



Omurilik Yaralanmasında Nörolojik Seviye: ASIA Standartları ile Transkraniyal Manyetik Uyarım İncelemesinin Karşılaştırılması

Neurological Level in Spinal Cord Injury: Comparison Between ASIA Standards and Transcranial Magnetic Stimulation

Halil ÜNALAN, Nurettin İrem ÖRNEK, Nurten UZUN*, Meral ERDEMİR KIZILTAN*, Ayşegül GÜNDÜZ*, Murat ULUDAĞ
 İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
 *İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Özet

Amaç: Travmatik komplet omurilik yaralanmalı (OY) hastaların, American Spinal Injury Association (ASIA) standartlarına uygun olarak yapılan nörolojik muayene bulguları ile Transkraniyal Manyetik Uyarım (TMU) ile paravertebral kaslardan saptanan Motor Uyandırılmış Potansiyelleri (MUP) değerlerinin karşılaştırılması.

Gereç ve Yöntem: Komplet travmatik OY'li (C8-T12) olduğu aynı fiziyatrist tarafından ASIA standartlarına göre yapılan muayene sonucunda belirlenen 20 hasta çalışmaya alındı. Ekstremité ve paravertebral kaslardan, TMU ile saptanan MUP değerleri ayrıntılı nörolojik muayene sonuçlarını bilmeyen aynı nöroloji uzmanı tarafından gerçekleştirildi ve kaydedildi.

Bulgular: Çalışmamızda TMU ile saptanan en kaudal paravertebral MUP düzeyleri ile ASIA muayenesi ile bulunan nörolojik seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,001$). Çalışmamızdaki 20 hastanın 19'unda nörolojik seviyeler T2-L1 segmentleri arasında olmasından dolayı neredeyse tüm hastalarımızın, duyu seviyeleri motor seviye olarak kabul edilmiştir.

Sonuç: Daha önceki çalışmalar göz önüne alındığında, bu sonuçların olası nedenlerinden birinin paravertebral kasların multisegmental innervasyonu ve uzun kas lifi iletimi olduğunu düşünüyoruz. Bu çalışmada elde edilen bulgular sonucunda, OY'li hastalarda elektrofizyolojik çalışma yapacak klinisyenlerin, muayenelerde bulunan nörolojik seviyeler ile paravertebral kaslardan TMU ile saptanan MUP seviyeleri arasında önemli farklılık olabileceğini akıldta tutmaları gerektiği bizce önemlidir. Elde edilen bu sonuçlarda ASIA standartları ile ilgili bazı kuralların da etkili olabileceğine inanmaktayız. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2012;58 Özel Sayı 1:49-55.*

Anahtar Kelimeler: Omurilik yaralanması; transkraniyal manyetik uyarım; motor uyandırılmış potansiyel; paravertebral kaslar

Summary

Objective: The aim of the present study was to compare the findings of neurological examination performed according to the American Spinal Injury Association (ASIA) Standards with Motor Evoked Potentials (MEPs) obtained from paravertebral muscles of complete traumatic spinal cord injured (SCI) patients by using Transcranial Magnetic Stimulation (TMS).

Materials and Methods: Twenty patients with complete traumatic spinal cord injury (C8-T12) who were examined and classified according to the ASIA standards by the same physiatrist were included in the study. TMS applications were performed and evaluated by the same neurologist who was blind to the detailed neurological examination findings according to the ASIA standards.

Results: There was a significant difference ($p<0.001$) between the neurological levels and the most caudal paravertebral MEP levels found by TMS. In 19 of our 20 patients, the neurological levels were between T2-L1 segments and in almost all the patients, the sensory levels were considered as motor levels. This result of ASIA standards might also play a role in these findings.

Conclusion: Results of the present study showed a significant difference ($p<0.001$) between the neurological levels determined by neurological examination and the most caudal paravertebral MEP levels found by transcranial magnetic stimulation. Considering the previous studies, we think that possible reasons for these findings include multisegmental innervation of the paravertebral muscles and the long muscle fiber conduction. The findings of the present study may contribute to the current literature, especially regarding the routine electrophysiological studies in patients with SCI. *Turk J Phys Med Rehab 2012;58 Suppl 1:49-55.*

Key Words: Spinal cord injury; transcranial magnetic stimulation; motor-evoked potential; paravertebral muscles

Giriş

Günümüzde omurilik yaralanması (OY) tanısı ve prognoz tayini American Spinal Injury Association (ASIA) tarafından tanımlanan standart muayene yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir (1). OY'li hastaların muayenesinde "altın standart" olarak kabul edilen ASIA sınıflamasına göre, torasik omurgada lezyonu olan bir hastada T2-L1 seviyeleri arasında anahtar motor kaslar olmadığı için, anahtar duyu noktaları ile saptanan duyu seviyesi nörolojik seviye olarak kabul edilmektedir (1).

OY'li hastada torasik segmentlerin motor seviyelerinin çalışıldığı etkinliği tam kanıtlanmış bir nörofizyolojik yöntem yoktur. Kortikospinal yolların tutulduğu hastalıkların değerlendirilmesinde, motor korteks üzerinden transkraniyal manyetik uyarmı (TMU) cihazı kullanılarak saptanan motor uyandırılmış potansiyel (MUP) değerlerinin kayıtlanması göreceli olarak kanıtlanmış ve güvenilir bir yöntemdir (2).

Bugüne kadar literatürde, OY'li hastalarda repetitif TMU uygulaması ile klinik iyileşme (3), spastisitede iyileşme (4) ve santral ağrı tedavisinde (5-7) iyileşme ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Sağlıklı deneklerin motor korteksleri üzerinden TMU cihazı kullanarak paravertebral MUP kayıtlama işlemi birkaç çalışmada tanımlanmıştır (8-11). Bizim çalışmamıza benzer olarak, komplet OY'li hastaların paravertebral kaslarına yönelik TMU incelemesi iki çalışmada (12,13) inkomplet OY'li hastalarda ise bir çalışmada bildirilmiştir (14).

Bu çalışmada komplet travmatik tip OY'li hastaların, TMU cihazı kullanılarak paraspinal ve ekstremite kaslarından elde edilen MUP'lar ile motor yollarının değerlendirilmesi ve bu değerlendirme ile ASIA standartlarına uygun olarak yapılan nörolojik muayene bulgularının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada, 20 komplet ASIA Bozukluk Skalası (ABS)-A OY'li hastalarda uluslararası nörolojik sınıflama standartlarına (ASIA) uygun olarak yapılan nörolojik muayenede saptanan nörolojik seviye ile TMU kullanılarak indeks ekstremite ve paraspinal kaslardan kayıtlama ile saptanan seviyeler karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Etik Kurul'undan onay alındıktan sonra başlatıldı. Hastalar çalışma sırasında yapılacak fizik muayene ve elektrofizyoloji laboratuvarında yapılacak olan TMU incelemesi konusunda bilgilendirildi ve yazılı onamları alındıktan sonra çalışmaya katıldı.

Çalışmaya alınma kriterleri:

Komplet ABS-A travmatik OY

20-70 yaş arası hastalar

OY süresi en az 1 yıl olan hastalar

Çalışmadan dışlama kriterleri:

Oy'ye ek olarak travmatik beyin yaralanması ya da herhangi başka bir nörolojik hastalığın bulunması

Herhangi bir psikiyatrik hastalık ve/veya konuşma bozukluğu olması, bilişsel fonksiyon bozukluğu olması

Elektrofizyolojik incelemelerin sonuçlarını etkileyebilecek özellikle diabetes mellitus gibi bir hastalığın olması

Hastanın aktif epilepsisinin olması

TMU incelemesi için kontrendikasyon oluşturacak kalp pili, çeşitli implantlar ve protezinin olması

Hastaların nörolojik muayenesi, ASIA Omurilik Yaralanması Nörolojik ve Fonksiyonel Sınıflama Standartları 2000 revize edilmiş kriterlerine uygun olarak yapıldı (1). Tüm muayeneler bu konuda eğitim almış aynı fiziyatrist tarafından gerçekleştirildi. Yine tüm muayeneler standartlara uygun olarak hasta sırtüstü yatar pozisyonda iken yapıldı. ASIA standartlarına göre omurilik yaralanmalı hastaların muayenesinde saptanması zorunlu kabul edilen nörolojik muayeneler yapıldı (1). Buna göre hastaların:

Duyusal seviyeleri

Duyusal skorları

Motor seviyeleri

Motor skorları

Nörolojik seviyeleri

Komplet/İnkomplet ayrımı

Parsiyel korunma alanları saptandı.

Duyusal seviye, vücudun her iki tarafında normal duyusal fonksiyona sahip olan en kaudal spinal segment seviyesi olarak kabul edildi. Motor seviye, vücudun her iki tarafında normal motor fonksiyona sahip olan en kaudal spinal segment seviyesi olarak kabul edildi. Nörolojik seviye ise vücudun her iki tarafında normal motor ve duyusal fonksiyona sahip olan en kaudal spinal segment seviyesi olarak kabul edildi.

Duyusal skor, sağ ve sol 28 anahtar duyu noktası muayenesi ile hesaplandı. Motor skor sağ ve sol 10'ar anahtar kas muayenesi sonrası hesaplandı. Komplet/İnkomplet lezyon ayrımı için rektal tuşe uygulanarak derin anal duyu ve eksternal anal sfinkter motor fonksiyonunun muayenesi yapıldı.

En alt sakral segmentte duyusal ve motor fonksiyonun yokluğu komplet lezyon olarak yorumlandı. Tamamı ABS-A komplet olan hastalarımızın nörolojik seviyelerinin kaudalindeki kısmen innerve dermatom ve miyotomlar parsiyel korunma alanı olarak kaydedildi.

Duyu muayenesinin hafif dokunma bölümü genellikle pamuk ya da kulak çubuğu kullanılarak, iğne batırma duyusu bölümü ise bir çengelli iğnenin sivri ve künt ucu kullanılarak yapıldı. İğne batırmada, hasta iğnenin sivri ucu ile künt ucunu ayırt edemiyorsa skorlama '0' olarak yazıldı. Duyu muayenesi iğne batırma duyusu ile keskin/künt ayrımı yapılarak başlatıldı ve aşağıdan yukarı doğru yapıldı.

İğne batırma ve hafif dokunma her noktada 3 puanlı bir skala üzerinden değerlendirildi:

0: Yok

1: Bozulmuş (parsiyel veya bozulmuş algılama, hiperestezi dahil)

2: Normal

DO: Değerlendirme olanaksız

Motor muayene yapılırken vücudun her iki tarafındaki 10 çift miyotoma ait anahtar kaslar, yukarıdan aşağıya sıra ile değerlendirilerek kaydedildi.

Her kasın kuvveti altı dereceli bir skalada değerlendirildi (1).

0: Tam paralizisi

1: Görülebilen veya palpe edilen kontraksiyon

2: Aktif hareket, yer çekimi elimine edildiğinde tam eklem hareket açıklığı (EHA)

3: Aktif hareket, yer çekimine karşı tam EHA

4: Aktif hareket, orta derecede dirence karşı tam EHA

5: (Normal) Aktif hareket, tam dirence karşı tam EHA

DO: Değerlendirme olanaksız

Manuel kas testi ile klinik olarak değerlendirilemeyen miyotomlarda (C1-4, T2-L1, S2-S5) motor seviye duyuşal seviyeye bakılarak kararlaştırıldı.

TMU incelemeleri bu konuda deneyimli aynı nöroloji uzmanı tarafından yapıldı. TMU'yu uygulayan nöroloji uzmanının hastalara ayrıntılı bir nörolojik muayene yapmasına izin verilmedi. Böylece nöroloji uzmanı, hastaların ASIA standartlarına göre ayrıntılı nörolojik muayene sonuçlarını (komplet/inkomplet ayrımı, nörolojik seviye, v.b.) bilmeden elektrofizyolojik yöntemleri uyguladı.

Hastalara elektrofizyoloji laboratuvarında yapılacak olan incelemeler anlatıldı, tanık hasta yakını ve sağlık personeli yanında yazılı olarak okundu, yazılı onamları alınarak inceleme başlatıldı.

İncelemelerin tümü Neuropack MEB-9200K EMG/EP cihazı ve buna bağlantılı olarak çalışan Magstim Model 200² P/N 3001-23-02 manyetik uyarı cihazı ile yapıldı. İncelemeler üç aşamada yapıldı. İncelemenin uzun sürmesinden dolayı hastanın rahatsız olmasını önlemek için tek taraflı (sağ) inceleme yapıldı. Her bir kasın kaydı yüzeyel elektrodlar ile yapıldı. Aktif elektrod kasın en şişkin kısmına, referans elektrod kasın tendonuna yakın kısmına, toprak elektrod kayıt ve uyarı elektrodları arasına yerleştirildi. Transkraniyal uyarım, kasın temsil edildiği kontralateral skalptan üzerinden maksimum yanıt amplitüdüne ulaşılacak şiddette verildi. Uyarı verilmesi sırasında eğer yapabiliyorsa hastadan indeks

kasının minimal (maksimal kasının %10'u) derecede kasmaı istendi. Her incelemede en az 6 yanıt kaydedilerek minimal latanslı, maksimum amplitüdü olan yanıt seçildi.

İlk aşamada 1. dorsal interosseöz kası kayıtlaması (C8/T1) ile servikal ve skalp TMU ile MUP yanıtları elde edilerek her bir yanıtın ms cinsinden latans ve mV cinsinden amplitüdü ile santral ileti zamanı (skalp MUP yanıt latansı-servikal MUP yanıt latansı) hesaplandı. Skalp uyarımları için uluslararası 10-20 sistemine göre EEG elektrod yerleştirme sistemi esas alındı (15).

İkinci aşamada yine sağ tarafta üst ve alt ekstremitelere proksimalden distale doğru segmental özelliklerine göre belirlenen indeks kaslar (C5 segmenti için biceps, C6 segmenti için deltoid, C7 segmenti için triceps, C8/T1 segmenti için 1. dorsal interossei, L2 için iliopsoas, L3 segmenti için vastus medialis, L4 segmenti için rektus femoris, L5 segmenti için tibialis anterior, S1 segmenti için gastroknemius) seçildi. Proksimalden distale ve üst ekstremiteden alt ekstremitelere doğru gidilerek ekstremitte kas kayıtlamaları ile (C5-T1, L3-S1) TMU ile elde edilen MUP yanıtlarının en distalde alındığı spinal seviye belirlendi.

Üçüncü aşamada yine sağ taraf kullanıldı, yüzeyel aktif elektrodlar bu kez paravertebral kaslar üzerine spinoz çıkıntıların 1,5 cm lateraline, referans elektrodlar bunların 3 cm lateraline yerleştirildi. Bu elektrod yerleşimi T2 segmentinden başlayarak ve birer segment atlayarak tek tek uygulandı.

Tablo 1. Elektrofizyolojik incelemeler sonucu elde edilen bulgular.

OY HASTALARI	NÖROLOJİK SEVİYE	PARASPİNAL MUP SEVİYESİ *	EKSTREMİTE MUP SEVİYESİ*	SERVİKAL LATANS**	SERVİKAL AMPLİTÜD**	SKALP LATANS**	SKALP AMPLİTÜD**	SANTRAL İLETİ ZAMANI** ,***
1	T6	T12	C8/T1	13,2	5,08	22,2	7,02	9
2	C8	T12	C8/T1	14,5	1,97	19,6	2,52	5,1
3	T10	T12	C8/T1	12,6	8,86	23,4	8,51	10,8
4	T4	S1	C8/T1	15,9	1,12	24,3	14,10	8,4
5	T10	L1	C8/T1	13,5	7,66	19,8	7,3	6,3
6	T11	S1	C7	13,2	4,72	17,4	3,6	4,2
7	T12	S1	C8/T1	14,1	1,2	21,3	7,2	7,2
8	T4	T12	C8/T1	15,3	2,0	20,1	1,2	4,8
9	T3	T9	C8/T1	14,2	3,32	19,7	3,65	5,5
10	T10	S1	L4	12,8	7,09	20,0	4,12	7,2
11	T5	T11	C8/T1	11,15	11,59	16,50	8,11	5,35
12	T11	L3	C8/T1	12,3	12,83	20,8	8,58	8,5
13	T2	T7	C8/T1	12,0	6,18	20,8	8,57	8,8
14	T11	L5	C8/T1	14,2	3,33	20,0	3,69	5,8
15	T8	T12	C8/T1	14,6	5,39	22,2	3,0	7,6
16	T9	S1	C7					
17	T10	S1	C8/T1	14,5	0,7	23,6	1,8	9,1
18	T10	L5	C8/T1	14,3	8,77	20,5	3,17	6,2
19	T11	S1	C8/T1	14,2	8,04	23,4	3,36	9,2
20	T8	L5	C8/T1	15,1	5,87	21,3	4,5	6,2

* En distalden elde edilen MUP yanıtı,

** 1.Dorsal interosseöz kas kaydı ile,

*** Skalp MUP latansı - Servikal MUP latansı.

Her seviyenin kaydı sonrası TMU skalpte C2 noktasından yapıldı, en az 3 yanıtın üst üste gelmesi sağlanarak gerçek yanıtın emin olundu. Distale doğru inildikçe maksimal uyarı ile en az 100 mV'luk yanıtın elde edilip sonra alınmadığı seviye belirlendi. Bu aşamada analiz zamanı 10 ms/div, sensitivite 0,2 mV/div, alt frekans filtresi 10 Hz, üst frekans filtresi 5 kHz olarak ayarlandı. Elde edilen tüm bu değerler nörolojik muayene sonuçları ile karşılaştırıldı.

İstatistiksel Analiz

Bu çalışmanın istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS versiyon 15.0 paket programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistiksel (ortalama, standart sapma, frekans, yüzde dağılımları) metodlarla birlikte seviyeler arası değişimi incelemek için Mann Whitney U testi kullanıldı. TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile motor skorlar, hafif dokunma skorları ve iğne duyası skorları arasındaki ilişki veriler normal dağılım göstermediği için Spermann korelasyon katsayısı kullanılarak incelendi.

Bulgular

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda takip edilen komplet travmatik tip OY'si olduğu klinik muayene ile saptanan toplam 21 hasta çalışmaya alındı. TMU uygulamasını kabul etmeyen bir olgu çalışma dışı bırakıldı. Tüm hastaların OY seviyeleri ASIA standartlarına uygun olarak yapılan sınıflandırmaya göre belirlendi ve toplam 20 hasta ile çalışma tamamlandı.

Çalışmaya alınan toplam 20 hastanın 16'sı erkek (%80), 4'ü (%20) kadındı. Hastalar arasında en düşük yaş 21, en yüksek yaş 55 ve yaş ortalaması 42,05±8,846 yıl idi. En düşük OY süresi 1 yıl, en yüksek 21 yıl ve ortalama OY süresi 7,2±5,512 yıl olarak belirlendi.

Çalışmamızda en sık omurilik yaralanması nedeninin 9 hasta (%45) ile araç içi trafik kazası olduğu belirlendi. Bunu sırasıyla 8 hastada (%40) yüksekten düşme ve 3 hastada da (%15) ağırlık altında kalma takip etti.

Hastaların medeni durumlarına bakıldığında 6'sının bekâr (%30), 11'inin evli (%55) ve 3'ünün dul olduğu belirlendi. Mesleki dağılımlarına göre de hastaların 15'inin (%75) bir mesleği olmadığı, 5'inin (%25) ise bir meslek sahibi olduğu belirlendi.

Hastaların 5'inde (%25) kronik hastalık olarak hipertansiyon mevcuttu, ekstremitelerinde spastisite olan 8 hastanın (%40) antispastik ajan kullandığı ve 6 hastanın (%30) depresyon nedeniyle antidepressan ilaç kullandığı belirlendi.

Çalışmamıza katılan hastaların radyolojik inceleme ile en fazla hasara uğramış vertebra seviyelerinin (kemik seviye) T12 (%35) olduğu, bunu sırasıyla T11 (%15), T4 (%10), L1 (%10) ve diğer

vertebraların (C7, T2, T6, T7, T8, T9) (%5) izlediği saptanmıştır.

ASIA standartlarına göre yapılan muayene sonucunda OY hastalarının duysal seviyeleri, motor seviyeleri, parsiyel korunma alanı (PKA) sağ-sol duysal seviyeleri ve nörolojik seviyeleri belirlendi.

OY'li hastaların nörolojik muayene ile saptanan duysal seviyelerinin en sık T10 (%25) vertebra seviyesinde olduğu, bunu sırasıyla T11 (%20), T8 (%10), T4 (%10) ile diğer vertebra (C8,T2,T3,T5,T6,T9,T12) (%5) izlediği saptanmıştır.

OY'li hastaların nörolojik muayene ile saptanan vücudun sağ yarımındaki PKA duysal seviyelerinin en sık T12 (%20) ve L1 (%20) vertebra seviyelerinde olduğu, bunu sırasıyla T6 (%15), T11 (%15) ile diğer vertebra (T3,T4,T5,T7,L2,L3) (%5) izlediği saptanmıştır.

OY'li hastaların nörolojik muayene ile saptanan vücudun sol yarımındaki PKA duysal seviyelerinin en sık T6 (%15), T11 (%15), T12 (%15) ve L1 (%15) vertebra seviyelerinde olduğu, bunu sırasıyla T5 (%10), L2 (%10) ile diğer vertebra (T3,T7,L3) (%5) izlediği ve bir hastada duysal PKA vücudunun sol yarımında olmadığı (% 5) belirlenmiştir.

OY'li hastaların nörolojik muayene ile saptanan nörolojik seviyelerinin en sık T10 (%25) vertebra seviyesinde olduğu, bunu sırasıyla T11 (%20), T8 (%10), T4 (%10) ile diğer vertebra (C8,T2,T3,T5,T6,T9,T12) (%5) izlediği saptanmıştır.

Nörolojik muayene sonucunda; motor skor ortalaması toplamda 100 üzerinden 50,75±3,851 bulundu. Duysal skorlardan iğne batırma skoru toplamda 112 üzerinden ortalama 62,25±14,614 bulundu. Hafif dokunma skoru toplamda 112 üzerinden ortalama 64,10±13,939 bulundu.

Komplet OY hastalarının belirlenen nörolojik seviyeleri arasında en üst vertebra seviyesi C8, en alt vertebra seviyesi T12 ve ortalama nörolojik seviye T7 olarak belirlendi.

Elektrofizyolojik Bulgular;

Çalışmaya alınan tüm OY'li hastaların nörolojik seviyeleri ve elektrofizyolojik inceleme sonrası elde edilen bulguları (paraspinal MUP seviye, ekstremitte MUP seviye, servikal latans, servikal amplitüd, skalp latans, skalp amplitüd ve santral ileti zamanı) belirlendi (Tablo 1).

Servikal, skalp MUP yanıtları ile santral ileti zamanı incelemelerine baktığımızda; nörolojik seviyesi T9 olan bir hastada 1. dorsal interosseöz (1.Dİ) kas kaydı ile servikal ve skalp yanıtları elde edilemedi, ekstremitte MUP seviyesi C7 olarak bulundu. Çünkü bu hastanın C8 ve T1 segmentlerinden innerve ekstremitte kasları atrofik olduğundan servikal ve skalp yanıtları ve dolayısıyla santral ileti zamanı saptanamadı.

Geriyeye kalan 19 hastada servikal manyetik uyarımlar ile latansları 11,15-15,9 ms arasında (ort: 13,77), amplitüdüleri 0,7-12,83 mV arasında değişen (ort: 5,56), skalp uyarımları ile ise latansları 16,5-24,3 ms arasında (ort: 20,88), amplitüdüleri 1,2-14,10 mV arasında değişen (ort: 5,47) MUP yanıtları elde edildi. Bu hastalarda santral ileti zamanları 4,2-10,8 ms arasında (ort: 7,11) idi.

İlgili elektrofizyoloji laboratuvarında yapılan bir diğer çalışmada, 14 hastada servikal manyetik uyarımlar ile latansları 12,1-15,9 ms arasında (ort: 13,86), amplitüdüleri 3,58-20,16 mV arasında değişen (ort: 10,27), skalp uyarımları ile ise latansları 18,7-23 ms arasında (ort: 20,87), amplitüdüleri 2,68-10,3 mV arasında değişen (ort: 5,94) MUP yanıtlarının elde edildiği ve santral ileti zamanlarının

Tablo 2. TMU ile elde edilen en kaudal paraspinal MUP seviyesi.

TMU ile en kaudal paraspinal MUP seviyeleri	N	%
S1	7	35
T12	5	25
L5	3	15
Diğer seviyeler (T7,T9,T11,L1,L3)	5	25

4,7-9,6 ms arasında (ort: 7) olduğu bildirilmiştir (16). Böylece elde ettiğimiz değerler, ilgili elektrofizyoloji laboratuvarının normal değerleri içinde kalmaktadır.

Ekstremitelerden kaydedilen en distal MUP yanıtına baktığımızda; nörolojik seviyeleri C8-T12 arasında değişen 17 hastada indeks kaslar kullanıldığında en distalden elde edilen ekstremite MUP seviyeleri C8/T1, nörolojik seviyeleri T9-T11 arasında değişen 2 hastada indeks kaslar kullanıldığında en distalden elde edilen ekstremite MUP seviyeleri C7, nörolojik seviyesi T10 olan 1 hastada indeks kaslar kullanıldığında en distalden elde edilen ekstremite MUP seviyesi L4 olarak bulundu.

Paraspinal kayıtlama ile en distalden elde edilen MUP yanıtına baktığımızda; OY'li hastaların paravertebral kaslarına yönelik TMU uygulaması ile en kaudalden elde edilen MUP seviyelerinin en sık S1 (%35) vertebra seviyesinde olduğu, bunu da sırasıyla T12 (%25), L5 (%15) ile diğer vertebra düzeylerinde (T7,T9,T11,L1,L3) %5'er oranlarda oldukları saptanmıştır (Tablo 2).

TMU cihazı ile elde edilen en kaudal paravertebral MUP seviyelerinin en üst vertebra segmenti T7, en alt vertebral segmenti S1 ve ortalama paravertebral MUP seviyesi L2 olarak saptandı.

Mann Whitney U testi kullanılarak TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile ASIA muayenesi ile bulunan nörolojik seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$).

Mann Whitney U testi kullanılarak TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile kemik seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$).

Mann Whitney U kullanılarak TMU cihazıyla saptanan en kaudal paraspinal MUP düzeyleri ile duyuusal seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$).

TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile motor seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$).

TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile parsiyel korunma alanı sağ duyuusal seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$).

TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile parsiyel korunma alanı sol duyuusal seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$).

Spearman korelasyon katsayısı ile değerlendirilen ölçütlerin birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile iğne batırma skorları arasında pozitif yönde kuvvetli ilişki bulundu ($r=0,604;p<0,001$).

TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile hafif dokunma skorları arasında pozitif yönde kuvvetli ilişki bulundu ($r=0,661;p<0,001$). Yani TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri arttıkça iğne batırma skorları ve hafif dokunma skorları artmaktadır.

PKA motor seviyesi olan iki hastada TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile parsiyel korunma alanı sağ motor seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$).

TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile parsiyel korunma alanı sol motor seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$).

Pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirilen ölçütlerin birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile iğne batırma skorları arasında pozitif yönde kuvvetli ilişki bulundu ($r=0,679;p<0,001$).

TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri ile hafif dokunma skorları arasında pozitif yönde kuvvetli ilişki bulundu

($r=0,706;p<0,001$). Yani TMU cihazıyla saptanan en kaudal MUP düzeyleri arttıkça iğne batırma skorları ve hafif dokunma skorları artmaktadır.

Tartışma

Çalışmamızda ABS-A komplet travmatik OY'li 20 hastanın TMU cihazı kullanılarak bazı ekstremite kaslarından ve paravertebral kaslardan elde edilen MUP'lar ile motor yollar değerlendirilmiş ve bu değerlendirme ile ASIA standartlarına uygun olarak yapılan nörolojik muayene bulguları karşılaştırılmıştır.

Çalışmaya sadece ABS-A komplet OY'li hastalar alındı. Hastalarımızın yaralanma süresi incelendiğinde en düşük 1 yıl, en yüksek 21 yıl olmak üzere ortalamasının 7,2 yıl olduğu görüldü. Bu koşulların çalışmaya alınma kriterlerinin içine dahil edilmesinin nedeni, nörolojik muayene ile elektrofizyolojik inceleme arasındaki zaman dilimi içinde ortaya çıkabilecek olası spontan nörolojik iyileşmelerin sonuçları etkilemesini önlemektir. Hastalarda ortaya çıkabilecek bu tür nörolojik değişimler sözü geçen bu iki inceleme yönteminin sağlıklı bir biçimde karşılaştırılmasını engelleyebilirdi.

Sonuçta ASIA standartlarına uygun olarak yapılan muayenelerde bulunan nörolojik seviyeler ile paravertebral kaslardan TMU cihazı ile saptanan MUP seviyeleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. ASIA standartlarına uygun olarak yapılan nörolojik muayenede saptanan nörolojik seviye ile TMU cihazı ile saptanan paravertebral MUP seviyeleri arasında en az 2, en çok 12 segment fark olduğu ortaya konmuştur. Elde ettiğimiz bu sonuçların sağlıklı bir biçimde tartışılabilmesi için paravertebral kaslarla ilgili bazı nöroanatomik bilgilerin ve ASIA omurilik nörolojik ve fonksiyonel sınıflandırma standartları ile ilgili bazı kuralların irdelenmesi yararlı olacaktır.

Cariga ve ark. (12) OY'li hastalar ve sağlıklı kontrollerde TMU ile torakal paravertebral kas MUP'larını incelemişler ve komplet OY'de lezyon düzeyi altında da paravertebral MUP'ların elde edilebildiğini bildirmişlerdir. Yazarlar bu sonuçların olası nedenleri arasında bu kasların multisegmental innervasyonunun ve uzun kas lifi iletiminin olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Çalışmamızda paravertebral kasların başlangıç ve sonlanma yerleri ile multisegmental innervasyon şeklinin anlaşılması sonuçlarımızın tartışılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Paravertebral kas grupları yüzeysel grup, derin grup ve ara kat sırt kasları olmak üzere 3'e ayrılırlar. Yüzeysel grupta yer alan m.trapezius kasının başlangıç yeri oksipital kemikten orta-alt torakal omurların spinöz çıkıntılarına kadar uzanmaktadır. Bu kasın innervasyonu n. accessorius ve C3-4 segmentlerinden sağlanmaktadır. Diğer bir yüzeysel kas olan M. Latissimus dorsi kasının başlangıç yeri T6-T12 vertebralardan sağlanır ve innervasyonu C6-8 segmentlerinden sağlanır (17). Diğer bir paravertebral kas olan m. romboideus major ve m. romboideus minor'ler, sırası ile T2, T5 ve C7, T1 vertebralardan spinöz çıkıntıları ile skapula medial kenarı arasında ilerler ve C3-C4 spinal segmentlerinden innerve olurlar (17).

Derin sırt kaslarından olan erektör spina kas grubu içinde yer alan m. iliocostalis lumborum kası sakrum, lumbal T11 ve T12 torakal vertebra spinöz çıkıntılarında ve krista iliaka'dan başlar, 6. ve 12. angulus costa'larda sonlanır. Bu kasın innervasyonu T1-L1 vertebralardan spinal sinirlerin dorsal rami'leri tarafından sağlanır (17). Diğer önemli bir paravertebral kas olan m.longissimus

thoracis T1-L1 torakal spinal sinirlerin dorsal rami'leri tarafından innerve olur (17). Multifidus kası sakrumdan C2'ye kadar vertebra çıkıntılarının yanındaki oluğu doldurur ve en derinde yer alan kas grubudur. Bu kas grubu C4-L5 arası vertebralardan çıkan spinal sinirlerin dorsal rami'leri tarafından innerve olmaktadır.

Çalışmamızda TMU cihazıyla saptanan en kaudal paraspinal MUP düzeyleri ile ASIA muayenesi ile bulunan nörolojik seviyeler arasında ileri derecede anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.001$). Bizim bulgularımız Cariga ve ark. (12) tarafından yapılan benzer çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Yukarıda ayrıntılı olarak verilen paravertebral kas nöroanatomi gözü önüne alarak, biz de Cariga ve ark. (12) gibi bu sonuçların olası nedenlerinden birinin paravertebral kasların multisegmental innervasyonu ve uzun kas lifi iletimi olduğunu düşünüyoruz.

Literatürde OY'li hastalarda nörolojik seviyelerin belirlenmesine yönelik TMU ile gerçekleştirilen az sayıda çalışma mevcuttur (12,14). Ertekin ve ark. (14) tarafından gerçekleştirilen prospektif bir çalışmada, 34 sağlıklı kişiye ve 17 OY'li hastaya TMU cihazı uygulanmıştır. Bu çalışmada yüzeysel elektrod ve iğne elektrodlar ile farklı segmental seviyelerdeki paravertebral kaslardan MUP'lar kaydedilmiştir. Her iki yöntemle de çalışmaya alınan 17 omurilik yaralanmalı hastanın 14'ünde omurilik lezyon seviyesinin altından motor yanıtlar elde edilmiştir.

Az sayıda olguda gözlenmiş olmakla beraber bacak kaslarından MUP'lar elde edilememesine karşın, daha yukarı fakat lezyon yeri altındaki spinal kaslardan MUP'ların alınabildiği bildirilmiştir. Bu bulgunun kortikospinal traktusun ileride düzelebileceğini gösteren bir bulgu mu olduğu, yoksa paraspinal kaslara giden kurtulmuş bir lif grubunu mu temsil ettiği konusunun aydınlatılmadığını ve longitudinal çalışmalara gereksinim olduğu belirtilmektedir (18).

Öte yandan Cariga ve ark. (12) omurilik yaralanmalı hastalar ve sağlıklı kontrollerde TMU cihazı ile torakal paravertebral kas MUP'larını incelemişler ve komplet OY'de lezyon düzeyi altında da paravertebral kas MUP'larının elde edilebildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ASIA standartlarına göre saptanan nörolojik seviyeler ve TMU cihazı ile belirlenen en kaudal paravertebral kas MUP seviyeleri arasında ciddi farklılıklar bulunmuştur.

Cariga ve ark. (12) lezyon seviyesi altındaki torasik segmentlerde MUP'ları kaydedebilmişlerdir. Bizim çalışmamızda da muayenede saptanan nörolojik seviye ile TMU cihazı ile saptanan paraspinal MUP seviyeleri arasında en az 2, en çok 12 segment fark olduğu ortaya konmuştur.

Sonuç olarak omurilik yaralanmalarında MUP'lar, prognozu göstermede henüz beklendiği kadar yararlı olamamıştır. Klinik olarak komplet spinal lezyon denilen olgular elektrofizyolojik olarak komplet spinal lezyonu gösteremeyebilirler. OY'de lezyon seviyesinin üstündeki periferik motor sinirlerin multisegmental dağılımı lezyon seviyesinin altındaki miyotomlarda MUP'ların elde edilebilmesine neden olabilir. Bu sonuca etkili olabilecek bir başka olasılık da lezyonun üstünde ve altında seyreden multisegmental innervasyonlu uzun kas liflerinin iletimi olabilir (12).

Cariga ve ark. (12) tarafından daha önce öne sürülen bu mekanizmaların yanı sıra, biz, elde edilen bu sonuçlarda ASIA OY Nörolojik Sınıflandırma Standartları ile ilgili bazı kuralların da etkili olabileceğine inanmaktayız.

ASIA standartlarına göre vücudun her iki tarafındaki normal motor ve duyu fonksiyona sahip olan en kaudal spinal segment

seviyesi nörolojik seviye olarak tanımlanır. Vücudun sağ ve sol yarımında fonksiyonların normal olduğu seviye birbirinden farklı olabilir. Ayrıca duyu ve motor seviyeler de farklılık gösterebilir (1).

Duyusal seviye vücudun her iki tarafında bulunan 28'er anahtar duyu noktasının değerlendirilmesi ile bulunur. Motor seviye ise yine vücudunun her iki tarafında bulunan 10'ar anahtar kasın değerlendirilmesi ile saptanır. Sözü edilen anahtar kaslar şunlardır: C5- Dirsek fleksörleri; C6- El bileği ekstansörleri (Ekstansör karpi radialis longus); C7- Dirsek ekstansörleri; C8- El orta parmak fleksörleri (Fleksör digitorum profundus); T1- El küçük parmak abduktörleri (Abduktör digiti minimi); L2- Kalça fleksörleri; L3- Diz ekstansörleri; L4- Ayak bileği dorsofleksörleri; L5- Ayak başparmağı ekstansörleri ve S1- Ayak bileği plantar fleksörleri

Motor seviyenin belirlenmesinde kullanılan bu anahtar kaslar dikkatli olarak incelendiğinde C1-4, T2-L1 ve S2-S5 segmentleri arasında ASIA tarafından herhangi bir anahtar kasın belirlenmediği kolaylıkla anlaşılabilir. ASIA standartlarına göre, anahtar kasın olmadığı segmentlerde motor seviye duyu seviyesine bakılarak saptanır, bir başka deyişle bu segmentlerde duyu seviye motor seviye olarak kabul edilir (1).

Bizim çalışmamızın bulguları incelendiğinde 20 hastanın 19'unda nörolojik seviyenin T2-L1 segmentleri arasında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ABS-A komplet olan hastalarımızın bir tanesi hariç hepsinde, motor seviyeler ve nörolojik seviyeler duyu muayenesi ile elde edilen duyu seviyesine göre saptanmıştır.

ASIA standartlarıncı belirlenen bu kural, olasılıkla nörolojik muayene ile saptanan motor seviye (ve/veya nörolojik seviye) ve TMU cihazı ile saptanan motor seviye arasında farklılıklar görülmesine neden olmaktadır. ASIA standartlarına özgü olan bu kural ve daha önce Cariga ve ark. (12) tarafından öne sürülen iki mekanizma (1-OY'de lezyon seviyesinin üstündeki periferik motor sinirlerin multisegmental dağılımına bağlı olarak lezyon seviyesinin altındaki miyotomlarda MUP'ların elde edilebilmesi ve 2-lezyonun üstünde ve altında seyreden multisegmental innervasyonlu uzun kas liflerinin iletimi) hep birlikte değerlendirildiğinde, ASIA standartlarına uygun olarak yapılan muayenelerde bulunan nörolojik seviyeler ile paravertebral kaslardan TMU cihazı ile saptanan MUP seviyeleri arasında önemli farklılıkların neden ortaya çıktığı daha iyi anlaşılabilir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, bizce bu konudaki literatüre katkıda bulunacaktır. En azından klinik pratikte OY'li hastalarda elektrofizyolojik çalışma yapacak klinisyenlerin ve bu konuda bilimsel çalışma düzenleyen kişilerin, muayenelerde bulunan nörolojik seviye ile paravertebral kaslardan TMU cihazı ile saptanan MUP seviyeleri arasında önemli farklılık olabileceğini akıldta tutmaları gerektiği bizce önemlidir.

Kaynaklar

1. American Spinal Injury Association. International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury. Chicago: American Spinal Injury Association, revised 2002.
2. Chen R, Cros D, Curra A, Di Lazzaro V, Lefaucheur JP, Magistris MR, et al. The clinical diagnostic utility of transcranial magnetic stimulation: report of an IFCN committee. Clin Neurophysiol 2008;119:504-32.
3. Belci M, Catley M, Husain M, Frankel HL, Davey NJ. Magnetic brain stimulation can improve clinical outcome in incomplete spinal cord injured patients. Spinal Cord 2004;42:417-9.
4. Mori F, Koch G, Foti C, Bernardi G, Centonze D. The use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for the treatment of spasticity. Prog Brain Res 2009;175:429-39.

5. Fattal C, Kong-A-Siou D, Gilbert C, Ventura M, Albert T. What is the efficacy of physical therapeutics for treating neuropathic pain in spinal cord injury patients? *Ann Phys Rehabil Med* 2009;52:149-66.
6. Kang BS, Shin HI, Bang MS. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation over the hand motor cortical area on central pain after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:1766-71.
7. Defrin R, Grunhaus L, Zamir D, Zeilig G. The effect of a series of repetitive transcranial magnetic stimulations of the motor cortex on central pain after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1574-80.
8. Nowicky AV, McGregor AH, Davey NJ. Corticospinal control of human erector spinae muscles. *Motor Control* 2001;5:270-80.
9. Ferbert A, Caramia D, Priori A, Bertolasi L, Rothwell JC. Cortical projection to erector spinae muscles in man as assessed by focal transcranial magnetic stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1992;85:382-7.
10. Katz RT, Vandenberg C, Weinberger D, Cadwell J. Magnetolectric stimulation of human motor cortex: Normal values and potential safety issues in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1990;71:597-600.
11. Taniguchi S, Tani T. Motor-evoked potentials elicited from human erector spinae muscles by transcranial magnetic stimulation. *Spine (Phila Pa 1976)* 1999;24:154-6.
12. Cariga P, Catley M, Nowicky AV, Savic G, Ellaway PH, Davey NJ. Segmental recording of cortical motor evoked potentials from thoracic paravertebral myotomes in complete spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27:1438-43.
13. Ellaway PH, Catley M, Davey NJ, Kuppuswamy A, Strutton P, Frankel HL, et al. Review of physiological motor outcome measures in spinal cord injury using transcranial magnetic stimulation and spinal reflexes. *J Rehabil Res Dev* 2007;44:69-76.
14. Ertekin C, Uludag B, On A, Yetimlar Y, Ertas M, Colakoglu Z, et al. Motor-evoked potentials from various levels of paravertebral muscles in normal subjects and in patients with focal lesions of the spinal cord. *Spine* 1998;23:1016-22.
15. Herwig U, Satrapi P, Schönfeldt-Lecuona C. Using the international 10-20 EEG system for positioning of transcranial magnetic stimulation. *Brain Topogr* 2003;16:95-9.
16. Tavşanlı ME. Obstrüktif uyku apnesinde santral ve periferik elektrofizyolojik incelemeler, eksitabilite değişimleri (Uzmanlık tezi). İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı: İstanbul; 2010.
17. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. In: Gray's Anatomy for Students. 2nd edition. Churchill Livingstone. Philadelphia 2010;56-121.
18. Ertekin C. Santral ve periferik EMC, Anatomi-Fizyoloji-Klinik. Beyin ve sinirlerin manyetik ve elektrik uyarımı ve motor"evoked"potansiyeller. Meta Basım, İzmir 2006;16:633-708.