları arasında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Nöroşirurji Anabilim Dalı'nda intradural spinal kord tümör tanısı ile aynı cerrah tarafından opere edilen erişkin hastaların sosyo-demografik özellikleri (yaş, cinsiyet), kitle yerleşim yeri, patoloji sonucu, başlangıçta ve operasyon sonrasında nörolojik durum, tümör total-parsiyel rezeksiyon durumu ve intraoperatif nöromonitör kullanımı incelenmiştir.

Çalışmaya dahil olan 38 hastanın %63,2'si kadındır. En düşük yaş 18, en yüksek yaş 79 ve yaş ortalaması yıl olarak $46,0 \pm 15,5$ olarak bulunmuştur. Çalışmaya alınan hastaların 22'sinde (%57,9) İONM kullanılırken 16'sında (%42,1) İONM kullanılmadı. Olgularda en sık yerleşim yerinin torakal vertebralar seviyesinde (%39,5) olduğu saptanmıştır. 38 hastanın 20'sinde pre-op nörolojik defisit saptanmış, hastaların dördünde post-op nörolojik defisitte kötüleşme tespit edilirken 31'inde (%81,6) değişiklik saptanmamıştır. Olgulardan 29'unda (%76,3) tümör total rezekte edilmişti. Dokuz hastada parsiyel rezeksiyon saptandı.

Otuz sekiz hasta ile yaptığımız bu çalışmada istatistiksel olarak yapılan analizlerde İONM kullanımı ile çalışmada incelenen değişkenler arasında anlamlı sonuç ilişkisi kurulamasa da cerrahi ekibin tecrübesi ve teknik donanımın optimal olduğu hallerde, tecrübeli bir ekibin değerlendirdiği İONM sonuç üzerine olumlu etkilerde bulunabilir. Daha somut değerlendirmeler için iyi planlanmış prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır. Ancak etik ve

medikolegal kısıtlamalar nedeniyle İONM kullanımının cerrahi sonuç üzerine olumlu etkileri olduğuna dair randomize kontrollü çalışma yapılması tartışmalıdır.



SUMMARY

Intradural Spinal Cord Tumors (ISCT); They are one of the most rare of central nervous system tumors. ISCT have an incidence of 2-10/100.000 among the population and they are mostly characterized as benign. Primary choice of treatment in ISCT is surgical. The purpose of the surgical treatment is the removal of tumor tissue without causing any possible damage to the surrounding neural tissue. Intraoperative (Neurophysiological Monitoring) Neuromonitorization (IONM), encompasses all the techniques that are responsible for assessing the condition of spine and peripheral neurons during surgery.

During our retroactive and definitive study, we have inspected patients that have been diagnosed with Intradural Spinal Cord Tumor whom have been treated at Ege University's Medical Faculty, Neurosurgery Division, between October 2011 – February 2016, on the basis of socio-demographic properties (age, sex, ... etc.), mass location, pathology results, pre-op and post-op neurological condition, total or partial resection of the tumor, and the usage of intraoperative neuromonitorization.

Among the 38 subjects included in the study, the female participants composed 63,2% of the total. The minimum age was 18 years and the maximum was 79 years with the average being $46,0 \pm 15,5$ years. 22 of the subjects (%57,9) were treated with IONM while 16 of them (%42,1) were not treated with IONM. The highest percentage of location (%39,5) belonged to Thoracic Vertebrae within the cases. 20 of the 38 subjects were diagnosed with pre-op neurological deficit and 4 patients had a deteriorating post-op neurological deficit with 31 patients (%81,6) having no change in their condition. 29 cases had total tumor resection. Nine cases had partial tumor resection.

In this study, which we have used 38 participants, using statistical methods, we have concluded that there is no significant relationship between the inspected variables and IONM usage, however, an experienced surgical team with optimal technical equipment provided, an IONM evaluated by an experienced team could provide positive effect on the outcome. For more concrete results, well planned prospective studies are necessary. Nevertheless due to ethical reasons and medicolegal constrictions, it is controversial to conduct randomized controlled tests to evaluate the positive effects of IONM usage on surgical results.

1.GİRİŞ ve AMAÇ

1-1.GİRİŞ

Günümüzde radyoloji başta olmak üzere laboratuvar tetkiklerine erişim artmış ve erken tanı ihtimali yükselmiştir. Böylece morbidite ve mortalite oranlarında düzelme sağlanmıştır.

Omurga ve omurilik cerrahisinde öncelikle kullanıma giren mikroskop ve CUSA (cavitron ultrasonic surgical aspiratör) ve mikrocerrahi el aletleri daha sonra perop kullanılan görüntüleme teknikleri sayesinde başarı artmış zaman içinde gelişen navigasyon sistemleri ve robotik cerrahi araçlar bu mevcut görüntüleme sistemleri ile beraber kullanılarak komplikasyon oranlarını da azaltmıştır. Ancak bu ameliyatlar sırasında tüm bu tekniklere rağmen çevre nöral dokuda gelişebilen hasarların yarattığı morbidite hekim ve hastaların mutsuzluğuna yol açması yanı sıra ciddi hukuksal sorunlara da neden olmaktadır. Bu ameliyatlar sırasında kullanılan tüm görüntüleme teknikleri anatomik bütünlük açısından bilgi vermesine rağmen ameliyat sonrası ek nörolojik hasara yol açmadan mevcut bulguların iyileşmesine yardımcı olamamaktadırlar. Bunun için ameliyat sırasında nöral dokunun fizyolojik işlevinin de aynı anda değerlendirilerek operasyon sırasında kimi müdahalelerden kaçınılması ya da gerekli müdahalelerin yapılabilmesine olanak sağlayan intraoperatif nöromonitorizasyon (İONM) kullanımı 1970'lerde gündeme gelmiştir.(35) Skolyoz cerrahisi ile omurga cerrahisinde kullanıma giren SEP, daha sonra SEP kullanımı sırasında ortaya çıkan sorunlara bağlı olarak 1980'lerden itibaren, anesteziyoloji alanındaki gelişmeler paralel kullanıma giren MEP ve son dönemde kullanıma giren EMG'nin çeşitli kombinasyonlar ile kullanımı, omurga ve omurilik cerrahisinde morbiditeyi azaltarak hekim ve hasta beklentilerinin karşılanmasında yüz güldürücü olabilmektedir.(39)

İONM kullanımının yüksek duyarlılık oranları, cerrahların zaman zaman agresif cerrahi girişimlere başvurmasına yol açabilirler. Ancak yeterli bilgi ve tecrübe olmadan İONM kullanımına güvenerek yapılacak ameliyatların daha büyük sıkıntılara yol açabileceği unutulmamalıdır. Spinal intradural tümör cerrahisinde; Cerrahi ekip tecrübesi,

nöromonitorizasyon ekip tecrübesi, pre op nörolojik durum, tümör lokalizasyonu ve tümör histopatolojisi başarıyı etkileyen faktörlerdendir.



1-2.AMAÇ

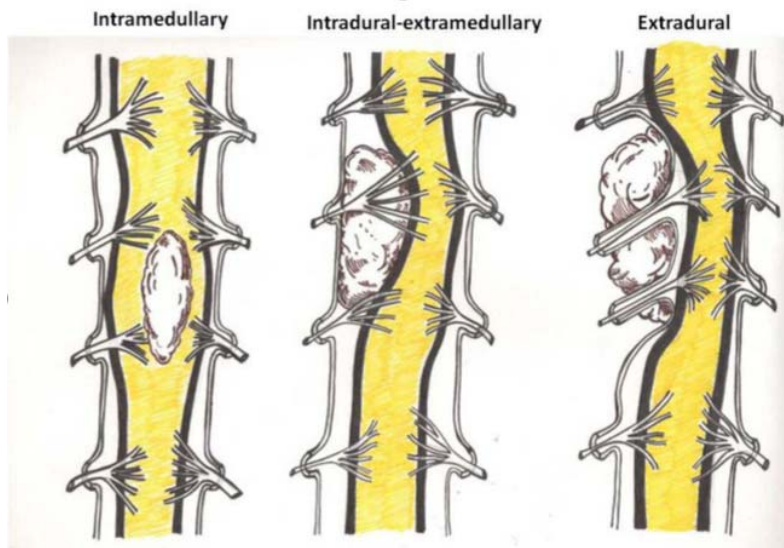
Çalışmamız geriye dönük ve tanımlayıcıdır. Ekim 2011-Ocak 2016 yılları arasında E.Ü.T.F.H. Nöroşirurji AD'da intradural spinal kord tümör tanısı(İSKT) ile aynı cerrah tarafından opere edilen hastaların sosyo-demografik özellikleri (yaş, cinsiyet), kitle yerleşim yeri, patoloji sonucu, başlangıç ve operasyon sonrası nörolojik durum, tümör total-parsiyel rezeksiyon oranları ve intraoperatif nöromonitor (İONM) kullanımı değişkenleri incelenerek İONM kullanımının, spinal intradural yerleşimli tümör cerrahisinde sonuç üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2-GENEL BİLGİLER

2-1.SPİNAL TÜMÖRLER

Ciddi morbite ve mortalite oranlarına rağmen erken tanı ve uygun tedavi metotları uygulandığında olumlu sonuçlar alınması nedeniyle spinal tümör cerrahisi beyin ve sinir cerrahisinin ilgi odağındadır. Teknolojideki ilerleme ile artan tanı olanakları, cerrahi tekniklerin özellikle mikrocerrahinin gelişimi ile tedavide başarı oranlarını yükseltmiştir. William Gowers, 1887 yılında, intradural ekstramedüller yerleşimli bir spinal tümörün tanısını koymuş ve lokalize etmiştir. Sir Victor Horsley ise laminektomi ile başarılı bir şekilde tümörü çıkartmıştır. Horsley, spinal tümörlerle ilgili olarak sadece bir tedavi var o da bası kaynağının kaldırılması şeklinde açıklamıştır. (1,2) Bu girişimin spinal tümör cerrahisinin başlangıcı olduğu düşünülmektedir. Türkiye’de ise Dr. Abdulkadir Cahit Tüner ilk başarılı spinal tümör cerrahisini yapmıştır. (3)

Santral sinir sistemi tümörlerinin yaklaşık %10 ile %25'i arasındaki bölümü spinal yerleşimlidir. Spinal tümörlerin, toplumda görülme sıklığı 2-10/100,000 oranları arasında değişmektedir.



Resim- 1 Spinal Tümörlerin Yerleşimi (4)

Tüm spinal tümörlerin %55'i ekstradural, %40'ı intradural ekstramedüller, %5'i intradural intramedüller yerleşimli tümörlerdir. (1-4)

Ekstradural tümörlerin büyük bölümünü metastatik tümörler geri kalanını ise primer spinal tümörler oluştururken, intradural ekstramedüller tümörlerin yaklaşık %70'nin menengioma ve schwannoma tarafından oluşturulduğu; %90'nın benign karakterli olup tam olarak çıkartılabildiği ve %10 oranında nörolojik durumda kötüleşme görüldüğü belirtilmektedir. İntramedüller spinal tümörlerin ise %90'ını ependimom, astrositom ve hemanjioblastom oluşturur. (1,5,6,7)



Tablo- 1 Spinal Tümörlerde Sınıflandırma

Spinal Tümörler

1. İntradural Tümörler

1.1. Ekstrameduller Tümörler

A. Meningiomlar

B. Nörofibromlar

1.2. İntrameduller Tümörler

A. Astrositomlar

B. Ependimomlar

C. Diğerleri (Dermoid Tümör, Epidermoid Tümör, Teratom, Lipom, Hemangioblastom, Ganglioglioma ve Oligodendrioglioma)

2. Ekstradural Tümörler

2.1. Metastatik Ekstradural Tümörler

2.2. Primer Spinal Tümörler

A. Malign Tümörler (Osteosarkom, Kondrosarkom, Fibrosarkom, Malign Fibroz Histiositom, Ewing Sarkomu, Multipl Myelom, Lenfoma, Kordoma, Metastazlar).

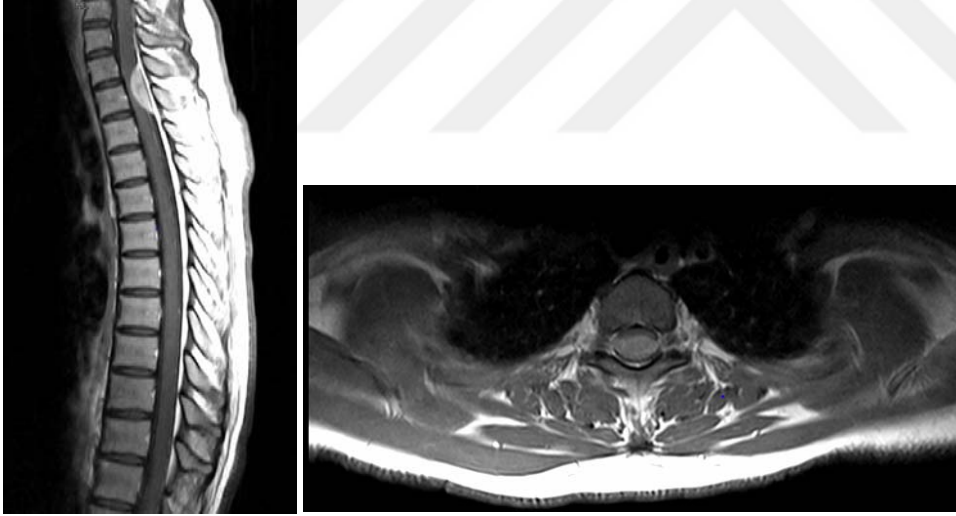
B. Benign Tümörler (Osteoid Osteom, Osteoblastom, Osteokondrom, Enkondrom, Kondroblastom Kondromiksoid Fibrom, Fibrom, Dev hücreli Tümör, Hemangioma, Anevrizmal kemik kisti, Eozinifilik Granuloma).

2.1.1 Spinal İntradural Ekstramedüller Tümörler

2.1.1.A. Menenjiomalar:

Spinal yerleşimli menenjiomlar intrakraniyel olanlara göre daha az görülmekle birlikte tüm menenjiomlarının yaklaşık olarak %7,5-12,7 sini oluştururlar. İntradural ekstramedüller yerleşimli tümörlerin ise yaklaşık olarak %25-46'sını oluştururlar. Benign karakterlidir. Araknoid villus hücrelerinden gelişmekte ve 5. ve 6. dekatlarda sık görülmektedirler. Kadın erkek oranı 4-5/1'dir. (1,2,5,7,8,9,10,11)

Genellikle intradural ekstramedüller (%83-94) yerleşimlidir; ancak %3-9 oranında ekstradural, %5-14 oranında ise intradural ve ekstradural komponenti olan kitleler olarak da görülebilir. Ancak tamamen ekstradural yerleşim gösterenlerde malign transformasyon riski yüksektir. (9-11) %67-84 torakal, %14-27 servikal, %2-14 lomber bölgeye yerleşmektedir. Lokalizasyonda cinsiyetin önemi vurgulanmıştır. Kadınlarda özellikle torakal bölgede yoğunluk saptanmıştır. (3,5,8,9,11,12) Histopatolojik olarak tipik, atipik, papiller ve anaplastik olarak sınıflanmaktadırlar. En sık olarak psammomatöz ve meningoteliyal menenjiomlar (tipik) görülmektedir. Malignensi gösteren bulgular olmadıkça; histopatolojik tip prognozu etkilememektedir. (9,11) Ağrı en sık ve erken görülen belirtidir. MRG'de T1'de izointens, T2'de izointens veya hafif hiperintens; yoğun ve homojen kontrast tutulumu görülmektedir. Keskin sınırlı, yuvarlak, omuriliği komprese eden lezyonlar olarak görülür. (2,3,5,9,11,12,13,14) %82-99 oranında tam olarak çıkartılabilir. İyi prognozludur. Rekürren menenjiomalar nadir olmakla birlikte değişik serilerde %1,3-6,4 arasında görülmüştür. Benign karakterde ise genellikle radyoterapi ve kemoterapi gerekmemektedir.



Resim- 2

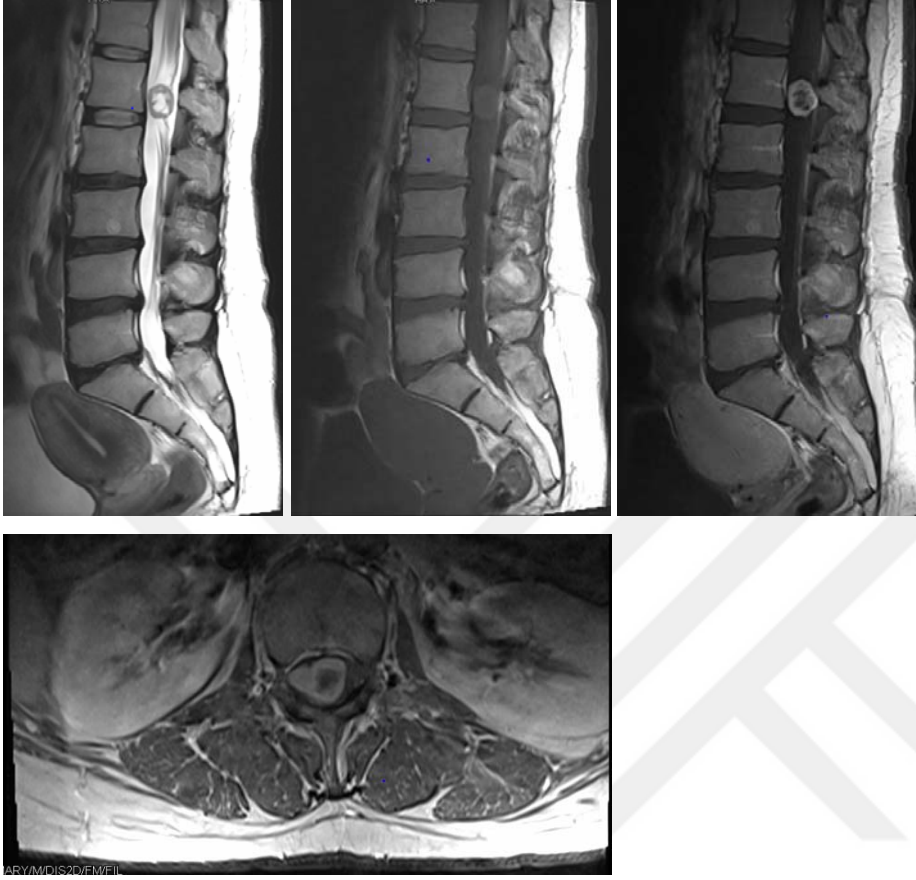
Bacaklarda güçsüzlük şikayeti olan 32 yaşında kadın hastanın radyolojik incelemesi, Torakal Vertebra MRG: T 1-2 düzeyinde ekstramedüller intradural yerleşimli, post kontrast belirgin kontrast etkileşimi gösteren dural kuyruğu izlenen menenjiom ile uyumlu kitle lezyonu

2.1.1.B. Schwannoma/Nörofibroma:

Sinir kılıfı tümörleri (nörinoma, nörofibroma, nörolemmamo ve schwannoma) schwan hücrelerinden köken alan ve genel popülasyonda sık rastlanan tümörlerdir (0,3-0,5/100,000). 3.ve 5. dekatlarda sık olup; genellikle cinsiyet baskınlığı görülmemekle birlikte litaratürde değişik serilerde; kadınlarda, erkeklerden daha fazla görüldüğü bildirilmiştir (1,2,4,5,15,16).

En çok torakal bölgede olmak üzere daha sonra servikal ve lomber bölgede yerleşmektedir. (4,6,17,15,16) %58'i intradural ekstrapomeduler, %27'si ekstradural ve %15'i kum saati (dumbell shaped) şeklinde intradural ve ekstradural yerleşim göstermektedir. İntramedüller yerleşim ise çok nadir olarak görülmüştür. (1,2,5,15,16,18) %90'dan fazlası benign natürdedir. Yavaş büyüme eğilimindedirler. %80'inde radiküler ağrı, %10'unda ise motor güçsüzlük, sfinkter problemleri ve duyu bozuklukları vardır. (1,4,5,15,19)

MRG'da T1'de korda ve sinir köklerine göre izointens veya hafifçe hipointens, T2'de ise %75 hiperintens görünür. %40'ında kist ve %10'unda hemoraji ile beraber görülmektedir. Heterojen, orta derecede kontrast tutulumu bulunur. (2,4,5,15,16,18) Sinir kökü orjinli oldukları için çevre nöral dokudan diseke edilip, gerekiyorsa orjin aldığı ortaya konulan kökün kesilmesi gerekir, çoğu zaman ciddi fonksiyonel sorun oluşturmaz. Cerrahi sonrası radyoterapi endikasyonu yoktur. Mikroskobik olarak Antony A (çok hücreli) ve Antony B (az hücreli) alanlardan oluşur. Fazla proteinin BOS dolanımını bozarak hidrosefaliye yol açtığı belirtilmiştir. (2,15)



Resim- 3

Bel ağrısı şikayeti olan 34 yaşında kadın hastanın radyolojik incelemesi,
Lomber Vertebra MRG: L1 vertebra korpus seviyesinde T2 Aksiyel görüntülerde
santralinde kistik komponentin izlendiği postkontrast serilerde çevre solid komponentin
diffüz kontrastlanma etkileşiminin bulunduğu konturlarında hafif lobülasyonun mevcut
olduğu intramedullar yer kaplayan kitlesel oluşum

2.1.2 Spinal İntradural İntramedüller Tümörler

%45'ini astrositomlar, %35'ni ise ependimomalar oluşturmaktadır. İntramedüller spinal tümörler, erişkinlerde tüm intradural spinal tümörlerin yaklaşık %20-30'unu oluştururken, çocukluk çağında ise bu oran %40-50 arasında değişmektedir. Hemangioblastoma ise 3. en sık görülen intramedüller tümördür. Bu gruptaki diğer tümörler ise; embriyojenik tümörler (dermoid, epidermoid, teratoma), nöronal tümörler (oligodendrioglioma, ganglioglioma) ve lipomlardır. (1-5,20,21)



2.1.2.A Astrositomlar:

Çocuk ve gençlerde ve de erkeklerde de kadınlara göre daha sık rastlanmaktadır. Torakal ve servikal bölge yerleşimi çoğunluğu oluşturmaktadır. Genelde multipl segment tutulumu ile beraberdir. Yaklaşık olarak yarısı da kistik alanlar içerebilir. Bu kistler yüksek protein içerir. Astrositomlar; diffüz ve sınırlı olarak ikiye ayrılmıştır. Genel olarak iyi sınırlı ve füsiform büyüyen tümörlerdir. (1-3,5,13,20,22) En sık başlangıç semptomu genelde tümörün yerleşim yerine uyan ağrıdır ve ağrının şiddeti valsava manevrası ile artmaz. Benign/malign oranı 3/1 şeklindedir. (1,2,4,5,22,23) MRG'de T1'de hipointens-izointens, T2'de ise hiper-izointenstir. Sınırları belirgin değildir, heterojen kontrast tutar. Heterojenite kistik komponente bağlı olabilir. İntramedüller kitlelerin siringomyeli gelişmesine neden olmaları göz önüne alınarak rutin incelemelerde siringomyeli tespit edilen olgularda kitle açısından dikkatli olunmalıdır. Kitle ile kord ödemi ayırt etmek için kontrast madde kullanımı gerekmektedir. Astrositomlar kordun lateralinde daha heterojen ve daha az kontrast tutarken, epandimomalar kordun santralinde olmak üzere tümünü doldurma eğilimindedirler. (1,2,4,5,20,22) Tümörün tam olarak çıkartılması amaçlanmakla beraber, genelde mümkün değildir. Yüksek dereceli ve rekürren tümörlerde cerrahi sonrası radyoterapi önerilir. (4,6,20,21)



Resim- 4

Bacaklarda güçsüzlük olan 18 yaşında kadın hastanın radyolojik incelemesi,
Tüm Spinal Vertebra MRG: C5-T1 düzeyinde belirgin kontrast tutan, C2-3 aralığında da
kontrastlanan lezyon, medulla oblongata ile kordun bileşim lokalizasyonunda geniş
syrinks kavitesinin periferinde de kontrastlanma, bütün spinal kord boyunca yaygın
syringomyelik genişleme

2.1.2.B. Ependimomalar:

Ependimomalar yetişkinlerde en sık görülen intramedüller tümör iken; çocuklarda ikinci sıklıktadır. 3 ve 4. dekatta sık görülürler. Literatürde intramedüller tümörlerin yaklaşık olarak %35'ini oluşturduğu belirtilmektedir. Erkek kadın oranı 2/1 şeklindedir. Ependimal hücrelerin fazlalığı nedeniyle yaklaşık olarak %50'si filum terminalde izlenir. %90'ı lumbosakral bölgede yerleşmiş olup bunu servikal bölge izler. (4,5,21,24-26) En sık rastlanılan yakınma ağrı ve bir ekstremitedeki güçsüzlüktür. Sıklıkla boyun ve sırt ağrısı şeklinde ortaya çıkar. Nörolojik defisitler genellikle hastalığın son aşamalarında ve gecikmiş tanı durumunda karşımıza çıkar. (3-5,25,26) MRG'de T1'de genellikle hipointens, T2'de ise hiper-izointens görünümündedir. İyi sınırlı olup yoğun kontrast tutulumu gözlenmektedir. (1,2,4,5,13,18,27) Total rezeksiyonlarda sonuçlar iyi olup subtotal çıkarmalarda ise rekürrens olasılığı vardır. Prognozu oldukça iyidir. Ependimomalar radyosensitif olup bu şekildeki ek bir tedavi ile lokal rekürrens ve metastazlara karşı başarı sağlanmıştır. Kemoterapi ise sadece radyoterapi ve cerrahinin uygulanamadığı rekürren olgular ile sınırlandırılmıştır. (1,2,4,20-25,27)



Resim- 5

Sol bacak ağrısı olan 60 yaşında kadın hastanın radyolojik incelemesi,
Lomber Vertebra MRG: L2- S1 vertebra yerleşimli, yer yer kistik-solid komponentlere sahip, post kontrast serilerde heterojen kontrastlanma etkileşimi gösteren kitlesel oluşum

2.1.2.C. Diğerleri

Hemanjioblastom:

%60'ı intramedüllerdir; torakal ve servikal bölgede daha sıktır. Benign karakterdedir. Ortalama yaş 35 iken olguların çoğu genellikle 40 yaş altındadır. Cinsiyet farkı görülmemektedir. %25'i Von Hippel Lindau sendromu (Serebellar/spinal hemangioblastom, renal hücreli karsinom, retinal angiomatosis, feokrositoma) ile birlikte izlenir. MRG'de tümör çevresinde vasküler yapıların gelişmiş olması bu tümörü düşündürür. MRG'de çoğunlukla T1'de izointens, T2'de hiperintens ve homojen görünüm vardır. İyi sınırlı olması cerrahi çıkarıma olanak sağlar. (1,2,5,28)

2.1.3. Spinal Ekstradural Tümörler

2.1.3.A Metastatik Ekstradural Tümörler

Spinal metastazlar %95'i ekstradural geri kalanın büyük bölümü intradural ekstrapedüller (%4) ve nadiren de intramedüller metastazlardan (%1) oluşmaktadır. (1,7,29,30,31) İskelet sistemi metastazları en sık omurgada görülür. En sık primer kaynaklar: akciğer, meme, prostat, böbrek, tiroid, gastrointestinal sistem ve lenfomadır. Erkeklerde, akciğer ve prostat; kadınlarda meme ve akciğer daha sık karşılaşılan primer kaynaktır. Çocuklarda ise en yaygın primer tümörler: Ewing sarkomu, nöroblastoma, osteojenik sarkoma, rabdomyosarkom, Hodgkin Hastalığı, yumuşak doku sarkomları ve germ hücreli tümörlerdir. (1,2,5,29,30,32) Bu tümörlerin %60'ı erkeklerde, %40'ı kadınlarda görülmekte olup 40-65 yaşları arasında pik yapmaktadır. (10) Metastazlar en sık olarak lomber bölgede, daha az olmak üzere torakal bölgede ve en az servikal bölgede görülmektedir. Şikayet süresinin ortalama 2 ay olduğu, en sık ilk belirtinin ağrı olup, olguların yarısından fazlasında motor kayıp, yaklaşık yarısında ise sfinkter problemleri ve duyu bozuklukları izlendiği (30,32), %10-15 oranında parapleji gelişebileceği ve en sık primer odağın akciğer olduğu bildirilmektedir. (5,25,29,32,33) Metastatik spinal tümörlerin tedavisinde cerrahi dekompresyonu izleyen stabilizasyon ve radyoterapi en güncel tedavi yöntemidir. Stabilizasyon ihtiyacı, tümöre bağlı kemik yapıdaki yıkım ya da cerrahi dekompresyon sonucu ortaya çıkabilir. (5,30-33,29,34)

2.1.3.B Primer Spinal Tümörler:

Primer spinal tümörler, evre dokulara invazyon ve komşu nöral dokulara kompresyon ile etkinlik gösterirler. Yaş ile benign ya da malign oluşu arasında ilişki vardır; 21 yaş altında çoğunlukla benign karakterdedir (6,18,30) Radyolojik tanıda, eğer kemik yapıda %60 destruksiyon gelişmişse ilk olarak direkt radyografler kullanılır. MRG tümörün sınıflandırılmasında ve karakterinin ayırımında yardımcı olmaktadır. Oss z spinal lezyonların değerlendirilmesinde BT'de önemlidir. (8) Cerrahi girişim, kemoterapi ve/veya radyoterapi tedavi seçenekleri arasındadır. Cerrahide amaç, stabilizasyonu bozmadan, tümörün total çıkartılmasıdır. (26,29)

2.2 İNTRAOPERATİF NÖROMONİTORİZASYON

2.2.1 İntraoperatif Nöromonitörizasyona Giriş

Omurilik tümörlerinin cerrahisinde amaç, kitlenin nörodefisit oluşmadan tam veya tama yakın çıkarılmasıdır. Gelişen teknolojilere bağlı ileri görüntüleme yöntemleriyle doğru tanıyı koymak ve cerrahi mikroskobun rutin kullanımı, mikrocerrahi teknikteki gelişmelerle cerrahin amacına ulaşması geçmişe oranla oldukça kolaylaşmış olsa da ameliyat esnasında oluşabilecek nörodefisitleri önceden kesin olarak engelleyebilmek halen mümkün değildir. Günümüzde intraoperatif nöromonitörizasyon (İONM) bu ameliyatlarda morbiditeyi azaltmak için kullanılmaktadır. (35) Kompleks bir işlem olan, uyumlu ve donanımlı bir ekip gerektiren İONM işleminin anlamlı olabilmesi için cerrahın; nöromonitörün çalışma şeklini bilmesine verdiği sonuçları iyi analiz edebilme yetisine ve ameliyat sırasında sıkça ortaya çıkabilecek sorunları çözebilme becerisine sahip olması gerekmektedir (36,37).

Omurilik tümörlerinde cerrahi ilk basamak tedavidir. Bening tümörlerde total çıkartım çoğu zaman kür sağlar, total ya da gross total çıkartımın uzun dönemde mortalite ve morbiditeyi ciddi şekilde azalttığı gösterilmiştir. Malign tümörlerde de amaç maksimum tümör dokusunun nöral dokulara zarar vermeden yada minimum hasarla çıkartılmasıdır, tekrarlayan malign ve bazı bening tümörlerde cerrahi sonrası radyoterapi de kullanılmaktadır (36,37).

Nörofizyolojik monitorizasyon, tümörü olabildiği kadar çok çıkartırken olabildiğince az defisit oluşturma hedefiyle ortaya çıkmıştır. 1973 yılında Vauzelle ve Stagnara ameliyat sırasında hastayı uyandırarak motor muayene yapma tekniğini uygulamışlardır fakat tüm ameliyat sırasında tek bir an için bilgi veren, hem hasta hem de cerrahi ve anestezi ekibi için konforsuz ve göreceli riskli bu teknik günümüzde nadiren uygulanmaktadır. (35) Geçen zaman içerisinde, gelişen teknoloji ile sürekli geri bildirim alma ihtiyacıyla İONM ortaya çıkmıştır ve spinal deformite ve spinal tümör ameliyatlarında günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. İONM'un yaygınlaşması ve anestezinin gelişmesiyle beraber

kritik ve beceri isteyen ameliyatlar nörolojik sekeli en aza indirerek yapılabilir hale gelmiştir (37,38).

İntradural spinal kitle ameliyatlarında Motor Uyarılmış Potansiyeler (MEP), Somatosensoriyel Uyarılmış Potansiyeller (SEP), spontan EMG ve direkt sinir uyarımı gibi farklı modaliteler İONM için geliştirilmiştir. Spinal kordun ve traktlarının kompleks yapısından dolayı tüm kordu denetleyecek tek bir İONM modalitesi mümkün olmamaktadır. Bundan dolayı omurilik tümörü ameliyatları sırasında farklı İONM modaliteleri kombine olarak kullanılmaktadır. İONM aynı zamanda monitorizasyonu yapan ekibin bilgi, deneyim ve becerisiyle yakından ilişkilidir. Bundan dolayı cerrahın İONM'un nasıl çalıştığı, verilerin ne anlama geldiği ve her modalitenin kısıtlılıkları hakkında detaylı bilgiye sahip olması önemlidir. (37,38,39)

Bu bölümde, omurga ve omurilik cerrahisi sırasında kullanılan ve temel İONM teknikleri olan Somatosensoriyel uyarılmış potansiyeller (SEP), motor uyarılmış potansiyeller (MEP), elektromiyografi (EMG) ve ayrıca daha üst merkezlerin mönitörizasyonu için kullanılan beyin sapı uyarılmış potansiyelleri (BAEP) ve vizüel uyarılmış potansiyeller (VEP) kısaca anlatılacaktır.

2.2.1.A Somatosensoriyal Uyarılmış Potansiyeller (SEP-Somatosensory Evoked Potential)

Çevresel uyanlar nedeni ile serebral korteksten elde edilen potansiyeller duysal uyarılmış (evoked) potansiyeller olarak adlandırılır. (40) Eğer periferik sinirler veya dermatomal reseptörleri uyarılırsa elde edilen kortikal potansiyellere Somatosensoriyal uyarılmış potansiyeller (somatosensory evoked potentials -SEP-) adı verilir. SEP ile yalnızca posterior kolon fonksiyonları monitorize edilebilir ancak spinal kordun bir bütün olarak diğer fonksiyonları ile koordinasyonu iyidir (41)

SEP, medulla spinalisin dorsal boynuzunun, asendan somatosensoriyal yollarının bütünlüğünü ve primer duysal korteksin aktivitesini temsil eder. Dorsal kolon hasarında ayırt edici dokunma, vibrasyon ve pozisyon duyuları ve bilinç dışı propriosepsiyon etkilenir. Medulla spinalisin üst servikal bölge duysal alanı veya beyin sapı somatosensoriyal yollarının monitörlenmesinde el bileğinde median sinir veya ulnar sinir tercih edilir. Median sinir C6-8 ve T1 ulnar sinir C8,T1 dorsal köklerinden kaynaklanır. (40)

C8 seviyesinin altındaki spinal cerrahi girişimlerde, alt eksteremite SEP monitörlemesi için ayak bileğinde posterior tibial spinal sinir, diz düzeyinden peroneal sinirin uyarımı ya da dorsal köklerin risk altında olduğu cerrahilerde ilgili dermatom uyarımı yapılır. Kayıt için servikal vertebralarda ve saçlı deri kullanılır. Kafa saçlı derisine yerleştirilen elektrotlar, uyarılan kol veya bacak sinirinin kontralateraline uyan kranial topografiye yerleştirilir. (42,43)

SEP'in temel ilkesi periferik siniri uyarmak ve uyarılmış elektriksel aktivite yanıtını spinal kord ve korteksten kaydetmektir. (44) Bu yanıt somatoduyusal yolların çekirdeklerinden, aksonlardan ve duysal korteksten kaynaklanmaktadır (45). Anatomik olarak aşağıdan yukarıya doğru miks periferik sinir, spinal kordun dorsal kolonu, beyin sapı ve korteks kontrol edilmiş olur (46).

SEP, periferik sinirin elektriksel olarak bipolar uyarımı ile elde edilir. Üst ekstremité için median sinir (el bilek iç yüzü), alt ekstremité için posterior tibial sinir (iç malleolün arkası)

tercih edilir (45). Bu sınırlardan alınan SEP kayıtlarının hem daha kolay elde edildiği hem de daha stabil oldukları görülmüştür. (47) Steril subkütan iğne elektrotlar veya yüzeysel elektrotlar, birbirlerinden 2 cm kadar uzak, katod proksimalde, anod distalde olacak şekilde (çıkan aksiyon potansiyelinin anod tarafından bloke edilmemesi için) ekstremiteye yerleştirilir. Maksimum SEP yanıtını elde etmek için gerekli uyarı şiddeti anestezi altındaki hastada uyanık insana göre biraz daha yüksektir. Median sinir için 20-25 mA, posterior tibial sinir için ise 25-30 mA genellikle yeterli olur. SEP yanıtının görülebilmesi için en az 200-500 arası yanıtın ortalaması gerekir. Çünkü SEP yanıtı, genliği çok düşük bir uyarılmış potansiyeldir. Bu nedenle uyarı hızla tekrarlanmalıdır ki ortalama hızla yenilenebilsin. SEP yanıtları uyarılan periferik sinir trasesinden, servikal bölgeden ve korteksten kaydedilebilir. İntraoperatif periferik sinir trasesi üzerinden alınan SEP kayıtları sinirin uyarılıp uyarılmadığının kontrolü için kullanılır. İntraoperatif nöromonitorizasyonda standart kullanılan kayıtlama, kortikal SEP yanıtlarıdır. (44)

Kortikal SEP yanıtında değerlendirmede en sık kullanılan komponentler erken kortikal komponentler olan, üst ekstremité için N20, alt ekstremité için ise P40'tır. Bu yanıtlar uyarının karşı tarafındaki parietal bölge kayıt elektrotlarından alınır. N20, uyarıdan 20 ms sonra tepe yapan sinyaldeki negatif yönde sapma, P40 ise uyarıdan yaklaşık 40 ms sonra tepe yapan, sinyaldeki pozitif yönde sapmadır. Değerlendirilen parametreler bu tepe noktalarının genlik ve latans değerleridir. Latans, uyarıdan, yanıtın tepe yaptığı noktaya kadar geçen süre alınarak değerlendirilir. Genlikler ise başlangıçtan tepe noktasına olacak şekilde değerlendirilir. (44) En sık kullanılan SEP kriterleri; genlikte %50 düşme ve daha zayıf bir kriter olmasına rağmen hala kullanılan latansta %10 uzamadır. Bu durumlar anormal kabul edilir (48). Bu kriterler nörolojik hasar uyarısı veren kriterlerdir. Hasarın kalıcı mı geçici mi olacağını, yanıtındaki değişimin süresi ile operasyon sonunda düzeliyor düzelmediği gösterir. En ideal şartlarda dahi SEP'in bir değişikliği göstermesi 5 dakika gerektirmektedir. Bir nörolojik hasara karşı genlik değişikliğinin biraz daha duyarlı olduğu görülmüştür. SEP spinal kordun arka kordon hasarı ve kordun bütününe etki eden genel fizyolojik etmenlere karşı (hipotermi, hipotansiyon, hipovolemi, anestezi derinliği vs.) duyarlıdır. (44)

Bu kayıt ile dorsal korddaki duyuşal fonksiyonlar takip edilmektedir. Anatomik olarak SEP ile sadece dorsal traktlar monitörize edüebilmektedir, anterior kord, motor fonksiyonlar veya anterior spinal arterin iskemisi takip edilmektedir (49).

SEP monitorizasyonu sırasında genel prensip olarak periferik, subkortikal ve kortikal kayıtların da alınması gerekmektedir. (35) Periferik kayıt ile SEP'teki gerçek değişiklikler anlaşılmaktadır. Örnek olarak, bölgesel sinir basısı ve bölgesel kanlanma azlığında periferde sinyalin kaybolmasına sebep olurken daha üst merkezlerdeki hasar, periferde bir değişiklik yaratmamaktadır. Kortikal monitörizasyon ise tüm duyuşal iletim yollarım takip eder ve intraoperatif serebral kan akımına karşı da hassastır. Fakat kortikal venler inhalasyon anesteziğe karşı hassas olup doğru veri elde edebilmek için kontrollü kullanımı gerekmektedir. Dolayısıyla spinal cerrahide subkortikal verilere ihtiyaç vardır çünkü cerrahi manevralara karşı hassas olup aynı zamanda anesteziğe ajanlardan etkilenmemektedir (42,50,51).

SEP kayıtları sırasında dikkatle gözlemlenen iki unsur amplitüd ve latanstır, SEP değerlerinin belirli bir standardı yoktur çünkü her hastanın anesteziğe ajanlara tepkisi farklıdır ve her hastanın farklı bazal değerleri vardır. Dolayısıyla ameliyat öncesi alınan değerlerin kıyaslamasıyla kordaki değişiklikler takip edilebilmektedir. (35) Belirgin SEP değişikliği, bazal değere göre %10 gecikme ve/veya %50-60 amplitüd azalması olarak kabul edilmektedir. Unutmamalıdır ki, nörolojik hasara ek olarak uzun cerrahi süresi, anesteziğe gazlar, hipotansiyon ve vücut ısısındaki değişiklikler de benzer farklılıklar yaratabilir. (42,49,51)

2.2.1.B Motor Uyarılmış Potansiyeller (MEP- Motor Evoked Potential)

SEP, temel olarak posteriyor kolonda yer alan duyuşal yolların bütünlüğünü monitörize eder; anterior kolonu ilgilendiren izole kortikospinal yolak hasarlarını ve iskemilerini tespit edemeyebilir. Bu nedenle Motor Uyarılmış Potansiyellerin (Motor Evoked Potentials -MEP) kullanımı motor yolların yapısal ve fonksiyonel bütünlüğünü korumada önemlidir (40,51).

MEP, motor korteksin ve inen yolların motor liflerinin uyarımı ile distal spinal korddan ya da ilgili kas gruplarından motor potansiyellerin kaydedilmesidir. Hızla uyarı verilip sonuç alınabileceği için cerraha hızlı geri bildirim verir. Özellikle servikal ve torasik bölgeyi ilgilendiren cerrahi girişimlerde faydalıdır. (40,41)

Genellikle MEP için kullanılan başlıca kaslar; abductor pollicis brevis (üst ekstremitte), tibialis anterior ve abductor hallucis'dir. (alt ekstremitte) Diğer yandan, MEP bir ekstremitte kası ya da çevresel sinirden kaydedilebilir ve elde edilen tepkileri sırasıyla miyojenik ve nörojenik MEP olarak adlandırılır (40,51).

MEP, sinir dokusunun uyarılarak bir kas cevabının (EMG, Elektromiyografi) kaydedilmesidir. MEP uyarımlarında tek bir uyarı yeterli olabileceği gibi tren adını verdiğimiz, aralarında mikrosaniyeler olan 3 ila 7 uyarının kullanılması söz konusudur. (44) Çünkü verdiğimiz uyarıların her birisi o bölgedeki sinir hücreleri ya da uzantılarında aksiyon potansiyeli oluşturmaya yeterli olsada, kasa kadar olan yoldaki sinapsları aşarak bir kas yanıtı ortaya çıkabilmesi için tek bir uyarı çoğunlukla yeterli olmaz.

Cevap alınmayan durumlarda uyaran akım şiddetini artırmak çoğunlukla işe yaramaz, bu sebeple tren uyarımlarının denenmesi gereklidir. (44) Gros MEP te saçlı deri üzerinden verilen elektriksel uyarı ile tüm motor korteks uyarılır ve periferde istenen bölgelerden uyarılmış EMG aktiviteleri kaydedilir.

Gros MEP te akım süresi birkaç 100 ps ve akım şiddeti 100-150 mA kadar büyük seçilebilir. Korteks altı seviyeleri ilgilendiren müdahalelerde kullanımı uygundur. Periferde ya da kafa içerisinde bir sinir dokusunun, sinir lifi demetlerinin nerede bulunduğunu anlamak istiyorsak ya da korunmasını istediğimiz yapılar olup olmadığını

öğrenmek istiyorsak prob ile zayıf akım şiddetleri kullanılarak lokal uyarımlar gerçekleştirilir. Motor korteks haritalaması, kranial sinir liflerinin ayırt edilmesi ya da spinal yapıların korunması için kullanılabilir. (44)

MEP'in gelişmesiyle beraber SEP'in kısıtlamaları bir kademe aşılmıştır. SEP ile monitörize edilemeyen anterior kolon MEP ile monitörize edilerek motor yollar hakkında bilgi verilebilmektedir. MEP eş zamanlı geri bildirim vererek geri dönüşümü olmayan hasarlara engel olarak teknik ve cerrahi düzenlemelere izin vermektedir. (49)

MEP'teki temel mantık motor yolağa uyarı vererek periferdeki kasılmaları EMG ile takip etmektir. MEP monitörizasyonu için üç teknik tanımlanmıştır; Rostral Spinal Stimülasyon, Transkranial Magnetik Stimülasyon (TcMS) ve Transkranial Elektrik Stimülasyon (TcES). (35) Rostral spinal kord stimülasyon periferik sinir ölçümünü denetlemekle beraber dorsal kolonun geri bildirimini de takip etmektedir. Omurilik tümörlerinde bu teknik yaygın olarak kullanılmamaktadır çünkü SEP benzeri inefektif kalabileceği alanlar mevcuttur. TcMS ise uyanık hastalarda motor yollarını denetlemek için kullanılmaktadır. Fakat bu da genel anestezi ile beraber kullanılamamaktadır, çünkü kortikal cevaplar baskılanmaktadır. Omurilik tümör ameliyatlarında motor cevabı değerlendirmek için en sık kullanılan yöntem TcES'dur. (39,49,50)

Omurilik tümörlerinin cerrahisi sırasında MEP monitorizasyonu için iki teknik vardır. D-Dalga veya tek amplitüd tekniğinde motor korteksteki elektrodlar uyarılarak kortikospinal trakt uyarılır. (35) Kafadaki elektrotta hem anot hem de katod vardır ve dolayısıyla hem uyarıcı hem kayıt edici özelliği vardır. Omurilik tümörü ameliyatlarında cerrahi sahanın rostrale ve kaudale laminektomi sonrası epidural elektrodlar yerleştirilebilmektedir. Kaudal olan kayıt alanıdır. Kraniale yerleştirilmiş olanın ise kayıt ve farklı sebeplerden doğabilecek değişiklikleri algılayabilme özelliği vardır. İlk stimülasyondan sonra D-dalgaları ölçülür (Direkt dalgalar). Artan stimülüs ile I dalgaları ortaya çıkar (İndirekt dalgalar). Kayıt servikalden torakolomber bileşkeye kadar alınabilir ve ekstremiteler ve taraf belirleyici değildir. Ek olarak, D-dalgaları genel anestezi ve nöromusküler paralizeye rağmen kayıt edilebilir çünkü bunlar subkortikal olarak serebrospinal traktta üretilir ve kayıt altında alınır. D-dalgalarını takip ederken bazı kısıtlılıklara dikkat edilmelidir. T10-11 seviyesinin altında kayıt yapılamaz çünkü kortikospinal traktlar azalmakta ve güvenilir

D-dalgaları üretilememektedir. Ek olarak radyoterapi sonrası myelopatisi olan hastalarda D-dalgaları yetersiz olabilir veya daha önce cerrahi geçirmiş olan hastalarda yapışıklık ve skar dokuları nedeniyle epidural veya subdural elektrodlar yerleştirilemeyebilir. (35)

MEP ölçümü için ikinci teknik ise mMEP olarak bilinir ve TcES ile üretilen sinyallerin EMG ile ölçümüne dayanır. Hedef bölgedeki kas gruplarının tenar, hipotenar, anterior tibialis ve abductor hallucis bölgesine elektrodlar yerleştirilir.

Cerrahi bölgeye göre diyafragma veya sfinktere de yerleştirilebilir. Kas gruplarındaki TcES ölçümü birleşik motor aksiyon potansiyeli olarak bilinmektedir (36,49,52)

İntramedüller spinal kitlelerde hem D-dalgaları hem de mMEP dalgaları monitorize edilmelidir. D-dalgalarında %10'luk fizyolojik değişim payı vardır, %20'lik değişim uyarıcı olmalı, %50 ise geçici nörolojik defisit anlamına gelmektedir. Tam kayıp D-dalgaları ise plejiye işaret etmektedir. mMEP dalgalarındaki değişiklikler ise D-dalgalarındaki değişiklikleri takip eder. Omurilik tümörü cerrahisinde mMEP dalgaları D-dalgaları ile beraber değerlendirildiğinde ya hep ya hiç konseptiyle değerlendirilir, dalgadaki değişiklikler önemlilik arz etmez. (35) Spinal deformite cerrahisinde mMEP tek başına yeterli olurken tümör ameliyatlarında hem D-dalgaları hem mMEP takip edilmelidir. mMEP tam kaybı olan ve D-dalgaları bazal değerinin %50 üzerinde olan hastalarda saatler ve haftalar içinde iyileşen geçici pareziler olur. Eğer D-dalgalarında %50'den fazla değişim mevcut ise nörolojik defisit kalıcı hale gelir. D-dalgasının ameliyatın başında alınmadığı vakalarda ise mMEP dalgalarının amplitüdü ve latansı yorumlanabilir. mMEP dalgasında %50ye kadar olan değişiklikler güvenilir eşik olarak kabul edilir fakat %50'den fazla değişim kalıcı kord hasarına işaret edebilmektedir. (39,42,49,52)

2.2.1.C Elektromiyografi (EMG)

Birçok cerrahi işlem sinir ve sinir köklerinde mekanik, termal, elektriksel örselenmeye neden olabilir. Bu nedenle spinal ve kranial sinirlerin risk altında olduğu operasyonlar EMG kullanımının en yaygın olduğu cerrahilerdir. Bununla birlikte unutulmamalıdır ki intraoperatif monitorizasyonda sadece motor dalı olan sinirler EMG de gözlenebilir. (40) Uygun kas gruplarından alınan sürekli EMG kayıtlarıyla herhangi bir uyarı verilmeden anlık değişiklikler kayıt altına alınabilir, sinirlerin çekme, germe, irritasyon gibi manüplasyonlara bağlı deşarjları kaydedilir. Anlık ve eş zamanlı bilgi vermesine rağmen Spontan EMG yüksek oranda yanlış pozitif sonuçlar verebilmektedir, yüksek hızlı drill, bipolar ve monopolar koter gibi ekipmanların kullanımında hatalı kayıtlar alınabilmekte ve nöromüsküler blokaj yapan ajanlardan etkilenmektedir. Direkt sinir uyarımında ise nöral dokular üzerine bir proba düşük dozda bir elektiriksel uyarı verilerek kayıt alınır. (38,42,53)

2.2.1.D Beyin Sapı Uyarılmış Potansiyelleri (BAEP)

Serebellopontin köşe ve arka çukur patolojileri dışında C1-C2 patolojileri, kranioservikal bileşke tümör ve malformasyonlarında BAEP oldukça kullanışlı bir yöntemdir. (40) Beyin sapına uzanan, kranioservikal bileşke ve üst servikal bölgeyi ilgilendiren lezyonların ameliyatları sırasında alt kranial sinirlerin İONM izlemi ve BAEP yapılabilir. (54)

2.2.1.E Vizüel Uyarılmış Potansiyeller (VEP)

Vizüel uyarılmış potansiyeller optik sinir veya optik traktusu içeren pitüiter tümörler, kaver- nöz sinüs tümörleri ve bu bölgenin anevrizmaları gibi operasyonlar sırasında kullanılmaktadır. (40) Göze flaş uyarılar verilerek oksipitalde görme korteksine yakın bölgeden uyarılar alınır. Ancak diğer İONM tekniklerine göre daha zordur ve daha az uygulanmaktadır. Hastanın anestezisi altında olmasından dolayı sadece flaş uyarılarla uyarı sağlanmakta bu da VEP için her zaman yeterli olamamaktadır. (55)

2.2.2. Ameliyat Evreleri

Omurilik tümörü cerrahisi geçirecek hastalara elektrodlar hastaya son pozisyon verildikten sonra yerleştirilmelidir. Bazal SEP ve mMEP değerleri bundan sonra alınır. Cerrahi saha açılıp laminektomi yapıldıktan sonra tümör seviyesinin üstüne ve altına epidural elektrodlar yerleştirilir ve bazal D-dalgalar alınır. (35) İONM'un sunduğu modaliteler cerrahi aşamaya göre kullanılır. SEP kayıtları dorsal kolona yaklaşıırken, D-dalgaları ve mMEP ise tümörün çıkarılması safhasında önemlidir. (37,49,50)

İntramedüller kitleler kordun anatomisini bozduğu için dorsal median sulkusu (orta hattı) ayırt etmek zor olabilir. Orta hattın belirsiz olduğu vakalarda "dorsal kolon haritalama" yöntemi kullanılabilir. Çok ince ve hassas tel elektrod kordun üzerine transvers şekilde yerleştirilir ve dorsal kolonda inip çıkan SEP dalgaları ölçülür. Afferentlerin dorsal kolondaki anatomik dizilişinden dolayı posterior tibialis sinirine verilen basınçlı bir uyarı buradaki afferentlerin en yüksek amplitüd ile sinyal vermesine sebep olacaktır. Dolayısıyla her iki posterior tibialis sinirine uyarı verilerek amplitüdün en yüksek ölçüldüğü iki nokta arası orta hat olarak kabul edilebilir ve böylelikle dorsal myelotomi yapılabilir. (35)

Dorsal myelotomi sonrası dorsal kolonlar nazikçe ekarte edilir ve her iki taraf pia araknoidi tutacak şekilde ince sütürler ile asılır. SEP dalgaları bu aşamada değişebilir veya tamamen kaybolabilir ve takibinde düzelebilir. Dolayısıyla operasyonun en önemli aşamalarında SEP dalgaları kaybolabilir veya tespit edilemeyebilir. SEP dalgalarının kaybolması geçici duyu kaybına sebep olmakla beraber eğer myelotomi orta hattan yapıldıysa bunların düzelmeye ihtimali yüksektir. Dolayısıyla bu aşamada SEP dalgalarının kaybolması nedeniyle cerrahiye ara vermek gerekmemektedir. (36,42,49,53)

Tümör rezeksiyonu esnasında D-dalgaları ve mMEP'lerden edilen bilgi koordineli olarak kullanılır. Basit ve net olan "ya hep ya hiç" kavramı geçerlidir. mMEP dalgalarının devam ettiği fakat morfolojik olarak dalgaların değiştiği vakaları ele alan araştırmalarda nörolojik defisitlerin geçici olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda dalgalarının yorumlanması yanlış pozitif değerlendirmeye sebep olarak gereksiz bir şekilde ameliyatın erken sonlandırılmasına sebep olabilir. Dolayısıyla D-dalgaları gözlemlenebiliyorken mMEP

dalgalarındaki değişiklikler ile cerrahiye son verme kararı alınmamalıdır. Aksine D-dalgaları, mMEP dalgalarını değerlendiren cerraha destek bilgi olarak sunulmalıdır. (35) Kothbauer ve ark. 100 vakalık omurilik tümörü serisinde, D-dalgaları değişmediği sürece nörolojik defisit olmadığı saptanmıştır. D-dalgalarında geri dönmeyen %50'den fazla bir düşüş olduğunda ise kalıcı nörolojik defisit saptanmıştır. (52)

mMEP ve D-dalgalarını beraber değerlendirmek önemlidir çünkü ikisi de aynı anda değişildik göstermeyebilir dolayısıyla tek bir veri ile yorumlanması yetersiz olabilir. Örnek olarak mMEP dalgaları kaybolup D-dalgaların amplitüdüleri değişmez ise hastada post-op defisit olmayacağı düşünülür. mMEP dalgalarının kaybolup D-dalgalarının amplitüdülerinde %50'den az düşüş geçici, %50'den fazla düşüş ise kalıcı nörolojik kayıba işaret eder. Bazı vakalarda özellikle açılış safhasında mMEP dalgaları varken D-dalgaları kayıp veya bulunamadığı izlenebilir. Bu fenomen hastaların yaklaşık %30'unda vardır ve desenkronizasyon olarak bilinmektedir. (35) Bu olay radyoterapi alan vakalarda ve syringomyeli kistleri olanlarda daha sık gözlemlenmiştir. Desenkronizasyona sebep olan veya epidural elektrodların yerleştirmesine engel olacak yapışıklıkların olduğu nöks vakalarda monitörizasyon sadece mMEP kullanılarak yapılabilir ve post-op kalıcı veya geçici defisitlerin olup olmayacağı konusunda net yorum yapılamaz.

Spinal kord tümörlerinin cerrahisinde sıklıklar karşılaşılan İONM kombinasyonları, sonuçları ve önleyici intraoperatif manevralar Tablo 1'de özetlenmiştir (39,49,52).

Tablo- 1

SEP	mMEP	D dalgaları	Tahmini Kord Fonksiyonu	Önleyici İntraoperatif Manevralar
%50'den fazla amplitüd azalması ve/veya %10'dan fazla gecikme	mevcut	değişim yok	sadece duysal disfonksiyon beklenir	myelotomi sırasında görülebilir / gerekmez
tam kayıp	mevcut	değişim yok	sadece duysal disfonksiyon beklenir	tümör rezeksiyonu ve myelotomi sırasında görülebilir / gerekmez
tam kayıp	amplitüdün azalması/ eşiğin artışı	%50'den az değişim	motor defisit beklenmez	korddaki traksiyonu azaltmak, sıcak serumla irrigasyon, sistemik nedenlerin düzeltilmesi / devam
tam kayıp	tek / iki taraflı kayıp	%50'den az değişim	geçici motor defisit olabilir	yukarıdakilere ek olarak papaverinle irrigasyon / dikkatle devam
tam kayıp	tam kayıp	%50'den fazla değişim	kalcı motor defisit beklenir	D dalgasındaki değişim %50'nin altına inmiyorsa ameliyatı sonlandır
tam kayıp	kısmi kayıp	başlangıçta alınamıyor	geçici motor defisit olabilir	korddaki traksiyonu azaltmak, sıcak serumla ve papaverinle irrigasyon, sistemik nedenlerin düzeltilmesi/dikkatle devam
tam kayıp	tam kayıp	başlangıçta alınamıyor	geçici motor defisit beklenir, kalcı olabilir	mMEP dalgaları geri dönmüyorsa ameliyatı sonlandır

Ultrasonik aspirator, yüksek hızlı drill, bipolar ve monopolar koter gibi bazı cerrahi enstrümanların mMEP ve D-dalgalarının ölçümünü etkileyeceği unutulmamalıdır. (36,37,42,49,52) Anestezi derinliği ve uygulanan anestezi ajanları, vücut ısısı, kan basıncındaki değişiklikler, kan gazları, anemi ve elektrolit imbalanslarının İONM kayıtlarında ciddi değişiklikler yapabilecekleri her zaman akılda tutulmalıdır. (56)



3.MATERYAL-METOD

Bu çalışmanın örneklemini Ekim 2011 ve Şubat 2016 yılları arasında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Nöroşirurji Anabilim Dalı'nda intradural spinal kord tümör(İSKT) tanısı ile aynı cerrahi ekip tarafından opere edilen hastalar oluşturmaktadır. Çalışma verileri tanımlayıcı araştırma türünde olup, hasta epikrizlerinin elektronik ortamda geriye dönük olarak taranması ile elde edilmiştir. Beş yıllık geriye dönük veri taramasında toplam 38 hastanın epikrizine ulaşılmış ve veri tabanı oluşturulmuştur.

Çalışmaya dahil edilen hastaların epikriz bilgilerinden elde edilen sosyo-demografik özellikleri (yaş, cinsiyet), kitle yerleşim yeri, patoloji sonucu, başlangıçta ve operasyon sonrasında nörolojik durum, tümör total-parsiyel rezeksiyon durumu ve intraoperatif nöromonitor kullanımı çalışmanın incelenen değişkinlerini oluşturmuştur.

Çalışmaya dahil edilen hastaların postoperatif nörolojik durum değerlendirmesinde operasyon tarihinden taburculuğuna kadar olan süre temel alınmıştır. Çalışmaya dahil edilen hastaların tümör total-parsiyel rezeksiyon durumu erken postoperatif MRG ile değerlendirilmiştir. Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanıldı. Değişkenlerin dağılımı kolmogorov simirnov test ile ölçüldü. Nitel bağımsız verilerin analizinde ki-kare test, ki-kare test koşulları sağlanmadığında fischer test kullanıldı. Analizlerde SPSS 22.0 programı kullanılmıştır.

4.BULGULAR

Tablo-2		Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s./n-%
Yaş		17 - 79	47.5	46.0 ± 15.5
Cinsiyet	Kadın			24 63.2%
	Erkek			14 36.8%

Çalışmaya alınan 38 hastanın %63,2'si kadın, %36,8'i erkekti. Çalışmaya dahil edilen hastalarda en düşük yaş 18 yıl, en yüksek yaş 79 yıl ve yaş ortalaması yıl olarak 46,0±15,5 yıl olarak bulundu.

Tablo-3			
Seviye	I		11 28.9%
	II		15 39.5%
	III		12 31.6%

I: servikal vertebra, II: torakal vertebra, III: lomber vertebra olmak üzere; Çalışmaya alınan hastalarda kitle yerleşim yerinin en fazla torakal vertebralar seviyesinde (%39,5) olduğu daha sonra sırasıyla lomber vertebra %31,6 ve servikal vertebra %28,9 olarak sıralandığı saptandı.

Tablo-4			
Pre-Op Nörolojik Defisit	Var		18 47.4%
	Yok		20 52.6%
Post-Op Nörolojik Defisit	Kötüleşme		4 10.5%
	Değişiklik Yok		31 81.6%
	Düzelme		3 7.9%

Çalışmaya dahil edilen 38 hastanın 20'sinde pre op nörolojik defisit saptanmıştır. Hastaların 4'ünde post op nörolojik defisit de kötüleşme izlendi. 31'inde(%81,6) post op nörolojik defisit de değişiklik saptanmadı.

Rezeksiyon Oranı	Total	29	76.3%
	Parsiyel	9	23.7%

Olguların 29'unda(%76,3) tümör total rezeke edildi. Dokuz hastanınkinde parsiyel rezeksiyon sağlandı.

Patoloji	Ependimom	11	28.9%
	Astrositom	1	2.6%
	Menenjiyom	9	23.7%
	Schwannom	8	21.1%
	Diğer (lipom,epidermoid,metastaz)	9	23.7%

Çalışmamızda patoloji dağılımı incelendiğinde en çok 11 ependimoma (%28,9) daha sonra sırasıyla dokuz menenjioma (%23,7) ile sekiz schwannoma (%21,1) görülürken bir astrositoma (%2,6) saptandı.

Intra-Operatif	Var	22	57.9%
Nöromonitör	Yok	16	42.1%

Hastaların 22'sinde(%57,9) İONM kullanılırken 16'sında(42,1) İONM kullanılmadı.

Tablo-8

		Intra-Operatif Nöromonitör (+)		Intra-Operatif Nöromonitör (-)		p
		n	%	n	%	
Seviye	I	8	36.4%	3	18.8%	0.188 ^{x²}
	II	6	27.3%	9	56.3%	
	III	8	36.4%	4	25.0%	
Pre-Op Nörolojik Deficit	Var	8	36.4%	10	62.5%	0.111 ^{x²}
	Yok	14	63.6%	6	37.5%	
Post-Op Nörolojik Deficit	Kötüleşme	2	9.1%	2	12.5%	1.000 ^{x²}
	Değişiklik Yok	20	90.9%	11	68.8%	
	Düzelme	0	0.0%	3	18.8%	
Rezeksiyon Oranı	Total	19	86.4%	10	62.5%	0.088 ^{x²}
	Parsiyel	3	13.6%	6	37.5%	

^{x²} Ki-kare test (Fischer test)

Monitör olan ve olmayan grupta seviye dağılımı anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir. Monitör olan ve olmayan grupta pre-op nörolojik deficit oranı anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir. Monitör olan ve olmayan grupta post-op nörolojik kötüleşme oranı anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir. Monitör olan ve olmayan grupta rezeksiyon oranı anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 8)

Tablo-9

		Total		Parsiyel		p
		n	%	n	%	
Patoloji	Ependimom	9	31.0%	2	22.2%	0.611 ^{x²}
	Astrositom	0	0.0%	1	11.1%	0.237 ^{x²}
	Menenjiyom	8	27.6%	1	11.1%	0.310 ^{x²}
	Schwannom	7	24.1%	1	11.1%	0.650 ^{x²}
	Diğer	5	17.2%	4	44.4%	0.094 ^{x²}

^{x²} Ki-kare test (Fischer test)

Total ve parsiyel rezeksiyonda patoloji sonuç dağılımı anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 9)

5.TARTIŞMA

Ülkemizde İONM (MEP, SEP, EMG, BAEP) ve kranial elektrofizyolojik çalışma/haritalama ana başlıkları altında kodlanarak Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından Sağlık Uygulama Tebliği (SUT)'ta belirtilen koşullarda kodlama ve geri ödeme kapsamına alınmıştır. (57) SUT uygulama listesindeki cerrahi girişimler sırasında İONM kullanılmaması ve bu hastalarda gelişebilen istenmeyen komplikasyonlarda hekim İONM'u kullanmadığı için eleştirilemez iken bu girişimlerin SUT listesine girmesiyle birlikte İONM kullanımını güncel ve kullanılması gereken uygulama haline gelmiş olmaktadır. Bu da adli süreçlerde hukukçu veya bilirkişilerin İONM kullanımını da dikkate almalarına neden olmuştur. (58)

Günümüzde halen İONM uygulamaları tıbbi açıdan 1. derece kanıtlarla desteklenmemiş ve İONM uygulamaları çoğu vaka için opsiyonel bırakılmıştır. İONM hala tıbbi standart uygulamalar arasında bulunmamaktadır. İONM'u tavsiye etmek için yeterli tıbbi kanıt varsa da İONM uygulamalarının yasal zorunluluk haline gelebilmesi için yeterli tıbbi kanıt bulunmaması nedeni ile İONM uygulamaları yasal bir zorunluluk değildir. (58) İONM kullanımı genellikle cerrahın tercihi ve teknik ulaşılabilirliğe bağlı olarak değişmektedir. En ideal İONM sistemi bile iyi bilinmeyen nörovasküler anatomi ya da teknik beceri eksikliğinden kaynaklanan açığı kapatamaz.

Ülkemizde İONM kullanımı beş yıldan beri resmi prosedürlere girmiş olup; İONM kullanımı ve sertifikasyonu konusunda bir standardizasyon maalesef bulunmamaktadır. Klinik nörofizyolog eşliğinde ameliyathane şartlarında yapılması en doğru yöntem gibi görünse de ülkemizde bu şartları sağlamak yakın dönemde mümkün gözükmemektedir. Ameliyatı yapan cerrahın aynı anda İONM yapması ise zaten önerilmemektedir. Cerrah İONM hakkında bilgi sahibi olmalı ancak kendisi işlemi yapmamalıdır. (58) Uygun eğitimi almamış tekniker ile İONM yapılması her zaman yüz güldürücü olmamaktadır. Ülkemizdeki nöroloji uzmanlarının çoğu rutin EMG uygulamaları yapmakta ve klinik nörofizyoloji belgesi sahibidirler. Ancak nöroloji hekimleri ameliyathane koşullarında çalışmaktan uzak durmak istemektelerdir. İONM uygulaması sıklığı yüksek olan klinik veya hastanelerde, İONM kullanımının klinik nörofizyolog eşliğinde yapılmasını

sağlayacak kararların uygulanmaya konulmasının hasta iyiliği ve hekim güvenliği açısından önemini belirtmemiz gerekir.

İONM kullanılan vakalarda da ortaya çıkan sorunlara bağlı malpraktis davaları açılabilmektedir. Araştırmalara göre dava sebepleri ile tıbbi uygulamalar arasında belirgin bir uyumsuzluk tespit edilmiştir. Gerçek tıbbi yan etki veya komplikasyonların sadece %2'si dava nedeni olurken, malpraktis davalarının %38'inin ihmal (özen ve dikkat eksikliği) iddiası ile açıldığı tespit edilmiştir. (59)

İntradural spinal kord tümör cerrahisinde başlangıçtan itibaren gelişmiş teknik ve teknolojilerin uygulanmasına rağmen, günümüzde özellikle intramedüller alandan tümörün uzaklaştırılması, cerrahi riskleri yüksek bir girişim olma özelliğini korumaktadır. İntradural alandaki tümörlerin çoğunun benign olduğunun gözlenmesi (1) hastada cerrahi girişime sekonder olarak gelişebilecek nörolojik bir defisit önüne geçilmesinin önemini arttırmaktadır. Gelişen komplikasyonların farkına varılması ve ameliyat sonuçlarının iyileştirilmesi için günümüzde intraoperatif nöromonitorizasyon (İONM) teknikleri gittikçe artan oranda kullanılmaya başlanılmıştır. İONM ameliyat edilen hastanın nörolojik durumunun eş zamanlı olarak tespit edilmesini sağlamaktadır. İONM'nin faydalı olabilmesi için oluşan hasarı erkenden daha minimal ya da geri çevrilebilir nitelikte iken tespit edebilmesi ve cerrahiyi uyarması gerekmektedir. Ayrıca yanlış pozitif oranının düşük, yanlış negatif oranının ise hemen hemen hiç olmaması gerekmektedir. Sonuç olarak ideal İONM'nin kolay uygulanabilir, cerrahiyi minimal etkileyen ve maliyet etkin olması gereklidir. (60)

MRG kullanımının yaygınlaşmasının, intradural spinal kord tümörlerinde(İSKT) erken tanıya olanak sağlaması, postoperatif nörolojik durum üzerinde olumlu etkiye yol açmıştır.(61) Operasyon mikroskobu ve beraberinde CUSA (cavitron ultrasonik surgical aspiratör) ile laser teknolojilerinin kullanımı cerrahi alanda daha agresif tutum alınmasına yardımcı olmuştur.(36,22) İSKT'nin çoğunun benign karakterli olmasının kabul edilebilir morbiditeye yol açan radikal cerrahi rezeksiyon hedeflenmesine yol açtığı düşünülmektedir. (62,22,63,64,65)

Radikal tümör rezeksiyonunu, sağlam nöral dokulara en az hasar vererek gerçekleştirebilmek, gelişmiş mikrocerrahi teknikleri ve görüntüleme yöntemlerinin yanı

sıra multimodal nöromonitörizasyon yardımıyla mümkün hale gelmiştir. İntraoperatif nöromonitörizasyon postoperatif nörolojik defisit tahmin edilmesine yardımcı olmanın yanı sıra cerrahi müdahale esnasında gelişebilecek muhtemel hasarın anlık olarak fark edilmesini de sağlamaktadır

Somatosensoriyal Uyarılmış Potansiyeller(SEP), 1980'lerden itibaren, gerçekçi olmayan beklentilerle kullanılmış, (66,67) sensorial alan dışında da sensitiv olduğu düşünülmüş ancak yeni gelişen motor defisit olan olgular (36) ve yanlış negatif SEP sonucu olarak yorumlanan SEP değişikliği olmaksızın anlamlı postoperatif nörolojik defisit olan olgular bildirilmiştir. (2,24,33,45,54,63) Oysaki bunlar yanlış negatif sonuç değildir çünkü bugün biliyoruz ki SEP ile motor sistem hasarı tespit etmeyi beklememek gerekir.

1990'ların ortalarından itibaren, transkraniyel elektrik stimülasyonu ile motor uyarılmış potansiyel(MEP) kullanımı, İSKT cerrahisinde, giderek yaygınlaşan oranda, motor yolların fonksiyonel durumunu anlamak için kullanılmaya başlandı. (36,68,69,70)

Litaratürde az sayıda geniş İSKT serisi olması ve intraoperatif MEP monitörizasyonun halen yaygın kullanılmaması nedeni ile bu teknik yardımı ile sınırlı sayıda cerrahi başarı örnekleri olmasına rağmen post operatif nörolojik durumdaki olumlu bildirimler MEP monitörizasyon kullanımını değerli kılmaktadır. (68,70)

Litaratürde İONM kullanılan ve kullanılmayan cerrahilerin sonuçlarına yönelik karşılaştırmalı kontrol çalışmalar bulunmamaktadır. Yine de güncel kılavuzlarda İONM kullanımı tavsiye edilmektedir. (71)

Bu konuda son yayımlanan rehber (Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society) göre; ağır cerrahi komplikasyonlar (paraparezi, parapleji ve kuadripleji) %16-40 oranında uyarılmış potansiyellerde değişikliklerle beraber bildirilmiştir. Hiçbir ağır komplikasyon uyarılmış potansiyellerdeki değişiklikler olmaksızın gözlemlenmemiştir. (72) Kanıt II düzeyindeki yayınlarda bu oranlar şöyledir; Ağır komplikasyonlar ve uyarılmış potansiyel değişikliklerinin birlikteliği %7 oranındadır. (72) Bu rehber, hiçbir ağır nörolojik komplikasyonun uyarılmış potansiyellerde değişiklik olmaksızın gözlemlenmediğini özellikle vurgulamaktadır. (72) Bu rehberin tavsiyeleri ve

sonuçları, sadece İONM tecrübesi olan uzman klinik nörofizyolog nezaretinde yapıldığında geçerlidir.

Genelde Evre A düzeyindeki uyarılmış potansiyel değişiklikleri gözlemlendiğinde cerrah uyarılmalı; anestezi ve cerrah gerekli olan düzeltici girişimleri yapmalıdır. Ancak bu girişimlerin etkin olup olmadığını test edecek çalışmalar insanlar üzerinde yapılmamıştır, hayvan çalışmalarında (prospektif kontrollü) ise etkinlikleri gösterilmiştir. (73,74)

İSKT cerrahisinde İONM kullanımının nörolojik hasardan korunmada etkili olduğunu düşünmesi, multimodal nöromonitorizasyon yardımı ile ameliyat yapan cerrahların, etik ve medikolegal endişeler nedeni ile 1. sınıf prospektif randomize kontrollü çalışma düzenlemesinden kaçınmasına neden olmakta bu da nöroşirurjik girişimlerde İONM tekniklerinin kullanımının yararlılığını gösteren kontrol çalışmaların az sayıda ve geriye dönük kontrol çalışmalar ile sınırlı kalmasına sebep olmaktadır. (75)

Kothbauer ve ark. 100 olguluk serisinde, intraoperatif MEP monitör değerlerinin, kalıcı hasar gelişmeden motor yolaktaki fonksiyonel bozulmanın engellenmesinde koruyucu olduğu ancak prognostik olmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmadaki kötü sonuçlanan vaka azlığı, İONM değerleri kadar cerrahi ekibin yetkinliğinin de önemli olduğunu ve İONM yardımını olmadan da benzer sonuçların alınabileceğini düşündürmüştür. (52,70)

Bizim çalışmamız da aynı cerrahi ekip tarafından, aynı tanı ve cerrahi aletleri kullanılarak opere edilen hastalar, sonuç üzerinde etkisi olan kitle yerleşim yeri (62,64), patoloji sonucu (76), başlangıçtaki nörolojik durum (77,78,79) ve tümör total-parsiyel rezeksiyon durumları (80) incelendi. Cerrahin öğrenme sürecinde, cerrahi sonuç üzerine olumlu etkisi olduğu iddiası bulunmaktadır. Bu iddianın doğruluğunu belirlemek güçtür. Yine de bu savı destekleyen Matthies-Samii (81) ile Samii-Mathies (82) çalışmalarında, akustik nörinoma cerrahisinde ilk 400 hastada işitmenin korunması oranları progresif şekilde giderek artmış ancak daha sonraki 6 yıl ve 600 hastada ise sabit kaldığı gözlemlenmiştir.

Bizim çalışmamızdaki İSKT hastaları ile literatürdeki diğer çalışmaların tümör patolojisi, tümör yerleşimi ve cerrahi çıkarım oranları benzerdir. (65,79,80)

İONM kullanılan ve kullanılmayan grup karşılaştırıldığında postop nörolojik kötüleşme oranı anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir. Uzun dönem takip sonuçlarımızı

değerlendirmeye almadığımızı düşünürsek, bunun nedenleri olarak ilk sırada İONM kullanımının, İSKT cerrahisinde yetkin cerrahların elinde sonuç üzerine anlamlı etkisi olmayabileceğidir. İkinci olarak başlangıçtaki nörolojik durumun sonuç üzerindeki etkisinin, İONM kullanımının yaratacağı olumlu etkiden daha belirleyici etken olmasıdır. Üçüncü sırada İONM kullanılan ve kullanılmayan gruplardaki hasta sayısının azlığı da istatistiksel olarak sonuç üzerinde etkilidir. Ve son olarak uzun dönem takip sonuçlarını eklemememiz nedeni ile spinal kordun kendiliğinden veya rehabilitasyon sayesinde düzelme oranlarını da sonuçlara ekleyemememizin ve de motor fonksiyonlarında oluşan hasarın geçici mi yoksa kalıcı mı olduğunu nörolojik muayene ile ayırt etmenin erken dönemde zor olabilmemesinin, İONM kullanımının yararlı etkilerinin göz ardı edilmesine neden olabileceğidir.

Bizim çalışmamız da hastaların operasyondan taburculuğa kadar geçen süredeki nörolojik durumları değerlendirilmiştir. Literatüre baktığımızda ise İSKT cerrahisinde nörolojik sonucu değerlendirmek için minimum takip süresi olarak 3 ay öneren çalışmalar yanı sıra (22,62,77), bazı çalışmalar ise cerrahi sonrası 1 yıla kadar nörolojik düzelmelerin devam edebileceğini dolayısıyla takibin devam etmesini öne sürmüştür. (23) Ancak uzun dönem izlemin, İONM kullanılan ve kullanılmayan gruplarının her ikisinde de sonuç üzerine yapacağı olumlu etki olduğu düşünülürse, istatistiksel olarak sonuç üzerinde anlamlı etki yaratamayabileceği düşünülebilir.

Bizim çalışmamızda İONM kullanılan ve kullanılmayan gruplardaki rezeksiyon oranı ve tümör total ve parsiyel rezeksiyon oranında patolojik sonuç dağılımı istatistiksel olarak anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir. Oysaki astrositoma ve ependimoma arasındaki prognoz ve sonuç arasındaki farklılıklar İSKT cerrahisinde üzerinde dikkatle durulması gereken konulardandır. Bu tümörlerin cerrahisi sırasında, güvenli sınırlar içinde kalarak yapılan tümörün gross total rezeksiyonu prognozu etkileyen önemli faktörlerdendir. Ependimomaların büyük çoğunluğu sahip oldukları gerçek klivaj yüzeyi sayesinde çevre nöral dokudan kolaylıkla ayrılabilir ve total tümör çıkarımına bu sayede daha uygundurlar. Ependimoma cerrahisi sırasında spinal kordda hasarlanma daha çok tümörün beslenmesini sağlayan anterior spinal arter dalının bulunduğu kordun ventral yüzünden tümörün sıyrılması sırasında yaşanır. Ancak çoğu astrositomalar ise gerçek klivaj yüzeyinden

yoksun ve infiltratif tümör karakterindedirler. Bu nedenle total rezeksiyon kordu tehlikeye atarak, hastalarda ciddi ve kalıcı nörolojik hasara sebep olabilir. Dolayısıyla astrositomalarda MEP değerlerinde bozulma ependimomalara göre daha sık izlenir. Bizim çalışmamızda astrositoma sayısının ependimomaya göre oldukça düşük olmasının güçlü istatistiksel analiz yapılmasını kısıtladığını söyleyebiliriz. Daha büyük astrositoma sayılı çalışmaların, İONM kullanımının astrositoma cerrahisine ileride yapacağı en önemli katkı total rezeksiyon oranına ve/veya post operatif nörolojik durum üzerine olumlu etkisi olup olmayacağının anlaşılması olacaktır.

Omurilik tümörlerinin cerrahisinde İONM rutin olarak kullanılmalıdır. İONM uygun şekilde kullanıldığında minimal nörolojik defisit ile agresif tümör rezeksiyonunu mümkün kılan, hem hastayı hem de cerrahı koruyan bir araçtır. İntraoperatif değişiklikleri anlamlı yorumlayabilmek için her modalite cerrah tarafından iyi bilinmelidir. Birbirleriyle uyum içerisinde çalışan cerrah, anesteziist ve nörofizyoloğun oluşturduğu ekip tarafından yapılan omurilik tümör ameliyatlarında İONM'un yararlılığı kanıtlanmıştır, ancak cerrahi birikimin ve yapılan işe hakimiyetin yerini hiçbir cihazın dolduramayacağı her zaman akılda tutulmalıdır.

6.SONUÇ

Otuz sekiz hasta ile yaptığımız bu çalışmada istatistiksel olarak yapılan analizlerde İONM kullanımı ile çalışmada incelenen değişkenler arasında anlamlı sonuç ilişkisi kurulamasa da cerrahi ekibin tecrübesi ve teknik donanımın optimal olduğu hallerde, tecrübeli bir ekibin değerlendirdiği İONM sonuç üzerine olumlu etkilerde bulunabilir. Daha somut değerlendirmeler için iyi planlanmış prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır. Ancak etik ve medikolegal kısıtlamalar nedeniyle İONM kullanımının cerrahi sonuç üzerine olumlu etkileri olduğuna dair randomize kontrollü çalışma yapılması tartışmalıdır.

Omurilik tümörlerinin cerrahisinde İONM rutin olarak kullanılmalıdır. İONM uygun şekilde kullanıldığında minimal nörolojik defisit ile agresif tümör rezeksiyonunu mümkün kılan, hem hastayı hem de cerrahı koruyan bir araçtır. İntraoperatif değişiklikleri anlamlı yorumlayabilmek için her modalite cerrah tarafından iyi bilinmelidir. Birbirleriyle uyum içerisinde çalışan cerrah, anesteziist ve nörofizyoloğun oluşturduğu ekip tarafından yapılan omurilik tümör ameliyatlarında İONM'un yararlılığı kanıtlanmıştır, ancak cerrahi birikimin ve yapılan işe hakimiyetin yerini hiçbir cihazın dolduramayacağı her zaman akılda tutulmalıdır.

7.KAYNAKLAR

- 1- Mc.Cormick PC, Stein BM. Spinal cord tumors in adults. In: Youmans Julian R (Ed), Neurosurgical Surgery. Fourty Edition. Volume 4, Ch 143 WB Saunders Company. 1997 (CD Edition).
- 2- Stein BM, McCormick PC. Spinal intradural tumors. Wilkins RH, Rengachary SS (eds.), Neurosurgery, cilt 2, New York: Mc Graw-Hill Co 1996: 1769-81.
- 3- Tunçbay E. Dr. Abdülkadir Cahit Tuner (1892-1983). Türk Nöroşirurji Dergisi 1996;6: 133-5.
- 4- Zeidman SM. Intradural intramedullary and extramedullary tumors. Vacaro AR, Betz RRB, Zeidman SM. Principles and practice of spine surgery, Mosby, chapter 2003; 17:223-39.
- 5- Van Goethem JWM, Van den Hauwe L, Özsarlak Ö, et al. Spinal tumors, European Journal Radiology 2004; 50:159-76.
- 6- Mallon WJ, Harrelson JM. Primary neoplazms of the spine. Wilkins RH, Rengachary SS (eds.), Neurosurgery, Vol.2, New York: Mc Graw-Hill Co 1996: 180513.
- 7- Roux FX, Nataf F, Pinadueau M. Intraspinal menengiomas: Review of 54 cases wiht discussion of poor prognosis factors and modern therapeutic management. Surg Neurol 1996; 46:458-64.
- 8- Solero CL, Fornari M, Giombini S, eds. Spinal meningiomas: review of 174 operated cases. Neurosurgery 1989; 25:153-60.
- 9- Oren NG, Wayne G, Alfredo QH. Spinal meningiomas: Surgical Management and Outcome Neurosurg Focus 14(6), 2003. © 2003 American Association of Neurological Surgeons
- 10- Salvati M, Artico M, Lunardi P, eds. Intramedullary meningioma: case report and review of the literature. Surg Neurol 1992; 37:42-5.
- 11- Kaptan H, Kasımcıan Ö, Çakıroğlu K, Kılıç C: Spinal Tümörler:,Sinir Sistemi Cerrahisi Dergisi 1: 59-66, 2008
- 12- King AT, Sharr MM, Gullan RW, et al. Spinal meningiomas: a 20-year review Br J Neurosurg 1998; 12:521-6.

- 13- Dina ST, Chino HT. Imaging of the spinal tumors. Wilkins RH, Rengachary SS (eds.), Neurosurgery, cilt 2, New York: Mc Graw-Hill Co, 1996: 1757-68.
- 14- Temiz Ç, Kural C, Kırık A, Pusat S, Seçer H.İ, Gönül E, İzci Y: Spinal Tümörler ve Cerrahi Tedavi Sonuçları: Retrospektif Çalışma, Fırat Tıp Dergisi 2011; 16(4): 179-185
- 15- Kaptan H, İlhan M, Kılıç C. Spinal tümörler: Schwannoma'larda prognostik faktörlerin analizi. FÜ Sağlık Bil. Dergisi 2006; 20:149-54.
- 16- Conti P, Pansini G, Mouchaty H, et al. Spinal neuromas: Retrospective analysis and long-term outcome of 179 consecutively operated cases and review of the literature. Surg Neurol 2004; 61:35-44.
- 17- Cohen-Gadol AA, Zikel OM, Koch CA, et al. Spinal meningiomas in patients younger than 50 years of age: a 21-year experience. J Neurosurg (Spine 3) 2003; 98:258-63
- 18- Kona K, Inoue Y, Nakumura H, et al. MR imaging of a case of a dumbbell shaped spinal schwannoma with intramedullary intradural extramedullary components. Neuroradiology 2001; 43:864-7.
- 19- Parisi JE, Mena H. Nonglial tumors, In: Nelson JS, Parisi JE, Schochet SS Jr (eds): Principles and Practice of Neuropathology. St Louis: Mosby 1993; 203-66.
- 20- Goh KYC, Contantini S, Epstein FJ. Surgical management of intramedullary spinal cord tumors. Schmidek HH, Sweet WH: Operative Neurosurgical Techniques, WBSaunders Company, Fourth Edition, Volume 2, Chapter 200; 142:1874-84.
- 21- Sandalcioglu IE, Gasser T, Asgari S, et al. Functional outcome after surgical treatment of intramedullary spinal cord tumors: experience with 78 patients. Spinal Cord 2005; 43:34-41.
- 22- Constantini S, Miller DC, Allen JC, et al. Radical excision of intramedullary spinal cord tumors: surgical morbidity and long-term follow-up evaluation in 164 children and young adults. J Neurosurg Spine 2002; 93:183-93.
- 23- McCormick PC, Torres R, Post KD, Stein BM. Intramedullary ependymoma of the spinal cord. J Neurosurg 1990; 72:523-32.

- 24- Hoshimaru M, Koyama T, Hashimoto N. Results of microsurgical treatment for intramedullary spinal cord ependymomas: analysis of 36 cases. *Neurosurg* 1999; 44:264-9.
- 25- Fassett DR, Schmidt MH. Lumbosacral Ependymomas: A Review of the Management of Intradural and Extradural Tumors, *Neurosurg Focus*, 2003; 15(5). ©2003 American Association of Neurological Surgeons.
- 26- Shrivastava RK, Epstein FJ, Perin NI, et al. Intramedullary spinal cord tumors in patients older than 50 years of age: management and outcome analysis. *J Neurosurg Spine* 2005; 2:249-55.
- 27- Yoshii S, Shimizu K, Idok, et al. Ependymoma of the spinal kord and the cauda equina region. *J Spinal Disord* 1999; 12:157-61.
- 28- Lee DK, Choe WJ, Hung CK, et al. Spinal kord hemangioblastoma: surgical strategy and clinic outcome. *J Neuroonco* 2003; 61:27-34.
- 29- De Beuckeleer L, Van den Hauwe L, Bracke P, et al. Imaging of primary tumors and tumor-like condition of the lumbosakral osseos spine. *J Belg Radiol* 1997; 80:21-5.
- 30- Enkaoua AE, Doursounian I, Chatellier G. Vertebral metastases. *Spine* 1997; 22:2293-8.
- 31- Sunderasan N, Steinberger AA, Moore F. Surgical management of primary and metastatic tumors of the spine. Schmicdek HH, Sweet WH: *Operative Neurosurgical Technigues*, WB Saunders Company, Fourth Edition, 2000; 2:2146-70.
- 32- Jacobs WB, Perin RG. Evaluation and treatment of spinal metastases: An Overview *Neurosurg Focus* 11(6), 2001. © 2001 American Association of Neurological Surgeons.
- 33- Vrionis FD, Small J. Surgical management of metastatic spinal neoplasms. *Neurosurg Focus* 15(5), 2003. © 2003 American Association of Neurological Surgeons.
- 34- Rock JP, Ryu S, Shukairy MS. Postoperative radiosurgery for malignant spinal tumors. *Neurosurgery* 2006; 58:891-8
- 35- Gürçay A.G: Spinal Tümör Cerrahisinde İntraoperatif Nöromonitörizasyon Kullanımı Zinnuroğlu M. Emmez H. Dalgıç A. (ed) *Türk Nöroşirurji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları No:17*

- 36- Brotchi j. Intrinsic spinal cord tumor resection. *Neurosurgery*;50(5): 1059-63,2002.
- 37- Sciubba DM, Liang D, Kothbauer KF, Noggle JC, Jabo GI. The evolution of intramedullary spinal cord tumor surgery. *Neurosurgery*. 65(6 Suppl):84-91,2009
- 38- Akçay E, Dalgıç A. Spinal tümör cerrahisinde nöromonitörizasyon. Dalbayralc S, Kaptanoğlu E, Şimşek S, Ateş Ö, Dalgıç A(ed). *Omurga ve omurilik tümörleri, TNDER-SPSCG yayınları No: 16, 2014;364~75.*
- 39- Sala F, Palandri G, Basso E, Lanteri P, Deletis V, Faccioli F, Bricolo A. Motor evoked potential monitoring improves outcome after surgery for intramedullary spinal cord tumors: a historical control study. *Neurosurgery*. 58(6): 1129-43, 2006.
- 40- Seçen A.E: İntraoperatif Nöromonitörizasyon İçin Temel Nöroanatomî Zinnuroğlu M. Emmez H. Dalgıç A. (ed) *Türk Nöroşirurji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları No:17*
- 41- Ertekin C: Somatosensory spinal ve Serebral Evoked Potansiyeller. Ertekin C (ed) *Santral ve periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik, İzmir Meta Basım 2006: 710-711*
- 42- Aydınlar E: İntraoperatif Omurilik monitörlenmesi. Zileli M, Özer F (ed), *Omurilik ve Omurga Cerrahisi, Cilt 1.İzmir: intertıp yayınevi, 2014: 413-419*
- 43- Ertekin C: Operasyon sırasında nörofizyolojik inceleme. Ertekin C (ed) *Santral ve periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik, İzmir Meta Basım 2006: 754-756*
- 44- Karamürsel S. Erdoğan E.İ: İntraoperatif Nöromonitörizasyon İçin Temel Nörofizyoloji Zinnuroğlu M. Emmez H. Dalgıç A. (ed) *Türk Nöroşirurji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları No:17*
- 45- Moller A.: *Intraoperative neurophysiologic monitoring. Harwood Academic Publishers, Luxembourg, 1995*
- 46- Calancie B, Harris W, Broton JG, Alexeeva N, Green BA.: Threshold level multipulse transcranial electrical stimulation of motor cortex for intraoperative monitoring of spinal motor tracts: description of method and comparison to somatosensory evoked potential monitoring. *J Neurosurg* 88: 457-70,1998
- 47- Mauguiere, F. Utility of somatosensory evoked potentials (SEPs) in spinal cord lesions and functional surgery of pain and spasticity. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. Suppl. 50: 31-39, 1999*

- 48- Nuwer MR, Dawson EG, Carlson LG, et al.: Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficits after scoliosis surgery: results of a large multicenter survey. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 96(1):6-11, 1995
- 49- Rahmatulla G, Recinos PF, Recinos VR, Jallo GI: Monitoring of intradural spinal tumor surgery. Loftus CM, Biber J, Baron EM(ed). *Intraoperative Neuromonitoring*. McGraw Htil Education, 2014;489-502.
- 50- Deletis V, Sala F. Intraoperative neurophysiological monitoring of the spinal cord during spinal cord and spine surgery: a review focus on the corticospinal tracts. *Clin Neurophysiol.* 119(2) :248-64, 2008
- 51- Zouridakis G.: Somatosensory Evoked Potentials.. Zouridakis G, Papanicolaou A. (ed), *A Concise Guide to Intraoperative Monitoring*, Florida CRC Press LLC 2001: 114-118)
- 52- Kothbauer KF, Deletis V, Epstein FJ. Motor-evoked potential monitoring for intramedullary spinal cord tumor surgery: correlation of clinical and neurophysiological data in a series of 100 consecutive procedures. *Neurosurg Focus.* 4(5):el., 1998.
- 53- Witham TF, Gökaslan ZL. (çev:Erdoğan E) intradural spinal kord tümörlerinde cerrahi. Vaccaro AR, Albert TJ(ed), (çev.ed;Kahraman S) *Spinal cerrahi - Pratik cerrahi noktalar*. Habitat yayıncılık 2012:14-17.
- 54- Waxman S.: Somatosensory Systems. S. Waxman (ed), *Clinical Neuroanatomy* twenty-seventh edition China: McGraw-Hill Education 2013: 277-283
- 55- Moller A.: *Anatomy and Physiology of Motor Systems*. A. Moller (ed), *Intraoperative Neurophysiological Monitoring*, Humana Press Inc New Jersey 2006: 157-179
- 56- Sloan TB, Heyer EJ. Anesthesia for intraoperative neurophysiologic monitoring of the spinal cord. *J Clin Neurophysiol.* 19(5):430-43,2002.
- 57- T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu Başkanlığı, Genel Sağlık Sigortası Genel Müdürlüğü “703.365 Kodlu İnter-operatif Nöromonitörizasyon” İşlemi İle İlgili Duyuru 07.11.2012
- 58- Kalkan E: Omurga ve Omurilik Cerrahisinde İnteroperatif Nöromonitörizasyon Kullanımının Hukuksal Zemini. Zinnuroğlu M. Emmez H. Dalgıç A. (ed) *Türk*

Nöroşirurji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu
Yayınları No:17

- 59- Localio AR, Lawthers AG, Brennan TA, Laird NM, Hebert LE, Peterson LM, Newhouse JP, Weller PC, Hiatt HH: Relation between malpractice claims and adverse events due to negligence: results of the Harvard medical practice study III. *N Engl J Med* 325:245-251, 1991
- 60- Malhotra NR, Shaffrey Cl: Intraoperative electrophysiological monitoring in spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 35(25): 2167-2179,2010
- 61- Lowe GM: Magnetic resonance imaging of intramedullary spinal cord tumors. *J Neurooncol* 47:195–210, 2000.
- 62- Brotchi J, Dewitte O, Levivier M, Baleriaux D, Vandesteene A, Raftopoulos C, Flament-Durand J, Noterman J: A survey of 65 tumors within the spinal cord: Surgical results and the importance of preoperative magnetic resonance imaging. *Neurosurgery* 29:651–657, 1991.
- 63- Deutsch H, Jallo GI, Faktorovich A, Epstein F: Spinal intramedullary cavernoma: Clinical presentation and surgical outcome. *J Neurosurg* 93:65–70, 2000.
- 64- Epstein FJ, Farmer JP, Freed D: Adult intramedullary astrocytomas of the spinal cord. *J Neurosurg* 77:355–359, 1992
- 65- Epstein FJ, Farmer JP, Freed D: Adult intramedullary spinal cord ependymomas: The result of surgery in 38 patients. *J Neurosurg* 79:204–209, 1993
- 66- Epstein F, Epstein N: Surgical treatment of spinal cord astrocytomas of childhood. A series of 19 patients. *J Neurosurg* 57:685–689, 1982
- 67- Stein BM: Intramedullary spinal cord tumors. *Clin Neurosurg* 30:717–741, 1983. 74. Steinbok
- 68- Deletis V, Kothbauer K: Intraoperative neurophysiology of the corticospinal tract, in Stalberg E, Sharma HS, Olsson Y (eds): *Spinal Cord Monitoring*. Vienna, Springer-Verlag, 1998
- 69- Jallo GI, Kothbauer KF, Epstein FJ: Intrinsic spinal cord tumor resection. *Neurosurgery* 49:1124–1128, 2001.
- 70- Kothbauer K, Deletis V, Epstein FJ: Intraoperative spinal cord monitoring for intramedullary surgery: An essential adjunct. *Pediatr Neurosurg* 26:247– 254, 1997.

- 71- Albright AL: Intraoperative spinal cord monitoring for intramedullary surgery: An essential adjunct? *Pediatr Neurosurg* 29:112, 1998.
- 72- Evidence-based guideline update: intraoperative spinal monitoring with somatosensory and transcranial electrical motor evoked potentials. Nuwer MR, Emerson RG, Galloway G, Legatt AD, Lopez J, Minahan R, Yamada T, Goodin DS, Armon C, Chaudhry V, Gronseth GS, Harden CL; American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine. *J Clin Neurophysiol.*;29(1):101-8, 2012
- 73- Coles JG, Wilson GJ, Sima AF, Element P, Tait GA. Intraoperative detection of spinal cord ischemia using somatosensory cortical evoked potentials during thoracic aortic occlusion. *Ann Thorac Surg*;34:299 -306,1982
- 74- Bennett MH. Effects of compression and ischemia on spinal cord evoked potentials, *Exp Neurol*;80:508 -519,1983
- 75- Harner SG, Daube JR, Ebersold MJ, Beatty CW: Improved preservation of facial nerve function with use of electrical monitoring during removal of acoustic neuromas. *Mayo Clin Proc* 62:92–102, 1987.
- 76- Goh KY, Velasquez L, Epstein FJ: Pediatric intramedullary spinal cord tumors: Is surgery alone enough? *Pediatr Neurosurg* 27:34–39, 1997.
- 77- Brotchi J, Noterman J, Baleriaux D: Surgery of intramedullary spinal cord tumours. *Acta Neurochir* 116:176–178, 1992.
- 78- Cooper PR: Outcome after operative treatment of intramedullary spinal cord tumors in adults: Intermediate and long-term results in 51 patients. *Neurosurgery* 25:855–859, 1989
- 79- Cristante L, Herrmann HD: Surgical management of intramedullary spinal cord tumors: Functional outcome and sources of morbidity. *Neurosurgery* 35:69–74, 1994.
- 80- XuQW, BaoWM, MaoRL, YangGY: Aggressive surgery for intramedullary tumor of cervical spinal cord. *Surg Neurol* 46:322–328, 1996.
- 81- Matthies C, Samii M: Vestibular schwannomas and auditory function: Options in large T3 and T4 tumors? *Neurochirurgie* 48:461–470, 2002.

82- Samii M, Matthies C: Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): Hearing function in 1000 tumor resections. *Neurosurgery* 40:248–260, 1997.



