

## SEKİZ HAFTALIK TEK VE ÇOK SETLİ DİRENÇ ANTRENMANLARININ GENÇ ERKEKLERİN KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞU ÜZERİNE ETKİLERİ

Gürbüz BÜYÜKYAZI\*, Muzaffer ÇOLAKOĞLU\*, Elvan SAYIT\*\*  
Çağatay ŞAHAN\*, Şule ÇOLAKOĞLU\*

### ÖZET

Bu çalışmada aynı yoğunlukta, fakat farklı hacimde (tek set - çok set) yapılan sekiz haftalık direnç antrenmanlarının kemik mineral yoğunluğu (BMD) üzerine etkisinin incelenmesi amaçlandı. Çalışmada 42 sağlıklı erkek üniversite öğrencisi rasgele tek set (TSG; n=14), çok set (ÇSG; n=13) ve kontrol grubu (KG; n=15) olarak ayrıldı. Dual Energy X-Ray Absorpsiyometri (DEXA) yöntemiyle tüm vücut, omurga, femur boynu, trokanter, Ward's üçgeni, femoral shaft, kol, pelvis, bacak, L2-L4 ve gövde bölgelerinin BMD ( $g/cm^2$ ) ölçümleri yapıldı. Ölçümler sonucunda TSG'de gövdede BMD artışı (%1.32;  $p<0.01$ ) ÇSG ve KG'den (sırasıyla  $p<0.01$  ve  $p<0.05$ ), yine aynı gruptaki femoral shaft BMD artışı da (%0.47;  $p<0.05$ ) diğer iki gruptan fazla oldu ( $p<0.05$ ). ÇSG'deki kol BMD artışı da (%1.51;  $p<0.01$ ) KG'den fazla idi ( $p<0.01$ ). Ölçülen diğer bölgelerde anlamlı bir BMD değişikliği yoktu. Sonuç olarak, tek setle yapılan direnç egzersizleri ile femoral shaft ve gövdede; çok setle yapılan direnç antrenmanları sonucu ise kolda BMD artışları gerçekleşirken diğer bölgelerde grup içi istatistiksel anlamlı BMD değişiklikleri saptanmadı. Gruplar arasında çok az sayıda parametrede fark gözlenmesi farklı direnç antrenmanlarının BMD'yi farklı etkileyebileceğini düşündürülebilir.

**Anahtar sözcükler:** Kemik mineral yoğunluğu, DEXA, antrenman, direnç, erkek

\* Celal Bayar Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Manisa

\*\* Celal Bayar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Manisa

## SUMMARY

### EFFECTS OF EIGHT-WEEK SINGLE VERSUS MULTIPLE SETS OF RESISTANCE TRAINING ON BONE MINERAL DENSITY IN YOUNG MALES

To investigate the effects of 8-week weight training with equal intensity (8 to 15 repetition maximums) but different volumes (single vs. multiple sets) on bone mineral density (BMD) was aimed in the study. A total 42 male college students were randomly grouped as single-set (SSG; n= 14), multiple-set (MSG; n= 13) and control groups (CG; n= 15). Whole body, spine, femoral neck, trochanter, Ward's triangle, femoral shaft, arm, pelvis, leg, L2-L4 and trunk BMDs (g/cm<sup>2</sup>) were measured using dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA). The increase observed in trunk BMD in SSG (1.32%; p<0.01) was greater than that in MSG and CG (p<0.01 and p<0.05, respectively). Femoral shaft BMD increase in SSG (0.47%; p<0.05) was greater than that in the two other groups (p<0.05). Arm BMD increase in MSG (1.51%; p<0.01) was greater than that in CG (p<0.01). There were no significant BMD differences in any group at the remaining sites measured. In conclusion, weight training conducted with single and multiple sets caused BMD increases in the femoral shaft, trunk; and arm, respectively. However, no statistical significant changes were observed in any of the other sites measured. Since differences between groups occurred only for a small number of parameters, it can be said that different resistance training may not affect BMD differently.

**Key words:** Bone mineral density, DEXA, training, resistance, male

## GİRİŞ

Fiziksel aktivitenin vücut kemik kütlelerini arttırmada ve korumada olumlu etkisi olduğu (7,8,13); yetişkinlerdeki kemik mineral içeriğinin erken yaşlarda yapılan düzenli fiziksel aktivitelerden olumlu etkilendiği bilinmektedir (9,12). Kemikte dinamik zorlanmalar yaratan yüksek şiddette egzersizler kemik kütlelerini ve kuvvetini kontrol etmede önemli rol oynar (3,13,15). Koşu, voleybol, jimnastik gibi kemik dokusuna yük bindiren egzersizlerin (11,13,14,18) kemik mineral yoğunluğunu (BMD) arttırmada etkili olduğu, yüzme gibi kemik dokusuna yük bindirmeyen egzersizlerin ise BMD'yi arttırmada yararlı olmadığı (2,23) bildirilmiştir.

Direnç antrenmanlarından yararlı etkiler sağlamak yoğunluk, sıklık ve hacim gibi bazı faktörlere bağlıdır (4). Son yıllarda, direnç antrenmanlarından maksimal kuvvet kazanımları elde etmek için gerekli olan hacim miktarı konusundaki tartışmalar sürmektedir. Ancak; tek set

antrenman programlarının da çok set programlar ile benzer kuvvet kazanımları sağladığı; kas kütlesini, kuvveti ve dayanıklılığını arttırarak genel fiziksel uygunluğa ve sağlığa olumlu etkileri olduğu, ortopedik yaralanmaların önlenmesinde ve tedavisinde etkili olduğu ileri sürülmektedir. Özellikle kronik hastalıkları (örneğin artirit) bulunanlarda ve hareket genişliği kısıtlı olan kişilerde hafif ağırlıklar ve çok tekrarlar kullanılarak etkili olduğu bildirilmektedir (5,10).

Direnç antrenmanlarının BMD üzerine etkilerini araştıran çalışmalar çelişkili sonuçlar vermektedir. Bazıları yüksek yoğunluklu direnç antrenmanlarının kemik yoğunluğunu arttırmada daha fazla uyaran oluşturduklarını bildirirken (17,25), diğerleri bu tür antrenmanların olumlu etkisi olmadığını ileri sürmüşlerdir (6,21). Egzersiz şiddet farklılığının BMD üzerine etkisi detaylı olarak incelenmesine rağmen, değişik hacimli kuvvet antrenmanlarının kemik yoğunluğu üzerine etkisini inceleyen bir çalışma mevcut değildir. Bu nedenle, bu çalışmada aynı şiddette (8-15 tekrar maksimumu: TM), fakat farklı hacimlerde (tek set-çok set) yapılan sekiz haftalık direnç antrenmanlarının genç erkek üniversite öğrencilerinin kemik yoğunluğu üzerine farklı etkileri olup olmayacağını araştırmak amaçlandı.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi, yaşları 18-25 arasında olan, 42 sağlıklı erkek öğrenci çalışmaya katıldı. Denekler rasgele olarak tek set (TSG; n= 14), çok set (ÇSG; n= 13) ve kontrol (KG; n= 15) olmak üzere üç gruba ayrıldı. Katılımcıların fiziksel karakteristikleri Tablo 1'de verilmiş olup gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmadı.

**Tablo 1.** Katılımcıların fiziksel karakteristikleri (Ort±SD).

Parametre	TSG (n=14)	ÇSG (n=13)	KG (n=15)
Yaş, yıl	20.0 ± 1.3	22.3 ± 2.1	22.4 ± 2.1
Boy, cm	181.6 ± 9.3	178.0 ± 6.9	175.0 ± 4.7
Vücut ağırlığı, kg	73.6 ± 9.3	72.8 ± 5.3	67.8 ± 4.9
VKİ, kg/m <sup>2</sup>	22.2 ± 1.3	22.9 ± 1.4	21.7 ± 1.4
Vücut yağ oranı, %	15.5 ± 4.2	18.6 ± 5.1	17.8 ± 4.2

TSG= Tek set grubu; ÇSG= Çok set grubu; KG= Kontrol grubu; VKİ= Vücut kütle indeksi

Katılımcılar hakkındaki bilgiler bir anamnezle alındı. Sağlık muayeneleri yapıp çalışmanın düzeni ve olası riskleri hakkında bilgi verilerek

yazılı onayları alındı. Kemik metabolizmasını etkileyen ilaç kullananlar, diyet kalsiyum alımı günlük normal miktarın altında olanlar, herhangi bir kemik hastalığı geçirmiş olanlar ve son 12 ay içinde düzenli direnç antrenmanı yapmış olanlar çalışmaya alınmadı. Kemik yoğunluğu ölçümleri çalışmanın başında ve sonunda gerçekleştirildi. Başlangıç değerlerinde gruplar arasında istatistiksel bir fark saptanmadı. Lomber bölge (L2-L4), femur boynu, torakanter, Ward's üçgeni, femoral shaft, tüm vücut, kol, bacak, gövde, pelvis ve omurga ölçümleri Dual Energy X-Ray Absorptiyometri (DEXA) (GE/Lunar DPX-PRO; Madison, USA) yöntemiyle yapıldı. Boy uzunluğu ve VKİ standart yöntemle; vücut ağırlığı ve vücut yağ oranı ise DEXA ile saptandı.

Sekiz hafta, haftada üç gün TSG 25 dk, ÇSG 60 dk direnç antrenmanı uyguladı. Antrenmanlardan önce ilk üç haftada kullanılacak 12-15 TM ağırlıkları, bu sürenin sonunda ise kalan beş haftada kullanılacak egzersiz drilleri için 8-12 TM ağırlıkları saptandı. Bir antrenman seansında büyük ve küçük kas gruplarını çalıştırmayı hedefleyen 8-14 arası hareket gerçekleştirildi. Egzersiz gruplarında ilk antrenmanlardan itibaren belirlenen tekrar sayıları ile uygulananlar arasında artış oldukça bir sonraki seans ağırlık %5-10 arttırıldı. ÇSG, programın ilk üç haftasında "Tek düze üç set", kalan beş haftasında "Süper set" (aynı kasa farklı açılarda yüklenme ve agonist-antagonist çalışması) ve "Üç set" sistemlerini uyguladı. TSG aynı hareketleri aynı tekrar sayısında ancak tek set halinde uyguladı. Antrenman programında serbest ağırlıklarla ve kuvvet makineleriyle yarım skuat, bacak presi, benç pres, omuz presi (makine ile), bacak ekstansiyonu (sağ-sol), bacak "curl"ü (sağ-sol), göğüs presi, ayakta kürek, "happelman", lateral aşağı çekme, oturur kürek, biceps "curl"ü, "french curl", triseps aşağı presi, eğimli göğüs presi, kalça fleksiyonu ve kalça ekstansiyonu egzersizleri uygulandı. KG ise bu sürede günlük aktivelerini sürdürmeleri, ancak egzersiz yapmamaları konusunda uyarıldı. İstatistiksel analizler Kruskal-Wallis, Mann Whitney-U ve Wilcoxon signed ranks testleriyle yapıldı. Anlamlılık için  $p < 0.05$  düzeyi esas alındı.

## BULGULAR

Grupların BMD değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Ölçümler sonucunda TSG'de gövde BMD artışı (%1.32;  $p < 0.01$ ) ÇSG'den ( $p < 0.01$ ) ve KG'den ( $p < 0.05$ ) yüksek oldu. TSG'de femoral shaft BMD artışı da (%0.47;  $p < 0.05$ ) diğer iki gruptan yüksek ( $p < 0.05$ ); ÇSG'deki kol BMD artışı da (%1.51;  $p < 0.01$ ) KG'den yüksek ( $p < 0.01$ ) gerçekleşti. Ölçülen diğer bölgelerde tüm gruplarda anlamlı BMD değişikliği yoktu. TSG'de pelvis ve omurga bölgelerindeki değişiklikler sırasıyla  $1.31 \pm 2.49$  ve  $1.90 \pm 4.33$

olmasına rağmen denek sayılarının az olması istatistiksel anlamlılık yaratmamış olabilir.

**Tablo 2.** Sekiz haftalık antrenmanla kemik dansite değişiklikleri (Ort±SD).

Bölge	TSG (n=14)		ÇSG (n=13)		KG (n=15)	
	Önce	Sonra	Önce	Sonra	Önce	Sonra
Tüm Vücut	1.32 ± 0.10	1.33 ± 0.09	1.32 ± 0.08	1.32 ± 0.08	1.26 ± 0.08	1.26 ± 0.08
%Δ		0.39 ± 1.10		0.20 ± 0.62		-0.06 ± 0.86
Omurga	1.30 ± 0.15	1.33 ± 0.15	1.23 ± 0.09	1.22 ± 0.12	1.17 ± 0.13	1.16 ± 0.09
%Δ		1.90 ± 4.33		-0.91 ± 4.71		-1.11 ± 3.82
Femur boynu	1.34 ± 0.14	1.33 ± 0.14	1.36 ± 0.12	1.35 ± 0.13	1.25 ± 0.15	1.25 ± 0.14
%Δ		-0.33 ± 1.91		-0.49 ± 2.65		0.14 ± 1.23
Torakanter	1.12 ± 0.12	1.12 ± 0.12	1.10 ± 0.13	1.10 ± 0.13	1.04 ± 0.17	1.04 ± 0.16
%Δ		0.25 ± 1.09		-0.30 ± 1.43		0.13 ± 0.99
Ward's üçgeni	1.25 ± 0.17	1.26 ± 0.17	1.29 ± 0.15	1.29 ± 0.15	1.19 ± 0.20	1.20 ± 0.19
%Δ		0.72 ± 1.59		0.09 ± 2.69		0.95 ± 1.78
Femoral Shaft	1.53 ± 0.15	1.54 ± 0.15 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.18	1.52 ± 0.18	1.44 ± 0.19	1.44 ± 0.19
%Δ		0.47 ± 0.69 <sup>c</sup>		-0.98 ± 2.03		0.03 ± 0.91
Kol	0.95 ± 0.05	0.94 ± 0.06	0.93 ± 0.04	0.94 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.91 ± 0.05	0.90 ± 0.05
%Δ		-0.30 ± 2.35		1.51 ± 1.33 <sup>f</sup>		-0.90 ± 1.97
Pelvis	1.43 ± 0.13	1.45 ± 0.14	1.39 ± 0.10	1.40 ± 0.10	1.33 ± 0.14	1.33 ± 0.14
%Δ		1.31 ± 2.49		0.37 ± 1.83		0.17 ± 2.00
Bacak	1.51 ± 0.13	1.52 ± 0.13	1.53 ± 0.12	1.52 ± 0.12	1.45 ± 0.13	1.45 ± 0.13
%Δ		0.15 ± 1.85		-0.14 ± 1.05		0.19 ± 1.85
L2-L4	1.44 ± 0.13	1.44 ± 0.13	1.37 ± 0.08	1.36 ± 0.08	1.29 ± 0.17	1.30 ± 0.17
%Δ		-0.37 ± 1.27		-0.44 ± 1.98		1.01 ± 2.48
Gövde	1.14 ± 0.09	1.16 ± 0.10 <sup>b</sup>	1.11 ± 7.0	1.11 ± 0.06	1.06 ± 9.0	1.06 ± 0.09
%Δ		1.32 ± 1.03 <sup>d,e</sup>		-0.10 ± 0.80		-0.02 ± 1.12

TSG= Tek set grubu; ÇSG= Çok set grubu; KG= Kontrol grubu; %Δ: yüzde fark

<sup>a</sup>p<0.05 önceden farklı;

<sup>b</sup>p<0.01 önceden farklı;

<sup>c</sup>p<0.05 ÇSG ve KG'den farklı;

<sup>d</sup>p<0.01 ÇSG'den farklı;

<sup>e</sup>p<0.05 KG'den farklı;

<sup>f</sup>p<0.01 KG'den farklı

## TARTIŞMA

Voleybol ve jimnastik gibi sıçramalar içeren yüksek yoğunluklu spor dallarıyla uğraşan sporcuların BMD'lerinin oldukça arttığı (11); yüzme gibi kemik dokusuna yük bindirmeyen aktivitelerin ise BMD'yi arttırmada yararlı etkisinin olmadığı (2,23) gösterilmiştir. İşlegen ve ark. (16) futbolcularında L2-3-4, femur boynu, torakanter, Ward's üçgeni bölgelerinde BMD değerlerini sutopu oyuncularına ve kontrol grubuna göre anlamlı olarak

yüksek bulmuşlardır. Hamdy ve ark. (13) ise halterin koşu ve rekreasyonel antrenmanlara göre BMD'yi arttırmada daha etkili olduğunu göstermişlerdir.

Çalışmamızda, TSG gövde BMD değerindeki artışlar yapılan skuat, bench press, lateral aşağı çekme ve oturur kürek egzersizlerine bağlanabilir. Skuat hareketleri sırasında gövdenin eğimini sabit tutmak için erector spinal ve abdominal kaslar tarafından bir kuvvet uygulanır. Bu kaslara ilave olarak hareketler esnasında gövde bölgesindeki diğer kasların da kasılması ile bu bölgedeki kemiklere mekanik olarak yüklenildiği için kemiklerin gösterdiği tepki BMD artışı ile sonuçlanabilir. TSG'de omurga (%1.90) ve pelvis (%1.31) BMD'de yüksek yüzdelerde farklılıklar saptanmasına rağmen bunların istatistiksel anlam kazanmaması denek sayısının azlığından kaynaklanabilir.

Uygulanan baskılayıcı şiddetin büyüklüğü ve bölgeye özgü olma durumu da BMD artışında önemlidir (13). İşlegen ve ark. (16) vücut geliştirme sporu yapanların torakanter bölgedeki BMD değerini kontrol grubundan yüksek bulmuşlardır. Bazı çalışmalarda bu bölgedeki BMD artışını bu bölgede kemiğe bağlı olan kasların kasılmasından dolayı kemiğin bölgesel olarak tepki vermesi ile; femur boyun bölgesinde artış olmaması ise bu bölgeye bağlı bir kas olmaması ile açıklanmaktadır (7,8,18). Benzer şekilde, çalışmamızda da femur boynunda artış gözlenmezken, TSG'de femoral shaftta BMD'de anlamlı artışın meydana gelmesi, yapılan skuat, bacak presi, bacak 'curl'ü ve bacak ekstansiyon egzersizleri ile açıklanabilir.

Hamdy ve ark. (13) haltercilerin kol BMD değerlerinin ( $1.021 \text{ g/cm}^2$ ) koşuculara ( $0.908 \text{ g/cm}^2$ ) göre anlamlı olarak yüksek olduğunu; Ağaşcioğlu ve ark. (1) ise, üç aylık ağırlık antrenmanı ile haltercilerin kol BMD değerlerinin anlamlı olarak arttığını tespit etmişlerdir. Antrenman programımızdaki birçok hareket kol kaslarını dolaylı olarak çalıştırmasına rağmen, biceps "curl" ve triceps aşağı pres hareketleri bu bölge kemikleri üzerine baskılayıcı bir yük oluşturmuş ve ÇSG'nin kol BMD değerlerinde %1.51'lik bir artışa yol açmış olmuş olabilir. Benzer bir artışın TSG'de gözlenmemesi, kol kemik dansitesini arttırmak için daha büyük yüklenmelere gereksinim duyulmasından kaynaklanabilir.

Çalışmamızdaki egzersizlerin şiddeti, tekrar sayısı, antrenmanın sıklığı literatürdeki direnç antrenmanlarıyla kemik yoğunluğunda artış belirleyen çalışmalar ile paraleldir (19,20.). Ancak, antrenman periyodunun süresi de BMD değişikliği sağlayabilmek için önemlidir ve bu değişiklikler neden-sonuç ilişkilerine dayalı olarak ancak longitudinal çalışmalarla açıklanabilir (6,7). Literatürde, ölçülen bölgelerin büyük bir çoğunluğunda BMD

artışları belirleyen çalışmaların süresi oldukça uzundur (13,24). Ancak, daha önce en az bir yıl kuvvet antrenmanı yapmış kişilerde, 12 aylık kuvvet antrenmanı sonunda bir artış saptanmamıştır (7). Çalışmamız kısa süreli bir çalışmadır. Ayrıca, deneklerimiz uzun süreli ve düzenli fiziksel aktivite geçmişine sahip olduklarından genç erişkinlere (20-40 yaş) göre oldukça yüksek başlangıç BMD değerlerine sahiptiler (Tüm vücut: %108, L2-L4: %112, femur boynu: %122, Ward's üçgeni: %129, torakanter: %118). Bu nedenle de ölçülen bölgelerin çoğunda BMD değişikliği saptanmamış olabilir. Nitekim, Nichols ve ark. (21) 12 aylık çalışma ile yaşlı kadınlarda BMD değişikliği olmamasını, deneklerin yüksek başlangıç BMD değerlerine bağlamaktadır. Yine de, bu kadar kısa bir sürede femoral shaft bölgesinde ve sağlıklı bir postür için gerekli olan gövdede BMD artışlarının saptanmış olması anlamlıdır.

Rockwell ve ark. (22) dokuz ay süreli ağırlık çalışmasında vertebral BMD'de anlamlı bir düşüş tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Milliken ve ark. (20) direnç antrenmanı ve aerobik aktivitenin birlikte uygulandığı altı aylık bir çalışma ile femoral boyun bölgesinin BMD'sinde anlamlı düşüşün (%0.5) meydana geldiğini, ancak çalışma 12 ay devam ettiğinde bu bölgenin BMD'sinde anlamlı bir artışın (%2.0) saptandığını ileri sürmüşlerdir. Çalışmamızda ÇSG'de birçok bölgenin BMD'lerinde anlamlı olmayan düşüşler gözlenmesinin nedeni egzersiz periyodunun kısalığı olabilir. Diğer yandan, femoral shaft ve gövde BMD'de ÇSG'ye nazaran TSG lehine saptanan gruplar arası farklılık da ÇSG'de gözlenen ve nedeni açık olmayan bu düşüşlerden kaynaklanabilir.

Bir ön çalışma olarak kabul edilebilecek olan bu araştırmada, süre oldukça kısıtlı olmasına rağmen TSG'de iki bölgede, ÇSG'de tek bölgede anlamlı değişikliklerin saptanması, direnç egzersizlerinin BMD'yi arttırmada daha fazla uyaran oluşturmada etkili olabileceği fikrini desteklemektedir. Diğer yandan ÇSG'de egzersizle yedi bölgede gözlenen düşüşün nedeni açık değildir. Ancak, egzersiz grupları arasında çok az sayıda parametrede fark saptanması nedeniyle (10 bölgeden sadece femoral shaft ve gövdede TSG lehine) farklı direnç antrenmanlarının BMD'yi farklı etkileyemeyeceği söylenebilir. Yine de, sonuçların daha sağlıklı olabilmesi için ileriki çalışmalar daha uzun süreli yapılmalı, BMD ölçümleri aralıklarla alınmalı ve daha fazla deneyin katılımı sağlanmalıdır.

#### KAYNAKLAR

1. Ağaşcioğlu E, Karakılıç M, Korkusuz F: Bone mineral density and energy metabolism. *Spor Bilimleri VI. Uluslararası Kongresi Bildirileri*, Ankara, 2000, s160.

2. Avlonitou E, Georgiou E, Douskas G, Louizi A: Estimation of body composition in competitive swimmers by means of three different techniques. *Int J Sports Med* **18**: 363-8, 1997.
3. Block JE, Friedlander AL, Brooks GA, Steiger P, Stubbs HA, Genant HK: Determinants of bone density among athletes engaged in weight-bearing and non-weight-bearing activity. *J Appl Physiol* **67**: 1100-5, 1989.
4. Byrd R, Chandler TJ, Conley MS, et al: Strength training: single versus multiple sets. *Sports Med* **27**: 409-16, 1999.
5. Carpinelli RN, Otto RM: Strength training: single versus multiple sets. *Sports Med* **26**: 73-84, 1998.
6. Chilibeck PD, Calder A, Sale DG, Webber CE: Twenty weeks of weight training increases lean tissue mass, but not bone mineral mass or density in healthy, active young women. *Can J Physiol Pharmacol* **74**: 1180-5, 1996.
7. Colletti LA, Edwards J, Gordon L, Shary J, Bell NH: The effects of muscle-building exercise on bone mineral density of the radius, spine, and hip in young men. *Calcif Tissue Int* **45**: 12-4, 1989.
8. Dyson K, Blimkie JR, Conroy BP, Kraemer WJ, Maresh CM, et al: Bone mineral density in elite junior Olympic weightlifters. *Med Sci Sports Exerc* **25**: 1103-9, 1993.
9. Davison KS, et al: Gymnastic training and bone density in preadolescent females. *Med Sci Sports Exerc* **29**: 443-50, 1997.
10. Feigenbaum MS, Pollock ML: Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc* **31**: 38-45, 1999.
11. Fehling PC, Alekel L, Clasey J, Rector A, Stillman RJ: A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sports. *Bone* **17**: 205-10, 1995.
12. Grimston SK, Willows ND, Hanley DA: Mechanical loading regime and its relationship to bone mineral density in children. *Med Sci Sports Exerc* **25**: 1203-10, 1993.
13. Hamdy R, Anderson J, Whalen K, Harvill L: Regional differences in bone density of young men involved in different exercises. *Med Sci Sports Exerc* **26**: 884-8, 1994.
14. Heinonen A, Oja P, Kannus P, et al: Bone mineral density in female athletes representing sports with different loading characteristics of the skeleton. *Bone* **17**: 197-203, 1995.
15. Heinonen A, Kannus P, Sievanen H, et al: Randomized controlled trial of effect of high-impact exercise on selected risk factors for osteoporotic fractures. *Lancet* **348**: 1343-7, 1996.
16. İşlegen Ç, Ergün M, Öztürk C, Özgürbüz C, Elmacı AS: Bone density differences in male water-polo players, football players and body builders. *Spor Hekimliği Dergisi* **34**: 171-8, 1999.



17. Karlsson MK, Johnell O, Obrant KJ: Bone mineral density in weight lifters. *Calcif Tissue Int* **52**: 212-5, 1993.
18. Kerr D, Morton A, Dick I, Prince R: Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load-dependent. *J Bone Miner Res* **11**: 218-25, 1996.
19. Menkes A, Mazel S, Redmond RA et al: Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* **74**: 2478-84, 1993.
20. Milliken LA, Going SB, Houtkooper LB et al: Effects of exercise training on bone remodeling, Insulin-like growth factors, and bone mineral density in postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Calcif Tissue Int* **72**: 478-84, 2003.
21. Nichols JF, Nelson KP, Peterson KK, Sartoris DJ: Bone mineral density responses to high-intensity strength training in active older women. *J Aging Phys Activity* **3**: 26-38, 1995.
22. Rockwell JC, Sorensen AM, Baker S, et al: Weight training decreases vertebral bone density in premenopausal women: a prospective study. *J Endocrinol Metabol* **71**: 988-93, 1990.
23. Taaffe DR, Marcus R: Regional and total bone mineral density in elite collegiate male swimmers. *J Sports Med Phys Fitness* **39**: 154-9, 1999.
24. Tsuzuku S, Shimokata H, Ikegami Y, Yabe K, Wasnich RD: Effects of high versus low-intensity resistance training on bone mineral density in young males. *Calcif Tissue Int* **68**: 342-7, 2001.
25. Virvidakis K, Georgiou E, Korkotsidis A, Ntalles K, Proukakis C: Bone mineral content of junior competitive weight lifters. *Int J Sports Med* **11**: 244-6, 1990.