



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Serebral palsili çocuklarda spastisitenin myotonometri ile değerlendirilmesi ve spastisitede elektrik stimülasyonun etkinliği

Myotonometric evaluation of muscle spasticity in children with cerebral palsy and efficacy of electrical stimulation

Safine Havuç^{1,2}, Ali Aydeniz³, Sibel Başaran¹

¹Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Adana, Turkey

²Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Gaziantep, Turkey

³Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Gaziantep, Turkey

Cukurova Medical Journal 2018;43(1):56-62

Abstract

Purpose: The aim of this study was to evaluate the biomechanical properties (tone, elasticity, stiffness) of gastrocnemius muscle (GCM) using myotonometry in children with spastic cerebral palsy (CP) and to demonstrate therapeutic effectiveness of electrical stimulation on muscle tone, elasticity and stiffness.

Materials and Methods: Forty patients with spastic CP (11 diplegic, 16 quadriplegic, 13 hemiplegic) and 20 age, gender and body mass index matched healthy controls were evaluated. MyotonPro was used to measure the medial and lateral GCM on bilateral sides of diplegic/quadruplegic patients and healthy controls, and from the paretic side of the hemiplegic patients. Spasticity was evaluated by Ashworth Scale and functional level was assessed by Gross Motor Function Classification System. The measurements of 66 extremities of 40 patients were compared with 40 extremities of 20 controls.

Results: Eighteen patients (31 extremities) with spastic CP were treated for 5 days of electrical stimulation which was applied on GCM. The muscle tone and stiffness of medial and lateral GCM decreased and the elasticity values increased significantly after the intervention. Although Ashworth scores were also decreased, no correlations between Ashworth scores and myotonometric values were detected.

Conclusion: Our results suggest that electrical stimulation for the treatment of spasticity had improvements on muscle tone, elasticity and stiffness. MyotonPro can be used to measure the effects of treatment in spasticity.

Key words: Ashworth scale, cerebral palsy, gastrocnemius muscle, myotonometry, spasticity

Öz

Amaç: Bu çalışmanın amacı spastik serebral palsili çocuklarda myotonometre ile gastrokinemius kasının biyomekanik özelliklerini (tonus, elastisite, sertlik) değerlendirmek ve elektrik stimülasyonun kas tonusu, elastisite ve sertlik üzerine etkinliğini göstermektir.

Gereç ve Yöntem: Spastik serebral palsili 40 hasta (11 diplejik, 16 quadrijlejik, 13 hemiplejik) ve yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi eşleşen 20 sağlıklı kontrol değerlendirildi. Diplejik/quadrijlejik hastaların ve sağlıklı kontrollerin bilateral, hemiplejik hastaların ise paralitık taraflarının medial ve lateral gastrokinemius kasının tonusu, elastisitesi ve sertliği MyotonPro cihazı ile ölçüldü. Spastisite Ashworth skalası ile, fonksiyonel seviyeleri Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi ile değerlendirildi. Serebral palsili hasta grubunun 66 ekstremitesinde elde edilen ölçümler, sağlıklı grubun 40 ekstremitesinde elde edilen ölçümlerle karşılaştırıldı.

Bulgular: Serebral palsili hasta grubundan 18 hastanın (31 ekstremitede) gastrokinemius kasına 5 gün elektrik stimülasyon tedavisi uygulandı. Tedavi öncesi ve sonrası ölçümler tekrarlandı. Elektrik stimülasyonu sonrası medial ve lateral gastrokinemius kasında tonus ve sertlikte anlamlı azalma, elastisitede ise anlamlı artış görüldü. Ashworth skoru da anlamlı olarak azalmakla birlikte Ashworth skoru ile myotonometrik değerler arasında korelasyon yoktu.

Sonuç: Çalışmamızın sonucunda, elektrik stimülasyonu uygulaması ile kas tonusu, elastisite ve sertlik değerlerinde iyileşme sağlandı. MyotonPro'nun serebral palsili çocuklarda spastisitenin değerlendirilmesinde ve tedavi etkinliğinin ölçülmesinde kullanılabileceği sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: Ashworth skalası, gastroknemius, myotonometri, serebral palsy, spastisite.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Safine Havuç, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Adana, Turkey, E-mail:safinehavucc@gmail.com

Geliş tarihi/Received: 1.5.2018 Kabul tarihi/Accepted: 23.5.2018 Published online: 9.9.2018

GİRİŞ

Serebral palsi (SP) gelişmekte olan fetal veya infant beyinde ilerleyici olmayan bir hasar sonucu gelişen hareket kontrolü, postür ve tonus bozukluğudur. Nörolojik hasar selektif motor kayıp, postural kontrol kaybı, denge kaybı, kas tonusu anormallikleri gibi bulgulara neden olur¹. Serebral palside, nörolojik lezyon ilerleyici olmamakla beraber, kas iskelet sistemindeki bozukluklar ilerleyicidir. Primer olarak, ekstremiteler ve gövdeyi etkiler ve istemli motor kayıp ve postür bozukluğuna neden olur. Sekonder olarak, duysal problemler, oral-motor fonksiyon kaybı, beslenme problemleri, salya akıtma, ağrı, uyku problemleri, nöbet, konuşma güçlükleri, zeka geriliği, entellektüel problemler, işitme ve görme problemlerine neden olabilir².

Spastisite; kasın pasif harekete karşı fizyolojik direncindeki artış olarak tanımlanmaktadır. Spastik tip, serebral palsinin en çok rastlanan tipidir ve serebral palsili çocukların %70-80'inin spastik tip olduğu bildirilmektedir³. Ashworth Skalası (AS), tonus bozukluklarından spastisitenin derecelendirilmesinde yaygın olarak kullanılan subjektif bir ölçüm yöntemidir⁴.

Serebral palsi tablosunda üst ekstremitelerde spastisitenin en çok etkelediği kaslar; omuz ekstansör, adduktör, iç rotatör, dirsek fleksör, önkol pronatör, el bileği ve parmak fleksör kaslarıdır. Alt ekstremitelerde ise; kalça fleksörleri, adduktörleri, internal rotatörleri, diz fleksörleri, ayak bileği plantar fleksörleri bazen inventörler bazen de evertörlerdir⁵.

Spastisite tedavisinde farmakolojik ve non-farmakolojik tedavi yaklaşımları bulunmaktadır. Spastisitede uygulanan fizik tedavi yöntemlerinin başlıcaları; sıcak-soğuk uygulamaları, elektrik stimülasyonu (ES), transkuteanal elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), hidroterapi, proprioseptif nöromüsküler fasilitasyon ve germe egzersizleridir^{2,5,6}. ES ile agonist kasın uyarılarak spastisiteyi inhibe etme mekanizması; spinal inhibitör internöronlarla sinaps yapması ve alfa motor nöronu inhibe etmesiyle oluşur⁷.

Myotonometri kasın biyomekanik özelliklerinden olan tonus, sertlik ve elastisiteyi objektif olarak ölçebilen, son zamanlarda geliştirilmiş, taşınabilir, invazif olmayan, elektronik bir cihazdır⁸.

Kas tonusu, iskelet kasının dinlenme halindeki

gerilme derecesini ifade eder ve bu durumu en çok etkileyen faktör kas kontraksiyonudur. Sertlik, kasın uzunluğundaki değişikliğe karşı direnç anlamına gelir. Kasın uzunluğunda pasif germede her üniteye değişiklik oluşur. Elastisite, dokunun orijinal şekline dönebilme kabiliyetini gösterir^{9,10}.

Bu araştırmadaki amacımız, spastisiteyi klinikte rutin olarak kullanılan, ancak güvenilirliği düşük olan klinik bir skala yerine, kas tonusunun daha objektif ölçülmesine imkan sağlayan myotonometrik ölçümlerle değerlendirmek ve ölçüm sonuçlarını Ashworth skalası ile karşılaştırmaktır. Ayrıca spastik serebral palsili çocuklarda spastisiteye yönelik olarak uygulanan tedavi yöntemlerinden biri olan elektrik stimülasyonunun spastisite üzerinde etkisi olup olmadığını objektif olarak gösterebilmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Temmuz 2017-Şubat 2018 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Araştırma ve Uygulama Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında kesitsel ve gözlemsel olarak yapıldı.

Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine başvuran ve SP tanısıyla takip edilen hastalardan 2-18 yaş arası spastik SP'li çocuklar çalışmaya dahil edildi. Gastrokinemius (GC) kasına son 6 ay içinde botulinum toksin uygulaması yapılmış olanlar, bu kasa yönelik cerrahi girişim geçirmiş olanlar, son 3 ay içerisinde fizik tedavi ve rehabilitasyon programına girmiş olanlar, 2 yaş altı ve 18 yaş üstü olanlar çalışmadan dışlandı. Ayrıca, myotonometrik ölçümler yapılırken test pozisyonunun verilemediği, dinlenme ve gevşemenin sağlanamadığı hastalar da çalışmadan dışlandı.

Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların demografik bilgileri, kullandıkları ilaçlar, dominant ekstremiteleri, myotonometrik ölçüm sonuçları, SP'li hastaların etkilenen ekstremiteleri, Ashworth skoru değerleri ve Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi'ne (KMFSS) göre belirlenen fonksiyonel seviyeleri veri toplama formuna kaydedildi.

Kasın biyomekanik özelliklerinden olan tonus, sertlik ve elastisite değerleri MyotonPro™ cihazı ile değerlendirildi. Bu ölçüm girişimsel olmayan bir yaklaşım olup, cihazın verdiği küçük mekanik uyarılar kullanılarak kasın cevabının kaydedildiği bir ölçümdür. Myotonometrik ölçümlerin

karşılaştırılabilmesi için yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi (VKİ) eşleşen 20 sağlıklı kontrolün 40 alt ekstremitesinde de ölçümler yapıldı.

Hasta grubundan fizik tedavi programına alınan 18 hastanın 31 alt ekstremitesinde tedavi öncesi myotonometrik ölçümler yapıldı. Bu ölçümler hastaların tedavilerinin ilk haftası sonrasında (5.seans) tekrarlandı. GC kası spastisitesi ayrıca AS ile de değerlendirildi. Hastaların fonksiyonel olarak hangi seviyede olduğu KMFSS ile belirlendi.

Çalışmaya dahil edilen tüm katılımcılar, uygulanacak işlemler hakkında ayrıntılı olarak bilgilendirilerek Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu okutulup imzaları alındı. Çalışmamız, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Değerlendirmeler

Ashworth skalası

Spastisite değerlendirilmesinde kullanılan Ashworth skalası klinisyenin germe hareketine gösterilen direnç üzerine temellenmiştir. Ekstremitenin pasif hareketi sırasında oluşan direnç 0 (tonus artışı yok) ile 4 (etkilenen kısımlar fleksiyon veya ekstansiyonda rijit) arasındaki puanlarla değerlendirilerek kaydedildi. Ashworth skalası ile GC kası spastisitesinin şiddeti belirlenmeden önce Silverskiöld testi ile spastisitenin soleus kasından mı, yoksa GC kasından mı kaynaklı olduğu belirlendi. GC kasındaki spastisitenin şiddeti tedavi öncesi ve beş seans ES tedavisi sonrasında Ashworth skalasına göre belirlenerek kaydedildi.

Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi

Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi, SP'li bireylerde kişinin yaşına uygun olan fonksiyonel seviyeyi belirlemede kullanılan, seviye 1 (kısıtlama olmaksızın yürür) ve seviye 5 (elle itilen bir tekerlekli sandalyede taşınır) arasında puanlanan bir sınıflama sistemidir¹¹. KMFSS'ye göre SP'li çocukların motor seviyeleri belirlenip veri toplama formuna kaydedildi.

Kas tonusunun Myoton Pro™ cihazı ile değerlendirilmesi

Çalışmamızda, dinlenme pozisyonundaki kas tonusunun ölçülmesi için MyotonPro™ cihazı (Myoton AS, Talin, Estonya) kullanıldı. Cihaz, kasa dik bir pozisyonda yerleştirildi⁸. Test sırasında cihazdan deriye 0.18N gücünde, 15 msn süresinde 0.4N'luk impuls uygulanmaktadır. Bu sırada deri

üzerinde osilasyonlar oluşur ve MyotonPro™ ile gerçekleşen mekanik değerlerin değişikliği ölçülür⁹.

Myotonometrik ölçümlerde osilasyon frekansı (Hz) kasın dinlenme halinde kas tonusunu (intrinsic gerilim) belirtir. Bir kasın doğal osilasyonun logaritmik azalması kasın elastisitesini belirtir. Elastisite kasın kontraksiyondan sonra tekrar eski haline gelme yeteneğidir. Dinamik sertlik (N/m) kas kontraksiyonu sırasındaki direnci belirtir⁸. Cihazın ekranında kasın; tonus(Hz), sertlik(N/m) ve elastikiyet değerleri görülerek ölçüm sonuçları veri toplama formuna kaydedildi. Ölçüm yapılmadan önce medial ve lateral GC kasının en şişkin kısmı cilt marker kalemi ile işaretlendi. Hasta yüzüstü pozisyonda yatarken diz tam ekstansiyonda, ayak destekli yüzeyden sarkarken, ayak bileği gevşek pozisyonda ölçüm yapıldı¹². Elektrik stimülasyon tedavisi uygulanmadan önce MyotonPro™ cihazıyla medial ve lateral GC kası ölçümleri yapıldı ve bu değerlendirmeler tedaviden sonra da tekrarlandı.

Elektrik stimülasyonu tedavisi

Çalışmaya alınan çocukların GC kasına spastisiteyi azaltmaya yönelik olarak 30 dakika ES uygulaması yapıldı. Spastisiteyi azaltmaya yönelik ES tedavisinde şu parametreler uygulandı: Frekansı 50 Hz, atım süresi 300 ms, ramp (çıkış-iniş) 0,5 ms, kontraksiyon ve dinlenme süresi 5sn: 5sn, tedavi süresi 30 dakika ve akım şiddeti ya da yoğunluğu minimal kontraksiyon görülüne kadar verildi¹³. Elektrik stimülasyonu uygulaması Chattanooga® 2771 model numaralı elektroterapi cihazı ile yapıldı.

İstatistiksel analiz

Çalışmamızda elde edilen verilerin değerlendirmesi SPSS for Windows 20.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) istatistiksel paket program kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin dağılımı normalite testleri ile kontrol edildi. Dağılım normal olmadığından non-parametrik testler kullanıldı. İki grup arasındaki karşılaştırmalar için Mann-Whitney U testi, grup içinde öncesi ve sonrası karşılaştırmalar için Wilcoxon testi, kategorik değişkenlerin analizi için ki-kare testi kullanılmıştır. Anlamlılık oranı $p < 0.05$ olarak kabul edildi. Sonuçlar ortalama±standart sapma ve medyan (minimum-maksimum) olarak verildi.

BULGULAR

Çalışmaya 40 spastik SP'li çocuk hasta alındı. Bu hastaların 11'i diplejik, 16'sı quadrijik ve 13'ü

hemiplejikti. Sağlıklı kontrol grubu olarak 20 çocuk yaş, cinsiyet ve vücut kitle indeksi bakımından denkti alındı. Bu katılımcılar çalışma grubundaki hastalara (Tablo1).

Tablo 1. Çalışmaya katılan hasta ve sağlıklı grubun demografik verileri

	Serebral Palsi n=40	Sağlıklı kontrol n=20	p
Yaş (yıl)*	7.58 ±4.4 6 (2.5-17)	8.69±3.65 8.75 (2.5-16)	0.479
Cinsiyet(E/K)	30/10	13/7	0.545
VKİ*	16.21±3.63 16.8 (8.0-23.67)	17.99±3.84 17.1 (13.17-30.30)	0.242
SP tipi (n)			
Diplejik	11		
Quadriplejik	16		
Hemiplejik	13		
KMFSS (n)			
1	14		
2	8		
3	4		
4	6		
5	8		

* Sonuçlar ortalama±ss ve median (min-max) olarak verilmiştir. VKİ: Vücut Kitle İndeksi, SP: Serebral Palsi, KMFSS: Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi

Diplejik, quadriplejik spastik SP'li hastaların ve sağlıklı kontrol grubunun her iki alt ekstremitelerinde medial ve lateral GC kasının tonusu, elastisitesi ve sertliği MyotonPro™ cihazıyla değerlendirildi. Hemiplejik hastalarda ise sadece paralizite ekstremite değerlendirildi. Diplejik SP'li bir çocuğun unilateral aşil gevşetme operasyonu öyküsü olduğundan sadece tek alt ekstremitesinde ölçüm yapıldı. Böylece 40 spastik SP'li hastanın 66 ekstremitesinin ölçümleri, 20 sağlıklı kontrol

grubunun 40 ekstremitesinin myotonometrik ölçüm değerleri ile karşılaştırıldı. Spastik SP'li hastaların medial GC kasının tonusu ve sertlik değerleri kontrol grubundan anlamlı olarak daha yüksekti (sırasıyla p=0,027 ve p=0,015). Lateral GC kasının değerleri de daha yüksekti, fakat istatistiksel olarak anlamlı değildi. Spastik SP'li hastalarda medial ve lateral GC kasının elastisitesi kontrollere göre daha düşüktü fakat bu düşüklük istatistiksel olarak anlamlılık düzeyinde değildi (Tablo 2).

Tablo 2. Çalışmaya katılan hasta ve sağlıklı grubun gastrokinemius kasının myotonometrik ölçüm değerleri

	Serebral Palsi n=66 mean±ss [medyan (min-max)]	Sağlıklı kontrol n=40 mean±ss [medyan (min-max)]	p
Medial Gastrokinemius			
Tonus	15.15±2.12 14.45 (12.0-22.0)	13.99±1.39 14.00 (11.10-17.0)	0.027*
Elastisite	0.92±0.11 0.93 (0.67-1.16)	0.97±0.17 0.98 (0.72-1.48)	0.102
Sertlik	253.59±72.19 228.0 (169.0-484.0)	213.95±26.25 211.5 (161-278)	0.015*
Lateral Gastrokinemius			
Tonus	14.70±1.70 14.45 (11.80-20.10)	14.45±1.49 14.26 (11.10-17.40)	0.717
Elastisite	0.95±0.14 0.93 (0.68-1.27)	0.96±0.14 0.98 (0.77-1.46)	0.679
Sertlik	241.90±48.68 229.0 (175.0-386)	224.18±29.69 228.0 (177-280)	0.169

Serebral palsili çocuklardan ES tedavisine alınan 18 çocuktan 12'si erkek, 6'sı kadın idi. Serebral palsili çocukların 5'i diplejik, 8'i quadrijelik, 5'i ise hemiplejikti. Ölçümler diplejik ve quadrijelik SP'li çocuklarda bilateral, hemiplejik çocuklarda unilateral yapıldığından toplam olarak 18 hastanın 31 alt ekstremitesi ES öncesi ve sonrasında değerlendirildi.

Elektrik stimülasyonu tedavisi sonrası medial ve lateral GC kasından ölçülen kas tonusu ve sertliği anlamlı olarak azaldı ve elastisite değerleri anlamlı olarak artış gösterdi. Hastaların Ashworth skorunda da anlamlı olarak azalma gözlemlendi (Tablo 3). Ancak Ashworth skoru değerleri ile myotonometrik değerler arasında korelasyon yoktu.

Tablo 3. Gastrokinemius kasının elektrik stimülasyonu uygulaması öncesi ve sonrası myotonometrik ölçüm değerleri

	Tedavi öncesi n=31 mean±ss [medyan (min-max)]	Tedavi sonrası n=31 mean±ss [medyan (min-max)]	p
Medial Gastrokinemius			
Tonus	15.68±2.4 15.1 (12-22)	14.13±1.24 14 (12-17.2)	0.001
Elastisite	0.89±0.1 0.89 (0.67-1.14)	0.98±0.17 0.96 (0.69-1.39)	0.001
Sertlik	269.52±83.7 233 (169-480)	216.68±26.7 218 (157-264)	0.001
Lateral Gastrokinemius			
Tonus	15.15±1.8 15.0 (12.7-20.1)	14.29±1.15 14.2 (12.4-16.4)	0.001
Elastisite	0.94±0.1 0.92 (0.68-1.27)	1.02±0.17 0.97 (0.73-1.48)	0.004
Sertlik	252.8±54.5 248 (175-386)	229.22±30.9 226 (176-299)	0.012
Ashworth Skalası	2.06±0.75 2.0 (1-3)	1.88±0.69 2.0 (1-3)	0.008

TARTIŞMA

Çalışmamız, spastik SP'li çocuklarda myotonometri cihazı kullanarak GC kasının biyomekanik özelliklerini değerlendirmek ve ES'nin kas tonusu, elastisite ve sertlik üzerine etkisini göstermek üzere planlandı. Araştırmamızın sonucunda, spastik SP'li hastaların medial GC kasında anlamlı, lateral GC kasında ise anlamlılık değerlerine ulaşmamakla birlikte tonus ve sertlik değerleri kontrol grubundan daha yüksek bulundu. Elektrik stimülasyonu uygulaması ile kas tonusu, elastisite ve sertlik değerlerinde iyileşme görüldü.

Spastisitesi olan hastalarda uygun tedavi yöntemlerini belirlemek ve bu yöntemlerin etkinliğini anlayabilmek için spastisitenin objektif yöntemlerle değerlendirilmesi gerekir¹⁴. Spastisite ve rigidite gibi kas tonusu artışının eşlik ettiği bazı hastalıklarda (hemipleji, serebral palsi, parkinson hastalığı, vb) myotonometri kullanılarak çeşitli tedavilerin etkinlikleri değerlendirilmiştir¹⁵⁻¹⁹. Li ve arkadaşları¹⁵ kronik hemiplejik hastalarda biceps

braki kasının spastisitesini MAS, myotonometri ve tekrarlayıcı pasif germe tekniğiyle değerlendirilmiştir. Germe testi ile myotonometrik değerler arasında anlamlı negatif korelasyon belirlenmiş, MAS skoru ile myotonometri arasında ise korelasyon bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda da hastaların Ashworth skoru ve myotonometrik değerleri arasında korelasyon bulunmamıştır. Bu sonuçtaki en önemli etkenin, AS ile pasif harekete karşı direncin skorlanması, myotonometrik ölçümlerde ise istirahat tonusunun değerlendirilmesi olabileceği düşünülmektedir.

Ratsep ve Asser¹⁶ ise subtalamik nükleusa derin beyin stimülasyonu uygulanmış parkinsonlu hastalarda stimülasyon açık ve kapalı iken klinik rijidite skorlarını ve myotonometre ile bilateral ekstansör digitorum kasının viskoelastik özelliklerini (elastisite ve sertlik) ölçmüşlerdir. Stimülasyon açık iken klinik rijidite skorlarında anlamlı azalma kaydedilmiştir. Sertlik ve elastisite değerlerinde ise stimülasyon açık ve kapalı iken anlamlı fark bulunmamıştır. Bu çalışmada hastalardaki rijidite

artışı ile sertlik artışının ilişkili olduğu bulunmuştur ve parkinsonlu hastalarda rijiditenin objektif değerlendirilmesinde myotonometrinin kullanılabilirliğini belirtmiştir. Bizim çalışmamızda spastisiteyi azaltmaya yönelik olarak uygulanan ES tedavisi ile hastaların hem klinik spastisite skorlarında (Ashworth skoru), hem de myotonometrik değerlerinde (tonus ve sertlik) anlamlı düzelmeler görülmüştür.

Chuang ve arkadaşları¹⁷, hemiplejik hastalarda yaptıkları çalışmada üst ekstremité rehabilitasyon programından önce ve sonra dinlenme sırasında ekstansör digitorum, fleksör carpi radialis ve fleksör carpi ulnaris kaslarının tonusu, sertlik ve elastisitesini myotonometre ile 2 kez ölçmüşlerdir. Myotonometri her 3 kasın özellikleri için yüksek test-retest güvenilirliği göstermiştir. Felç sonrası kasın özelliklerinin değerlendirilmesi için myotonometri ile güvenilir, geçerli ve duyarlı ölçüm elde edilebileceği sonucuna varmışlardır.

Leonard ve arkadaşları¹⁸ tarafından MyotonometerTM'in geçerliliğini araştırmak amacıyla çalışmaya alınan 10 üst motor nöron hastalığı (spastik SP ve serebrovasküler olay) ve 10 sağlıklı birey olmak üzere 20 katılımcının biceps brachii kası gevşek ve maksimum kontraksiyon sırasında ölçülmüş ve MAS ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada MAS ile myotonometrik ölçümler arasında orta-iyi korelasyon bulunmuştur. Bizim çalışmamızda AS ile myotonometrik ölçümler arasında korelasyon bulunamamıştır.

Lidström ve arkadaşları¹⁹ sağlıklı çocuklarla SP'li çocukların rektus femoris kasının gevşek ve kasılmış durumdaki doku elastisitesini myotonometri cihazı ile ölçmüş ve bu değerleri karşılaştırmışlardır. Yapılan ölçümlerde uygulayıcılar arasında yüksek interclass korelasyon bulunmuş. Her iki grupta da kasılı ve gevşek iken ölçülen doku elastisite değerleri arasında anlamlı fark bulunmuş, fakat gruplar arasında anlamlı olarak fark bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda da spastik SP'li hastaların lateral ve medial GC kası elastisitesi istatistiksel olarak anlamlılık düzeyinde olmamakla birlikte kontrollere göre daha düşük bulundu.

Çalışmamızda ES tedavisine alınan hastalarda, ES'nin kas tonusu, elastisite ve sertlik üzerine etkisini de araştırılmıştır. Spastisite tedavisinde ES agonist veya antagonist kaslara farklı uygulamalar şeklinde yapılabilmektedir. Agonist kasa uygulanan ES yorgunluk meydana getirerek, golgi tendon

organını uyarıp gevşeme sağlayarak spastisiteyi azaltır. Elektrik stimülasyonun kas tonusu, kuvveti, istemli kas kontraksiyonu ve fasilasyonu, fonksiyonel iyileşme ve kortikal plastisite üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır⁷.

Chen ve arkadaşları²⁰ inmeli hastalarda spastik taraftaki GC kasına ES'yi 20 dakika, haftada 6 gün, bir ay boyunca uyguladıktan sonra motor eksitabilitesi ile elektrofizyolojik bulgular arasında korelasyon bulmuşlardır. Bu çalışmanın sonucunda spastisitenin azaldığı ve hastaların yürüme hızında artış olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda da tedavi süresi daha kısa olmasına rağmen ES uygulaması ile kas tonusu, elastisite ve sertlik değerlerinde iyileşme görüldü.

Pape ve arkadaşları²¹ 6 SP'li çocuğa gece boyunca 6 ay süreyle düşük yoğunlukta TENS tedavisi uygulamışlardır. 6 ay sonra yapılan değerlendirmede çocukların kaba motor, denge ve lokomotor yeteneklerinde oldukça anlamlı gelişme elde etmişlerdir ve bu çalışma sonucunda ES'nin standart rehabilitasyona ek olarak uygulanmasının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Sommerfelt ve arkadaşları²², spastik SP'li çocuklarda spastik bacağın antagonistine terapotik elektrik stimülasyonu uygulamışlardır. Çift kör değerlendirmede (çocukları tedavi eden ve değerlendiren takım kimin terapotik tedavi aldığını bilmemektedir) motor veya ambulasyon fonksiyonuna terapotik elektrik stimülasyonun anlamlı etkisi bulunmamış, ancak ailerin çoğu terapotik elektrik stimülasyonun etkili olduğunu belirtmiştir.

Çalışma grubumuzdan fizik tedavi programına alınan hastalarda, uygulanan ES tedavisi süresinin kısa olması ve uzun dönem sonuçlarımızın olmaması çalışmamızın kısıtlılıkları arasında sayılabilir. Literatürde benzer çalışmalarda daha az hasta sayılı ve ortalama 3-4 hafta süreli programlarla ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmamızdaki hasta sayısı mevcut çalışmalardan nispeten fazla olup bir hafta gibi kısa bir sürede bile ES grubunda GC kasında tedavi sonrası kas tonusu ve sertliği anlamlı olarak azalmış ve elastisite ise anlamlı olarak artmıştır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, MyotonProTM cihazı ile ölçülen myotonometrik veriler, SP'li çocuklarda spastisitenin objektif değerlendirilmesinde ve tedavi etkinliğinin ölçülmesinde kullanılabilirliği sonucuna varıldı. İlerleyen dönemlerde daha uzun uygulama ve

takip süreli çalışmalarla ve daha fazla hasta sayısı ile spastisite tedavisinde agonist kasa uygulanan ES'nin etkinliğinin myotonometri gibi objektif yöntemlerle doğrulanması gerekir.

KAYNAKLAR

1. Özel S, Çulha C, Ünsal-Delialioğlu S, Sarı F, Köklü K. Serebral palsili çocuklarda Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi düzeyleri ve tedavi yöntemleri arasındaki ilişki. *Turk J Phys Med Rehab.* 2016;62:116-22.
2. Şimşek TT (Editör). Serebral palsy, fizyoterapi ve rehabilitasyonu. İçinde *Pediyatrik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon*. Ankara: Hipokrat Kitabevi. 2016.
3. Akbaş AN, Günel MK. Spastik serebral palsili çocuklarda spastisiteyi değerlendiren iki farklı klinik ölçeğin kaba motor fonksiyonu ile ilişkisi. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation.* 2016;3:77-83.
4. Çevikol A, Çakıcı A. İnme rehabilitasyonu. İçinde *Tıbbi Rehabilitasyon (Editörler H Oğuz, H Çakırbay, B Yanık):419-48*. İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri, 2015.
5. Ünlü E, Çevikol A, Çakıcı A. Spastik elde değerlendirme ve tedavi yöntemleri. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi.* 2011;14:24-7.
6. Livanelioğlu A, Erden Z. Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon Teknikleri, H. Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Yayınları, Ankara. 1998;1-3.
7. Karakaya İÇ, Karakaya MG, Yılmaz ÖT. İnme rehabilitasyonunda kullanılan elektrofiziksel ajanlar. İçinde *İnme Sonrası Fizyoterapi ve Rehabilitasyon (Editörler Karaduman AA, Yıldırım SA, Yılmaz ÖT):155-72*. Ankara, Pelikan Yayıncılık, 2013.
8. Aird L, Samuel D, Stokes M. Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: Reliability and symmetry using the MyotonPRO. *Arch Gerontol Geriatr Suppl.* 2012;55:31-9.
9. Park C, Park ES, Choi JY, Cho Y, Rha DW. Immediate effect of a single session of whole body vibration on spasticity in children with cerebral palsy. *Ann Rehabil Med.* 2017;41:273-78.
10. Moon SH, Choi JH, Park SE. The effects of functional electrical stimulation on muscle tone and stiffness of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2017;29:238-41.
11. Tarsuslu T, Livanelioğlu A. Serebral palsili bireylerde motor limitasyonun mobilite ve bağımsızlık düzeyi üzerine etkisi. *Fizyoterapi Rehabilitasyon.* 2008;19:117-22.
12. Aarrestad DD, Williams MD, Fehrer SC, Mikhailenok E, Leonard CT. Intra and interrater reliabilities of the Myotonometer when assessing the spastic condition of children with cerebral palsy. *J Child Neurol.* 2004;19:894-901.
13. McDonough S. Neuromuscular and muscular electrical stimulation. In *Electrotherapy Evidence-Based Practice (Ed T Watson): 231-51*. Toronto Churchill Livingstone Elsevier. 2008.
14. Numanoğlu A, Günel MK. Spastik serebral palsili çocuklarda spastisiteyi değerlendirmede modifiye Ashworth ve Tardieu skalalarının gözlem içi güvenilirliği. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2012;46:196-200.
15. Li X, Shin H, Li S, Zhou P. Assessing muscle spasticity with Myotonometer and passive stretch measurements: validity of the Myotonometer. *Sci Rep.* 2017;1-7.
16. Ratsep T, Asser T. Changes in viscoelastic properties of skeletal muscles induced by subthalamic stimulation in patients with Parkinson's disease. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2011;26:213-17.
17. Chuang LL, Wu CY, Lin KC. Reliability, validity, and responsiveness of myotonometer measurement of muscle tone, elasticity, and stiffness in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93:532-40.
18. Leonard CT, Stephens JU, Stroppel SL. Assessing the spastic condition of individuals with upper motoneuron involvement: Validity of the Myotonometer. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;2:1416-20.
19. Lidstrom A, Ahlsten G, Hirschfeld H, Norrlin S. Intrarater and interrater reliability of myotonometer measurements of muscle tone in children. *J Child Neurol.* 2009;24:267-74.
20. Chen SC, Chen YL, Chen CJ, Lai CH, Chiang WH, Chen WL. Effects of surface electrical stimulation on the muscle-tendon junction of spastic gastrocnemius in stroke patients. *Disabil Rehabil.* 2005;27:105-10.
21. Pape KE, Kirsch SE, Galil A, Boulton JE, White MA, Chipman M. Neuromuscular approach to the motor deficits of cerebral palsy: a pilot study. *Pediatr Orthop.* 1993;13:628-33.
22. Sommerfelt K, Markestad T, Berg K, Saetesdal I. Therapeutic electrical stimulation in cerebral palsy: a randomized, controlled, cross-over trial. *Dev Med Child Neurol.* 2001;43:609-13.