

Motor Ünite Sayısı Tahmini Yönteminde Uygulayıcıdan Kaynaklanabilecek Farklılıkların İncelenmesi / Inter-Rater Reliability of Motor Unit Number Estimation Method

Deniz Yerdelen, Yakup Sarıca, Filiz Koç, Hacer Bozdemir
Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı, ADANA

ABSTRACT

Inter-Rater Reliability of Motor Unit Number Estimation Method

Background: Motor unit number estimation (MUNE), is a method developed to determine the number of motor axons to the best possible quantity.

Objective: In this study, we aimed to test the reliability of the method by comparing the results of 3 different investigators.

Material and Methods: The healthy volunteers with neither peripheral nerve disease nor any systemic/metabolic disease with normal neurological examination included in the study. All had normal median and ulnar nerve conduction velocities. One hundred and ten subjects (58 males, 52 females) at a mean age of 38.9 ± 6.6 years were evaluated in 3 age groups. There were 36 volunteers in 15-30 age range, 44 in 31-45 age range and 30 in ≥ 46 age range. Manuel incremental method was performed for MUNE. Investigator A completed 2 series of studies and recordings with a stimulation of 0.1 msn in all subjects. Investigator B repeated these studies in 45 subjects and

investigator C in 24 subjects who were not examined by the investigator B.

Results: Three investigators obtained approximately the same MUNE scores ($p=0.250$). This finding suggests that results of this method are reproducible. Sex did not have an effect on the scores ($p=0.28$). Peripheral nerve fibers detected by MUNE showed a relative decrease with aging, however this was not statistically significant.

Conclusion: These findings suggest that MUNE studies can be used in clinical trials when performed by experienced investigators..

ÖZET

Bilimsel Zemin: MUNE (Motor unit number estimation), akson sayısını gerçeğine en yakın şekilde kantitatif olarak belirlemek için geliştirilmiş bir yöntemdir.

Amaç: Bu çalışmada, 3 farklı araştırmacının elde ettiği sonuçlar karşılaştırılarak bu yöntemin güvenilirliğini test etmek amaçlanmıştır.

Key words: motor unit, motor unit number estimation (MUNE).

Anahtar Kelimeler: motor ünite, motor ünite sayısı tahmini (MUNE)

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Deniz Yerdelen
Beyazevler mah. 6 sok. Murat Apt. Kat:8 No:16 ADANA
Tel: 0322 227 43 27 wddeniz@superonline.com

Dergiye Ulaşma Tarihi/Received: 14.06.2005
Revizyon İsteme Tarihi/Sent for Revision: 15.06.2005
Kesin Kabul Tarihi/Accepted: 21.06.2005

* 22. Ulusal Klinik Nörofizyoloji EEG-EMG Kongresi'nde sözel bildiri olarak sunulmuştur.

Gereç ve Yöntemler: Periferik sinir hastalığı ya da sistemik veya metabolik bir hastalığı olmayan, klinik muayeneleri, median ve ulnar sinir iletim hızları normal bulunan gönüllülerde çalışma tamamlanmıştır. Yaş ortalaması 38.9 ± 6.6 yıl olan 58 erkek ve 52 kadın toplam 110 olgu 3 yaş grubunda değerlendirilmiştir. 15-30 yaş grubunda 36 olgu, 31-45 yaş grubunda 44 olgu ve 46 ve üzeri yaş grubunda da 30 olgu bulunmaktadır. MUNE için manuel inkremental yöntem kullanılmıştır. Olguların tümünde araştırmacı A tarafından 0.1 ms süreli uyarımlarla iki seri halinde çalışma ve kayıtlar tamamlanmıştır. Bu olguların 45'inde araştırmacı C, araştırmacı B tarafından incelenmemiş başka/diğer 24 olguda da aynı yöntemle çalışmayı tekrarlamıştır.

Sonuçlar: Aynı koşullarda her 3 araştırmacı da yaklaşık aynı skorları elde etmişlerdir ($p=0.250$). Bu da yöntemin tekrarlanabilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. Cinsiyet MUNE skoru üzerinde etkili olmamaktadır ($p=0.28$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, yaşlanma ile periferik sinir lif sayısında göreceli bir azalma görülmektedir.

Yorum: Bu çalışmada bir yöntemin değerlendirilmesi amaçlanmış olup, sonuçta; deneyimli bir uygulayıcı tarafından yapıldığında MUNE çalışmalarının klinikte kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

GİRİŞ

Motor ünite, motor sistemin son ortak yoludur ve tek bir ön boynuz hücresi veya beyinsapı motor nöronu, onun periferik aksonu (kranial veya periferik sinirde seyreden) ve o akson tarafından innerve edilen tüm kas liflerinden oluşur. Motor ünitelerin sayısı, bir kası veya kas grubunu innerve eden fonksiyonel motor nöronlar veya aksonlardır. Motor ünitelerin sayısının fizyolojik olarak belirlenmesi motor ünite sayısı tahmini (MUNE) olarak tanımlanır 1. MUNE akson sayısını gerçeğine en yakın şekilde kantitatif olarak belirlemede başvurulan bir uygulama olup bu işlem farklı yöntemlerle yapılabilir. Ancak tüm MUNE yöntemlerinin temeli bir kası ya da kas grubunu innerve eden o kaslara ait bütün motor üniteleri temsil edebilecek sayıda motor ünitenin özelliklerinin elektrofizyolojik yöntemlerle değerlendirilmesi ve bu kaslar için gerçeğine yakın bir toplam motor ünite sayısı belirlenmesi esasına dayanır.

Motor ünite sayma düşüncesi ilk kez Mc Comas tarafından 1967 yılında gündeme getirilmiştir. Bu güne kadar bildirilen en az 10 farklı MUNE yöntemi ve her yöntemin bazı avantaj ve dezavantajları vardır.

Bu çalışmada inkremental yöntemle motor ünite

tahmininin uygulayıcıdan kaynaklanan avantaj ve dezavantajları irdelenmiş, yöntemin tutarlılığı ve uygulanabilirliği gösterilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Gereç

Çalışmamız 110 gönüllü olgu üzerinde yapılmıştır. 58 olgu erkek, 52 olgu ise kadındır ve olguların yaş ortalaması $38,9 \pm 6.6$ yıldır (min ve maks yaş değerleri: 17- 83 yıl). Erkeklerde yaş ortalaması 37.7 ± 12.7 yıl (min-max:18-75 yaş), kadınlarda ise 40.4 ± 13.5 yıl (min-max:17-83 yıl) olarak hesaplanmıştır ($p= 0.928$). Olgular 3 yaş grubunda toplanmışlardır. 15-30 yaş grubunda 36 olgu, 31-45 yaş grubunda 44 olgu ve 46 ve üzeri yaş grubunda da 30 olgu bulunmaktadır. Hastalar periferik sinir hastalığı ya da sistemik veya metabolik bir hastalığı bulunmayan olgulardan seçilmiştir. Olguların seçilmesi ve çalışmaya alınmalarında gönüllülük koşulu sağlanmıştır.

Çalışmaya alınmadan önce sistemik ve nörolojik muayeneleri yapılmıştır. Klinik muayeneleri normal olan olgularda daha sonra elektrofizyolojik olarak median ve ulnar sinirde motor ve duysal iletim çalışmaları yapılmış, sinir iletim hızlarının normal olduğu olgularda MUNE çalışması sürdürülmüştür.

Yöntem

Çalışmaya alınacağı kesinleşen olgularda tenar el kası üzeri alkollü pamukla iyice temizlendikten sonra yüzeysel kayıt elektrodu (HUSHTM Bar Electrode) anod distale gelecek şekilde bir flasterle abdüktör pollicis brevis (APB) kası üzerine yapıştırılmıştır. El bilek düzeyinde yüzeysel topraklama elektrodu sarılarak topraklama işlemi de tamamlanmıştır.

Daha sonra bilek düzeyinden, anodu proksimale gelecek şekilde yerleştirilen klasik yüzeysel uyarım elektrodu ile optimal uyarım yeri M yanıtının amplitüdü izlenerek saptanmış ve en uygun lokalizasyonda velcro strap ile sabitlenmiştir.

Çalışma süresince uyarım ve kayıt elektrodlarının yeri hiç değiştirilmemiştir. Değişimin gerekli görüldüğü hallerde tüm çalışma prosedürü baştan tekrarlanmıştır. Bu hazırlık çalışması araştırmacı A tarafından tamamlanmıştır.

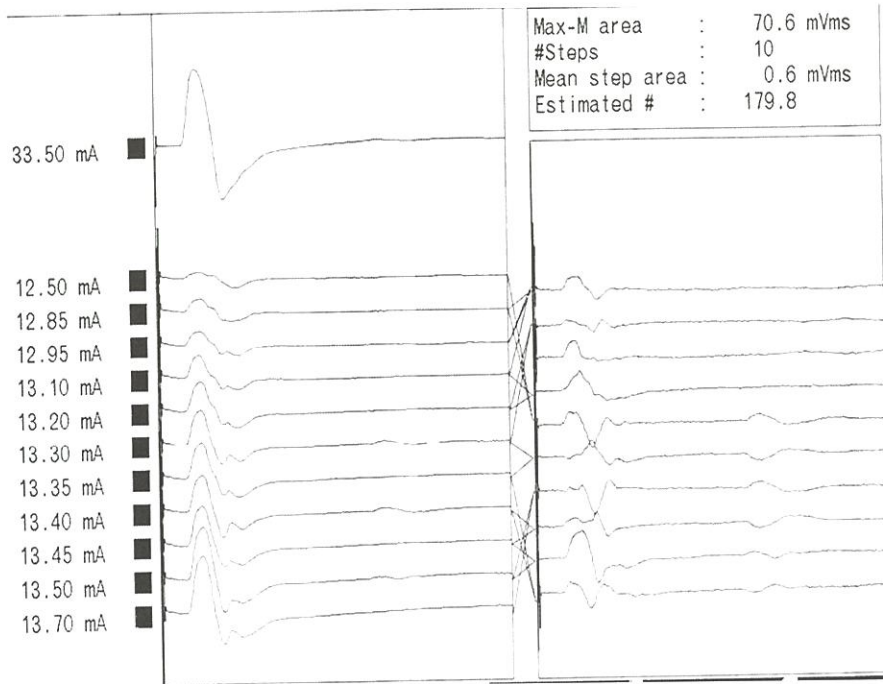
Elektrod yerleşimleri tamamlandıktan sonra, araştırmacı A tarafından stimülatör ünitesinin (sabit akımlı/değişken şiddetli) şiddet kontrol düğmesi 0.0 mA değerinden yavaş yavaş yükseltilmiş ve maksimal amplitüdeki M yanıtı elde edildiğinde uyarım şiddetinin artırılması sonlandırılmıştır. Böylece referans değerini oluşturacak maksimal M yanıtı elde edilmiş olmaktadır.

Daha sonra, MUNE mode'unda cihazın standard uygulaması ile, akım şiddeti minimal değerlere otomatik olarak düşmüş (genellikle maksimal şiddetin 1/10'u gibi değerlere otomatik olarak inmektedir) ve manuel olarak bu değerden tekrar yavaş yavaş artırılmıştır. Minimal artışlarla uyarım eşliğinin biraz üzerinde bir şiddete ulaşıldığında elde edilen M yanıtı kaydedilmiş, daha üst kademede bir uyarım ile M yanıtında oluşan amplitüd büyümesi ile oluşan farklılık gözle görüldüğü gibi, (aygıt tarafından otomatik olarak) ekranın sağında bu farkın ne kadar

ve hangi yönde olduğu görülmüştür. Bu farklılığın gözlenmesiyle ikinci yanıt da kaydedilmiş, bu uygulama basamaklı olarak 10 kez tekrarlanmıştır. Her farklı uyarımda ortaya çıkan M yanıtının alanının ortalama değeri maksimal M yanıtının alanına orantılandırıldığında lif sayısını tahmini olarak rakam halinde ekran üzerinde göstermiştir. Bu prosedür araştırmacı tarafından uyarım ve kayıt elektrodlarının yeri hiç değiştirilmeden iki kez tekrarlanmıştır.

Görüldüğü gibi MUNE için manuel inkremental yöntem kullanılmıştır. Bu referans yöntemde bir motor sinire verilen uyarı şiddeti, uyarı eşliğinin biraz üstünde bir uyarım şiddetinden başlanarak manuel olarak küçük adımlarla artırılır. Yöntem periferik motor aksonların 'hep ya da hiç kuralı' ile uyarılma özelliğine dayanmaktadır. BKAP üzerine eklenen (ve tekrarlanabilen) en küçük alanın (veya amplitüdün) bir motor üniteyi temsil ettiği varsayılır. 10 örnek potansiyel elde edildikten sonra bu 10 motor ünitenin ortalama alanı hesaplanır. Maksimum BKAP alanı ortalama değere bölünerek MUNE hesaplanır (Şekil 1).

Birinci araştırmacı (A) çalışmasını yalnız başına tamamladıktan sonra, ikinci (B) veya üçüncü (C) araştırmacı aynı prosedürü A'nın hiçbir müdahale ve



Şekil 1. Tipik inkremental çalışma kayıt örneği. Solda M yanıtında inkremental artış, sağda ise ardışık M yanıtı arasındaki fark görülmektedir.

yönlendirmesi olmadan iki kez daha tekrarlamıştır. Böylece üç araştırmacı, birbirlerinden bağımsız olarak iki kez veri elde etmiş olmaktadır. Böylece, bu verileri karşılaştırarak yöntemi değerlendirmek olanaklı olmaktadır.

Olguların tümünde araştırmacı A tarafından 0.1 msn süreli uyarımlarla iki seri halinde çalışma ve kayıtlar tamamlanmıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi bu olguların 45'inde B, ayrıca 24'ünde ise araştırmacı C tarafından 0.1 msn uyarımla çalışmalar tekrarlanmıştır.

Tüm çalışmalar Dantec Keypoint cihazında gerçekleştirilmiş, bu cihazın ticari olarak hazırlanmış ve cihaza yüklenmiş olan incremental MUNE modu kullanılmıştır.

İstatistiksel analiz için SPSS 12 programı kullanılmış olup, kişiler arası uyuma bakarken bağımlı gruplar arasında T testi uygulanmıştır.

Tablo 1. Araştırmacıların çalıştıkları olguların dağılımı ve total olgu sayısı

Araştırmacı	n*
Sadece A	41
A ve B	45
A ve C	24
Toplam	110

*n: olgu sayısı

SONUÇLAR

Elde edilen verilerle

1. Standard uyarım koşullarında MUNE değerleri nedir?
2. MUNE skoru, tekrarlanabilir bir skor mudur?
3. Uygulayıcının değişikliği MUNE skoru üzerinde etkili oluyor mu?
4. Yaş gruplarına göre MUNE değerleri nasıl değişiyor?

sorularına yanıt verilmeye çalışılmıştır.

Standard Uyarım Koşullarında MUNE Değerleri Nedir?

Tablo 2'de her 3 araştırmacının aynı koşullarda elde ettikleri ortalama MUNE değerleri görülmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi 0.1 msn süreli uyarımlarla

median sinir innervasyonlu tenar el kasından 147 ile 163 arasında değişen ortalama MUNE skoru elde edilmiştir. Tablo 3'de görüldüğü gibi, 0,1 ms süreli uygulamalarda her 3 çalışmacının elde ettiği veriler karşılaştırıldığında istatistiksel bir fark görülmemektedir.

Ortalama MUNE değerleri birbirine çok yakın değerler sergilemekle birlikte standard deviasyonun yüksekliği dikkati çeken diğer önemli bir bulgudur. Bunun nedeni bilindiği gibi kişisel verilerde minimum-maksimum değerlerinin yüksek oluşudur. Tablo 3'de görüldüğü gibi minimum ve maksimum değerler 63 ile 320 arasında değişmektedir ve en büyük farklılıklar araştırmacı A'nın çalışmasında görülmüştür. Araştırmacı B'nin çalışmasında 64 ile 249, araştırmacı C'nin çalışmasında ise 106 ile 204 arasında minimum ve maksimum değerler saptanmıştır.

MUNE Skoru, Tekrarlanabilir Bir Skor mudur?

Tablo 2'de de görüldüğü gibi her üç araştırmacı da aynı koşullarda uygulamayı tekrarladıklarında bir öncekinden farklı olmayan değerler elde etmişlerdir. Bu bulgu yöntemin uygulayıcıya bağlı olmaksızın, tekrarlanabilen sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır. Rakamsal veriler gözden geçirildiğinde anlamlı bir farklılık olmadığı istatistiksel olarak da görülmüştür (en küçük p değeri 0.258 bulunmuştur). Bu gözlemlerimiz bu yöntemin tekrarlanabilen sonuçlar verdiğini, bu nedenle uygulanabilir bir yöntem olduğunu düşündürmektedir.

Uygulayıcının Değişikliği MUNE Skoru Üzerinde Etkili Oluyor mu?

Tablo 2 ve 3'deki veriler gözden geçirildiğinde 0.1 msn süreli uyarımlar ile 3 araştırmacının da birbirine yakın değerler elde ettikleri görülmektedir ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgu aynı koşullarda çalışıldığında yöntemin oldukça yakın değerler ile tutarlı sonuçlar verdiği gibi, kişisel farklılıkların da anlamlı olmadığı sonucunu ortaya koymaktadır.

Araştırmacı A 110 olguda iki ölçümde (220 veri) 0.1 msn süreli uyarımlarla elde ettiği ortalama MUNE

Tablo 2. Aynı koşullarda iki ayrı seri çalışmada 3 araştırmacının elde ettikleri ortalama MUNE değerleri.

Uyarım süresi		Araştırmacı A		Araştırmacı B		Araştırmacı C	
0.1 msn	1.seri	Ort	SS	Ort	SS	Ort	SS
	2.seri	161.5	50.6	163.1	54.5	152.5	41.6
		158.5	54.8	158.5	53.2	147.2	34.9

SS: Standart Sapma, Ort: ortalama

Tablo 3. 3 araştırmacının aynı koşullarda elde ettikleri ortalama MUNE değerleri (* saptanan farklar istatistik olarak anlamlı değildir)

	Araştırmacı A	Araştırmacı B	Araştırmacı C
N (olgu sayısı)	0.1 ms 110	0.1 ms 45	0.1 ms 24
Veri (2 seride toplam)	220	90	48
Ortalama	160.1	160.8	149.9
Standart Sapma (SS)	48.3	49.1	28.5
*SEM	4.6	7.3	5.8
Minimum	63.9	64.5	106.5
Maksimum	320.3	249.3	204.0

*SEM: standart error of mean

değeri 160.0 ± 48.3 liftir (Tablo 2). Araştırmacı B ve C'nin toplam 69 olguda (138 veri) 0.1 msn, süreli uyarımlarla 69 olguda elde ettikleri MUNE değeri ise 157.0 ± 43.2 liftir ve bu değerler tablo 4 üzerinde gösterilmiştir. Bu değerler de istatistiksel açıdan farklı değildir.

Yaş Gruplarına Göre MUNE Değerleri

Her 3 araştırmacının da yapmış oldukları değerlendirmeler sonucunda yaşlanma ile MUNE değerinde relatif bir düşme görülmüştür. Sonuçlar göstermektedir ki yaşlanma ile istatistiksel olarak anlamlı olmayan fakat göreceli olarak varlığı kesin olan bir lif azalması gözlenmektedir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı uygulayıcılarla yöntem sınanmak istenmiş olup, ayrıca her araştırmacı tarafından test

ikinci kez tekrarlanarak, yöntemin sonuçlarının tekrarlanabilir olup olmadığı da değerlendirilmiştir.

Günümüzde geçerli olan birçok MUNE tekniği vardır ve tümü 1971'de McComas ve arkadaşları tarafından tanımlanmış olan manuel inkremental teknik temelinde geliştirilmiştir.⁽²⁾ Örneğin Galea ve ark.⁽³⁾ otomatik incremental, Kadrie ve ark.⁽⁴⁾ çoklu nokta uyarımı, Brown ve ark.⁽⁵⁾ tepe tetikleme averajlama, Daube ve ark.⁽⁶⁾ istatistiksel, Caviness ve ark.⁽⁸⁾ threshold yöntemini kullanmışlardır. Tümünde de temel yaklaşım, bir sinir lifinin uyarıldığı varsayılarak elde edilen minyatür M yanıt alanının maksimal M yanıt alanına göre oranının tesbit edilmesidir. Tüm yöntemlerin kendi içinde karşılaştırıldığı bir çalışma yoktur. Teknikleri iki veya bir kaçının karşılaştırıldığı sayılı çalışmalar mevcuttur. Örneğin, transgenik ALS'li farelerde yapılan bir çalışmada klasik inkremental

Tablo 4. Yaş gruplarında MUNE değerleri. 2. ve 3. araştırmacı tarafından 69 olguda elde edilen toplam değerlerin ortalaması birlikte gösterilmektedir.

Yaş	Araştırmacı A	P	Araştırmacı B+C	P
0.1 msn		0.1 msn		
30	170.7 ± 39.7	0.271	166.4 ± 39.7	0.269
31-45	154.2 ± 42.4	0.192	158.4 ± 43.1	0.111
45>	155.7 ± 63.2	0.340	144.8 ± 46.1	0.792
Toplam	160.1 ± 48.3		157.0 ± 43.2	

yöntemle çok nokta uyarımı yönteminin sonuçlarının uyumlu olduğu gösterilmiştir.⁽⁷⁾ Parkinson hastalarında ekstensor digitorum brevis ve hipotenar kasdan istatistiksel metod, threshold method, ve F yanıtı analizi ile MUNE elde edilmiştir. Hipotenar kasdan treshold tekniği ile elde edilen verilerin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında diğer gruptan istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur.⁽⁸⁾ Burada tartışılması gereken, etken olabilecek faktörlerdir. Bunlar arasında kayıt elektrodunun yüzeyinin küçük ya da büyük olması, kullanılan yüzeyel elektrodlar arasındaki mesafe, kayıt yapılan kasın hangi kas olduğu, kullanılan cihazın teknik nitelikleri, uygulanan stimulusun şiddet ve süresindeki değişiklikler, uygulanan uyarım frekansı gibi faktörler ele alınabilir.

Çalışmamızda kayıt ve uyarım elektrodları çalışmanın başında en uygun uyarım ve kayıt koşulları sağlandığı durumda tesbit edilmiş, flaster ve fiksasyon bandı (velcro strap) ile uyarım ve kayıt elektrodları tesbit edilmiştir. Farklı araştırmacı olguyu ele aldığı da elektrod yerleri değiştirilmemiştir. Dolayısı ile standard kayıt koşulları sağlanmıştır.

Çalışmada manuel incremental yöntem kullanılmıştır. Bu durum araştırmacıların kişisel tercihlerini kullandıkları bir alanı oluşturmaktadır. Gerek uyarım şiddetinin bir sonraki basamak için yeterli görülmesi, gerekse minyatür motor üniteler arasındaki farkın araştırmacı tarafından yeterli görülmesi gibi noktalarda araştırmacı kendi inisiyatifi kullanmıştır ve bu koşullarda da elde edilen rakamsal veriler (ortalama MUNE değerleri) farklılık ortaya koymamıştır.

Elektrod yüzeylerinin genişliği makro kayıt koşulları uygulanan bu yöntemde elektrod değişikliği yapılmadığı için sorun teşkil etmemektedir. Öte yandan elektrodlar arasındaki mesafe değişmeyen bir elektrod çifti kullanıldığı için yöntemde standard olup değişmemiştir. Dolayısı ile farklı kişilerin yöntemi uygulamasına karşın, standard uyarım ve kayıt koşulları sağlandığından yöntemde dayanan olası farklılıklara minimize edilmiş durumdadır.

Görüldüğü gibi çalışmamızda uygulanan yöntemde

kişiler arasında olası değerlendirme farklılıklarından başka sonuçları etkileyebilecek bir faktör söz konusu değildir. Ve sonuçlarımız bu standard koşullarda birbirine oldukça yakın değerler ortaya koymakla yöntemin güvenilirliğini göstermektedir. Bu bulgular da yöntemin minimal alternasyon faktörü ile klinik pratiğinde kullanılabileceğini düşündürmektedir. Kaldı ki Daube (1988)⁽⁹⁾ istatistiksel yöntem gibi daha gelişmiş bir yöntemle bile % 10'a varan sapmaların olabileceğini kabul etmektedir. Yöntemin tekrarlanabilirliği hakkında çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Olney ve ark.⁽¹⁰⁾ istatistiksel metodun tekrarlanabilirliğini test etmek amacı ile 3 farklı stimulus yoğunluğunda 3 farklı MUNE elde etmiş ve sonuçlar istatistiksel metodun yüksek oranda tekrarlanabilir bir metod olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde tepe tetiklemeli averajlama ve multipl nokta stimülasyonu metodu ile de tekrarlanabilir sonuçlar bildirilmiştir.^(11,12) Nitekim bu çalışmada üç farklı araştırmacının aynı tekniği kullanarak elde ettiği sonuçların istatistiksel farklılık göstermemesi bu tekniğin tekrarlanabilirliğini gösteren iyi bir kanıt niteliğindedir.

Hangi metod en iyisidir? MUNE çalışmasında amaç gerçeğe en yakın olmak üzere bir sinirde var olan lif sayısını en doğru şekilde ölçmektir. Kuşkusuz bunun en doğru yöntemi histolojik olarak lifleri saymaktır. Histolojik çalışma ile elektrofizyolojik çalışmanın korelasyonu çok az sayıda yapılmıştır.^(13,14) Ancak genel olarak test güvenilirliği, çalışmayı tamamlama süresi, kolaylığı, hastalıklara paralel veri ortaya koyabilme ve hastalık progresyonunu tesbitte yeterlilik gibi kriterlerle uygulanan yöntemlerin genellikle birbirine üstün olmadıkları sonucuna varılmıştır.⁽¹⁵⁾ Bu deneyimlere dayanan genelleme ve çalışmamızda elde ettiğimiz paralel sonuçlar, ayrıca kişiler arasında anlamlı farklılıkların görülmemiş olması uyguladığımız yöntemin yeterliliğini telkin etmektedir.

Çalışmamızda APB kasından yapılan kayıtlarla median sinir için bilek düzeyinden elde edilen ortalama motor ünite sayısı 160 dolayındadır. Bu değer diğer çalışmalarda elde edilen 100 ile 300 arasında değişen değerlerle karşılaştırıldığında oldukça tutarlıdır.^(16,17) Çalışmamızda da MUNE dağılımı yoğunluklu olarak

100-250 arasında değişim göstermektedir.

İleri yaşta fonksiyonel motor ünitelerde kayıp olduğu bilinmektedir. Campbell⁽¹⁸⁾ ve ark'larına göre bu proses 60 yaş sonrası başlamaktadır.^(3,21) Değişik araştırmacılar farklı kaslarda yetişkin hayat süresince motor ünitelerde sürekli bir azalmaya işaret eden sonuçlar elde etmişlerdir.^(3,20) Bu çalışmalar ile 7. dekad boyunca motor ünite azalması her yıl yaklaşık %3 olarak bulunmuştur.^(18,21) Bizim çalışmamızda da yaş grupları irdelendiğinde signifikant olmamakla birlikte yaş ile motor ünite sayısında göreceli bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Signifikant farklılığın bulunmaması 60 yaş sonrası kontrol olgu sayısının az olması ile ilişkilendirilmiştir.

Sonuç olarak, öyle görünüyor ki MUNE çalışmaları sonunda EMG pratiğinde yerini almaktadır. Nitekim sayısız klinik çalışmaya da konu olmuştur. Özellikle motor nöron hastalıklarının takibinde kolayca fikir verebilecek bir yöntem olarak kabul görmüştür. Yöntemin daha da iyileştirilmesi öyle görünüyor ki daha gelişmiş yazılımlarla (software) ile gerçekleştirilecektir.

YORUM

Elde edilen veriler şöyle özetlenebilir:

1. Aynı koşullarda her 3 araştırmacı da yaklaşık aynı skorları elde etmişlerdir ($p=0.250$),
2. Aynı koşullarda yaklaşık aynı değerlerin elde edilmesi ile yöntemin tekrarlanabilir sonuçlar verdiği görülmektedir.
3. Uygulayıcının değişikliği MUNE skorunda anlamlı değişikliğe yol açmamaktadır.
4. Cinsiyet MUNE skoru üzerinde etkili olmamaktadır ($p=0.28$).
5. İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, yaş ile MUNE yöntemiyle tahmini olarak tespit edilen periferik sinir lif sayısında göreceli bir azalma görülmektedir.
6. Bir yöntemin değerlendirilmesi söz konusu olduğundan, bu bulgularla, uygun koşullarda deneyimli bir uygulayıcı tarafından yapıldığında MUNE çalışmalarının klinikte kullanılabileceği görüşü ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Daube JR. Estimating the number of motor units in a muscle. *J Clin Neurophysiol.* 1995;12:585-594.
2. McComas AJ. Invited review: motor unit estimation: methods, results, and present status. *Muscle and Nerve.* 1991; 14:585-597.
3. Galea V, De Bruin H, Cavaşın R, Mc Comas AJ. The numbers and relative sizes of motor units estimated by computer. *Muscle Nerve.* 1991; 14: 1123-1130.
4. Kadrie HA, Yates SK, Milner Brown HS, Brown WF. Multiple point electrical stimulation of ulnar and median nerves. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1976;39:973-985.
5. Brown WF, Strong MJ, Snow R. Methods for estimating numbers of motor units in biceps-brachialis muscles and losses of motor units with aging. *Muscle Nerve.* 1988;11:423-432.
6. Daube JR. Statistical estimates of number of motor units in thenar and foot muscles in patients with amyotrophic lateral sclerosis or the residue of poliomyelitis. *Muscle Nerve.* 1988;11:957-A.
7. Shefner JM, Cudkovic ME, Brown FH. Comparison of incremental with multipoint MUNE methods in transgenic mice. *Muscle Nerve.* 2002;25:39-42.
8. Caviness JN, Smith BE, Stevens CJ, Adler CH, Caselli RJ, Manfred MS, Muentner D. Motor unit number estimates in idiopathic Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 2002;8:161-164.
9. Homert CL, Olney R. Effect of Recording window and stimulation variables on the statistical technique of motor unit number estimation. *Muscle Nerve.* 2001;24:1659-1664.
10. Olney R, Yuen E, Engstrom JW. Statistical motor unit number estimation: reproducibility and sources of error in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Muscle Nerve.* 2000;23:193-197.
11. Felice KJ. Thenar motor unit number estimates using the multiple point stimulation technique: reproducibility studies in ALS patient and normal subjects. *Muscle Nerve.* 1995;18:1412-1416.
12. Bromberg M. Motor unit estimation: reproducibility of the spike-triggered averaging technique in normal and ALS subjects. *Muscle Nerve.* 1993;16:466-471.
13. Eisen A, Karpati G, Carpenter S, Danon J. The motor unit profile of the rat soleus in experimental myopathy and reinnervation. *Neurology.* 1974; 24: 878-884.
14. Arasaki K, Tomaki M, Hosoya Y, Kudo N. Validity of electromyograms and tension as a means of motor unit number estimation. *Muscle Nerve.* 1997;20 : 552-560.
15. Shefner JM. Motor unit number estimation:summary. *Amyotroph Lateral Scler and Other Motor Neuron Disorders.* 2002;3:97-102.
16. McComas AJ. Invited review: motor unit estimation: methods, results, and present status. *Muscle Nerve.* 1991; 14:585-597.
17. Slawnych M, Laszlo C, Hershler C. Motor unit estimates obtained using the new "MUESA" method. *Muscle Nerve.* 1996;19:626-636.
18. Campbell MJ, McComas AJ, Petito F. Physiological changes in aging muscles. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1973;36:174-182 .
19. Tomlinson B, Irving D. The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J Neurol Sci.* 1977; 34:213-219.
20. Britt BA, McComas AJ, Endrenyl L, Kalow W. Motor unit counting and the caffeine contracture test in malignant hyperthermia. *Anesthesiology.* 1977;47:490-7.
21. Vandervoort AA, McComas AJ. Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *J Appl Physiol.* 1986;61:361-367.