

FİZİKSEL TIP

HEMİPLEJİK HASTALARDA ALT EKSTREMİTEDE KEMİK YOĞUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE BONE MINERAL DENSITY OF THE LOWER EXTREMITIES OF THE HEMIPLEGIC PATIENTS

Oya GÜLEÇ MD*, Gülçin Kaymak KARATAŞ MD*, Jale M. TAN MD*, Fatma ATALAY MD*

* Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

ÖZET

Serebrovasküler olaya bağlı hemipleji vakaları immobilizasyona bağlı osteoporoz riski taşımaktadırlar. Bu çalışmada hemiplejik hastalarda bilateral alt ekstremitelerde kemik mineral yoğunlukları değerlendirilmiş ve immobilizasyonla ilişkisi araştırılmıştır.

Çalışmaya alınan 18 erkek, 14 kadın toplam 32 hastada, her iki tibial kemikte kantitatif ultrasonografi ile kemik yoğunluğu ölçümleri yapılarak ses iletim hızı (SİH), t ve z skorları hesaplandı. Hastaların demografik özellikleri, osteoporoz risk faktörleri ve kadın hastalarda menopoza süresi sorgulandı. Ashworth skalasına göre spastisite ve Rivermead mobilite indeksleri değerlendirilerek her iki alt ekstremitelerde kemik mineral yoğunluğuna ait parametrelerle ilişkileri araştırıldı.

Yaş ortalaması 58.1±9.3 yıl olan hastaların ortalama hastalık süresi 24.2±18.6 ay olarak saptandı. Hem tüm hasta grubunda, hem de erkek ve kadın hasta gruplarında hemiplejik ve sağlam ekstremiteler arasında SİH, t ve z skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Erkek hastalarda yaş, hastalık süresi ile her iki alt ekstremitelere ait SİH, t ve z skorları arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmedi. Kadın hastalarda yaş ve menopoza süresi ile bu parametreler arasında korelasyon saptanmazken, hastalık süresi ile hem sağlam, hem de hemiplejik tarafa ait parametreler arasında kuvvetli korelasyon saptandı.

Anahtar sözcükler : Immobilizasyon, hemipleji, kemik mineral yoğunluğu, kantitatif ultrasonografi

SUMMARY

In stroke patients, there is a risk for osteoporosis due to immobilization. In this study bone mineral densities of both lower extremities of hemiplegic patients were evaluated and its relationships with immobilization were investigated.

Bilateral tibial bone mineral densities of 18 men and 14 women, a total of 32 patients were measured by quantitative ultrasound and speed of sound (SOS), t and z scores were estimated. The participants were questioned for demographic properties, risk factors for osteoporosis and for menopause durations in women. Spasticity and Rivermead Mobility Indexes were assessed and their relationships between bone mineral density parameters were evaluated.

Mean age of the participants was determined as 58.1±9.3 years and mean duration of illness was 24.2±18.6 months. No significant differences were found in SOS, t and z scores between hemiplegic and normal extremities in total patients. In men, no significant correlation was found between age, duration of illness and SOS, t and z scores of both extremities. In women, there was not any correlation between age, menopause duration and bone mineral density parameters, but there was a strong correlation between illness duration and bone mineral density parameters in both hemiplegic and normal sides.

Key words : Immobilization, hemiplegia, bone mineral density, quantitative ultrasound

GİRİŞ

Osteoporoz kemik mineral kaybı, kemik dokusunun mikro yapısında bozulma, kırık riskinin artması ile karakterize sık görülen bir patolojidir. Genetik faktörler, immobilizasyon, hormonal bozukluklar, beslenme alışkanlıkları gibi birçok faktöre bağlı ortaya çıkabilir (1). Immobilizasyona bağlı osteoporoz son zamanlarda üzerinde önemle durulan bir konu olmuş-

tur(2). Mobilizasyonu kısıtlı olan hastalarda görülen osteoporoz, yüksek kırık riski nedeniyle mortalite ve morbiditeyi arttırmaktadır(3). İnme ve kardiovasküler olaylar tedavisinde son yıllarda meydana gelen gelişmeler bu hasta grubunda yaşam süresinin uzamasına neden olmuştur(4). Mobilizasyonun kısıtlı olduğu bu hasta grubunun artması osteoporoz dahil olmak üzere immobilizasyona bağlı pek çok sorunun ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

İmmobilizasyon sonrası kemik kaybı, insan ve hayvanlarda yapılan araştırmalarda çeşitli ölçüm teknikleri ile gösterilmiştir (1-5). Kemik kaybının nöronal ve vasküler nedenlerin yanı sıra esas olarak vücut yükü ve kas geriliminin ortadan kalkmasına bağlı olduğu düşünülmüştür(5). Kortikal kemik uzun kemiklerde mekanik gücün önemli bir belirleyicisidir ve kortikal kemik kaybı özellikle yaşlı hastalarda ekstremitelerde kırık riskini arttırmaktadır. Kortikal kemik primer olarak kas gerilimini ve vücut yükünü taşıdığı için, hemiplejik hastada etkilenen tarafta kas gerilimi ve vücut ağırlığının taşınmasındaki azalma, kortikal kemik kaybı ve kırık riskini arttırabilmektedir(6). Alt ekstremitede kırıkları yaşlı hastalarda mortaliteyi arttırdığından alt ekstremitede kortikal kemik kaybının değerlendirilmesi önemlidir. Fakat hemiplejik hastalarda alt ekstremitede kortikal kemik yoğunluğu değerlendirilmesine yönelik az sayıda çalışma yapılmıştır. Bu alt ekstremitede kemik kütesinin değerlendirilmesinin güçlüğünden kaynaklanıyor olabilir(6).

Histolojik, histomorfometrik ve biokimyasal göstergelerin yanısıra çeşitli , radyolojik ve yoğunluk ölçüm teknikleri ile kemik yoğunluğu değerlendirilmektedir(1). Kantitatif ultrasonografi, ses dalgalarının katı cisimler içinden geçerken uğradığı fiziksel değişimler esas alınarak geliştirilmiş bir yöntem olup, ses dalgalarının hızının kemik mineral yoğunluğu ile bağlantılı olduğu gösterilmiştir(7). Radyasyona maruz bırakmaması, ekonomik ve kolay uygulanabilmesi gibi nedenlerle, kantitatif ultrasonografi kemik yoğunluğunu değerlendirmede iyi bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır(7,8).

Bu çalışmada kantitatif ultrasonografi ile hemiplejik hastalarda her iki tibial kemik yoğunluğunun değerlendirilmesi ve yaş, hemipleji süresi, menopoz süresi gibi faktörler göz önünde bulundurularak osteoporoz ve immobilizasyonun ilişkisini araştırmak hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmaya hemipleji nedeniyle rehabilitasyon programına alınan 18 erkek, 14 kadın olmak üzere toplam 32 hasta dahil edildi. Tüm hastaların demografik özellikleri, osteoporoz yönünden risk faktörleri, kemik metabolizmasını ilgilendiren ilaç kullanımları, kalsiyum alımına yönelik alışkanlıkları ve kadın hastalarda menopoz süresi sorgulandı. Alt ekstremitede kalça, diz ve ayakbileği çevresi kas tonusu modifiye Ashworth skalasına göre değerlendirildi. Mobilizasyon düzeyinin belirlenmesinde Rivermead mobilite indeksi kullanıldı (Tablo I). Kantita-

tif ultrasonografi (Myriad 2000) ile hastalarda her iki tibial kemik yoğunluğu ölçümleri yapıldı. Ses iletim hızı (SİH), t ve z skorları hesaplanarak, hemiplejik ve sağlam ekstremiteler sonuçları karşılaştırıldı.

Tablo I. Rivermead Mobilite İndeksi (Her 'evet' için 1 puan verilir).

	Puan
1. Yatakta dönme: Sirtüstünden yan duruma yardımsız geçme	—
2. Yatar durumdan oturur duruma geçme	—
3. Oturma dengesi: Yatak kenarında desteksiz 10 sn. oturma	—
4. Oturur durumdan ayağa kalkma: Sandalyeden 15 sn.'den kısa sürede ayağa kalkıp, 15 sn. ayakta durma (gerekirse destekli)	—
5. Desteksiz ayakta durma: Yardımsız 10 sn.	—
6. Transfer: Yataktan sandalyeye, oradan tekrar yatağa yardımsız geçme	—
7. İçeride yürüme: Gerekirse yardımcı cihazla 10 m. yürüme	—
8. Merdiven: Yardımsız 1 kat merdiven çıkma	—
9. Dışarıda yürüme: Dışarıda, düz yolda yardımsız yürüme	—
10. İçeride yürümek: Yardımsız 10 m. yürüme	—
11. Yerden bir şey almak: 5 m. yürüyüp yerden bir şey aldıktan sonra geri dönme	—
12. Dışarıda yürüme: Düzgün olmayan bir zeminde yardımsız yürüme	—
13. Banyo yapmak: Küvet veya duşta banyo yapmak	—
14. Merdiven: Trabzana tutunmadan, gerekirse yardımla 4 basamak inip, çıkma	—
15. Koşma: Aksamadan, 10 m.'yi 4 sn.'de koşma (hızlı yürüme de olabilir)	—

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS istatistik paket programı kullanıldı. Hemiplejik ve sağlam ekstremitelere ait verilerin karşılaştırılmasında bağımlı grup ortalamaları arası farkın önemlilik testi kullanıldı. Parametreler arasındaki ilişkinin araştırılmasında Pearson korelasyon katsayısı hesaplandı. Anlamlılık düzeyi olarak $p < 0.05$ kabul edildi.

SONUÇLAR

Yaş ortalaması 58.18 ± 9.3 yıl(42-73 yaş) olan hastaların ortalama hemipleji süresi 24.2 ± 18.6 ay(1-84 ay) olarak hesaplandı. Ortalama Rivermead mobilizasyon skoru 9.4 ± 3.6 olarak saptandı İki kadın hastada pretibial ödeme bağlı olarak hemiplejik alt ekstremitede kemik yoğunluk ölçümü yapılamadı. Tüm hastalara ve erkek ve kadın hasta gruplarına ait demografik özellikler, kalça, diz ve ayak bileği çevresi kaslarına ait total

spastisite skoru ve Rivermead mobilite indeksi skorları Tablo II'de gösterilmektedir.

Ortalama ses iletim hızı hemiplejik alt ekstremitede 3921.8±170.2 m/sn, sağlam ekstremitede ise 3928.2±148.3 m/sn olarak hesaplandı. Hemiplejik ve sağlam ekstremitelerde ortalama t skoru sırasıyla -0.5±1.5 ve -0.4±1.3, ortalama z skoru ise -0.2±1.4 ve -0.1±1.3 olarak hesaplandı (Tablo III). Tüm olgular göz önüne alındığında hemiplejik ve sağlam taraf arasında ses iletim hızı, t ve z skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0.05). Hastaların yaşı, hemipleji süresi, spastisite derecesi ve mobilizasyon skorları ile her iki alt ekstremiteye ait ses iletim hızı, t ve z skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı (p>0.05) (Tablo II, III).

TABLO II: Demografik özellikler, total spastisite skoru ve Rivermead mobilite indeksi (RMİ) skor ortalamaları.

	Kadın (Ortalama±SD) n=14	Erkek (Ortalama±SD) n=18	Toplam (Ortalama±SD) n=32
Yaş	59.6±9.8	57±9	58.1±9.3
Hemipleji süresi (ay)	16.9±11.5	29.9±21.1	24.2±18.6
Menopoz süresi(yıl)	11.8±11.6	—	11.8±11.6
Total spastisite skoru	5.1±3.3	3.5±2.4	4.2±2.9
RMİ skoru	8.4±4.1	10.2±3	9.4±3.6

TABLO III : Kemik yoğunluğuna ait parametrelerin ortalamaları (SİH:Ses iletim hızı)

	Sağlam ekstremité (Ortalama±SD)	Hemiplejik ekstremité (Ortalama±SD)
Ses İletim Hızı (m/sn)		
Kadın	3855.4±170.5	3801.6±185.5
Erkek	3980.8±106.4	4001.8±100.8
Toplam	3928.2±148.3	3921.8±170.2
t-skoru		
Kadın	-1.1±1.6	-1.6±1.7
Erkek	0.03±0.9	0.2±0.9
Toplam	-0.4±1.3	-0.5±1.5
z-skoru		
Kadın	-0.5±1.5	-1±1.7
Erkek	0.2±1.0	0.3±0.9
Toplam	-0.1±1.3	-0.2±1.4

Erkek hastaların yaş ortalamaları 57.0±9.0 yıl, ortalama hemipleji süresi 29.9±21.2 ay idi. Rivermead mobilizasyon skoru ortalaması 10.2±3.1 olan erkek hastalarda ortalama ses iletim hızı hemiplejik ve sağlam alt ekstremitede sırasıyla 4001.8±100.8 m/sn ve 3980.8±106.4 m/sn idi. Ortalama t skoru hemiplejik tarafta 0.2±0.9, sağlam tarafta 0.03±0.9 iken, ortalama z skoru sırasıyla 0.3±0.9 ve 0.2±1.0 olarak değerlendirildi (Tablo III). Hemiplejik ve sağlam ekstremiteler arasında ses iletim hızı, t ve z skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0.05). Yaş, hemipleji süresi, spastisite derecesi ve mobilizasyon skorları ile her iki alt ekstremiteye ait ses iletim hızı, t ve z skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı (p>0.05).

Kadın hastaların yaş ortalaması 59.6±9.8 yıl olup, tümü postmenopozal dönemdeydi. Ortalama menopoz süresi 13.8±11.5 yıl, ortalama hemipleji süreleri 16.9±11.5 aydı. Hastaların Rivermead mobilite skoru 8.4±4.1 olarak saptandı. Kemik yoğunluk ölçümü yapılan kadın hastalarda ortalama ses iletim hızı hemiplejik ekstremitede 3801.6±185.5 m/sn, sağlam ekstremitede 3855.4±170.5 m/sn olarak belirlendi. Ortalama t skoru hemiplejik ve sağlam tarafta sırasıyla -1.6±1.7 ve -1.1±1.6, ortalama z skoru ise -1.0±1.7 ve -0.5±1.5 olarak saptandı (Tablo III). Hastalarda hemiplejik ve sağlam ekstremiteler arasında ses iletim hızı, t ve z skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0.05). Yaş, menopoz süresi, spastisite derecesi ve mobilizasyon skoru ile sözü edilen parametreler arasında anlamlı bir ilişki saptanmazken, hemipleji süresi ile hem sağlam, hem de hemiplejik alt ekstremiteye ait parametreler arasında negatif yönde kuvvetli korelasyon saptandı (TabloIV). Çalışmaya alınan olguların kemik yoğunluğuna ait

TABLO IV : Kadın hastalarda hemipleji süresi ile kemik yoğunluğuna ait parametreler arasındaki korelasyon katsayıları

	r	p
Ses İletim Hızı		
Hemiplejik ekstremité	-0.717	p<0.01
Sağlam ekstremité	-0.736	p<0.01
t-skoru		
Hemiplejik ekstremité	-0.724	p<0.01
Sağlam ekstremité	-0.727	p(0.01
z-skoru		
Hemiplejik ekstremité	-0.687	p<0.05
Sağlam ekstremité	-0.741	p<0.01

parametrelerin ortalamaları ve kadın hastalarda hemipleji süresi ile kemik yoğunluğuna ait parametreler arasındaki korelasyon katsayıları Tablo III ve IV'de gösterilmiştir.

TARTIŞMA

Osteoporozla bağlı olarak gelişen kırıklar özellikle ileri yaş grubundaki hastalarda önemli bir morbidite ve disabilite sebebidir. Son yıllarda osteoporotik kırık sıklığının belirgin artması yol açtığı morbidite ve disabilitenin yanısıra ekonomik kayıpları nedeniyle de önemli bir sorun haline getirmiştir(9). Bu nedenle kırık riskinin arttığı vakaların belirlenmesi önem kazanmaktadır(10).

Kemik yoğunluğu ile ilgili yapılan çalışmalar osteoporozun kortikal kemiği de, trabeküler kemik oranında etkilediğini göstermiştir. Ruff ve ark. yaşlanmayla birlikte, tibia ve femurda endosteal rezorbsiyona bağlı medullar genişleme olduğunu tespit etmişlerdir(11). Kemik yoğunluğundaki azalmanın yanısıra, osteoporozun kortikal ve trabeküler kemiğin mekanik özellikleri üzerine de etkisi söz konusudur. Shuffler ve ark. kortikal kemiğin elastik yapısının osteoporozla daha duyarlı olduğunu, elastik yapıdaki değişimin kemik yoğunluğuna göre 7 kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir(12). Bu çalışmada kortikal kemiğin yapısında osteoporozla bağlı olarak meydana gelen bu değişiklikler göz önüne alınarak, kortikal kemiğin yoğun olduğu tibia üzerinden kemik yoğunluğu ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Günümüzde kemik kütlelerinin, yoğunluğunun ve mineral içeriğinin saptanması amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Kemik yoğunluğu kemiğin fizyolojik ve patofizyolojik durumunun önemli bir göstergesi olup, kırık riskini ortaya koyan en önemli ölçülerden birisi olarak kabul edilmektedir(13,14). Kemik yoğunluğunu değerlendirmek için kullanılan yöntemler arasında, kantitatif ultrasonografi tekniğini diğer ölçüm yöntemlerinden ayıran en önemli özellik, kemik kütlelerinin yanı sıra kemiğin yapısı ve elastisitesi hakkında bilgi vermesidir(13). İnvitro çalışmalarda ses iletim hızı ile kortikal kemiğin elastik yapısı arasında anlamlı korelasyon gösterilmiştir(13). Klinik çalışmalarda da osteoporotik hastalarda ses hızında normale göre anlamlı düşüş saptanmıştır(7, 15). Shumskii ve ark. elit atletlerin tibial ses iletim hızını inceledikleri çalışmalarında, artan fiziksel aktivite ile ses hızının arttığını tespit etmişlerdir(16).

Osteoporoz gelişiminde en önemli risk faktörlerinden birisi immobilizasyondur. Hayvan deneyleri ve gönüllülerde yapılan çalışmalarda zorunlu yatak istirahatine bağlı kemik kaybı gözlenmiştir. Donaldson ve ark. üç sağlıklı gönüllü ile yapılan bir çalışmada 36 haftanın sonunda % 25-45 oranında kemik kaybı olduğunu saptamışlardır(17). Yapılan hayvan deneylerinde ise immobilizasyona bağlı kemik kaybı miktarının sıçanlarda 42 günde % 16, köpeklerde 40 haftada % 30-50 olduğu bulunmuştur(18,19).

Nörolojik hastalıklara bağlı immobilizasyon sonucunda da kemik kaybı olduğu gösterilmiştir(20). Kemik yoğunluğunu etkileyen genetik ve çevresel faktörlerin gözardı edilebilmesi, sağlam olan ekstremitenin hemiplejik ekstremitenin kontrolü olarak kullanılabilmesi nedeniyle hemiplejik hastalar immobilizasyon çalışmalarında yararlı model oluşturmuşlardır(21, 22). Del Puente ve ark. kemik yoğunluğunu dual-energy X-ray absorpsiometri (DXA) ile değerlendirdikleri çalışmalarında, kadınlarda daha belirgin olmak üzere her iki cinsiyette hemiplejik tarafta femur boynu kemik mineral yoğunluğunda azalma saptamışlardır(4). Sonuç olarak özellikle postmenopozal kadınlarda immobilizasyonun osteoporoz için önemli bir risk faktörü olduğu belirtilmiştir.

Prince ve ark hemiplejik hastalarda sağlam ve hemiplejik üst ekstremitelerde yaptıkları kemik yoğunluğu ölçümleri ile, immobilizasyon ve korunmuş olan aktivitenin trabeküler ve kortikal kemik üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kortikal kemik yoğunluğundaki azalma primer olarak immobilizasyon süresi ile ilişkili iken, trabeküler kemikte azalmanın kas gerilimi ve fonksiyonel kapasite ile ilişkili olduğu bulunmuştur(23). Bu çalışmamızda Prince ve ark.'nın bulgularının aksine, bizim hasta grubumuzda kemik yoğunluğu ile spastisite ve fonksiyonel kapasite arasında korelasyon saptanamamıştır.

Bu çalışmada hemiplejik hastalarda kemik yoğunluğunda meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesinde kemik kalitesi ve elastisitesi hakkında bilgi vermesi, radyasyona maruz kalınmaması, ekonomik ve kolay kullanılabilir olması nedeniyle ultrasonografi tekniği kullanılmıştır. Genetik ve çevresel faktörleri elimine etmek amacıyla hastaların sağlam ekstremiteleri kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Bütün grupta ve kadın hasta grubunda sağlam ekstremitelere ait kemik yoğunluğu değerlerinin hemiplejik tarafla karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Erkeklerde ise beklenenin aksine

hemiplejik ekstremitede kemik yoğunluğu bir miktar daha fazla bulunmuştur. Bu farklılıklar istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamakla birlikte, erkek hastalardaki ters sonucun teknik sorunlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Başka bir olasılık ise, erkek hastaların kemik yoğunluğunu hastalıktan fazla etkilenmezken, bayan hastalarda hormonal faktörlerin hastalığa bağlı kemik yoğunluk kaybını etkileyebilmesidir. Nitekim Iwamoto ve ark. erkek, postmenopozal kadın hemiplejik hastalar ve sağlıklı kişilerin non-dominant ekstremitelerinde birinci metatarsal kemiklerinde komputize X-ray dansitometre ile yaptıkları çalışmada, paralizisi derecesi ve yürüme kabiliyeti erkeklerde metatarsal kemik kaybının belirleyicisi iken, kadın hastalarda yaş, hemipleji süresi ve menapoz süresi önemli belirleyiciler olarak saptanmıştır. Ayrıca kadınlarda kemik mineral kaybının erkeklerden daha fazla olduğu saptanmıştır. Paralitik ekstremitede kemik mineral kaybının derecesinin cinsiyete bağlı olması, menopoz sonrası artan endosteal rezorpsiyon ve intrakortikal porazite ile kemik rezorpsiyonunun olduğu yüzeyin artması ve paralizinin tetikleme ile rezorpsiyonun uzaması ile açıklanmaktadır(6).Tümü postmenopozal olan kadın hastalarımızda hemipleji süresi ile hem sağlam, hem de hemiplejik alt ekstremitelere ait ses iletim hızı, t ve z skorları arasında kuvvetli korelasyon saptanırken, erkek hastalarda herhangi bir korelasyon saptanmamıştır. Bu sonuçlar postmenopozal dönemde kemik kütlesi zaten azalmakta olan kadın hastalarda, hemipleji gelişimi söz konusu olunca osteoporoz riskinin daha da arttığını göstermektedir. Kantitatif ultrasonografi kemik mineral yoğunluğu ölçümüne olanak sağlayan basit, pratik, ucuz ve taşınabilir bir ölçüm yöntemi olarak kabul edilebilir. Özellikle nörolojik sekelli immobil hastaların değerlendirilmesinde ve rehabilitasyon programına yönlendirilmesine katkıda bulunabileceğini düşünmekteyiz.

REFERANSLAR

1. Bevr Hannahs Hahn. Osteopenic Bone Diseases. In: Daniel J. McCarty, William J Koopman. Arthritis. Philadelphia, London: Lea&Febiger, 1993: 1927-1954.
2. Minaire P. Immobilization osteoporosis: a review. Clin Rheumatol 1989; 8: 95-101.
3. Chiu KY, Pun WK, Lud KD, Chow SP. A Prospective study on hip fractures in patients with previous cerebrovasculer accidents. Injury 1992; 23: 297-9.
4. Del Puente, N. Pappore, M.G. Mandes, D. Mantova, R. Scarpa and P. Oriente. Determinants of bone mineral density in immobilization: A study on hemiplejic patients. Osteoporosis Int 1996; 6: 50-54.
5. Mehrseed Sinaki. Osteoporosis. In: De Lisa, Gans. Rehabilitation Medicine, Philadelphia: Lippincott Company, 1993:1018-1035.
6. Jun Iwamoto, Tsukimura T. Takeda, Tsuyoshi Takeda. Bone mineral density of metatarsus in hemiplejic subjects. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation 1999; 78, no.3: 202-207.
7. Gluer CC, Cummings SR, Bauer DC, Stone K. Associations between quantitative ultrasound and recent fractures. J Bone Min Res 1994; 9: 153.
8. Assessment of Bone Mass and Osteoporosis. John A. Kanis. In: Osteoporosis. London: Blackwell Science Ltd, 1995: 114-147.
9. Lindsay R. The growing problem of osteoporosis. Osteoporosis Int 1992; 2: 267-8.
10. Avioli LV. Significance of osteoporosis: A Growing international health care problem. Calcif Tissue Int 1991; 49: 5-7.
11. Ruff CB, Hayes WC. Sex differences in age related remodelling of femur and tibia. J Biomech 1988; 21: 13-16.
12. Shuffler MB, Burr DB. Stiffness of compact bone: effects of porosity and density. J Biomech 1988; 21: 13-16.
13. Ashmann B, Cown SC, Von Buskirk WC et al. A continues wave technique for the measurement of the elastic properties of cortical bone. J Biomech 1984; 17: 349-361.
14. Cann Ce, Genant HK, Ettinger B. Quantitative computed tomography for prediction of vertebral fracture risk. Bone 1985; 6: 1.
15. Baran DT. Quantitative ultrasound: A technique of target women with low bone mass for preventive therapy. The Am J Med 1995, 98 (suppl.2A): 2A/48S-2A/51S.
16. Shumskii VV, Merten AA, Dezenis VV. Effects of type and physical stress on the state of tibial bones of highly trained athletes as measured by ultrasonic techniques. Mech Polim 1978; 5:884.
17. Donaldson CL, Hulley SB, Vogel JM, Hattner RS, Bayers JH, McMillan DE. Effect of prolonged bed rest on bone mineralization. Metabolism 1970; 19: 1071-84.
18. Rodon GA, Thompson DD, Wemreb M. Characterization and Pharmacological control of immobilization-induced bone resorption. Christiansen C, Johansen SS, Riis BJ. Osteoporosis 1987. Copenhagen, Denmark: Osteopress, 1987: 762-6.
19. Uhtoff HK, Jaworski ZFG. Bone loss in response to long-term immobilization. J Bone Joint Surg (Br) 1978;60:420-9.

-
20. Elias AN, Gwinup G. Immobilization osteoporosis in paraplegia. *J Am Paraplegia Soc* 1992; 15: 163-70.
 21. Hamdy RC, Krishnaswany G, Cancellaro V, Whalen K, Harvill L. Changes in bone mineral content and density after stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 1993;72: 188-91.
 22. Iversen E, Hassergren C, Christiansen C. The effect of hemiplegia on bone mass and soft tissue body composition. *Acta Neurol Scand* 1989;79: 155-9.
 23. R.L.Prince, R.I. Prince,S. Ho. Forearm bone loss in hemiplegia: A model for the study of immobilization osteoporosis. *J Bone Miner Res* 1988;3, 305-310.
-