

İnme Sonrası Motor Korteks Uyarılabilirliği Üzerine Vibrasyonun Etkileri

Dr. Sultan Tarlacı

Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroloji Ana Bilim Dalı, Bornova, İZMİR

Dr., PhD, A.Bülent Turman

Biyomedikal Bilim Dalı , Sydney Üniversitesi, Sydney, AVUSTURALYA

Doç. Dr. Burhanettin Uludağ

Prof. Dr. Cumhuri Ertekin

Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroloji Ana Bilim Dalı
ve Klinik Nörofizyoloji Bilim Dalı, Bornova. İZMİR

Yazışma Adresi

Dr. Sultan TARLACI

172 Sokak No:23 K:4 D:14

35040 Bornova İZMİR

Tel: 232 343 01 74

starlaci@hotmail.com

Bu çalışmanın özet şekli, XVI. Ulusal klinik nörofizyoloji ve EEG-EMG kongresinde (3-5 Haziran 1999, Kayseri) poster olarak sunulmuştur.

İNME SONRASI MOTOR KORTEKS UYARILABİLİRLİĞİ ÜZERİNE VİBRASYONUN ETKİLERİ

ÖZET Bu çalışma, sağlıklı kontroller ve inmeli olguların motor korteks uyarılabilirliği üzerine vibrasyonun periferik afferent sinir girdiler yoluyla olabilecek etkisini ortaya koymak amacıyla yapıldı. Bu amaçla sekiz sağlıklı ve sekiz inmeli olgu çalışmaya alındı. Uyarım eşikleri çok yüksek olan kapsüller inmeli olgular çıkarıldığında, kortikal inmeli olgularda belirgin eşik düşüklüğü tespit edildi. İnmeli olguların etkilenmiş hemisferlerinden

elde edilen motor uyarılmış potansiyellerin latansı 30 Hz'de kısaldı, oysa 130 Hz vibrasyonla belirgin değişiklik olmadı. İkinci değerlendirmede, etkilenmiş hemisfer latanslarında hem 30 hem de 130 Hz'de değişiklik olmadı. Sağlam hemisferde, düşük frekansta bir değişiklik olmazken yüksek frekanslı vibrasyonda latans belirgin kısaldı. Sağlıklı kontrol ve inmeli olgu grubunda amplitüdde belirgin artış oldu. Fakat, sağlıklı kontrol grubunda artış çok daha belirgindi. Duyusal girdilerin etkisinin anlaşılması, inme sonrası motor kortekste reorganizasyonu güçlendirecek tedavilere yardımcı olacak, hem fonksiyonel düzelmeye mekanizması ve hem de nöro-rehabilitasyon için potansiyel tedavilere yeni bakış açısı getirecektir.

Anahtar Kelimeler: İnme, motor korteks, transkranyal manyetik uyarım, vibrasyon, plastisite.

The Effects of vibration on the Post Stroke Motor Cortex Excitability

ABSTRACT The present study was performed to determine the pathways of peripheral afferent nerve inputs that influence the activities of the motor cortex by the examining the effect of vibration on the motor cortex excitability in the patients with stroke and normal healthy control. We examined eight healthy control and eight patients with stroke. Excluding capsular infarction (in whom there was a higher threshold), a significant lower threshold was found cortical stroke patients. In the involved hemisphere, mean onset latency was shorter during 30 Hz vibration whereas latency was not changed by the 130 Hz

vibration. In the second examination, onset latency were not changed both 30 Hz and 130 Hz vibrations. In the intact hemisphere any change was not observed by low frequency vibration but significant shorted by high frequency vibration. There were a clear augmentation on the amplitude in patients and healthy control during low and high vibrations. But, in the healthy control group was found to influence profoundly the amplitude of elicited by vibration. Appreciate of the sensorial inputs that any future therapies aimed at reorganized within motor cortex after stroke, and give new insight both into mechanisms of functional recovery and potential therapies for neuro-rehabilitation.

Key Words: Stroke, motor cortex, transcranial magnetic stimulation, vibration, plasticity.

GİRİŞ

Transkranyal manyetik stimülasyon (TMS) non-invazif olarak kortikospinal yolu objektif incelemek için kullanışlı bir yöntemdir (18). Motor korteks, duyuusal sistemden farklı seviyelerde bağlantılar alır. Periferik afferent duyuusal yollar kortiko-kortikal bağlantılar,

kortiko-subkortiko-kortikal halkanın dolaylı olarak veya ventro lateral talamus (11), serebellum (21) yoluyla motor korteksle bağlantılı olduğu gösterilmiştir.

Motor korteksin uyarılabilirliği periferden gelen değişik tipte uyarıların etkisi ile değişim gösterir. Periferik sinir uyarımının

kortikal uyarılabilirlikteki etkisi TMS ile sağlıklı insanlarda çalışılmıştır (22). Bu uyarılar yüzeysel ve derin dokulardan (proprioceptif) kaynaklanır ve değişik tipte afferent alıcıları aktive eder. Mekanik vibrasyonlar ile oluşan uyarılar derideki iki tip hızlı adapte olan (fast adapting, FA) afferent yollar tarafından taşınır. Alçak frekanslı vibrasyonlar, Meissner korpüskülleri ve kıl follikülü reseptörlerini innerve eden Tip I (FA-I), yüksek frekanslı vibrasyonlar ise Paccini korpüsküllerini innerve eden Tip II (FA-II)'leri aktive eder. Kaslardaki kas içcikleri de mekanik uyarılara duyarlı olup özellikle 100-200 Hz arasındaki vibrasyonlar ile uyarılırlar (2). Yüksek frekanslı vibrasyonların Ia afferentlerinin neden olduğu presinaptik inhibisyon yoluyla tonik vibrasyon refleksinin ortaya çıkmasına da yol açtığı uzun zamandır bilinmektedir (25).

Periferik elektrik uyarılarının ve mekanik vibrasyonların TMS ile oluşan motor uyartılmış potansiyeller (MUP) üzerine etkisi vardır (22,24,25). Ancak bu etkinin santral sinir sisteminde hangi seviyede oluştuğu henüz tam belirginlik kazanmamıştır. Bazı araştırmalar etkileşimin korteks seviyesinde olduğunu desteklerken (14), diğer çalışmalar omur ilik seviyesinde bir etkileşimin (4,5,6) olduğunu destekler niteliktedir.

Bu çalışmanın amacı inmeli hastalarda kısa ve uzun dönemde motor korteks uyarılabilirliğinin değişik frekanslı vibrasyonlar ile nasıl etkilendiğini anlamak ve etkileşimin hangi düzeyde olduğunu ortaya koymaktır.

MATERYAL VE METOD

Sekiz inmeli hasta (ortalama yaş: 64, sınır: 52-76, 1 kadın ve 7 erkek) çalışmaya alındı. Olguların 7'i sağ eli ve biri sol elliydi. Her olguya beyin BT/MR çekilerek inme nedeni ortaya kondu. İnme nedeni olarak 5 olguda orta serebral arter bölgesinde (ASM), 2 olguda kapsüler bölgeyi içine alan iskemik inme ve bir olguda talamo-kapsüler kanama tespit edildi. İnme sonrası en erken 3 ve en geç

15 gün içinde ilk test uygulandı, 4-10 hafta arasında test tekrarlandı.

Motor kayıp gelişen üst distal ekstremitte kas gücü MRC (Medical Research Council)'ye göre değerlendirilerek puanlandı. Motor güç kaybı tam olan hastalar çalışmaya alınmadı. Elektrofizyolojik olarak çalışmaya alınan her olguya; median-ulnar motor-duyusal sinir iletisi ve SEP çalışması yapıldı. Bunlardan herhangi birisinde patoloji tespit edilenler, diyabeti, böbrek yetmezliğine bağlı üremisi olanlar ve epilepsi tanılı olanlar çalışmadan çıkarıldı. SEP'ler hipotenar bölgeden ulnar sinirin yüzeysel elektrik uyarımı ile kaydedildi. 2.0 Hz ve 0.2 msn uyarı süresiyle görünür 5.parmak hareketi gözlenene kadar uyarı şiddeti artırıldı. Gümüş-gümüş klorür EEG elektrotlarıyla frontal F3 ve F4 referans alınarak, C3' ve C4' yerlerinden, 50 msn tarama süresi ile kaydedildi.

MUP yanıtları hem lezyonlu hemde etkilenmemiş hemisferlerden TMS (MagStim 200, 1.5 Tesla, The Magstim Co Ltd, Whitland, İngiltere) ile maksimal kontralateral eşik yanıt elde edilene kadar coilin pozisyonu değiştirilerek elde edildi. Eşik yanıt, test edilen her hemisferin stimülasyonu için tam gevşemiş kasda yaklaşık 100 µV'luk yanıtın elde edilmesi kabul edildi. MUP yanıtı oluşturan eşik TMS değerinin % 50 üzeri stimülasyon şiddetiyle, 5 yanıtın ortalaması alınarak üzerinden ortaya çıkış latansı (onset latency) ve tepe-tepe (peak to peak) amplitüd değerleri ölçüldü. Yanıtlar abduktör digiti minimi (ADM) kasından yüzeysel bipolar gümüş EMG elektrotlarının tendon-kas göbeği düzeninde yerleştirilmesiyle, 50-100 msn tarama süresi ve 0.5-1.0 mV/divizyon duyarlılığında kaydedildi.

Her test edilen taraf için hipotenar bölge üzerine tam gevşek ve yarı kası durumunda vibrasyon cihazıyla (TVR, HV-12D. Heiwa Electronic Industrial Co.Ltd., ayarlanabilir frekans aralığı 30-130Hz arası, silindir başlıklı, çıkış 60W) alçak (30 Hz) ve yüksek (130 Hz) frekanslı mekanik vibrasyonlar uygulandı. Her durum için 5

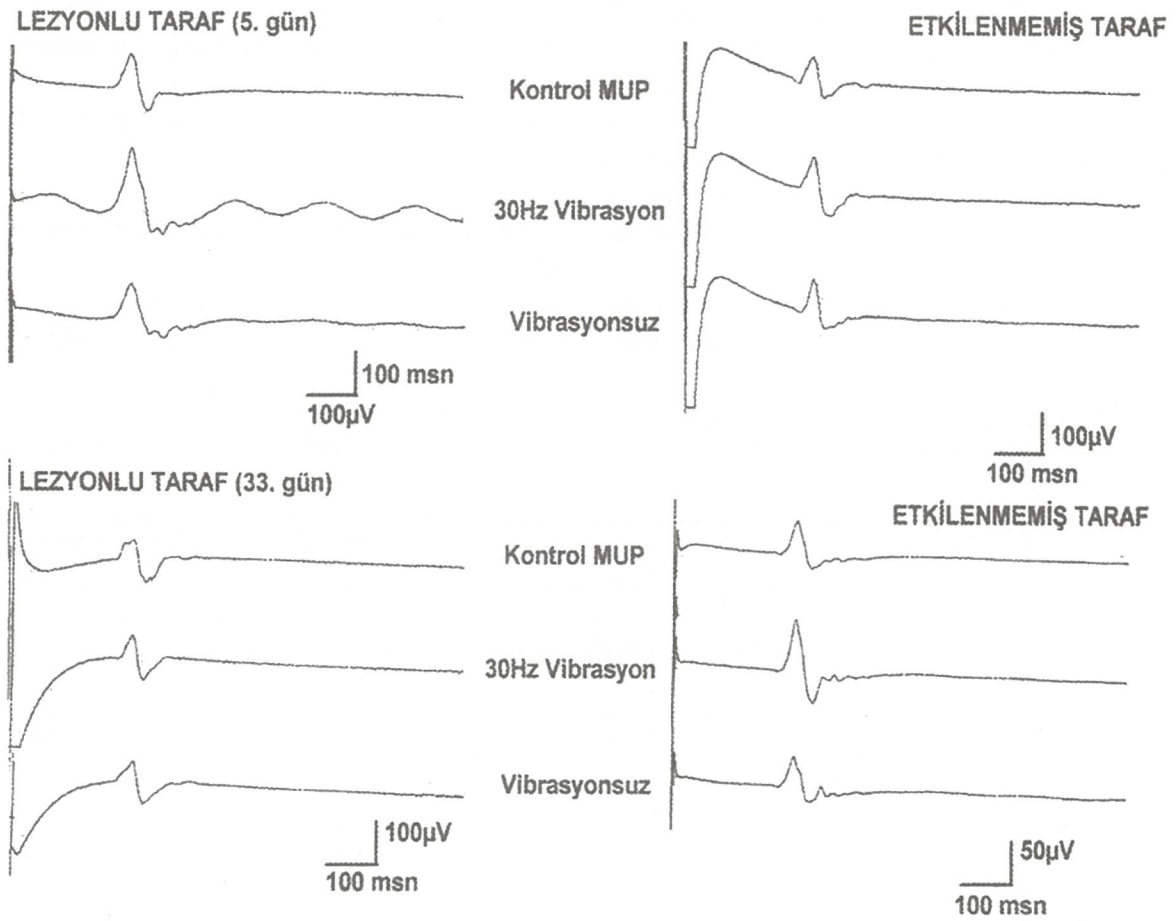
kontrol bazal-istirahat yanıtının ardından, 5 kez "vibrasyon esnasında" ADM kasından MUP yanıtları kayıtları ve averajları alındı (Şekil 1).

Sonuçlar hastaların etkilenmiş, etkilenmemiş hemisferleri arasında ve demografik olarak benzer özellikler gösteren 8 sağlıklı kontrolden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldı. İstatistiksel yöntem olarak; çoklu grupların karşılaştırılması için One-Way ANOVA (post-hoc, Bonferroni testi) kullanılırken, bağımsız gruplar için Mann-Whitney U, aynı hastanın ilk ve ikinci testlerinin karşılaştırılması için Wilcoxon testi kullanıldı. $p < 0.05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.

SONUÇLAR

TMS eşik değerleri

İlk bakıda etkilenmiş hemisferlerin eşik değeri ortalama $\%43.3 \pm 15.4$ olarak bulunmuşken, ikinci kontrolde ortalama eşik $\%38.3 \pm 13.6$ olarak bulundu. İlk ve ikinci kontrol eşik değerleri arasında fark anlamlıydı ($p=0.001$). Etkilenmemiş hemisferlerde ise ilk bakıda ortalama $\%35.4 \pm 12.8$ uyarılma eşiği saptanırken, ikinci kontrolde ortalama $\%30.5 \pm 10.3$ idi ($p=0.797$). Normal kontrol olgularında ise eşik değerleri $\%35.4 \pm 10.8$ olarak saptandı. Normal kontrol olgularıyla karşılaştırıldığında, etkilenmiş hemisfer ve etkilenmemiş hemisferlerin eşik değerleri bir farklılık göstermiyordu. İskemik inmenin



Şekil.1 İnmeli bir olguda, lezyonlu ve sağlam hemisfer uyarımı ile kontrol ulgusunun karşılaştırımı. Vibrasyonlu ve vibrasyonsuz dönemde ilk ve ikinci testte elde edilmiş MUP'ler. Lezyonlu ve sağlam taraflardan ilk (5. gün) ve ikinci (33. gün) testlerde elde edilen ortalama MUP kayıtları gösterilmiştir. Vibrasyon esnasında latans kısalmaları ve amplitüd artışları görülmektedir. Her trase 5 MUP yanıtının ortalamasıdır.

kapsüle internayı içine aldığı 2 hastada ortalama TMS eşiği yüksekti (ortalama %60.2). Bu iki olgu dışında kalan, kortikal inmeli olgular göz önüne alındığında, etkilenmiş hemisferlerin ortalama eşik değerleri normal kontrol olgularına göre anlamlı düşük bulundu ($p=0.045$).

Vibrasyonun MUP latansı üzerine etkisi

Sağlıklı kontrol olgularında istirahat durumunda MUP yanıtlarının ortalama latansları 21.7 ± 2.8 msn olarak saptandı. Bu latans değeriyle karşılaştırıldığında, normal sağlıklı olgularda 30 Hz'de 1.3 ve 130 Hz'de 1.4 msn ile kısalma oluştu. Başlangıç değerine göre bu kısaltmalar anlamlıydı (30 Hz'de $p=0.04$ ve 130 Hz'de $p=0.05$) (Tablo 1).

İnmeli olgularda, etkilenmiş hemisferde vibrasyonsuz dönemde ortalama 23.6 ± 2.0 msn'lik latans tespit edildi. Bu latans değeri 130 Hz vibrasyon uygulandığı esnada kısaltmakla birlikte (23.1 ± 1.7 msn) anlamlılık göstermedi ($p=0.918$). 30 Hz vibrasyon uygulanması sırasında ise anlamlı kısalma (22.2 ± 2.0 msn, $p=0.03$) oluştu.

İnmeli olguların sağlam hemisferleri uyarımı ile elde edilen MUP latansları

(23.3 ± 1.8 msn) normal sağlıklı olgular (21.7 ± 2.8 msn) ile karşılaştırıldığında farklılık tespit edilmedi ($p=0.201$). Yine, bu hemisferlerin 30 ve 130 Hz vibrasyon uygulanması esnasında uyarımı ile kayıt edilen MUP'lerin latanslarında herhangi bir değişiklik meydana gelmedi.

İlk ve ikinci kontrolde, inmeden etkilenmiş hemisferden vibrasyon uygulanmadan elde edilen MUP latansları karşılaştırıldığında, zaman içinde anlamlı bir farklılık oluşmadığı tespit edildi. Yine, ikinci kontrolde istirahat latans değerleri normal olgulardan farklılık göstermedi. Etkilenmiş hemisferde ikinci bakıda 30 Hz ve 130 Hz vibrasyon uygulanması anlamlı latans değişikliği oluşturmadı. Etkilenmemiş hemisfere; 30 Hz vibrasyon uygulanması esnasında önemli bir etki oluşmazken, 130 Hz esnasında ilk bakıdan farklı olarak vibrasyonun belirgin etkisi olduğu görüldü (22.8 ± 1.1 'e karşılık 21.1 ± 1.0 msn, $p=0.004$).

Vibrasyonun MUP amplitüdü üzerine etkisi

MUP'lerin amplitüdü TMS'un uyarı-kayıt parametreleri (uyarı şiddeti, elektrot

Tablo 1. İnmeli hemisfer, sağlam hemisfer, normal kontrol olguları, ikinci kontrolde inmeli hemisferin uyarımı ile 30 Hz ve 130 Hz mekanik vibrasyon frekanslarında elde edilen amplitüd ve latans değerleri. Değerler ortalama, standart sapmayı göstermektedir.

	Eşik+ %50 ile uyarım	İstirahat Latans (msn)	İstirahat Amplitüd (μ V)	30 Hz vibrasyon		130 Hz vibrasyon	
				Latans (msn)	Amplitüd (μ V)	Latans (msn)	Amplitüd (μ V)
İnmeli Hemisfer	68.4 13.8	23.6 2.0	584.6 575	22.2 2.0	976.5 977.2	23.1 1.7	834.8 940.0
Normal Hemisfer	62.6 9.2	23.3 1.8	1605.0 1073.2	22.5 2.3	2877.0 1987.8	22.9 2.6	2654.0 1232.1
IH'de ikinci Kontrol	59.6 14.6	23.1 2.2	746.1 475.5	23.1 2.7	1138 868.0	22.3 2.2	1310.3 990.6
Normal Kontrol	62.8 8.9	21.7 2.8	2508.2 2557.0	20.4 2.3	3705.0 2423.0	20.3 2.1	336.7 2351.4

durumuyla (gevşek, kasılı, hareket öncesi) değişmekle birlikte (9,12,20) olgularımızda amplitüd analizleri de yaptık (Tablo 1).

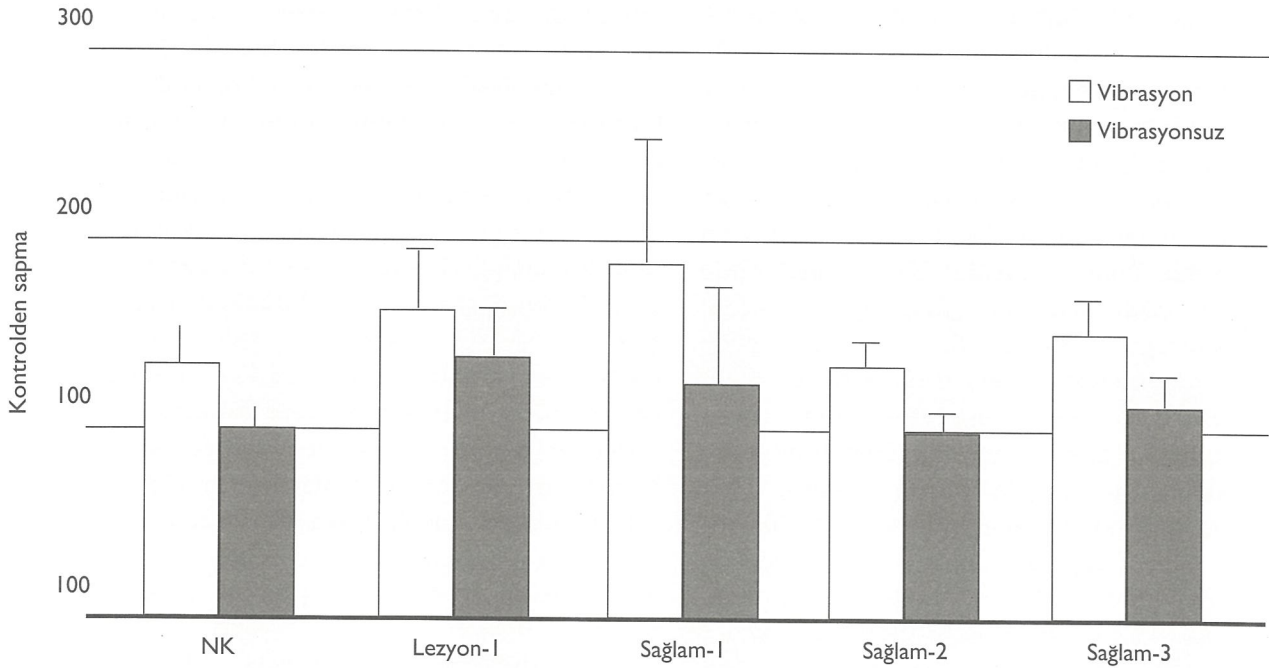
Normal sağlıklı kişilerde, 30 Hz ve 130 Hz vibrasyon esnasında, vibrasyonsuz istirahat durumuna göre amplitüdlere belirgin artış (sırasıyla, $p=0.03$ ve 0.026) tespit edildi. İnmeli olguların, etkilenmiş hemisferinde ise her iki vibrasyon frekansında istirahat durumuna göre anlamlı artış tespit edildi (30 Hz için $p=0.045$ ve 130 Hz için 0.059). Ancak, bu artış normal kontrol olgularında daha belirgindi (30 ve 130 Hz'de, $p=0.007$ ve 0.012).

Amplitüdlere üzerine olan, yukarıda bahsedilen olası etkilerden dolayı, vibrasyon esnasında ve istirahat durumunda yüksek standart sapma gösterdiler (Tablo 1). Bu da amplitüdlere anlamlı kullanımını sınırlamaktadır. Olası etkilerin doğuracağı yanlış değerlendirmeleri minimuma indirmek için, sağlıklı kişilerin MUP yanıtının amplitüd ortalaması % 100 taban değeri olarak kabul edilerek, vibrasyonlu ve vibrasyonsuz MUP

amplitüdlere bu değerden sapmaları yüzde olarak hesaplandı. Bu sapmalar sağlıklı bireylerde ortalama olarak 30 Hz vibrasyon esnasında % 130'a, 130 Hz esnasında ise % 146'ya yükseldi. Vibrasyonsuz dönemler arasında bile bu artışın 130 Hz için % 115 düzeyinde kaldığı görüldü. İnmeli 8 hastanın ilk testlerinde 30 Hz vibrasyonun hem lezyonlu hem de lezyonsuz hemisfere uygulanan TMS ile elde edilen MUP amplitüdlere ortalama olarak, sırasıyla % 164 ve % 185 düzeyine çıkardığı saptandı. İkinci testte ise bu değerlerin % 133 ve % 153 düzeylerine indiği görüldü (Şekil 2). 130 Hz vibrasyon ile hastaların sağlam ve etkilenmiş tarafında normal deneklerde görülen fasilitasyona benzer değişiklikler görüldü.

TARTIŞMA

Gevşek kasa uygulanan, özellikle düşük frekanslı vibrasyonla (maksimum 75 Hz), elde edilen MUP yanıtları fasilete olur. Ancak,



Şekil.2 Normal kontrol olguları ve hastaların MUP yanıt amplitüdlere 30 Hz vibrasyon esnasında ve vibrasyon olmadığı kontrol taban (sağlıklı bireylerde elde edilen ortalama amplitüd değeri, yani %100) değerlerinden \pm SEM sapmaları görülmektedir. NK; normal sağlıklı bireyleri, Lezyon-1; ilk test esnasında etkilenmiş hemisferden, Sağlam-1; ilk kontrolde sağlam hemisferden elde edilen amplitüd değerlerini, Lezyon-2 ve Sağlam-2 ise ikinci testte etkilenmiş ve etkilenmemiş hemisferden elde edilen amplitüdlere göstermektedir.

istemli aktive edilen kasa vibrasyon uygulandığında benzer MUP fasilitasyonu gözlenmez. Bu kas içciklerinin istemli kası esnasında alfa-gama ko-aktivasyonu nedeniyle zaten aktive olmuş olmasına bağlanır (23).

Vasküler olaylara bağlı inme, primer motor korteks (M1), subkortikal olarak kapsüller, meduller ve omur ilik düzeyinde piramidal motor yolu etkileyerek motor kayba neden olur. Kapsüller iskemik inmeler göz önüne alınmazsa, kortikal vasküler lezyonlu olgularımızda motor korteksin TMS ile uyarılabilirlik eşiği düşük bulunmuştur. Bu etkinin kortikal presinaptik inhibitör nöral döngülerin inme sonucu etkilenmesi ile olduğu ve inme sonrası görülen epileptik nöbetlerin oluşmasında neden olabileceği öne sürülmüştür (19). Ancak, farklı çalışmalarda bunun karşıtı olarak, hemisferik inmelerde inhibitör aktivitenin arttığı ve ağır motor kaybın inici motor yolların doğrudan etkilenmesinden ziyade, kortikal inhibitör internöronların hiperaktivitesiyle ortaya çıktığını destekleyen çalışmalar da vardır (3). Özellikle ilk bakıda inmeden etkilenmiş hemisferin uyarılma eşiğinin ikinci bakıda anlamlı derecede azalması, inhibitör aktivitenin akut inme esnasında arttığı görüşüne kanıt sağlar niteliktedir. Kapsüller inmeli olguların sayısı yorum yapmak için az olmasına rağmen, ortalama uyarı eşiği belirgin yüksekti. Bunun kapsüller bölge inmelerinde ortaya çıkan ağır kas gücü kaybıyla ilişkili olabileceği düşünülmeli. Çünkü, kas gücü kortikal inmelilerle benzer düzeydeydi. Daha önceki çalışmalarda, orta derecedeki motor kayıplara neden olan kapsüller inmelerde elektrik uyarımı ile motor yanıtın elde edilmemesi sık bir bulgu olarak belirtilmiştir (1). Yine, kapsüller inmeli olgularımızda vibrasyonun belirgin etkisi görülmedi. Talamusun özellikle ventro lateral çekirdeğini etkileyen inmelerde, periferik duyuşal girdilerin motor kortikal uyarılabilirlik üzerindeki etkisinin kalktığı gösterilmiştir (11). Kapsüller inmelerde, bu bölgenin yakın yerleşiminden dolayı çekirdeğinin etkilenmesi kortikal uyarılabilirliğin azalmasına katkıda

bulunmuş olabilir.

Normal deneklerde hem alçak (30 Hz) hemde yüksek frekanslı (130 Hz) vibrasyon MUP yanıtlarının latansında anlamlı kısalmaya yol açtı. Ancak hastalarda inmeli hemisferdeki etkinin, 130 Hz ile sırasında görülmemesi ve 30 Hz uyarı ile görülmesi farklı afferent girdilerin farklı yerlerde etki yarattığını düşündürmektedir. Düşük frekanslı afferent uyarıların omurilik düzeyinde motor nöron havuzunu fasilite ettiği ve bu etkinin korteksten inen uyarıların azalmasından etkilendiği şeklinde yorumlanabilir (5,6). Omurilikte vibrasyonun motor nöron uyarılabilirliğini arttırmasına rağmen (4), vibrasyonun Ia liflerini uyararak oluşturduğu presinaptik blok nedeniyle bu etki gözlenmez. Bu nedenle presinaptik bloğun ortadan geçici kaldırılması afferent uyarının motor nörona ulaşmasına izin verir (24) ve fasilitasyona neden olur.

Normal olgularla karşılaştırıldığında, ilk ve ikinci testte hemisferik inmeli olguların sağlam hemisferleri üzerinde alçak frekanslı vibrasyon aynı etkiyi gösterdi. Bu, erken dönemde, en azından bizim hastalarımızda elektrofizyolojik olarak transkortikal bir inhibisyon (13) olmadığı lehinedir. Yüksek frekanslı vibrasyon, ikinci testte sağlam hemisfer üzerine (ilk testte gözlenmeyen) belirgin etki etti ve latansta kısalmaya neden oldu. Zaman içinde sağlam hemisfer üzerinde, daha önceden gözlenmeyen bu etkinin ortaya çıkması, sağlam hemisferde reorganizasyonun göstergesi olabilir (10,15,16,17). Değişik çalışmalarda, inme sonrası reorganizasyonun sadece etkilenmiş hemisferde değil de sağlam hemisferde de olduğu gösterilmiştir (16,17). Ancak, neden düşük frekanslı vibrasyonun ikinci testte sağlam hemisferde benzer etkiyi göstermediği araştırılması gereken açık bir sorudur.

MUP'lerin amplitüdüleri bir çok faktörden etkilenmesi (12) ve normal kişilerde bile aşırı değişkenliğinden dolayı bir çok çalışmada dikkate alınmamışlardır (8). Ancak bu çalışmada, amplitüd değişikliklerinin incelenmesi ile alçak frekansların hastalarda

normal deneklerde oluşan fasilitasyondan daha güçlü bir fasilitasyona yol açtığı ve bu etkinin vibrasyon aralarında bile süregelen tonik bir etki olduğu görüldü. Ancak zaman içinde hastaların klinik bulgularının düzelmesi ile bu artmış fasilitasyonun da azaldığı görüldü. Özellikle deriden kalkan afferent reseptörleri aktive eden alçak frekanslı mekanik vibrasyon uyarıları (12), olasılıkla etkilerini kortikal seviyede gösteriyor olabilirler. Presinaptik inhibitör nöral döngülerin etkilenmesi bu fasilitasyonun artmasına yol açabilir (19). Yüksek frekanslı vibrasyonun kas içciklerini uyarması (2) ise hastalarda, normal olgularda görülene benzer bir fasilitasyona omurilik düzeyinde yol açmış olabilir.

Alçak ve yüksek frekanslı vibrasyonun motor korteks üzerine etkilerinin detaylı olarak anlaşılması, inme sonrası motor korteks reorganizasyonunun nasıl geliştiğine ışık tutacaktır. Elde edilecek sonuçlar, farklı duyuşal uyarıların motor kortekste neden olduğu reorganizasyonun (7,10,15,16,17) daha iyi anlaşılmasına neden olacak ve belki de değişik frekanslı mekanik vibrasyonların inme rehabilitasyonunda kullanılmasına yol açacaktır.

KAYNAKLAR

1. Berardelli A, Inghilleri A, Manfredi M, et al. Cortical and cervical stimulation after hemiparetic infarction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*-1987; 50:861-865.
2. Capaday C, Cooke JD. Vibration-induced changes in movement-related EMG activity in humans. *Exp Brain Res*-1983; 52:139-146.
3. Clansen J, Schnitzer A, Binkofski F., et al. The motor syndrome associated with exaggerated inhibition within the primer motor cortex of patients with hemiparetic stroke. *Brain*-1997; 605-619.
4. Claus D, Mills KR, Murray NMF. Facilitation of muscle responses to magnetic brain stimulation by mechanical stimuli in man. *Exp. Brain Res*-1988;71: 273-278.
5. Claus D, Mills KR, Murray NMF. The influence of vibration on the excitability of alpha motoneurons. *Electroenceph Clin Neurophysiol*-1988;69:431-436.
6. Deletis V., Schild JH, Beri_ A, et al. Facilitation of motor evoked potentials by somatosensory afferent stimulation. *Electroenceph Clin Neurophysiol*-1992;85:302-310.
7. Ergenzinger ER, Glasier MM, Hahm OJ., et al. Cortically induced thalamic plasticity in the primate somatosensory system. *Nature Neurosci*-1998;1:226-229.
8. Ferbert A, Vielhaber S, Meincke U, et al. Transcranial magnetic stimulation in pontine infarction: correlation to degree of paresis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*-1999; 55:294-299.
9. Gandevia SC, Rothwell JC. Knowledge of motor commands and the recruitment of human motoneurons. *Brain*-1987;110:1117-1130.
10. Hamdy S, Rothwell JC. Gut feelings about recovery after stroke: the organization and reorganization of human swallowing motor cortex. *Trends Neurosci*-1998;21:278-282.
11. Horne MK, Porter R. The discharges during movement of cells in the ventrolateral thalamus of the conscious monkey. *J Physiol*-1980;304: 349-372.
12. Kasai T, Hayes KC, Wolfe DL, et al. Afferent conditioning of motor evoked potentials following transcranial magnetic stimulation of motor cortex in normal subjects. *Electroenceph. Clin Neurophysiol*-1992;85:95-101.
13. Komaba Y, Osono E, Kitamura S, Katayama Y. Crossed cerebello-cerebral diaschisis in patients with cerebellar stroke. *Acta Neurol Scand*-2000;101(1):8-12.
14. Komori T, Watson B, Brown WF. Influence of peripheral afferents on cortical and spinal motoneuron excitability. *Muscle Nerve*-1992;15:48-51.
15. Kujala T, Alho K, Näätänen R. Cross-modal reorganization of human cortical functions. *Trends Neurosci*-2000;23:115-120.
16. Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR. Treatment-Induced Cortical Reorganization After Stroke in Humans. *Stroke*- 2000;31:1210-1216.
17. Randolph JN. Recovery after damage to motor cortical areas. *Current Opinion in Neurobiology*-1999;740-747.
18. Rossini PM, Barker AT, Berardelli A, et al. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord and roots: basic principles and procedures for routine clinical application. Report of an IFCN committee. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*-1994;91:79-82.
19. Schnitzler A, Benecke R. The silent period after transcranial magnetic stimulation is of exclusive cortical origin: evidence from isolated cortical ischemic lesions in man. *Neurosci Lett*-1994;80:41-45.
20. Starr A, Caramia M, Zarola F, et al. Facilitation of non-

invasive electrical stimulation of human brain hand motor area occurs before voluntary movement. *Electroenceph Clin Neurophysiol*-1988;70:26-32.

21. Thach WT. Correlation of neural discharge with pattern and force of muscular activity, joint position, and direction of intended next movement in motor cortex and cerebellum. *J Neurophysiol*-1978;41:654-675.
22. Turman AB, Rothwell JC, Ridding MC. Effects of afferent inputs on motor cortex excitability in humans. *Proc Australian Neurosci Soc*-1996;7:192.
23. Vallbo AB. Discharge patterns in human muscle spindle afferents during isometric voluntary contractions. *Acta Physiol Scand*-1970;80:552-566.
24. Valls-Sole J, Alvarez R, Tolosa SE. Vibration-induced presynaptic inhibition of the soleus H reflex is temporarily reduced by cortical magnetic stimulation in human subjects. *Neuroscience Letters*-1994;170:149-142.
25. VanBoxtel A. Differential effects of low-frequency depression, vibration-induced inhibition, and post-tetanic potentiation on H-reflexes and tendon jerk in human soleus muscle. *J Neurophysiol*-1986;55:551-568

37. ULUSAL

37th National Annual

NÖROLOJİ

Neurological

KONGRESİ

Congress

2001

Bilimsel Sekreteryä

Adres: Maraş Cad.
Ticaret Mektep Sk.
No: 3/1 61030
Trabzon
Tel: (0 462) 326 90 91
(0 462) 325 83 09
Fax: (0 462) 326 91 92
e.posta: mozmenoglu@usa.net

31 EKİM-4 KASIM 2001

31 October-4 November 2001

MERİT-LIMRA OTEL KEMER ANTALYA

flap tour

Adres: Cinnah Caddesi
No:42 06690
Çankaya Ankara
Tel: (0 312) 442 07 00
Fax: (0 312) 440 77 99
e.posta: gurkan@flaptour.com.tr
web-site: www.flaptour.com.tr

www.norokongre2001.org



TÜRK NÖROLOJİ DERNEĞİ
TURKISH NEUROLOGICAL SOCIETY



K.T.Ü. TIP FAKÜLTESİ
Nöroloji Ana Bilim Dalı
K.T.Ü. MEDICAL FACULTY
Department of Neurology