

## FİZİKSEL AKTİVİTE VE KEMİK YOĞUNLUĞU

Macide TÜZÜN \*

### ÖZET

Fiziksel aktivite veya mekanik yüklenme kemik doku ve kemik kuvvetinin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Hareketsizlik veya uzun süreli yatak istirahati iskelet sistemini negatif etkileyerek hızlı ve sürekli kemik kaybına neden olur. Genel olarak fiziksel aktif kadınlar ve sporcular, aktif olmayan sedanter kadınlardan daha yüksek kemik yoğunluğuna sahiptirler. Koşu veya yürüyüş gibi vücut ağırlığı yüklenmeli aktiviteler kemik doku ve yoğunluğunda osteojenik etki yapmaktadır. Bu çalışmanın amacı, mekanik yüklenmenin kemik doku gelişimi ve kaybı üzerine etkisinin konu ile ilgili yapılmış çalışmalar doğrultusunda gözden geçirilerek incelenmesidir. Özellikle egzersiz ve kemik yoğunluğu ilişkisi üzerinde durulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Fiziksel aktivite, Kemik yoğunluğu, Osteoporoz.

### EXERCISE AND BONE DENSITY

#### SUMMARY

Physical activity or mechanical loading is an important factor for determining bone mass, and bone strength. Inactivity and immobilisation have a negative impact on the skeleton, resulting in rapid and sustained loss of bone mass. In general, active women and athletes have higher bone mineral densities than sedentary women. Exercise, such as resistance training or weight-bearing activities like running or walking, seems to have an osteogenic effect on developing and maintaining bone density. This paper focuses on the mechanical contribution to the development and loss bone mass. Specifically, this paper looks for the relationship between exercise and bone density.

**Key Words:** Physical activity, bone density, osteoporosis.

---

\* Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, ANKARA

## **GİRİŞ**

Fiziksel aktivite yani kuvvetin kemik yoğunluğuna etkisi 19. yüzyıldan beri bilinmektedir. Kemiklerin fiziksel strese tepki verme yeteneği olarak bilinen Julius Wolff kanununa göre; "şekli belirli bir kemikte kemiğin elemanları kendilerini, etkileyen kuvvetlere göre yerleştirir ve etkileyen kuvvetlerin miktarını yansıtacak şekilde kütlelerini arttırır veya azaltırlar" ifadesiyle tanımlanmıştır<sup>(15,44)</sup>. Bir çok araştırmacı fiziksel aktivite ve kemik yoğunluğu arasında ilişki olduğunu<sup>(3,16,18,36,39,67,68,84)</sup>, çocuklukta yapılan fiziksel aktivite seviyesinin kemik yoğunluğuna olumlu etki yaptığını<sup>(66)</sup> belirtmektedir. Hareketsiz kişilerin ise hızlı iskelet bozulmasına maruz kaldıklarını ve tam bir fiziksel hareketsizliğin kemik yoğunluğunda ciddi boyutta kayıplara neden olduğu ifade edilmektedir<sup>(37,78)</sup>.

Sağlıklı bir iskelet için gerekli kemik doku oluşumu ve gelişimi hormonal, beslenme ve mekanik faktörlere bağlıdır. Bu faktörlerden herhangi birinin eksikliği kemik dokusunu olumsuz etkilemekte ve kemik kaybına neden olmaktadır<sup>(21)</sup>. Kişinin iskelet olgunluğuna beklenilenden daha az kemik kütlesi ile ulaşmasının, kişiyi ileri ki yaşlarda daha büyük kemik kaybı riski ile karşı karşıya bıraktığı saptanmıştır<sup>(1,3,9,15,40)</sup>. Önemli olan ulaşılan kemik yoğunluğunda menopozla birlikte başlayan kemik kaybının ciddi boyutta osteoporoz gelişimine neden olmasıdır<sup>(74)</sup>. Osteoporoz; kemiğin her ünite volümü başına düşen kemik dokusunda azalma, gözenekli yapıda artma ve kırık eşiğinde düşme ile karakterize bir rahatsızlık olarak tanımlanmaktadır<sup>(78)</sup>. Ulaşılan yüksek kemik yoğunluğunun, menopozun olumsuz etkilerini ve osteoporoz oluşumunu geciktireceği düşünülmektedir. Bu nedenle osteoporozdan "korunma" amacı ile yapılan araştırmalar kişinin yüksek kemik yoğunluğuna ulaşmasını hedeflemekte ve buna bağlı osteoporozdan korunma olasılığını belirlemeye yönelmiştir<sup>(82,83)</sup>.

Kemik yoğunluğu ve dayanıklılığının üzerinde yer alan stres seviyesiyle ilgili olduğunu gösteren birçok araştırma, ağırlık taşıyan bölgeler üzerine en azından yer çekimi kuvvetine eşit bir kuvvet uygulandığında kayıpların önenebileceğini, hareketsizlik nedenli kayıpların ağırlık yüklemeli (weight-bearing) aktiviteleri yapmakla en düşük seviyeye indirilebileceğini ifade etmektedir<sup>(19,21,22,55,61,74,71,78,83)</sup>. Bu konu üzerinde yapılan insan<sup>(31,50,69)</sup> ve hayvan<sup>(26,37,60,63)</sup> çalışmalarında fiziksel aktivitenin kemik dokuda maksimum anabolik uyarıcı etki yaparak kemik yoğunluğunu arttırdığı tesbit edilmiştir. Nguyen ve arkadaşları<sup>(51)</sup>, yaşları 69±6.7 yıl olan 1075 kadın ve 690 erkek ile yaptığı çalışmada fiziksel olarak aktif yaşam tarzına sahip yaşlı nüfusun osteoporoz risk faktörlerini azaltarak yaşam kalitesini yükselttiğini belirlemiştir. Yeh ve arkadaşları<sup>(89)</sup> 14 aylık yaşlı dişi farelerin tibia ve lumbal (L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub>) kemik yoğunluğunu araştırmış, egzersiz grubuna koşu bandında haftada 5 gün ve günde bir saat 17 m/min hızda, egzersiz yaptırmış, sonuç olarak 9 haftalık egzersizin yaşlı farelerin tibia ve lumbal kemik yoğunluğu değerlerinde yükselme saptamışlardır. Gala ve arkadaşları<sup>(24)</sup>, yumurtalık fonksiyonları azaltılmış farelerde egzersizin bel ve femur kemik yoğunluğunu arttırdığını ancak bu fonksiyonlarını uzun süre önce yitirmiş farelerin (postmenopoz) kemik yoğunluğunu arttırmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Ancak başka çalışmalarda farelerde egzersizin kemik yoğunluğunu arttırmadığı<sup>(54)</sup>, köpeklerde ise 6 aylık hareketsizliğin metacarpal kemiklerinde %50 kayba neden olduğu tesbit edilmiştir<sup>(81)</sup>.

Krolner ve Toft<sup>(36)</sup> kısa yatak istirahati alan 34 kişilik hasta grubu ile yaptığı çalışmada, lumbal kemik içeriğinde haftada %1'lik azalma ve ciddi boyutta kemik kaybının omurlara yönelik olduğunu belirten sonuçlar bulmuştur. Aynı zamanda omurga rahatsızlıkları nedeni ameliyatlar sonucu uzun süreli istirahatin lumbal (L<sub>4</sub>) kemik içeriğinde haftada %2'lik azalmaya sebep olduğu, omurgadaki %3'lük kaybın ise mekanik dayanıklılığı ciddi şekilde tehdit edeceğinden söz edilmektedir<sup>(38)</sup>. Astronotlarda ise yerçekimsiz ortamda kalkanel kemikte %4'lük kayıp tesbit edilirken, uzun süreli uzay uçuşlarında kemik yoğunluğundaki düşüşün, geri dönüşü mümkün olmayacak seviyede olduğu belirtilmektedir<sup>(79)</sup>. Nilson ve Westlin<sup>(60)</sup> kemik yoğunluğunu aynı yaş grubundan uluslararası atlet, sedanter ve düzenli egzersiz programına katılan sağlıklı erkeklerde karşılaştırmış, atletlerin önemli derecede yüksek kemik yoğunluğuna sahip olduğunu, buna rağmen en anlamlı farklılığın egzersiz grubu ile sedanter grup arasında görüldüğünü ifade etmişlerdir. Stilman ve arkadaşları<sup>(71)</sup> fiziksel aktivite seviyesi ve kemik yoğunluğu arasındaki ilişkiyi, yaşları 30-85 yıl olan 83 kadında araştırmış, düşük ve orta seviyedeki aktivite grupları arasında bir fark bulamamıştır. Ancak yüksek seviyede fiziksel aktivitenin yaşa bağlı kemik kaybını azaltıcı etkisinin olacağını belirtmiştir. Wolf ve arkadaşlarının<sup>(88)</sup>, meta analiz çalışması ise egzersiz programlarının premenopoz ve postmenopoz kadınlarda bel omurları ve femur kemik yoğunluğu kaybını önleyici ve koruyucu etkisinin olduğunu, osteoporozdan korunma ve tedavisinde egzersizin öneminin gözönünde bulundurulması gerektiğine dikkat çekmektedir.

Alekel ve arkadaşları<sup>(4)</sup> farklı yüklenme çeşitliliği, vücut kompozisyonu ve kemik yoğunluğu ilişkisini yaşları 25-40 yıl olan sedanter (n=31), aerobik dans (n=34) ve yürüyüş egzersizi yapan (n=28) kadınlarda araştırmış, aerobik dans ve yürüyüş egzersizlerinin, premenopoz (menopoz öncesi) kadınlarda lumbal (L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>) ve femur kemik yoğunluğuna anlamlı etkisi olduğunu tesbit etmişlerdir. McCullack ve arkadaşları<sup>(45)</sup> yaşları 20-35 yıl arası 101 sağlıklı kadında fiziksel aktivite, kalsiyum alımı ve yaşam şeklinin kemik yoğunluğu üzerindeki olası etkilerini araştıran bu çalışmada, çocukluktaki fiziksel aktivite seviyesinin kemik yoğunluğu üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Teegarden ve arkadaşları<sup>(78)</sup>, egzersizin kemik gelişimini hızlandırmakla birlikte, osteoporoz riskini azalttığı varsayımından yola çıkarak, sedanter ve ağırlık çalışan 204 genç kadında yaptıkları araştırmada, kemik yoğunluğunun yaşa, yapılan aktivite çeşidine ve seviyesine bağlı olduğunu gösteren sonuçlara ulaşmışlardır. Bunun yanında bir yıl boyunca haftada 3 gün ve günde 20 dk, düşük ve yüksek yüklenmenin yapıldığı fiziksel aktivite programlarının, yeni menopoza girmiş kadınların kemik yapılanmasında etkili olduğu<sup>(27)</sup>, başka bir araştırmada ise fiziksel aktivitenin osteoporozu geciktirdiği, ancak östrojenle ilgili araştırmalara ihtiyaç duyulduğu ifade edilmektedir<sup>(52)</sup>.

Fiziksel aktivitenin kemik yoğunluğu üzerine olumlu etkileri birçok çalışma tarafından tesbit edilmiş olsa da yüksek yoğunlukta yapılan egzersizlerin kemik yoğunluğunu olumsuz etkilediği yönünde sonuçlara ulaşan araştırmalar da mevcuttur. Özellikle uzun mesafe koşan kadın sporcuların düşük vücut yağ oranı ve hormonal dengesizliklere (düzensiz adet, oligomenorrheic: yılda 4-10 adet, amenorrheic: yılda 2-3 adetten az) sahip olmaları nedeni<sup>(47,86)</sup>, yüksek yoğunlukta

antrenmanların kemik yoğunluğunda ciddi kayıplara neden olduğu, kemik kaybının özellikle trabeküler kemik yoğunluğunda görüldüğü, kortikal kemiklerin (özellikle kollar) bu durumdan etkilenmediği belirtilmektedir<sup>(20,42)</sup>. Risser ve arkadaşları<sup>(59)</sup> yaptıkları çalışmada voleybol, basketbol ve yüzme branşlarından sporcuların kemik yoğunluğu değerleri ile kontrol grubu arasında anlamlı fark bulamamış, kemik yoğunluğu voleybol ve kontrol grubunda aynı iken, yüzücülerde kontrol grubundan daha düşük olarak tesbit edilmiştir. Drinkwater<sup>(20)</sup> egzersizin düzensiz adet gören amenorheic (yılda 2-3 adetten az) atletlerde, Cavanaugh ve Cann<sup>(13)</sup> hızlı yürüyüşün postmenopoz (menopoz sonrası) kadınlarda kemik kaybını önlemediğini, Nelson ve arkadaşları<sup>(48)</sup> dayanıklılık antrenmanı yapan sporcu ve sedanter 33 premenopoz (menopoz öncesi) kadında lumbal ve femur kemik yoğunluklarının farklı olmadığını ifade etmişlerdir. Bourrin ve arkadaşları<sup>(12)</sup> maymunlarda fiziksel antrenmanın kemik kaybını önlemediğini, Pohlman ve arkadaşları ise<sup>(56)</sup> farelerde egzersizin kemik yapıda olumlu etkilerinin gözlenmediği sonucuna ulaşmışlardır.

**KASSAL KUVVET VE KEMİK YOĞUNLUĞU İLİŞKİSİ:** Fiziksel aktivite veya mekanik yüklenmenin kemik yoğunluğu ve kuvvetinin artmasında gerekli ve önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir<sup>(60)</sup>. Bu nedenle dinamik doku olan kas sisteminin iskelet sistemi üzerine etkisini araştıran birçok çalışma yapılmaktadır. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda özellikle kassal kuvvet ve kemik yoğunluğu arasında anlamlı ilişkiye dikkat çekilmektedir<sup>(8,23,58,64)</sup>.

Bazı araştırmacılar fiziksel aktivitenin kemikler üzerine etkisini belirlemek için sporcuların baskın olan koldaki kemik yoğunluğu değerlerini karşılaştırmıştır. Doğal olarak çalışan organlarda fazla kas hareketi sebebiyle bölgesel kas hipertrofinin meydana geldiği, bu bağlamda beyzbol oyuncularını ve tenisçilerde kemik yoğunluğu değerleri kontrollerinden % 4-7 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu fark tenisçilerde humerus, radius ve ulna'da; beyzbol oyuncularında ise iki sporun farklı mekanikleri nedeniyle sadece humerus'da ortaya çıkmıştır<sup>(31)</sup>. Doyle ve arkadaşları<sup>(23)</sup> yaptıkları 46 otopsi çalışmasında vertebral kas kütlelerinin, vertebral kemik kütlelerine belirleyici etkisinin olduğunu rapor etmiştir. Orwoll ve arkadaşları<sup>(53)</sup> düzenli olarak yüzme sporu yapan erkeklerin radius ve vertebral kemik yoğunluğunu sedanter erkeklere göre anlamlı seviyede yüksek bulmuşlardır. Yüzme sporu yerçekimine paralel, ağırlık yüklemeyen yapılan bir aktivite olmasına rağmen yüksek yoğunlukta kassal aktivitenin kemik yoğunluğuna olumlu etki yaptığı belirtilmektedir.

Bir başka çalışmada, premenopoz (menopoz öncesi) ve postmenopoz (menopoz sonrası) kadınlarda kas kuvveti (biceps brachii, quadriceps kas grubu) ve kemik yoğunluğu (vertebral ve femur) ilişkisine bakılmış, biceps kas kuvvetinin lumbal ve femur kemik yoğunluğunda belirleyici olduğu tesbit edilmiştir<sup>(58)</sup>. Yetişkinlerde kemik yoğunluğunda ki kaybın 80 yaşlarına kadar ortalama %35-45 oranında kas kuvvetinde azalmayla paralel görüldüğü rapor edilmektedir<sup>(32)</sup>. Aloia ve arkadaşlarının<sup>(4)</sup> maraton koşucuları ve sedanter kontrollerinde yaptığı çalışma kemik ve kas kütleleri arasında pozitif ilişki göstermektedir. Benzer çalışma fiziksel aktivite seviyesi yüksek kadınların, fiziksel aktivite seviyesi düşük kadınlara göre aynı şekilde yüksek kemik yoğunluğu ve buna paralel güçlü sırt kaslarına sahip olduğunu bildirmektedir<sup>(64)</sup>. Aynı zamanda Sinaki ve

Offord<sup>(65)</sup> sağlıklı, postmenopoz (menopoz sonrası) 68 kadında lumbal kemik yoğunluğu ve sırt ekstensor kas kuvveti arasında anlamlı pozitif ilişki saptamışlardır. Bu çalışmalar ve elde edilen sonuçlar kuvvet ve kemik yoğunluğu ilişkisinin bölgesel özellikli olduğuna dikkat çekmektedir.

Bir başka çalışmada, kavrama kuvveti ve önkol kemik yoğunluğu arasında anlamlı ilişki olduğu, kas kuvvetinin bölgesel kemik yoğunluğunda belirleyici etki yaptığı, erkeklerde sırt kas kuvveti ve lumbal kemik yoğunluğu arasında anlamlı ilişki görüldüğü belirtilmektedir<sup>(6)</sup>. Bunun yanısıra Peterson ve arkadaşları<sup>(65)</sup>, kuvvet ve kemik yoğunluğu ilişkisini araştırmış, bir yıl boyunca yapılan ağırlık antrenmanının kas kuvvetini arttırdığı, ancak kemik yoğunluğunu arttırmadığı yönünde sonuçlar tesbit etmişlerdir.

**AEROBİK GÜÇ VE KEMİK YOĞUNLUĞU İLİŞKİSİ:** Fiziksel aktivitenin kemik yoğunluğuna etkisi üzerindeki çalışmalara diğer bir yaklaşımda, sporcu olmayan kişilerin kemik yoğunluğunun maksimal aerobik güç düzeyi ile ilişkili şekilde ölçülmesidir. Fiziksel uygunluk, aerobik güç ve kemik yoğunluğunun pek çok klinik ve değişik metodlar ile ölçülmesi nedenli çalışma sonuçları arasında tartışmalar yaşanmaktadır.

Aerobik güç ve kemik yoğunluğu ilişkisini araştıran çalışmalardan sadece iki araştırma<sup>(16,57)</sup>, bu iki değişken arasında direk ilişki olduğunu göstermiştir. Bu araştırmacılardan Poccock<sup>(57)</sup> yaşları 20-75 yıl olan 84 premenopoz (menopoz öncesi, n=38) ve postmenopoz (menopoz sonrası, n=46) kadında aerobik güç ile femur ve lumbal (L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>) kemik yoğunluğu arasında anlamlı ilişki tesbit etmiştir. Chow<sup>(16)</sup> 31 sağlıklı postmenopoz (menopoz sonrası) kadında, aerobik güç ile toplam vücut kalsiyum oranı arasında anlamlı ilişki göstererek aynı sonuca ulaşmıştır. Poccock ve Chow'un<sup>(16,57)</sup> aerobik güç (maxVo<sub>2</sub>) ve kemik yoğunluğu arasında tesbit ettikleri anlamlı ilişki, aynı konu ile ilgili çalışma yapan Dalsky ve arkadaşları<sup>(18)</sup> tarafından ifade edilmemektedir. Aynı şekilde Wolman ve arkadaşları<sup>(67)</sup> sedanter ve sporcu gruplar arasında, en yüksek kemik yoğunluğu ve aerobik güç değerlerini atletlerde belirlemiş olmalarına rağmen, kemik yoğunluğu ve aerobik güç arasında anlamlı ilişki bulamamışlardır. Başka çalışmada ise, Bevier<sup>(7)</sup> yaşları 25-50 yıl olan sağlıklı erkek ve kadında aerobik güç ile vertebral kemik yoğunluğu arasında, vücut ağırlığı katılmadan anlamlı ilişki görülmediğini belirtmektedir.

**EGZERSİZ TİPİ VE KEMİK YOĞUNLUĞU İLİŞKİSİ:** Osteoporoz kontrolü ve kırıklardan korunma da egzersizin olumlu etkisine dikkat çekilmektedir<sup>(62,75)</sup>. Osteoporoz nedenli kırık riskini azaltmak için kişilerin genel aktivite seviyesini yükselten ve düşme riskini azaltan aerobik, ağırlık yüklemeli (weight bearing), kuvvet, esneklik ve koordinasyon egzersizleri içeren programlar önerilmektedir<sup>(6)</sup>. Özellikle vücut ağırlığının taşınabildiği ve yerçekimine karşı yapılan yürüyüş, jogging ve koşu gibi temel aktiviteler ağırlık yüklenmeli (weight-bearing) egzersizler olarak tanımlanmakta ve osteojenik etkisinden dolayı menopozla ilişkili kemik kaybında tavsiye edilmektedir<sup>(18,21,22,49,78,82,83)</sup>. Bu egzersizlerin kemik uyarılmasına olumlu etki yaptığı ve her spor branşında ağırlık yüklenmeli (weight-bearing) egzersizlerin vücuda farklı yüklenmeler uyguladığı bilinmektedir<sup>(17)</sup>. Örneğin hızlı yürüyüş sırasında vücut ağırlığının 1 katı yük ile, jogging sırasında ise vücut ağırlığının 1.75 katı yük ile çalışılmakta<sup>(14)</sup>, cimmastik çalışmalarında sporcular vücut

ağırlığının 18 katı<sup>(49,76)</sup>, balerinler vücut ağırlığının 3 katı<sup>(34)</sup>, atletler vücut ağırlığının 2 katı yüklenmeye antrenman yapmaktadırlar<sup>(28,76)</sup>. Diğer taraftan ağırlık çalışmaları vücut ağırlığının taşınmadığı ağırlık yüklenmesiz (non-weight-bearing) egzersizler olarak tanımlansa da çalışmalar sırasında omurgaya vücut ağırlığının 5-6 katı yüklenme olduğu belirtilmektedir<sup>(25)</sup>. Yüzücüler ise yerçekimine paralel ağırlıksız (non-weight-bearing) ortamda çalışmaktadırlar<sup>(11,29,73)</sup>.

Taaffe ve arkadaşları<sup>(77)</sup> iskelete büyük yük getiren egzersiz tipi ve kemik mineral yoğunluğu ilişkisini 8 ve 12 aylık çalışma periyodu sonunda cimmastik, atletizm ve kontrol grublarında incelemiş, cimmastik grubu lumbal (L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>) ve femur kemik yoğunluğunun anlamlı seviyede artış gösterdiğini tesbit etmişlerdir. Kemik yoğunluğunun cimmastik çalışmalarındaki yüksek mekanik yüklenmelerden etkilendiğini, hormonal yapının bu ilişkiyi bozmadığını ifade etmişlerdir. Aynı şekilde Kirchner ve arkadaşları<sup>(35)</sup> çalışmalarında kemik yoğunluğunun cimmastik yapanlarda yetersiz kalsiyum tüketimi ve menstrual düzensizliklere rağmen, sedanterlerden yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Risser ve arkadaşları<sup>(59)</sup> yaptıkları bu çalışmada, voleybol, basketbol ve yüzme branşlarından sporcular ile kontrol grubu kemik yoğunluğu değerleri arasında anlamlı fark bulamamış, kemik yoğunluğu değerlerinin voleybol ve kontrol grubunda aynı, yüzücülerde kontrol grubundan daha düşük olduğunu saptamışlardır. Bunun yanısıra Winters ve arkadaşları<sup>(66)</sup> ise yüksek yoğunlukta antrenman yapan kadın atletin (n=10) lumbal kemik yoğunluğunu, orta yoğunlukta antrenman (haftada en fazla 3 saat aerobik egzersiz) yapan aktif genç kadından (n=10) daha düşük bulmuştur. Sonuç olarak yapılan ekstra yoğun antrenmanların kemik yoğunluğunu artırıcı fonksiyonu olmadığı, hatta düşürücü etkisinin olabileceği belirtilmektedir<sup>(66)</sup>.

Dalsky ve arkadaşları<sup>(18)</sup> postmenopoz (menopoz sonrası) kadınlarda 9 aylık ağırlık yüklemeli (weight-bearing) ve ağırlık yüklemesiz (non-weight-bearing) egzersiz programı sonunda, ağırlık yüklemeli (weight-bearing) grubun lumbal kemik yoğunluğunda %5.2 artış gözlemişlerdir. Bu değer 13. ay sonunda %6.1'e yükseldiğini saptamışlardır. Kemik yoğunluğu ve ağırlık yüklemeli egzersiz ilişkisi Ayolon ve arkadaşları<sup>(6)</sup> tarafından osteoporotik kadınlar üzerinde araştırılmış, 5 ay süresince haftada 3 kez, önkol ve bilek üzerine yapılan ağırlık yüklemeleri sonucu egzersiz grubunun ön kol kemik yoğunluğunda %3.8 anlamlı artış tesbit etmişlerdir. Osteoporotik kontrol grubunun ise radius kemik yoğunluğunda %1.9 azalma görülmüştür. Ancak Davee ve arkadaşları<sup>(19)</sup> aerobik egzersiz ve haftada 1 saat ağırlık çalışan kadınların lumbal kemik yoğunluğunu, sedanter kadınlar ve sadece aerobik çalışan kadınlardan yüksek bulmuşlardır. Nilson<sup>(50)</sup> ağırlık çalışan 64 erkek sporcunun sedanter kontrollerine göre daha yüksek kemik yoğunluğu değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda ağırlık ve aerobik çalışma yapan vücut geliştirme sporcuları, aerobik çalışma grubu ve sedanter kontrolleri arasında yapılan çalışmada, en yüksek kemik yoğunluğu değerleri ağırlık ve aerobik çalışma yapan vücut geliştirme sporcularında tesbit edilmiş, aerobik grubun değerleri de sedanter gruptan yüksek bulunmuştur<sup>(73)</sup>.

Balerinlerin uzun süreli yoğun ve zorluk derecesi yüksek ağırlık yüklemeli (weight-bearing) çalışmalar yapması, yüklenmenin genellikle gövde ve alt ekstremitelerle sınırlı olması<sup>(33)</sup>, yüklenme

bölgelerinde osteoporozdan koruyucu etki gösterdiği ifade edilmektedir<sup>(33,34)</sup>. Lichtenbelt ve arkadaşları<sup>(41)</sup> balerinlerde düşük vücut ağırlığı ve geç adet görme gibi negatif faktörlere rağmen kemik yoğunluğunu sedanterlere göre yüksek bulmuş, bunun yüksek seviyede ağırlık yüklemeli (weight-bearing) egzersizle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Balerinlerde vücut kompozisyonu, aerobik güç, tiroid hormonları ve kemik yoğunluğu ilişkisini araştıran diğer bir çalışmada, vücut ağırlığı ve lumbal (L<sub>1</sub>-L<sub>4</sub>) kemik yoğunluğu arasında anlamlı ilişki tesbit etmiş, ancak çalışmada aerobik güç, tiroid hormonları ve kemik yoğunluğu arasında bir ilişki belirlenmemiştir<sup>(60)</sup>.

Heinonen ve arkadaşları<sup>(29)</sup> kros, kayak, bisiklet, ağırlık çalışanlar ve kontrol grubu olmak üzere yaptığı çalışmada, kemik yoğunluğu değerlerinin ağırlık çalışan grubun femur ve kalkaneus dışında, kros koşanların ise sadece femur ve proximal tibia kemik yoğunluğunda, kontrol grubundan %5 yüksek değer tesbit etmişlerdir. Kemik yoğunluğundaki değişikliklerin spor branşlarındaki değişik yüklenme tiplerine ve etkisi olan bölgelere göre farklılık yarattığı belirtilmektedir<sup>(29)</sup>. Aynı şekilde yapılan fiziksel aktivite ve bölgesel kemik yoğunluğu ölçümlerinin önemini belirten Williams ve arkadaşları<sup>(65)</sup>, atletlerde yapılan 9 aylık çalışmayla kalkaneus kemik yoğunluğunda anlamlı artış tesbit etmiştir. Bunun yanısıra Alekel<sup>(1)</sup> de ağırlık yüklemeli (weight-bearing) egzersizlerin kemik yoğunluğunu olumlu etkilediğini ancak anlamlı artışların yüklenme yapılan bölgelerde tesbit edildiğini belirtmektedir. Drinkwater<sup>(22)</sup> da buz pateni yapan sporcularda pelvis ve bacak kemik yoğunluğunu sedanterlerden yüksek, kol, vertebral ve göğüs kafesi ile ilişkin bölgelerin kemik yoğunluğunu benzer bulmuştur. Aynı zamanda futbol oynayan grubun kalça kemik yoğunluğu değerleri, yüzme ve sedanter grubun değerlerinden anlamlı, radius'un benzer olduğu tesbit edilmiştir. Başka bir çalışmada kros koşucuların her bölgede anlamlı kemik yoğunluğu değerlerine sahip olduğu, özellikle alt ekstremitelerinde kontrol grubuna göre %20 daha yüksek kemik yoğunluğuna ulaştıkları saptanmıştır<sup>(70)</sup>.

**SONUÇ:** Kemik güç uygulanınca gelişen, güç ortadan kaldırılınca zayıflayan metabolizmaya bağlı aktif bir dokudur. Kemik doku gerilme, bükülme ve baskı gibi etkenlere karşı verilen yükü karsılayabilmek için farklı değişimle cevap vererek adapte olur<sup>(15,44)</sup>. Fiziksel aktivite iskelet gelişimi ve korunmasında en belirleyici etken olarak belirtilmektedir<sup>(2)</sup>. Günümüzde birçok araştırmada fiziksel aktivitenin iskelet sağlığında önemli rol oynadığı, hareketsiz kişilerin hızlı iskelet bozulmasına maruz kaldıkları ve ortaya çıkan sorunlara teorik ve pratik çözüm getirme yönünde gözlemler yapılmıştır<sup>(3,10,43,45,46,72)</sup>. Önemli olan osteoporoz nedenli kırıklardan korunma olmalıdır. Osteoporoz kırıkları yaşam kalitesini düşürerek kronik ağrı, fiziksel deformasyon, hareket yeteneğinde kayıp, kişisel performansda düşme, sosyal yaşamdan uzaklaşma, birine muhtaç olarak yaşam sürme ve hatta ölümle sonuçlanmaktadır<sup>(30,72)</sup>. Bu nedenle temelde düzeltilemez olan bu rahatsızlığın tedavisinden önce alınması gereken önlemler ön planda olmalıdır. En çok üzerinde durulan mekanizma ağırlık yüklemesi ve kas geriliminden doğan mekanik streslerin kemik yoğunluğu üzerine etkilerinin incelenmesidir. Sporcularda yapılan bu çalışmalar, genel olarak iskelette yer alan egzersiz stresinin, kemiklerde daha yüksek derecede mineralleşmeye yol açtığını göstermiştir. Bu nedenle fiziksel aktivitenin kemik metabolizması üzerine etkilerinin incelenmesi yeni bir araştırma alanı olarak daha çok çalışma ve ilgiye ihtiyaç göstermektedir.

**KAYNAKLAR**

1. Alekel, L. Clasey, J.L. Fehling, P.C. Wergel, R.M. Boileau, R.A. Erdman, J.W. Stilman, R. (1995): Contributions of Exercise Body Composition and Age to Bone Mineral Density in Premenopausal Women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 27(11), 1477-1485.
2. Allen, S. (1999): Prevention of Osteoporosis: Strategies for Optimizing Peak Bone Mass. In Adams, J.S. Lukert, B.P. (Eds.): *Osteoporosis: Genetics, Prevention, and Treatment*. Boston, Kluwer Academic Publishers. 89-119.
3. Aloia, J.F. Vaswani, A.N. Yeh, J.K. Cohn, S.H.(1988): Premonopausal Bone Mass Is Related to Physical Activity. *Archives of International Medicine*.148, 121-123.
4. Alolia, J. F. Cohn, S. H. Babu, T. (1978): Skeletal Mass and Body Composition in Marathon Runners. *Metabolism*. 27, 1793-1796.
5. American College of Sports Medicine Position Stand on Osteoporosis and Exercise. (1995): *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 27, 1-7.
6. Ayalon, J. Simkin, A, Leichter, I, (1987): Dynamic Bone Loading Exercises for Postmenopausal Women: Effect on The Density of The Distal Radius. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*.. 68, 280-283.
7. Bevier, W.C. Stefanick, M.L. Wood, P.D. (1988): Bone Density, Aerobic Capacity and Body Composition of Moderately Overweigh Adults. (abstrac) *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 21;60
8. Bevier, W. C. Wiswell, R. A. Pyka, G. Kozak, K. C. Newhall, K. M. and Marcus, R. (1989): Relationship of Body Composition, Muscle Strength, Aerobic Capacity to Bone Mineral Density in Older Men and Women. *Journal of Bone and Mineral Resarch*. 4, 421-432.
9. Blair, S.N. Horton, E. Leon, A.S. Lee, I.M. Drinkwater, B.L. Dishman, R.K. Mackey, M. Keinholz, M.L.(1996): Physical Activity, Nutrition and Chronic Disease. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 28(3), 335-349.
10. Brewier, V. Meyer, B.M. Keele, M.S. Upton, S.J. Hagan, R.D. (1983): Role of Exercise in Prevention of Involutional Bone Loss. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 15(6), 445-449.
11. Bunt, J.C. Going, S.B. Lohman, T.G. Heincich, C.H. Perry, C.D. (1990): Variation in Bone Mineral Content and Estimated Body Fat in Young Adult Females. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 22(5), 564-569.
12. Bourrin, S. Zerath, E. Vico, L. Milhaud, C. Alexandre, C.(1992): Bone Mass and Bone Cellular Variations After Five Months of Physical Training in Rhesus Monkeys: Histomorphometric Study.*Calcified Tissue International* 50, 404-410.
13. Cavanaugh, D.J. Cann, C.E. (1988): Brisk Walking Does Not Stop Bone Loss in Postmenapousal Women.*Bone*. 9, 201-204
14. Cappozzo, A. (1983): Force actions in the human trunk during running. *Journal of Sports Medicine*. 23,14-22.
15. Carbon, R.J.(1992): Exercise Amenorrhoea and The Skeleton. *British Medical Bulletin*. 48 (3), 546-560.
16. Chow, R. K. Harrison, J. E. Brown, C. F. and Hajek, V. (1986): Physical Fitness Effect on Bone Mass in Postmenopausal Women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 67, 231-234.



17. Dalsky, G. P. Stocke, K. S. Ehsani, A. A. Saltopolsky, E. Lee, W. C. and Birge, S. J.(1988): Weight-Bearing Exercise Training and Lumbal Bone Mineral Content in Postmenopausal Women. *Annals of Internal Medicine*.108, 824-828.
18. Dalsky, G.P. (1987): Exercise: Its Effect on Bone Mineral Content. *Clinical Obstetrics and Gynecology*. 30 (4), 820-831.
19. Davee, A.M. Rosen, C.J. Adler, R.A. (1990): Exercise Pattern and Trabecular Bone Density in College Women. *Journal of Bone Mineral Research*. 5, 245-250.
20. Drinkwater, B.L. Nilson, K. Chesnut, C.H. Bremner, W.J. Shainholtz, S. Southworth, M.B.(1984): Bone Mineral Content of Amenorrhic and Eumenorrhic Athletes. *New England Journal of Medicine*. 311, 277-281.
21. Drinkwater, B.L.(1995): Weight-Bearing Exercise and Bone Mass. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 6(3), 567-577.
22. Drinkwater, B.L.(1996): Exercise and Bones. *The American Journal of Sports Medicine*. 24:6, 33-35.
23. Doyle, F. Brown, J. and Lachance, C. (1970): Relationship Between Bone Mass and Muscle Weight. *Lancet* 1, 391-393.
24. Gala, J. Diaz-Curiel, M. Piedra, C. Calero, J. (2001): Short- and Long- Term Effects of Calcium and Exercise on Bone Mineral Density in Ovariectomized Rats. *British Journal of Nutrition*. 86, 521--527.
25. Granhad, H. Jonson, R. Hansson, T. (1987): The Loads on The Lumbal Spine During Extreme Weight Lifting. *Spine*. 12, 116-119.
26. Grundnes O. Reikeras O. (1992): Effects of Function on Rat Femora. *Acta Orthop Scand* 63:70-73.
27. Grove, K.A., Londeree, B.R. (1992): Bone Density in Postmenopausal Women: High Impact Versus Low Impact Exercise, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 11, 1190-1194.
28. Henrich, C.H., Going, S.B., Pamenter, R.W., Perry, C. D., Boyden, T.W., Lohman, T.G. (1990): Bone Mineral Content of Cyclically Menstruating Female Resistance and Endurance Trained Athletes, *Medicine and Science in Sports and Exercises*, 22, 558-563.
29. Heinonen, A. Oja, P. Kannus, P. Sievanen, H. Manttari, A. Vuori, I. (1993): Bone Mineral Density of Female Athletes in Different Sports. *Bone and Mineral*. 23, 1-14.
30. Hertel, K. Trahiotis, M.G. (2001): Exercise in the prevention and treatment of osteoporosis. *The Role of Physical Therapy and Nursing. Osteoporosis*. 36, 441-453.
31. Huddleston A. Rockwell D. Kulund D. Harrison B. (1980): Bone Mass in Lifetime Tennis Athletes. *Journal of the American Medical Association*. 244, 1107-1109.
32. Johnson, T.(1982): Age-Related Differences in Isometric and Dynamic Strength and Endurance. *Physical Therapy*. 62, 985-989.
33. Karlsson, M.K. Johnell, O. Obrant, K.(1993): Bone Mineral Density in Professional Ballet Dancers. *Bone and Mineral*. 21, 163-169.
34. Khan, K.M., Green, R.M., Saul, A., Bennell, K.L., Crichton, K., Hopper, J.L., Wark, J.D. (1996): Retired Elite Female Ballet Dancers and Nonathletic Controls Have Similar Bone Mineral Density at Weightbearing Sites, *Journal of Bone Mineral Research*, 11:10, 1566-1574.
35. Kirchner, E.M. Lewis, R.D. O'Connor, P, J.(1995): Bone Mineral Density and Dietary in Take of Female College Gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 27, 543-549.

36. Krolner, B. Toft, B. Nielsen, S. P. and Tondevold, E. (1983): Physical Exercise as Prophylaxis Against Involutional Vertebral Bone Loss: A Controlled Trial. *Clinical Science*. 64:541-546.
37. Lanyon, L. E. (1989): Bone Loading, Exercise, and The Control of Bone Mass: The Physiological Basis for The Prevention of Osteoporosis. *Bone*. 6, 19-21.
38. Leblanc A. Schneider V. Krebs J. Evans H. Jhingran S. Johnson P. (1987): Spinal Bone Mineral After 5 Weeks of Bed Rest. *Calcified Tissue International*. 41, 259-261.
39. Leichter, I. Simkin, A. Margulies, J. Y. (1989): Gain In Mass Density of Bone Following Strenuous Physical Activity. *Journal of Orthopaedic Research*. 7, 86-90.
40. Lindsay, R. Cosman, F. (1992): Primary Osteoporosis. In: *Disorders of Bone and Mineral Metabolism*. Coe, F.L. Favus, M.J. (Eds.). Raven Press. New York, 831-888.
41. Lichtenbelt, W.V.M. Fogelholm, M. Ottenheim, R. Westerterp, K.R. (1995): Physical Activity, Body Composition and Bone Density in Ballet Dancers. *British Journal of Nutrition*. 74, 439-451.
42. Marcus, R. Cann, C. Madvig, P. (1985): Menstrual Function and Bone Mass in Elite Women Distance Runners. *Annual International Medicine* 102, 158-163.
43. Marcus, R., Drinkwater, B., Dalsky, G. (1992) : Osteoporosis and Exercise in Women, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 301-307.
44. Marcus, R. (1999) Skeletal Consequences of Physical Activity. In Adams, J.S. Lukert, B.P. (Eds.): *Osteoporosis: Genetics, Prevention, and Treatment*. Boston, Kluwer Academic Publishers. 121-133.
45. McCulloch, R.G. Bailey, D.A. Houston, S.C. Dodd, B.L. (1990): Effects of Physical Activity, Dietary Calcium Intake and Selected Lifestyle Factors on Bone Density in Young Women. *Canadian Medical Association of Journal*. 142(3), 221-227.
46. McCulloch, R.G. (1996): Bone-Measurement, Physical-Activity and the Aging Skeleton, *Canadian Journal on Aging*, 15:1, 54-64.
47. Micklesfield, L.K. Lambert, E.V. Fataar, A.B. Noakes, T.D. and Myburgh, K.H. (1995): Bone Mineral Density in Mature, Pre-Menopausal Ultramarathon Runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 27(5), 688-696.
48. Nelson, M.E. Meredith, C.N. Dawson-Hughes, B. Evans, W.J. (1988): Hormone And Bone Mineral Status In Endurance-Trained And Sedentary Postmenopausal Women, *Annual International Medicine*, 108, 824-828.
49. Nichols, D.L. Sanborn, C.F. Bonnicksen, S.L. Ben-Ezra, V. Gensch, B. DiMarco, N.M. (1994): The Effects of Gymnastics Training on Bone Mineral Density. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 26, 1220-1225.
50. Nilsson B. E. Westlin N. E. (1971): Bone Density in Athletes. *Clinical Orthopaedic*. 77, 179-82.
51. Nguyen, T.V. Center, J.R. Eisman, J.A. (2000): Osteoporosis in Elderly Men and Women; Effects of Dietary Calcium, Physical Activity and Body Mass Index. *Journal of Bone and Mineral Research*. 15, 322-331.
52. Oyster, N. Morton, M. Linnell, S. (1984): Physical Activity and Osteoporosis in Post-Menopausal Women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 16(1), 44-50.
53. Orwoll, E. S. J. Ferar, S. K. Oviatt, M. R. McClung, and K. Huntington. (1989): The Relationship of Swimming Exercise to Bone Mass in Men and Women. *Archives of Internal Medicine*. 149, 2197-2200.
54. Peng, Z. Tuukkanen, J. Waananen, H.K. (1994): Exercise Can Provide Protection Against Bone Loss and Prevent the Decrease in Mechanical Strength of Femur Neck in Ovariectomized Rats. *Journal of Bone and Mineral Research*. 9(10), 1559-1564.

55. Peterson, S.E. Peterson, M.D. Raymond, G. Gilligan, C. Checovich, M.M. Smith, E.L. (1991): Muscular Strength and Bone Density With Weight Training in Middle-Aged Women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 23(4), 499-504.
56. Pohlman, R.L. Darby, L.A. Lechner, A.J.(1985): Morphometry and Calcium Contents in Appendicular and Axial Bones of Exercised Ovariectomized Rats. *American Journal of Physiology*. 248, 12-17.
57. Pocock N.A., Eisman, J.A., Yeates, M.G. (1986): Physical Fitness As a Major Determinant of Femur Neck and Lumbar Spine Bone Mineral Density, *Journal Clinical Investigation*, 78, 618-721.
58. Pocock, N. J. Eisman, T. Gwinn, et al.(1989): Muscle Strength, Physical Fitness, and Weight But Not Age Predict Femur Neck Bone Mass. *Journal of Bone Mineral Research*. 4, 441-448.
59. Risser, W. Lee, E. Lebleanc, A. Poindexter, H. Risser, J. Schneider, V. (1990) : Bone Density in Eumenorheic Female College Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 22(5), 570-574.
60. Rubin, C. Lanyon, L. (1984): Regulations of Bone Formation by Applied Dynamic Load. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 66, 397-402.
61. Rutherford, O.M. (1990): The Role of Exercise in Prevention of Osteoporosis. *Physiotherapy*. 76(9), 522-526.
62. Rutherford, O.M. (1999): Is There a Role for Exercise in the Prevention of Osteoporotic Fracture? *British Journal of Sports Medicine*. 33, 378-386.
63. Saville P.D. Whyte M.P. (1969): Muscle and Bone Hypertrophy: Positive Effect on Running Exercise in The Rat. *Clinical Orthopaedic*. 65, 81-88.
64. Sinaki, M. McPhee, M. C. C. Hodgson, S. F. Merrit, J. M. and Offord, M. S. (1986): Relationship Between Bone Mineral Density of Spine and Strength of Back Extensors in Healthy Postmenopausal Women. *Mayo Clinic Proceedings*. 61, 116-122.
65. Sinaki, M. and Offord, K. (1988): Physical Activity in Postmenopausal Women: Effect on Back Muscle Strength and Bone Mineral Density of The Spine. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 69, 277-280.
66. Slemenda, C.W., Miller, J.Z., Hui, S.L., Reister, T.K., Johnston, C.C. (1991): Role of Physical Activity In The Development of Skeletal Mass in Children, *Journal of Bone Mineral Research*, 6:11, 1227-1233.
67. Smith, E.L. Smith, P.E. Ensign, C. J. and Shea, M. M. (1984): Bone Involution Decrease in Exercising Middle-Aged Women. *Calcified Tissue International*. 36, 129-138.
68. Smith, E. L. Gilligan, C. McAdam, M. Ensign, C. P. and Smith, P. E.(1989): Deterring Bone Loss by Exercise Intervention in Premenopausal and Postmenopausal Women. *Calcified Tissue International*. 44, 312-321.
69. Snow-Harter C. Bouxsein M. L. Lewis B. T. Carter D. R. Marcus R. (1992): Effects of Resistance and Endurance Exercise on Bone Mineral Status of Young Women: A Randomized Exercise Intervention Trial. *Journal of Bone Mineral Research*. 7, 761-769.
70. Suominen, H. (1993): Bone Mineral Density and Long Term Exercise an Overview of Cross Sectional Athlete Studies. *Sports Medicine*. 16, 316-330.
71. Stillman, R.J. Lohman, T.G. Slaughter, M.H. Massey, B.H. (1986): Physical Activity and Bone Mineral Content in Women Aged 30 to 85 Years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 18(05), 576-58.
72. Stillman, R.J. (1987): Physical Activity and Skeletal Health: A Brief Survey. *Medicine and Sports Science*. 24,1-12.

73. Sowers, M. Corton, G. Shapiro, B. (1993): Changes in Bone Density with Lactation. The Journal of The American Medical Association. 269, 3130-3135.
74. Sowers, M.R. (1993): Epidemiology of Bone Mass in Pre-Menopausal Women. Epidemiologic Reviews. 15, 374-394.
75. Swezey, R. (1997): Preventing Osteoporotic Fractures: The Role of Exercise, Posture, and Safety. Journal of Musculoskeletal Medicine. 14, 9-11.
76. Taaffe, D.R. Snow-Harter, C. Connolly, D.A. Robinson, T.L. Brown, M.D. Marcus, R. (1995): Differential Effects of Swimming Versus Weight-Bearing Activity on Bone Mineral Status of Eumenorrhic Athletes. Journal of Bone Mineral Research. 10, 586-593.
77. Taaffe, D.R., Robinson, T.L., Snow, C.M., Marcus, R. (1997): High-Impact Exercise Promotes Bone Gain in Well-Trained Female Athletes, Journal of Bone Mineral Research. 12:2, 255-260.
78. Teegarden, D. Proulx, W.R. Kern, M. Sedlock, D. Weaver, C.M. Johnston, C.C. Lyle, R.M. (1996): Previous Physical Activity Relates to Bone Mineral Measures in Young Women. Medicine and Science in Sports and Exercise. 28, 105-113.
79. Tilton F. E. Degianni J.J.C., Schnider V. D. (1980): Longterm Follow-Up of Skylab Bone Demineralisation. Aviation Space and Environmental Medicine. 51, 1209-1213.
80. Tüzün, M., Korkusuz, F., Tamer, K., (1999): Relation Of Age, Body Composition, Aerobic Power, And Thyroid Hormones With Bone Mineral Density Ballet Dancers. Balkan Congress of Sports Medicine, Abstract Book, 28.
81. Uthoff H. K. Jaworski Z. F. G. (1978): Bone Loss in Response to Long-Term Immobilisation. The Journal of Bone and Joint Surgery. 60B, 420-429.
82. Vuori, I. (1995): Exercise and Physical Health-Musculoskeletal Health and Functional Capabilities. Research Quarterly for Exercise and Sport. 66 (4), 276-285.
83. Vuori, I. (1996): Peak Bone Mass and Physical Activity: A Short Review. Nutrition Reviews. 54(4), 11-13.
84. White, M. K. Martin, R.B. Yeater, R.A. Butcher, R.L. and Radin, E.L. (1984): The Effects of Exercise on The Bones of Postmenopausal Women. International Orthopaedics. 7, 209-214.
85. Williams, J. A. Wagner, R. Wasnich, et al. (1984): The Effect of Long-Distance Running Upon Appendicular Bone Mineral Content. Medicine and Science in Sports and Exercise. 16, 223-227.
86. Winters, K.M. Adams, W.C. Meredith, C.N. Van Loan, M.D. Lasley, B.L. (1996): Bone Density and Cyclic Ovarian Function in Trained Runners and Active Controls. Medicine and Science in Sports and Exercise. 28(7), 776-785.
87. Wolman, R.L. Faulmann, L. Clark, P. Hesp, R. Harries, M.G. (1991): Different Training Patterns and Bone Mineral Density of the Femur Shaft in Elite Female Athletes. Annals Of The Rheumatic Diseases. 50, 487-489.
88. Wolff, I. Croonenborg, J.J. Kemper, H.C.G. Kostense, J.W.R. (1999): The Effects of Exercise Training Programs on Bone Mass: A Meta Analysis of Published Controlled Trials in Pre- and Postmenopausal Women. 9, 1-12.
89. Yeh, J.K. Aloia, J.F. Tierney, J.M. Sprintz, S. (1993): Effect of Treadmill Exercise on Vertebral and Tibial Bone Mineral Content and Bone Mineral Density in The Aged Adult Rat: Determined by Dual Energy X-Ray Absorptiometry. Calcified Tissue International. 52, 234-238.