

HEMİPLEJİK HASTALARIN ALT EKSTREMİTELERİNİN TEDAVİSİNDE EMG BİOGFEEDACK KULLANIMI

Dr. Zühal Ergünay ALTAY*
Dr. Süleyman AKTAŞ**
Dr. Lale CERRAHOĞLU*
Dr. Kazım ŞENEL*

ÖZET:

Bu çalışmada, 40 hemiplejik hastanın alt ekstremitelerinin tedavisinde konvansiyonel fizik tedavi yöntemleri ile EMG Biofeedback'in etkisi incelendi. Hastalar rastgele 20'şer kişilik 2 gruba ayrıldı. Birinci gruba 6 hafta terapötik egzersiz, ikinci gruba 6 hafta terapötik egzersizle birlikte Biofeedback tedavisi verildi. Hem kontrol hem de biofeedback grubunda tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler görüldü. EMG Biofeedback grubu, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında tibialis anterior kasının EMG aktivitesi, ayak bileği ve diz eklem hareket genişliğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görüldü. Ancak yürüme siklus zamanı ve adım uzunluğunda iki grup arasında anlamlı fark görülmedi.

GİRİŞ VE AMAÇ

Serebrovasküler olaylar (SVO) en yaygın ölüm nedenleri arasında kalp hastalıkları ve kanserden sonra 3. sırayı almaktadır. SVO geçiren hastaların % 40'ı ölmektedir. % 10'u yoğun bakıma ihtiyaç göstermektedir. Sağ kalanların % 10'u işine normal olarak dönmekte, %40'ında hafif sakatlık, % 40'ında ise ciddi sakatlıklar görülmektedir (9).

Rehabilitasyon merkezlerine yapılan başvuruların en önde gelen sebebi olan hemiplejinin sık görülmesine rağmen tedavileri konusunda bir standart oluşmamıştır. Genel olarak, eklem hareket genişliği ve kuvvetlendirme egzersizlerini içeren terapötik egzersiz programlarından yararlanılmakta, birçok rehabilitasyon merkezinde de tedavi, refleks inhibisyon veya fasilitasyon teknikleri temelinde dayanmaktadır (3,14,15).

* Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

** İstanbul Haydarpaşa Numune Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Klinik Şefi, Prof. Dr.

Geçmiş yıllarda hemipleji rehabilitasyonunda çeşitli tedavi yaklaşımları ortaya konmuştur. Fay, Bobath, Brunnstorm, Rood, Kobat, Knott ve Voss tarafından çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bobath normal hareket paternlerinden, Brunnstrom çeşitli reflekslerden, Kobal, Knott ve Voss ise proprioseptif nöromuskuler fasilitasyon (PNF) yöntemlerinden yararlanmışlardır (1,3,11).

EMGBiofeedback ilk olarak 1960 yılında Marinacci ve Horande tarafından kullanılmış, hemiplejili ve periferik sinir yaralanmalı hastaların tedavisinde EMG aktivitesini işitsel şekilde göstererek bazı istemli hareketlerin düzeldiğini bildirmiştir (1,8,10).

Daha sonraki yıllarda hemiplejik hastaların alt ekstremitelerinin tedavisinde Biofeedback'le, konvansiyonel tedavileri karşılaştıran çeşitli çalışmalar yapılmış, çalışma sonuçları Biofeedback'in etkisi konusunda oldukça cesaret verici sonuçlar vermiştir. Birçok çalışma sonucunda hmiplejik hastaların, alt ekstremitelerin rehabilitasyonunda EMG Biofeedback kullanımının konvansiyonel fizik tedavi yöntemlerine göre daha fazla iyileşme sağladığı bildirilmiştir (2,3,5,6,12,13,16).

Bu çalışmada, hemiplejik hastaların alt ekstremit fonksiyonlarının ve yürüme bozukluklarının tedavisinde EMG Biofeedback ve konvansiyonel fizik tedavi yöntemlerinin etkinliğini karşılaştırmak amaçlandı.

MATERYAL VE METOD

Çalışmaya 40 (22 erkek, 18 kadın) hemiplejik ya da hemiparatik hasta alındı. Hastaların yaşı 49- 74 arasında değişmekteydi. Çalışmaya alınma kriterleri şunlardır: Medikal olarak stabil, hastalık süresi en az 3 ay olan, ayakta dorsifleksiyon parezisi mevcut, ayak bileği ve parmaklarında minimal de olsa pasif dorsifleksiyon yapabilen, yardımcı cihaz ile veya yardımcı cihazsız yürüycilen, kooperasyon güçlüğü ve afazisi olmayan ve çalışmadan önce EMG Biofeedback tedavisi almamış hastalar çalışmaya dahil edildi.

Tüm hastalar tedavi başlamada önce cins, yaş, tutulan taraf ve hastalık süresi yönünden değerlendirildi.

Her iki grupta değerlendirme 5 yönden yapıldı.

1. Tibialis anterior kasında elektriksel aktivite ölçümü.
2. Aktif ayak dorsifleksiyonunun gonyometrik ölçümü.
3. Ayak ve diz eklem açısı ölçümleri.
4. Yürüme analizi.

1. EMG Biofeedback cihazı ile tibialis anterior kasının elektriksel aktivitesini ölçmek için ENRAF Nonius, DELFT, MYOMED 432 marka Biofeedback cihazı kullanıldı. Bu kasın μV cinsinden elektriksel aktivitesi kaydedildi.

2. Aktif ayak dorsifleksiyonu oturan hastalarda yapıldı. Uyluk tam olarak desteklendi, ayak serbestçe sarkıtıldı. Hastadan ayak dorsifleksiyonunu aktif olarak diz ve kalça hareketi olmaksızın yapması istendi. Hareket genişliği bir gonyometre ile ölçüldü.

3. Ayak ve diz ekleminde aktif ve pasif hareket genişliği gonyometre ile ölçüldü.

4. Yürüme analizi haftada bir, tedavi boyunca yapıldı. Adım uzunluğu metre cinsinden, yürüme siklus zamanı ise (sn cinsinden) bir kronometre ile ölçüldü. Yürümenin değerlendirilmesi için Basmajian'ın "Grading System Scale" kullanıldı. Bu scalaya göre;

O- Dorsifleksiyon yok, 1= Çok az miktarda dorsifleksiyon 2= Zayıf dorsifleksiyon 3= vasat dorsifleksiyon 4= İyi dorsifleksiyon 5= Normal topuk-ayak parmağı yürüme patemi.

Tüm R.O.M., EMG aktivitesi ve zaman ölçümleri üç defa tekrarlanıp 3 değerın ortalaması alınarak kaydedildi. Tüm hastalarda bu değerlendirme kriterleri tedaviye başlamadan önce 6 haftalık tedaviden sonra ve tedavinin bitiminden 4 hafta sonraki kontrollerde değerlendirildi.

Hastalar her biri 20'şer kişilik 2 gruba ayrıldı.

A grubuhastalara standart bu fizik tedavi programı verildi. Hastaların alt ekstremitelerine pasif, aktif yardımcı, aktif ve aktif dirençli R.O.M. ve kuvvetlendirme egzersizleri verildi. Bu egzersizler her iki bacağın kas gruplarına, özellikle ayak bileği olmak üzere tüm büyük eklemlere verildi. Tedaviler haftada 5 gün, her seans 40 dakika olmak üzere 6 hafta sürdü.

B grubu (Konvansiyonel fizik tedavi programı + EMG Biofeedback) hastalara Myomed 432 marka EMG cihazıyla hastaların kas aktivitesini artırmak amacıyla dijital göstergedeki sayıların büyütülmesi, hat seviyesinin ve sesin artırılması istendi. Bunun hastadan ayak bileğine maksimal dorsifleksiyon yapması istendi. Yüzeyel elektrotlar tibialis anterior kasına konularak tesbit edildi. Tedavi haftada 5 gün olmak üzere 6 hafta sürdü. Her seansda 20 dakika terapödik egzersiz + 20 dakika Biofeedback eğitimi verildi.

Her iki grupta tedavi seansları aynı kişi tarafından yapıldı. Primer olarak amaçlanan husus her iki grup hastada ayak dorsofleksiyonunu artırmak idi. Biofeedback eğitimiyle, spastisite saptanan kas gruplarında önce relaksasyon sağlandı. Biofeedback grubunda tedavinin amacı tibialis anteriorun aktive edilmesiyle dorsofleksiyonun sağlanması ve spastisitesi olan hastalarda gastrokne-mius'un relaksasyonu idi. Tibialis anteriorun aktivasyonunu başarmak için hastanın kalça ve dizi 90°de tutuldu. Ayak bileği plantar fleksiyonda idi. EMG sinyalleri yüzeyel elektrotlarla kaydedildi ve hastalara görsel ve işitsel olarak gösterildi. Hastaya EMG aktivitesini maksimuma çıkarması öğütüldü. Hastadan tekrar tekrar bir dakikalık istirahat periodunu takiben 30 sn'de maksimum kont-

raksiyon yapması istendi. Bazı hastalarda, kasların başlangıç aktivasyonunu sağlamak için pasif hareket, deriye vuruş veya etkilenmeyen kontrilateral bacağın hareketi gibi fasilitasyon yöntemleri gerekti. Gastroknemius'un relaksasyon tedavisi alan hastalarda elektrotlar gastroknemiusa yerleştirilerek relaksasyon sağlandı. Relaksasyon (EMG sinyallerinin azaltılması) bir dakikalık aralıklarla ve 3 dakikalık periodlarda uygulandı.

BULGULAR

Her iki grup hastanın tedavi öncesi özellikle Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. A ve B grubu hastaların özellikleri.

Grup	Yaş (Yıl) $\bar{x} \pm SD$	Cins E/K	Tutulan Taraf Sağ/Sol	Hastalık Süresi (ay)
A	62.42 $\pm$ 11.0	11/9	9 Sağ (49 - 74) 11 Sol	8.3
B	60.35 $\pm$ 9.3	10/10	11 Sağ (51-79) 9 Sol	9.1

Tablo 1'de görüldüğü gibi tedavi öncesi iki grup arasında yaş, cins, tutulan taraf, hastalık süresi yönünden anlamlı bir fark yoktu.

A ve B grubu hastalarda tibialis anterior kaslarında tedavi öncesi ve sonrası EMG Biofeedback cihazı ile ölçülen kas aktivasyon değerlerinin karşılaştırılması Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. A ve B grubu hastaların tibialis anterior kaslarının tedavi öncesi ve sonrası kas aktivasyon değerleri.

Grup	Tedavi Öncesi Ortalama Kas Aktivasyon Değerleri $\bar{x} \pm Sd$	Tedavi Sonrası Ortalama Kas Aktivasyon Değerleri $\bar{x} \pm Sd$
A	22.4 $\pm$ 12.50	62.85 $\pm$ 30.60*
B	25.9 $\pm$ 17.60	96.10 $\pm$ 31.50*

* P<0.01.

Tablo 2'de görüldüğü gibi A ve B grubu hastaların tedavi öncesi tibialis anterior kasların aktivasyon değerleri arasında anlamlı bir fark yoktu ($P>0.05$). Tedavi sonrası her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler oldu ($P<0.01$). Tedavi sonrası iki grubun karşılaştırılmasında B grubu lehine ($P<0.01$) anlamlı sonuçlar bulundu.

Her iki grup hastada ayak ve diz eklem hareket genişliğinin tedavi sonrası skorlarının karşılaştırılması Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo 3. A ve B grubu hastaların ayak ve diz eklem hareket genişliğinin tedavi sonrası skorlarının karşılaştırılması.

Grup	Ayak Eklemi ROM Değişiklikleri Ortalaması $\bar{x} \pm Sd$	Diz eklemi ROM Değişiklikleri Ortalaması $\bar{x} \pm Sd$
A	2.6 ± 4.1	10.50 ± 7.5
B	10.10 ± 5.2	35.40 ± 15.2

Tablo 3'de görüldüğü gibi her iki grup hastanın ayak ve diz eklemleri hareket genişliği skorların karşılaştırılmasında B grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler görüldü ($P<0.01$).

A ve B grubu hastalarda tedavi sonrası ortalama adım uzunluğu ve yürüme siklus zamanı değişiklikleri Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Her iki grup hastada tedavi sonrası ortalama adım uzunluğu ve yürüme siklus zamanı değişikliklerinin karşılaştırılması.

Grup	Adım uzunluğu (metre)		Yürüme Siklu Zamanı (Sn)	
	T.Ö.	T.S.	T.Ö.	T.S.
A	0.5 ± 0.20	0.55 ± 0.22	2.65 ± 0.82	2.63 ± 0.01
B	0.52 ± 6.18	0.58 ± 0.22	2.45 ± 1.05	2.40 ± 0.90

Tablo 4'de görüldüğü gibi her iki grup hastada T.Ö. ortalama adım uzunluğu ve yürüme siklus zamanı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Tedavi sonrası her iki grupta da anlamlı iyileşmeler oldu. Ancak tedavi sonrası iki grubun karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($P>0.05$).

TARTIŖMA VE SONUÇ

EMG Biofeedback, kiŖinin çoğu zaman varlığından habersiz olduğu vücut fonksiyon deęiŖimlerini kendisine aletler yoluyla direkt ve devamlı olarak vermeyi sağlayan her türlü teknik olarak tarif edilmiŖtir (6,10).

Son yıllarda yapılan bazı alıŖmalarda hemiplejik hastalarda nöromuskuler readükasyonu sağlamak için EMG Biofeedback kullanılmıŖtır. Biofeedback kullanımıyla motor kontrolde kantitatif ve fonksiyonel kazançlar meydana geldiği rapor edilmiŖtir (2,8,14).

EMG Biofeedback'in hemiplejik hastaların alt ekstremitelerinin rehabilitasyonunda gelecek vaadeden bir terapodik metod olduğu ve motor eğitimde terapodik egzersiz programlarından daha etkin bir tedavi Ŗekli olduğu ileri sürölmektedir (8,12,13,14).

Hemipleji rehabilitasyonunun primer hedefi hastanın mobilizasyonunun sağlanmasıdır. eŖitli rehabilitasyon prosedürlerinin kullanımıyla bu fonksiyonun iyileŖmesinin hızlandırılması amaçlanır (12).

Hemiplejik hastalarda görölebilen en önemli defisitlerden birinin afferent input bozukluğu olduğu ve propriosepsiyonun da motor kontrolde en önemli afferent input olduğu bildirilmiŖtir. EMG Biofeedback afferent inputu artırmak amacıyla kullanılır (4).

Hemiplejik hastaların rehabilitasyonunda EMG Biofeedback kullanımının alt ekstremitede üst ekstremiteden daha etkili olduğu bildirilmiŖtir. Bu durum üst ekstremitede propriosepsiyonun daha kötü olmasına bağlanmaktadır (14).

EMG Biofeedback'in etkinliğini araŖtırmak amacıyla EMG ve R,O,M'un en iyi klinik parametreler olduğu bildirilmiŖtir (13).

Düşük ayaklı hemiplejik hastalarda tipik yürüme paterni, ayağın sürekli plantar fleksiyonu, fleksiyona getirilemeyen sert bir diz ve swing fazında fleksiyon halinde kalçadır (12).

Düşük ayağın tedavisinde; baŖarlı bir tedaviyi, tibialis anterior kasının fonksiyonun artırılarak ayağın dorsifleksiyonun iyileŖmesiyle birlikte aynı zamanda kalça v ediz eklem hareketlerinin iyileŖmesi oluŖturur (12).

1975 de Basmajian ve ark. kronik düşük ayaklı 20 hemiplejik hastada Biofeedback eğitimi ile konvensiyonel fizik tedavi eğitimlerini karŖılaŖtırmıŖlar, kontrol grubuna 5 hafta süreyle terapodik egzersiz, diğer gruba aynı süreyle terapodik egzersiz+Biofeedback eğitimi vermiŖler, Biofeedback tedavisi alan grupta tibialis anterior kas kuvveti ve ayak eklem hareket geniŖlięinde kontrol grubunda yaklaŖık 2 kat kadar büyük artıŖlar elde etmiŖlerdir. Biofeedback grubundaki 4 hasta dorsofleksiyon bilinçli kontrolünü baŖarmıŖ, bu 4 hastadan 3'ü kısa bacak cihazı kullanmaksızın yürümeyi baŖarmıŖlardır (2).

Takebe ve Bsmajian, 1976'da düşük ayaklı 15 hemiplejik hastada EMG Biofeedback tedavisiyle yürüme paternini iyileşmesinde başarılı sonuçlar bildirmişlerdir. Tibialis anterior kasının EMG aktivitesinde anlamlı artışlar gözlenmiştir. EMG Biofeedback kullanımının sadece kas fonksiyonunda değil yürüme paterninde de etkili olduğunu rapor etmişlerdir (12).

1978'de Mroczek ve ark. Hemiplejik hastaların motor aktivitelerinin eğitiminde EMG Biofeedback ile konvansiyonel fizik tedavi yöntemlerini karşılaştırmışlar, çalışmaya 1-10 yıllık 9 post-stroklı hasta almışlar, her iki grupta da EMG aktivitesi ve eklem hareket genişliğinin tedavisinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler gözlemişlerdir. Ancak her iki parametrede de iyileşmelerin EMG Biofeedback grubunda daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir (8).

Wolf ve ark. 1980'de 34 hemiplejik hastada 28 üst ve 26 alt ekstremitesinde EMG Biofeedback tedavisinin sonuçlarını tedaviden bir yıl sonra tekrar değerlendirmişler, daha önce başarılı ve vasat olarak greadlenmiş 19 üst ve 20 alt ekstremitenin performanslarında herhangi bir gerileme olmadığını gözlemişlerdir. Hataların yaş, cins, etkilenen taraf, hastalık süresi, daha önce uygulanan rehabilitasyon programının süresi gibi faktörlerin iyileşen fonksiyonların 1 yıl korunmasında etkili olmadığını bildirmişlerdir (16).

Binder ve ark. 1981'de 10 kronik hemiplejik hastanın alt ekstremitelerinin tedavisinde terapödik egzersizle, EMG Biofeedback'i karşılaştırmışlar her iki grupta da ayağın aktif hareket genişliğinde anlamlı iyileşmeler bildirmişlerdir. Ancak her iki tedavi grubu karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tesbit edilmemiştir (3).

Burnside ve ark. 1982'de 22 hemiplejik hastada, düşük ayağın iyileşmesindeki etkinlikleri yönünden EMG Biofeedback ve terapödik egzersiz tedavisini karşılaştırmışlar, Biofeedback grubunda tüm ölçümlerde anlamlı iyileşmeler gözlemişlerdir (5).

Wolf ve Binder-Macleod 1983'de kronik hemiplejili 7 hastada etkilenen alt ekstremitelerinin iyileşmesinde EMG biofeedback'in etkisini incelemişler ve bu Biofeedback grubunda dizde ve ayak bileğinde aktif hareket genişliğinde ve bu hareketleri idare eden kasların EMG aktivitelerinde artışlar olduğunu belirtmişlerdir. Yürüme hızında iyileşme olmadığı ancak anlamlı olarak yürümede daha az kompleks yardımcı cihazlara ihtiyaç gösterildiği bildirilmiştir (15).

1988'de Cozean ve ark. hemiplejik hastalarda yürüme bozukluklarının tedavisinde Biofeedback ve fonksiyonel elektrik stimülasyonun etkisini incelemişlerdir. Biofeedback ve fonksiyonel elektrik stimülasyonu ile yapılan kombine tedavide ve ayak bileğinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler olduğunu belirtmişlerdir. Yürüme hızı, yürüme siklus zamanı ve stance fazı simetrisinin de iyileştiğini bildirmişlerdir. Dizin ve ayak bileğinin eklem hareket genişliğinde Biofeedback'in FES'den biraz daha etkili olduğunu ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir (6).

Brundy ve ark. nöromotor kontrolü bozuk değişik 114 hastada yaptırılan 3 yıllık çalışmada, motor cevapta düzelmelerin çoğu kez 8-12 haftalık periyotta değişen oranlarda anlamlı iyileşmeler olduğunu rapor etmişlerdir (4).

Johnson ve Gorton'da tibialis anterior kaslarına görsel ve işitsel feedback uygulandıkları 10 hemiplejik hastada başarılı sonuçlar bildirmişlerdir (7).

Yaptığımız çalışmada iki grup arasında tedavi öncesi yaş, cins, tutulan taraf, hastalık süresi yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (Tablo 1).

Her iki grupta da tedavi öncesi tibialis anterior kasının ortalama kas aktivasyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. 6 haftalık tedaviden sonra her iki grupta da anlamlı iyileşmeler oldu. Ancak iki grubun karşılaştırılmasında Biofeedback grubu lehine anlamlı sonuçlar bulundu ($P<0.01$) (Tablo 2).

Ayak ve diz eklem hareket genişliği değerlerinin tedavi sonrası skorlarının karşılaştırılmasında B grubu lehine anlamlı iyileşmeler görüldü ($P<0.01$) (Tablo 3).

Ortalama adım uzunluğu ve yürüme siklus zamanı değişikliklerinin tedavi sonrası değerlendirilminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P>0.05$) (Tablo 4).

Her iki grupta da hiçbir hastada tam bir yürüme paterni görülmedi. Ancak iki grupta da tüm parametrelerde anlamlı iyileşmeler oldu. Tibialis anterior kas aktivasyon değeri, ayak ve diz eklem hareket genişliği, parametrelerinde EMG Biofeedback grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler bulundu Ortalama adım uzunluğu ve yürüme siklus zamanı değerlerinde iki grup arasında anlamlı bir fark tesbit edilemedi. İki grupta da tedavinin bitiminden dört hafta sonra yapılan kontrollerde tüm parametrelerde herhangi bir değişiklik yoktu.

Sonuç olarak, EMG Biofeedback tedavisinin hemiplejik hastaların alt ekstremitelerinin tedavisinde etkili bir tedavi şekli olduğunu, ancak bu konuda sınırlı sayıda çalışma yapılmış olması, uygun kontrol ölçümlerinin olmaması nedeniyle, daha çok sayıda ve çeşitlilikte çalışma yapılması gerektiğini ve tedavi edilen hastaların uzun süren takibinin önemini vurguluyoruz.

SUMMARY

EMG Biofeedback Applications in Treating Lower Extremities of Hemiplegic Patients

The study examined the efficacy of conventional physical therapy training and EMG biofeedback treatment in treating the lower extremities of 40 adult hemiplegic patients. They were randomly divided into two groups of twenty pa-

tients. The first group were treated over six weeks with therapeutic exercise and the second group were treated over six weeks with therapeutic exercise plus Biofeedback training. Both the control and Biofeedback groups showed statistically significant improvements to all parameters. Statistically significant differences were seen in EMG activity of the tibialis anterior muscle, and range of movement of ankle and knee in the EMG Biofeedback group as compared to control groups. But gait cycle time stride length showed no significant difference between EMG Biofeedback and control groups.

KAYNAKLAR

1. Basmajian JV: Neuromuscular facilitation techniques Arch Phys Med Rehabil 52: 40-42, 1971.
2. Basmajian JV, Kukulka CG, Narayan MG et al: Biofeedback treatment of foot-drop after stroke compared with standard rehabilitation technique: effect on voluntary control and strength. Arch Phys Med Rehabil 56: 231-236, 1975.
3. Binder SA, CB, Wolf SL: Evaluation of electromyographic biofeedback as an adjunct to therapeutic exercise in treating the lower extremities of hemiplegic patients. Phys Ther 61: 886-893, 1981.
4. Brundy J, Korein J, Grynbaum BB et al: EMG feedback therapy: Review of 114 patients Arch Phys Med Rehabil 57: 55-61, 1976.
5. Burnside IG, Tobias HS, Bursill D: Electromyographic feedback in the remobilization of stroke patients: A Controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 217-22, 1982.
6. Cozean CD, Pease WS, Hubbell SL: Biofeedback and functional electric stimulation in stroke rehabilitation Arch Phys Med Rehabil. 69: 401-405, 1988.
7. Johnson HE, Garton WH: Muscle re education in hemiplegia by use of electromyographic device. Arch Phys Med Rehabil 54: 320-322, 1973.
8. Mroczek N., Halpern D., Mc Hugh R: Electromyographic feedback and physical therapy for neuromuscular retraining in Hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil 59: 258-267, 1978
9. Ryerson SJ: Hemiplegia resulting from vascular insult or disease. In Neurological Rehabilitation. Edited by D.A. Umphred, Jewell, the C.V. Mosby Company, 475-514, 1985.
10. Segal J: Biofeedback as a medical treatment, JAMA, 232 (2): 179-180, 1975

11. Stern PH, Mc DOWELL F, Miller JM: Effects of facilitation exercise techniques in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 51: 526,531 1970.
12. Takebe K, Basmajian JV: Gait analysis in stroke patients to assess treatments of foot drop. *Arch Phys Med Rehabil* 57: 305,310, 1976.
13. Wolf, SL: Electromyographic biofeedback applications to stroke patients: a critical review *Phys Ther* 63 (9): 1148-1454, 1983.
14. Wolf SL, Baker MP, Kelly JL: EMG Biofeedback in stroke effect of patient characteristics. *Arch, Phys Med Rehabil* 60: 96-102, 1979.
15. Wolf SL, Binder-Macleod SA: Electromyographic Biofeedback application to the hemiplegic patient 63: 9, 1404-1413, 1983.
16. Wolf SL, Baker MP, Kelly JL: EMG Biofeedback in stroke: A 1-year follow up on the effect of patient characteristics. *Arch, Phys Med Rehabil* 61: 351-355, 1980.