

Elektromiyografik Biofeedback ile Kombine Edilen Elektrik Stimulasyon ve Egzersiz Uygulamalarının İnme Sonrası Üst Ekstremitte Rehabilitasyonuna Etkisi

Effect of Electrical Stimulation Combined with Electromyographic Biofeedback and Exercise Practices on Upper Extremity Rehabilitation after Stroke

Yavuz Selim PEHLİVAN, Onur ARMAĞAN*

Eskişehir Yunus Emre Devlet Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği, Eskişehir, Türkiye

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

Özet

Amaç: Bu çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'na başvuran ve inme sonrası hemiparezi gelişen, 30 hastada elektrik stimulasyon (ES) ve elektromiyografik biofeedback (EMG-BF) ile ES kombine uygulamasının üst ekstremitte motor ve fonksiyonel gelişimi üzerine ek bir fayda getirip getirmediğini araştırmak amacıyla yapıldı.

Gereç ve Yöntem: Hastalar 3 gruba ayrılarak, 1. gruba ES ve egzersiz, 2. gruba ES, EMG-BF ve egzersiz, 3. gruba ise sadece egzersiz tedavisi yapıldı. Tüm tedaviler 4 hafta süre ile haftada 5 gün, günde 1 saat olacak şekilde uygulandı. Tedavi etkinliğini değerlendirmek amacıyla Barthel İndeksi (Bİ), Üst Ekstremitte Fonksiyon Testi (ÜEFT), Brunnstrom'un el için geliştirdiği motor iyileşme evreleri, aktif el bileği ekstansiyonunun goniometrik ölçümü ve Motrisite İndeks (MI) kullanıldı.

Bulgular: Tedavi sonrası 1. ve 2. grupta Brunnstrom'un el için geliştirdiği motor iyileşme evreleri ($p<0,05$), aktif el bileği ekstansiyonunun goniometrik ölçümü ($p<0,05$), ÜEFT ($p<0,01$), Bİ (grup1 $p<0,05$, grup2 $p<0,01$) ve MI'de (grup1 $p<0,05$, grup 2 $p<0,01$) anlamlı iyileşme bulundu. Üçüncü grupta ise sadece üst MI'de ($p<0,05$) anlamlı iyileşme tespit edildi. Yüzeysel EMG aktivitesinde ise yalnız 2. grupta ileri derecede anlamlı ($p<0,01$) iyileşme tespit edildi.

Sonuç: Sonuçlarımız kombinasyon tedavisi lehine olmamakla birlikte, ES ve EMG-BF tedavilerinin etki mekanizmaları göz önüne alındığında birbirini tamamlayıcı tedaviler olduğu düşünülebilir. Bu konuda ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısındayız. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2011;57:66-72.*

Anahtar Kelimeler: İnme, hemiparezi, elektromiyografik biofeedback, elektriksel stimülasyon

Summary

Objective: In this study, we aimed to investigate the additional benefits of ES (electrical stimulation) combined with EMG-BF (electromyographic biofeedback) on motor and functional outcomes in 30 patients admitted to Eskişehir Osmangazi University Faculty of Medicine, Department of Physical Medicine and Rehabilitation.

Materials and Methods: Medicine and Rehabilitation, with hemiparetic upper extremity after stroke. The patients were divided into three groups. Group 1 was assigned to exercise and ES, group 2 - to exercise, EMG-BF and ES, and group 3 - to exercise alone. All procedures were administered for one hour a day, 5 days in a week, for 4 weeks. The Barthel Index (BI), Upper Extremity Function Test, Brunnstrom stages of motor recovery for hands, goniometric measurement of active wrist extension and the Motricity Index (MI) were used to assess the efficiency of treatment.

Results: There were statistically significant improvements in Brunnstrom stages of motor recovery for hand ($p<0,05$), goniometric measurement of active wrist extension ($p<0,05$), upper extremity function test ($p<0,01$), BI (group 1 $p<0,05$, group 2 $p<0,01$) and MI (group 1 $p<0,05$, group 2 $p<0,01$) for both first and second groups after treatment. In group 3, significant improvement was found only in MI. Advanced significant improvement in surface EMG activity was observed only in group 2 ($p<0,01$).

Conclusion: Although our results do not support the efficacy of combined therapy, considering the mechanisms of effects of ES and EMG-BF, it can be suggested that ES and EMG-BF are complementary procedures. We think that further studies are needed on this issue. *Turk J Phys Med Rehab 2011;57:66-72.*

Key Words: Stroke, hemiplegia, electromyographic biofeedback, electrical stimulation

Giriş

İnmeyle bağlı fonksiyonel yetersizliğin en yaygın nedeni, lezyonun yeri ve yaygınlık derecesine göre hemiparezi veya hemiplejidir (1). İnme geçirip sağ kalanların sayısının artması ve buna bağlı olarak tıbbi harcamaların getirdiği ekonomik yük nedeniyle etkili rehabilitasyon stratejilerinin geliştirilmesi giderek önem kazanmaktadır (2).

İnme sonrası prognoz; olayın nedeni, ciddiyeti ve lokalizasyonu ile ilişkili olmakla birlikte, genelde alt ekstremitenin işlevsel prognozu üst ekstremiteden daha iyidir. Hastaların %20-30'u normal olarak yürüyebilir, %75'i ambulasyonun belli aşamasına ulaşabilir. Sadece %5 hastanın üst ekstremitte fonksiyonları normale dönerken, %23-43'ünde ise yetersiz bir fonksiyonel iyileşme görülür. Bu nedenle üst ekstremitte rehabilitasyonu alt ekstremitteye göre daha çok zaman ve uğraşı gerektirmektedir (3).

İnme rehabilitasyonunda, konvansiyonel rehabilitasyon yöntemlerine ek olarak, nörofizyolojik tedavi yaklaşımları, elektromiyografik biofeedback (EMG-BF) ve elektrik stimülasyon (ES) teknikleri de yaygın olarak uygulanmaktadır (4,5).

EMG-BF hem alt, hem de üst ekstremitte rehabilitasyonu için inmeli hastalarda etkin ve kolay uygulanabilir yardımcı bir rehabilitasyon aracıdır (6); kullanım alanları geniş olmakla birlikte, başlıca kas reedükasyonu ve relaksasyon amaçlı kullanılır. Bu amaçla hemiparezik düşük ayak, omuz subluksasyonu ve yetersiz el fonksiyonlarının rehabilitasyonunda kullanılmış ve olumlu sonuçlar verdiği yapılan çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (7-11).

ES, inme rehabilitasyonunda, özellikle motor fasilasyon ve kas eğitimi yapmak amacıyla kullanılan diğer bir yöntemdir. Hemiparezik üst ekstremitte, omuz subluksasyonu önlemek, el ödemi azaltmak, motor ve fonksiyonel iyileşmeyi hızlandırmak, spastisiteyi azaltmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (5,12-18).

Gerek EMG-BF, gerekse ES tedavisi hemiparezi rehabilitasyonunda sık kullanılmakla birlikte, kombine kullanımları ile ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (19,20). Bu çalışmayla amacımız, inme sonrası üst ekstremitte rehabilitasyonunda, ES ve EMG-BF kombine uygulamasının motor ve fonksiyonel iyileşme üzerine ek bir fayda getirip getirmediğini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma, Mayıs 2005-Haziran 2006 tarihleri arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'na başvuran ve inme sonrası hemiparezi gelişen, 30 hasta ile yapıldı. Bu tarihler arasında tedavi protokolünü kabul eden, aşağıdaki tedaviye alınma ve dışlanma kriterlerini karşılayan tüm hastalar örneklem yapılmaksızın çalışmaya alındı ve çalışmamız Eskişehir Osmangazi Üniversitesi etik kurulu tarafından onaylandı.

Tedaviye alınma kriterleri; inme sonrasında 3 aylık sürenin geçmiş olması, genel durumun stabil olması, Asworth'a göre üst ekstremitte spastisitenin evre 3'ün altında olması (21), hastayla kooperasyonun kurulabilmesi (disfazi ve kognitif yetersizliğinin olmaması), üst ekstremitte sinerjilerin başlamış olması şeklinde belirlendi.

Pacemaker veya metal implant kullanan, görme, işitme ve duyu kusuru bulunan, daha önceden üst ekstremitte hareketini etkileyen problemi (artrit vb.) ve yetersiz nöromusküler performansı olan, antispastik, antihistaminik, antiepileptik ilaç ve benzodiazepin kullanan, ciddi kardiyak aritmisi, Parkinson hastalığı ve son 2 yıl içinde epileptik nöbet geçirme öyküsü olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Tedavi programına alınan tüm hastaların yaş, cins, özgeçmiş, soy geçmişi, hastalık süresi, tutulan taraf açısından anamnezleri alındı ve ayrıntılı fizik, nörolojik, kas iskelet sistemi muayenesi gerçekleştirildi.

Bir torbaya 10 adet 1, 10 adet 2, 10 adet 3 olmak üzere numaralı kağıtlar konuldu. Tedaviye alınma kriterlerini karşılayan her bir hasta için torbadan 1 numara çekildi. 1 çıkanlar 1. gruba, 2 çıkanlar 2. ve 3 çıkanlar 3. gruba ayrıldı. İlk gruba ES ve egzersiz, ikincisine ES ile kombine EMG-BF ve egzersiz, üçüncüsüne ise sadece egzersiz tedavisi uygulandı. Her 3 gruptaki hastalara Brunstrom'un nörofizyolojik tedavi yaklaşım prensipleri doğrultusunda egzersiz tedavisi uygulandı. Tüm hasta gruplarına 4 hafta süre ile haftada 5 gün, toplam 20 seans tedavi verildi.

EMG-BF uygulaması için 2 kanallı "EMS (Electro-Medical Supplies) Medi-Link Model 79" EMG Biofeedback modülü kullanıldı. Aletin sağında her kanalın çıkışını (A ve B) numerik olarak, sol tarafında da grafiksel olarak gösteren göstergeler mevcuttu ve feedback duyarlılığı 20 mikrovolt ile 2 milivolt arasında ayarlanabiliyordu. Her kanal tespit edilen EMG seviyesine göre ses çıkarmak üzere ayarlandı.

EMG-BF uygulaması hasta oturur pozisyonda, dirsek fleksiyonda, ön kol pronasyonda ve el tam fleksiyonda iken uygulandı (Resim 1). Cihazın yüzeyel iki elektrodu ekstansör karpı radialis



Resim 1. EMG-Biofeedback uygulaması.

üzerine (dirsek kıvrımının lateral ucu ile bileğin orta noktası arasında bulunan bölgenin 1/3 üst kısmı) konuldu. Elektrotlar önce sağlam kolun ekstansör karpi radialis üzerine bağlandı. Hastadan gevşemesi ve el bileğini fleksiyona getirmesi, daha sonra da el bileğini ekstansiyona getirmesi istendi. Hedeflenen kas aktivasyonu gerçekleştirildiğinde ekranda nümerik ve grafiksel olarak değişiklikler gözlemlendi. Aynı zamanda işitsel olarak da alarm sesi duyuldu. Bu şekilde hasta eğitildikten sonra felçli ekstremitte üzerinde uygulama yapıldı.

ES, hasta otururken veya yatarken el bileği ekstansör kasları üzerine bağlanan elektrotlar yardımı ile "Chattanooga Group A Division of Encore Medical" marka elektrik stimülasyonu cihazı ile gerçekleştirildi. Frekansı 20-50 Hz, amplitüdü 0-100 mA, puls süresi optimal kontraksiyon ve hasta konforuna göre ayarlandı, el bileği ve parmak ekstansör kaslara uygulandı.

Tedavi seçeneklerinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla tedavi öncesi ve sonrası, Brunnstrom' un el için geliştirdiği motor gelişme evreleri (22), aktif el bileği ekstansiyonunun gonyometrik ölçümü, Motrisite İndeksin (Mİ) üst ekstremitte ile ilgili bölümü (23), Üst Ekstremitte Fonksiyon Testi (ÜEFT) (24), Barthel İndeksi (Bİ) (25) ve el bileği ekstansiyonu sırasında kaydedilen yüzeyel kas aktivitesi değerleri kaydedildi. Yüzeyel kas aktivitesini değerlendirmek için ekstansör karpi radialis ve ekstansör digitorum longus kasları üzerinde elektriksel aktiviteyi ölçmek amacı ile 2 kanallı EMG BF modülü kullanıldı. Hastaya tedavi öncesi ve sonrası üç kez el bileği ekstansiyonu yaptırıldı. El bileği ekstansiyonu ile mikrovolt cinsinden verilen yüzeyel kas aktivite değerlerinin ortalamaları alınarak kaydedildi.

İstatistiksel değerlendirme için One-Way Anova, Ki kare, Wilcoxon Signed Rank, Kruskal-Wallis tek yönlü varyans analizi testi kullanıldı ve $p < 0,05$ anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya alınan 30 hastanın demografik özellikleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Tablo 1). Her üç gruptaki hastalarda motor fonksiyon gelişimini göstermesi açısından, önemli bir parametre olan Brunnstrom'un el için geliştirdiği motor iyileşme evreleri tedavi öncesi ve sonrası kaydedilmiştir. Birinci gruptaki 10 hastanın 6'sında tedavi sonrası evre atlaması olmuş ve tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı iyileşme bulunmuştur ($p < 0,05$). İkinci gruptaki 10 hastanın 8'inde tedavi sonrası evre atlaması saptanmış ve tedavi öncesi ile karşılaştırıldığında tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Üçüncü grupta ise 10 hastanın 4'ünde tedavi sonrası evre atlaması olmuş, ancak tedavi öncesi ile karşılaştırıldığında tedavisi sonrasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 2). Gruplar karşılaştırıldığında Brunnstrom'un el için geliştirdiği motor iyileşme evrelerinde tedavi öncesi ve tedavisi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 2).

Fonksiyonel değerlendirilme için ÜEFT ve Bİ kullanılmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, ÜEFT'inde 1. ve 2. grupta istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı bir iyileşme bulunurken ($p < 0,01$), 3. grupta ise fark saptanmamıştır ($p > 0,05$). Barthel İndeksi değerlendirildiğinde ise, 1. grupta tedavi öncesi ve son-

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri.

	Grup 1 (n=10)	Grup 2 (n=10)	Grup 3 (n=10)	p
Yaş (yıl)	58,30±10,44	64,10±11,96	64,60±11,88	>0,05
Hastalık süresi (ay) n(%)	8,30±3,89	8,70±4,52	10,60±4,55	>0,05
Cinsiyet n(%)				
Erkek	7 (70,0)	3 (30,0)	8 (80,0)	>0,05
Kadın	3 (30,0)	7 (70,0)	2 (20,0)	
Taraf n(%)				
Sağ	4 (40,0)	4 (40,0)	2 (20,0)	>0,05
Sol	6 (60,0)	6 (60,0)	8 (80,0)	
Tip n(%)				
İnfarkt	9 (90,0)	8 (80,0)	9 (90,0)	>0,05
Hemoraji	1 (10,0)	2 (20,0)	1 (10,0)	

Tablo 2. Brunnstrom'un el için geliştirdiği motor iyileşme evrelerinin tedavi öncesi ve sonrasında gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.

	Grup 1 Min-mak (medyan)	Grup 2 Min-mak (medyan)	Grup 3 Min-mak (medyan)	p
Evre				
TÖ	1,0-4,0 (1,0)	1,0-4,0(1,5)	1,0-5,0 (1,0)	>0,05
TS	1,0-5,0 (2,0)	1,0-5,0(3)	1,0-6,0 (1,5)	>0,05
p	<0,05	<0,05	>0,05	
TÖ: Tedavi öncesi TS: Tedavi sonrası				

rası karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$), 2. grupta ileri derecede anlamlı bir iyileşme tespit edilirken ($p < 0,01$), 3. grupta ise fark saptanamamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 3). Her üç gruptaki hastalar ÜEFT ve Bİ sonuçlarına göre karşılaştırıldığında tedavi öncesi ve sonrasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 3).

Her üç tedavi grubundaki hastaların tedavi öncesi ve sonrasında el bileği ekstansiyonun gonyometrik ölçümü yapılmıştır. Gruplar içinde tedavi öncesi ve sonrasında kaydedilen eklem hareket açıklıklarının farkı karşılaştırıldığında; ilk iki grupta istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanırken ($p < 0,05$), üçüncü grupta istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanamamıştır ($P > 0,05$). Gruplar arasında eklem hareket açıklığı ölçümleri karşılaştırıldığında ise ne tedavi öncesi ne de tedavi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4).

Tedaviye alınan bütün hastalarda tedavi öncesi ve sonrası el bilek ekstensörlerinin yüzeysel elektrik aktivite (EMG aktivitesi) değerleri ölçülmüştür. Gruplar içinde tedavi öncesi ve sonrasında

kaydedilen yüzeysel elektrik aktivite farkı karşılaştırıldığında, sadece ikinci grupta istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılık saptanmış ($p < 0,01$), 1. ve 3. grupta ise istatistiksel farklılık saptanamamıştır ($p > 0,05$). Tedavi öncesi ve tedavi sonrası her üç gruptaki hastalar karşılaştırıldığında yüzeysel elektrik aktivite (EMG aktivitesi) değerlerinde fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 5).

Hastaların üst ekstremitelerindeki motor yetersizliğin değerlendirilmesinde Mİ'nin üst ekstremiteler ile ilgili bölümü kullanıldı. Gruplar içinde tedavi öncesi ve sonrasında Mİ farkı karşılaştırıldığında her üç grupta da istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (grup 1 $p < 0,05$, grup 2 $p < 0,01$, grup 3 $p < 0,05$). Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası Mİ değerleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 6).

Tartışma

İnme sonrası özür lülüğün en yaygın ve en yıkıcı sonucu üst ekstremiteler ve elde çıkan fonksiyonel yetersizliktir. Üst ekstremiteler

Tablo 3. Üst ekstremiteler fonksiyon testi ve Bİ sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrasında gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.

	Grup 1 Minimum-maksimum (medyan)	Grup 2 Minimum-maksimum (medyan)	Grup 3 Minimum-maksimum (medyan)	p
ÜEFT				
TÖ	0,0-50 (0,0)	0,0-70 (10)	0,0-90 (10)	$>0,05$
TS	10-80 (10)	10-80 (20)	10-90 (15)	$>0,05$
p	$<0,01$	$<0,01$	$>0,05$	
Bİ				
TÖ	15-90 (70)	20-85 (57,5)	15-90 (37,5)	$>0,05$
TS	25-95 (85)	30-90 (67,5)	20-90 (40)	$>0,05$
p	$<0,05$	$<0,01$	$>0,05$	-

ÜEFT: Üst ekstremiteler fonksiyon testi, Bİ: Barthel indeksi

Tablo 4. Eklem hareket açıklıkları ölçümü sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrasında gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.

	Grup 1 Minimum-maksimum (medyan)	Grup 2 Minimum-maksimum (medyan)	Grup 3 Minimum-maksimum (medyan)	p
EHA				
TÖ	0,0-70 (0,0)	0-50 (0,0)	0,0-70 (0,0)	$>0,05$
TS	0,0-80 (15)	0,0-80 (20)	0,0-80 (0,0)	$>0,05$
p	$<0,05$	$<0,05$	$>0,05$	-

EHA: Eklem hareket açıklıkları

Tablo 5. Yüzeysel elektrik aktivite (EMG aktivitesi) ölçümleri sonuçlarının tedavi öncesi ve sonrasında gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.

	Grup 1 Minimum-maksimum (medyan)	Grup 2 Min-mak (medyan) Minimum-maksimum (medyan)	Grup 3 Min-mak (medyan) Minimum-maksimum (medyan)	p
EMG aktivite				
TÖ	1,9-87 (15,5)	2,10-58 (8,85)	14,6-44 (10,7)	$>0,05$
TS	28,8-90 (24,9)	6,9-206 (49,5)	18,5-57 (28,0)	$>0,05$
p	$>0,05$	$<0,01$	$>0,05$	-

TÖ: Tedavi öncesi; TS: Tedavi sonrası

Tablo 6. Motrisite İndeks değerlerinin tedavi öncesi ve sonrasında gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.

	Grup 1 Min-mak (medyan) Minimum-maksimum (medyan)	Grup 2 Min-mak (medyan) Minimum-maksimum (medyan)	Grup 3 Min-mak (medyan) Minimum-maksimum (medyan)	p
Motrisite İndeksi				
TÖ	0,0-25 (12,5)	9-25 (11,5)	6,40-25 (11,5)	>0,05
TS	8,7-33 (19,0)	5,0-26 (19)	9-33 (1,65)	>0,05
p	<0,05	<0,01	<0,05	-
TÖ: Tedavi öncesi; TS: Tedavi sonrası				

daha kompleks bir yapıya sahiptir ve inme sonrası 3. ayda normale dönen hasta oranı sadece % 20'dir. Beslenme, giyinme, hijyen başta olmak üzere tüm kendine bakım aktivitelerinde ve hatta kişilerin kendilerini ifade etmesinde üst ekstremitte ve elde yeterli kas gücü ve koordinasyon gereklidir (26).

Bu çalışma, inme sonrası hemiparezi gelişen 30 hasta üzerinde, egzersizle kombine ES ve egzersizle kombine ES ile EMG-BF tedavilerinin üst ekstremitte motor ve fonksiyonel gelişimleri üzerinde, tek başına nörofizyolojik tedavi yaklaşımlarına ek bir fayda getirip getirmediğini değerlendirmek amacı ile yapılmıştır. Sonuçlarımız hem ES hem de ES ve EMG-BF ile kombine edilen egzersiz tedavilerinin inme sonrası üst ekstremitte motor ve fonksiyonel gelişimi üzerine etkili olduğunu göstermiştir.

ES uygulaması motor fasilitasyon ve reedükasyon sağlar. Bu tedavinin fizyolojik temeli, santral sinir sistemini (SSS) duyuşal bombardımana tutmaktır. Deri kaynaklı duyuşal uyarıya ilaveten, elektrik stimülasyonu güçlü kas kontraksiyonu ile proprioseptörleri uyarır ve bu uyarılar SSS' ne ulaşır. Böylece ES hem refleks hem de bilinç düzeyinde hareketin oluşumu ve kontrolü üzerinde etkili olabilir (27). Yapılan çeşitli çalışmalar inmeli hastalarda ES uygulamasının üst ekstremitte kas gücü, motor kontrol, eklem hareket açıklığı üzerinde bizim sonuçlarımıza benzer şekilde olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir (13,14,16,28). Yakın zamanda gündeme gelen diğer bir uygulama şekli EMG-stimülasyon yöntemidir. EMG-stimülasyon yönteminde, EMG-BF destekli olarak hastanın aktif kontraksiyonu ile oluşan EMG sinyalleri, önceden belirlenmiş bir eşik değeri aştığında ES uygulanır (29). Bu teknikte hasta, kas ve eklemlerden kaynaklanan görsel ve işitsel proprioseptif sinyallerle uyarıldığından ES'ye bilişsel bir komponent de eklenmiş olmaktadır. Bu tedavi yönteminin uygulandığı sınırlı sayıda çalışmanın sonuçları, EMG-stimülasyon uygulamalarının hem alt hem de üst ekstremitte kas gücü ve eklem hareket açıklıklarının arttırdığı yönündedir (30-32).

Bizim çalışmamızda, EMG-stimülasyon yöntemi kullanılmamış, ancak bu tedavi yöntemine benzer şekilde ES ile kombine edilen EMG-Biofeedback tedavisi uygulanmıştır. EMG-BF, kastaki myoelektrik sinyallerin görsel ve işitsel sinyallere dönüştürür (33). Hasta bu şekilde monitörize edilen fonksiyonu kontrol etmeyi öğrenir. Periferden gelen feedback, beyne istenen hareketle yapılan hareket arasındaki farkı bildirerek, hareketin doğru yapılmasını sağlar. Dolayısıyla hasta bu cihaz yardımıyla miyoelektrik sinyalleri istemli olarak arttırmayı öğrenebilir. Bu da kas gücü ve eklem hareket açıklığı (EHA)'nda artış sağlanmasına yardımcı olabilir (34).

EMG-BF tedavisi ile hemiplejik hastalarda üst ekstremitte fonksiyonlarında, kas gücünde, eklem hareket açıklığında artma olduğu yapılan çeşitli çalışmaların neticesinde gösterilmiştir (11,24,35-38).

Ancak uygulama süresi ve seans sayısı konusunda net bir fikir bulunmamakla birlikte yapılan çeşitli çalışmalarda ortalama bir seans süresi 30 dakika ve seans sayısı ise 10-20'dir (38-40). Biz de çalışmamızda 20 seans tedavi uyguladık. Elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında 20 seans tedavinin yeterli olduğu kanısındayız.

Yapılan çalışmaların sonuçları genel olarak EMG-BF ve ES uygulamalarının gerek alt, gerekse üst ekstremitte rehabilitasyonunda etkili olduğu yönündedir. Ancak bu tedavi seçeneklerinin kombine olarak kullanıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bununla birlikte, Cozean ve ark. (19) bizim hasta grubumuza benzer şekilde, subkortikal ve kortikal infarkt veya hemoraji sonucu inme gelişen subakut ve kronik dönemde olan 36 hastada, alt ekstremitte nöromusküler iyileşmesi üzerine elektrik stimülasyon tekniği olan fonksiyonel ES (FES) ve EMG-BF tedavilerinin etkisini değerlendirdiğinde, EHA ölçümü ve yürüme parametrelerinde kombine tedavi protokolünün daha yararlı olduğunu göstermiştir. Yine Lourenço ve ark. (20) tarafından inme sonrası 6 aydan uzun süre geçen, iskemiye bağlı hemiparezi gelişen ve üst ekstremitte fonksiyon bozukluğu bulunan 59 hastada yapılan çalışmada, iş uğraşı tedavisi ile kombine FES ve EMG-BF tedavisinin üst ekstremitte motor ve fonksiyonel gelişimi üzerine daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızın sonuçları, gerek ES gerekse ES ile kombine EMG-BF tedavisinin, iskemi veya hemaraji sonrası hemiparezi gelişen inme hastalarında üst ekstremitte motor ve fonksiyonel gelişimi üzerinde etkili olduğu yönündedir. Elde ettiğimiz bulgular Cozean ve ark. (19), ve Lourenço ve ark.'nın (20) sonuçlarından kısmen farklı gözükmeyle birlikte bu farklılığın, çalışmaya aldığımız hasta sayısının daha az olmasına bağlı olabileceği düşüncesindeyiz.

İnme sonrası motor iyileşme somatosensoriyel integrasyon teorisi ile yani sensorial korteksin motor korteks ile etkileşime geçmesi ile gerçekleşir (38). Elektrik stimülasyonu ve EMG-ES uygulamalarının somatosensoriyel korteks aktivasyonunu arttırdığı yapılan fonksiyonel MRI çalışmaları ile gösterilmiştir (41). Yine son zamanlarda yapılan hemiplejik üst ekstremitte rehabilitasyonunda EMG-ES etkinliğinin değerlendirildiği birkaç çalışmada fonksiyonel MRI ile somatosensorial aktivite artışı değerlendirilmiş ve EMG-ES' in fonksiyonel iyileşmede etkili olduğu ve fonksiyonel iyi-

leşme ile somatosensoriyel aktivite artışı arasında paralellik bulunduğunu gösterilmiştir (42,43,44). Somatosensoriyel kortekste bu aktivasyon artışı, kortikal organizasyon oluşturarak, fonksiyonel ve yapısal değişiklik yapabilme yeteneği olan beynin plastisitesi üzerine etki yaparak fonksiyonel iyileşmeyi sağlayabilir.

Bu çalışmaya, spontan nörolojik iyileşmesi olan, ciddi spastisitesi bulunan, duyu bozukluğu olan, inme sonrası ilk 3 ay içindeki hastalar alınmıştır (39,45). Diğer yandan, hasta sayımızın az olması, uygulanan tedavi yöntemlerinin uzun dönem etkinliğinin değerlendirilmemiş olması, sonuçların beyindeki lezyonun lokalizasyonuna göre değerlendirilememesinin çalışmamızın kısıtlılıkları olduğunu düşünüyoruz.

Sonuç olarak çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgulara dayanarak ES ve EMG-BF tedavilerinin fonksiyonel ve motor gelişim üzerinde yararlı etkileri olduğunu düşünüyoruz. Sonuçlarımız, kombinasyon tedavisi lehine olmamakla birlikte etki mekanizmaları göz önüne alındığında gerek ES gerekse EMG-BF tedavisinin birbirini tamamlayıcı tedaviler olduğu söylenebilir. Diğer yandan ES ve EMG destekli ES uygulamalarının somatosensoriyel kortekste aktivasyon artışına yol açıcı etkileri dikkate alındığında beyin plastisitesi dolayısıyla motor ve fonksiyonel iyileşme üzerinde etkili olabileceği düşünülebilir. Ancak optimal tedavi seçeneğini belirlemek ve uygulamaların plastisite üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla daha çok sayıda hastayı içeren ve nöro-görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısındayız.

Kaynaklar

- Brandstater EM. Stroke Rehabilitation. In: Delisa JA, Gans MB eds. Rehabilitation medicine principles and practice. Lippincott Williams & Wilkins, United States of America, 1998. p. 1165-89.
- Özcan O. Hemipeji rahabilitasyonu In. Oğuz H. Editör. Tıbbi rehabilitasyon. Nobel Tıp Kitabevleri, 1995. s.385-406.
- Nakayama H, Jorgenson HS, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of upper extremity function in stroke patients: The Copenhagen stroke study. Arch Phys Med Rehabil 1994;75:394-8.
- Kraft GH, Fitts SS, Hammond MC. Techniques to improve function of the arm and hand in chronic hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil 1992; 73:220 -7.
- Chae J, Bethoux F, Bohine T, Dotos L, Davis T, Friedl A. Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functional recovery in acute hemiplegia. Stroke 1998;29:975-9.
- Wissel J, Ebersbach G, Gutjarh L. Treating chronic hemiparesis with modified biofeedback. Arch Phys Med Rehabil 1989;70:612-7.
- Uzunca K. İnmeli Hastalarda EMG Biofeedback Kullanımı. Turkish J Phy Med and Rehabil 2007;53:26-9.
- Mandel AR, Nymark JR, Balmer SJ, Grinnell DM, O' Rlain MD. Electromyographic versus rhythmic positional biofeedback in computerized gait retraining with stroke patients. Arch Phys Med Rehabil 1990;71:649-54.
- Schleenbaker RE, Mainous AG. Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient: a meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil 1993;74:1301-4.
- Basmajian JV, MD. Biofeedback in rehabilitation: A review of principles and practices. Arch Phys Med Rehabil 1981;62:469-75.
- Dijk HV, Jannink MJA, Hermens HJ. Effect of augmented feedback on motor function of the affected upper extremity in rehabilitation patients: A systematic review of randomized controlled trials. J Rehabil Med 2005;37:202-11.
- Yukihiro H. Neurorehabilitation with new functional electrical stimulation for hemiparetic upper extremity in stroke patients. J Nippon Med Sch 2008;75:4-14.
- Baker LL, Yeh C, Wilson D, Waters RL. Electrical stimulation of wrist and fingers for hemiplegic patients. Phys Ther 1979;59:1495-9.
- Hummelshaim H, Mayer-Loth ML, Eichkhof C. The functional value of electrical muscle stimulation for the rehabilitation of the hand in stroke patients. Scand J Rehabil 1997;29:3-10.
- Wang RY, Yang YR, Tsai MW, Wang WT, Chan RC. Effects of functional electrical stimulation on upper limb motor function and shoulder range of motion in hemiplegic patients. Am J Phys Med Rehabil 2002;81:283-90.
- Ada L, Foongchomcheay A. Efficacy of electrical stimulation in preventing or reducing subluxation of the shoulder after stroke: A meta-analysis. Aust J Physiother 2002;48:257-67.
- Powell J, Pandyan AD, Granat MI. Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia. Stroke 1999;30:1384-9.
- de Kron JR, IJzerman MJ, Lankhorst GJ, Zilvold G. Electrical stimulation of the upper limb in stroke: simulation of the extensors of the hand vs. alternate stimulation of flexors and extensors. Am J Phys Med Rehabil 2004;83:592-600.
- Cozean CD, Pease WS, Hubbell SL. Biofeedback and functional electric stimulation in stroke rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil 1988; 69:401-5.
- Lourenção MI, Battistella LR, de Brito CM, Tsulimoto GR, Mlyazaki MH. Effect of biofeedback accompanying occupational therapy and functional electrical stimulation in hemiplegic patients. Int J Rehabil Res. 2008;31:33-41.
- Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of modified asworth scale of muscle spasticity. Phys Ther 1987;67:206-7.
- Kutlay Ş. Nörorehabilitasyonda kullanılan özel kinezyoterapi yöntemleri In: Beyazova M, Kutsal YG eds. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Cilt 1. Güneş Kitabevi. Ankara, 2000. p. 930-49.
- Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1990;53:576-9.
- Basmajian JV, Gowland CA, Brandstater ME. EMG feedback treatment of upper limb in hemiplegic stroke patients a pilot study. Arch Phys Med Rehabil 1982;63:613-6.
- Mahoney FJ, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel index. Md State Med J 1965;14:61-5.
- Parker VM, Wade DT, Langton H. Loss of arm function after stroke: measurement and frequency and recovery. Int Rehabil Med 1986;8:69-73.
- Roby-Brami A, Funchs S, Mokhtari M, Baratuc PL. Reaching and grasping strategies in hemiparetic patients. Motor Control 1997;1:72-91.
- de Kroon JR, IJzerman MJ, Chae J, Lankhorst GJ, Zimold G. Relation between stimulation characteristics and clinical outcome in studies using electrical stimulation to improve motor control of the upper extremity in stroke. J Rehabil Med 2005;37:65-74.
- Chae J, Yu D. Neuromuscular stimulation for motor learning in hemiplegia. Critical Reviews in Phys Rehabil Med 1999;11:279-97.
- Winchester P, Montgomery J, Bowman B, Hislop H. Effects of feedback stimulation training and cyclical electrical stimulation on knee extension in hemiparetic patients. Phys Ther 1983;63:1096-103.
- Fields RW. Electromyographically triggered electric muscle stimulation for chronic hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil 1987;68:407-14.
- Francisco G, Chae J, Chawla H, Kirshblum S, Zorowitz R, Lewis G, et al. Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: a randomized pilot study. Arch Phys Med Rehabil 1998;79:570-5.
- Dursun E. Biofeedback. In: Oğuz H, Dursun E, Dursun N, editors. Tıbbi rehabilitasyon. İstanbul, Güneş Kitabevi; 2004.p.447-57.
- Armağan O, Taşçioğlu F, Oner C. Electromyographic biofeedback in the treatment of the hemiplegic hand: a placebo-controlled study Am J Phys Med Rehabil 2003;82:856-61.
- Wolf SL. Electromyographic biofeedback applications to stroke patients: a critical review. Phys Ther 1983;63:1448-55.
- Inglis J, Donald MW, Monga TN, Sproule M, Young MJ. Electromyographic biofeedback and physical therapy of the hemiplegic upper limb. Arch Phys Med Rehabil 1984;65:755-9.

37. Turczynski BE, Hartje W, Strum W. Electromyographic feedback of chronic hemiparesis an attempt to quantify treatment effects. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65:526-8.
38. Crauraugh JH, Kim SB. Stroke motor recovery active neromuscular stimulation and repetitive practice schedules. *J Neurol Neurosurg Phychiatry* 2003;74:1562-6.
39. Basmajian JV. Biofeedback in physical medicine and rehabilitation. In: De Lisa JA, editor. *Physical medicine and rehabilitation*. 4th ed. Philedelphia, Lippincott Williams-Wilkins; 2005. p. 271-85.
40. Prentice WE. Biofeedback In: Prentice WE, editor. *Therapeutic modalities in rehabilitation*. New York, The McGraw Hill Companies. 2005. p. 182-200.
41. Göksoy T. Biofeedback. In: Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y, editors. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara, Güneş Kitabevi, Ankara, 2000. p. 813-9.
42. Han BS, Jang SH, Chang Y, Byun WM, Lim SK, Kang DS. Functional magnetic resonance image finding of cortical activation by neuromuscular electrical stimulation on wrist extensor muscles. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82:17-20.
43. von Lewinski F, Hofer S, Kaus J, Merboldt KD, Rothkegel H, Schwelzer R, et al. Efficacy of EMG-triggered electrical arm stimulation in chronic hemiparetic stroke patients. *Restor Neurol Neurosci* 2009;27:189-97.
44. Shin HK, Cho SH, Jeon HS, Lee YH, Song JC, Jang SH , et al. Cortical effect and functional recovery by the electromyography-triggered neuromuscular stimulation in chronic stroke patients. *Neurosci Lett* 2008;19:174-9.
45. Anderson TP. Rehabilitation of patients with completed stroke. In: Kotke FJ, Stiwell GK, Lrhman JF eds. *Krusen's Hand book of Physical Medicine and Rehabilitation*, third edition. Philedelphia, Saunders WB. Company 1982. p 583-603.