

VOLEYBOLCU ÇOCUKLARIN KEMİK YAPILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Alpan CİNEMRE*, Hüsrev TURNAGÖL*, Güneş OKUT**

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; düzenli antrenman yapan voleybolcu çocukların ve düzenli antrenman yapmayan çocukların kemik yapılarını karşılaştırmaktır. Bu amaçla; 3-4 yıldır, haftada 10-12 saat düzenli voleybol antrenmanı yapan (yaş=13.2±0.8 yıl, n=17) ve düzenli olarak herhangi bir spor ile uğraşmayan (yaş=12.62±0.91 yıl, n=20), menarş görmemiş toplam 37 kız çocuk, voleybol ve kontrol grubu olmak üzere atanmıştır. Katılımcıların kemik yapıları Metra Biosystems QUS-2 marka Topuk Ultrasonometresi kullanılarak belirlenmiştir. Katılımcıların üç günlük diyetle süt ve süt ürünleri tüketimi alınmış, BEBİS programı ile analiz edilerek günlük kalsiyum alımı belirlenmiştir. Kemik yapısı ölçümleri, dominant (dom) ve dominant olmayan (non dom) topuklardan alınmıştır. Voleybol ve kontrol gruplarının BUA (Broadband Ultrasonografik Assesment) ve t-skor değerleri bağımsız gruplarda t testi yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Voleybolcuların BUA (dom=75.9±7.1, non dom=76.26±7.2) ve t- skor değerleri, spor yapmayan (dom=68.18±8.5, non dom=67.12±8.4) grubun değerlerinden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p<0.05). Sonuç olarak, vücut ağırlığının taşınması ile uygulanan ve yüksek etkili bir spor dalı olarak nitelendirilen voleybol sporu, menarş görmemiş 11-13 yaş arası kız çocuklarının kemik yapılarını olumlu yönde etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: QUS, BUA, Kemik Yapı, Egzersiz.

Geliş tarihi: 03.10.2011; Yayına kabul tarihi: 06.11.2011

* Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu Beytepe, ANKARA.

* Mezun Öğrenci

EVALUATION OF BONE MINERAL DENSITIES OF YOUNG VOLLEYBALL PLAYERS

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the bone mineral density (BMD) of children playing volleyball with non-exercising mates by using Quantitative Ultrasonography (QUS). A total of 37 prepubertal girls participated in this study. Subjects were divided into two groups: Volleyball (ages=13.2±0.8 years, n=17) and control (ages=12.62±0.91 years, n=20). Children in volleyball groups has been training regularly for 10-12 hours a week for 3-4 years. Children in control group has not been participating in regular exercise training. Dominant and non-dominant leg BUA (Broadband Ultrasonographic Assessment) values were taken from calcaneus by QUS-2 (Metra Biosystems). Three days milk and dairy products records were obtained from each subject. Food records were analysed by BEBIS food analysing programme and daily calcium intake of the subjects were calculated. Student t-test statistical method was used to compare two groups. Volleyball players' BUA (dom= 75.9 ± 7.1, non-dom= 76.26 ± 7.2) and t-score values were significantly ($p<0.05$) higher than those of non-exercising group (BUA: dom=68.18 ± 8.5, non-dom = 67.12 ± 8.4). In conclusion, volleyball training, which has been regarded as weight bearing and high impact sport, has beneficial effects on bone mineral density in prepubertal girls.

Key Words: QUS, BUA, Bone Structure, Exercise, Medium Impact.

GİRİŞ

Osteoporoz, kemik mineral yoğunluğunda (KMY) düşüş ve kırılma riskinde artışla karakterize bir hastalıktır. Organik kemik matrisindeki çapraz köprü sayısında, yavaş yavaş gerçekleşen kayıp nedeniyle iskelet bütünlüğünün bozulması, özellikle yaşlılık döneminde kemik kırığı oluşma riskini artırır (Carrié Fässler AL., 1995).

Bilindiği gibi KMY'nun 30 yaşına kadar maksimal düzeyde artırılması osteoporozun önlenmesi veya geciktirilmesi açısından son derece önemlidir. Bu nedenle, osteoporozdan korunmaya çocukluk ve gençlik döneminden itibaren başlanması ve KMY'nin genetik potansiyelin izin verdiği ölçüde önerilmektedir (Carrié Fässler AL., 1995). Kemik kütlesi üzerinde genetik faktörlerin etkisi büyükmiş gibi görünmesine karşın; egzersiz, hormonal durum ve beslenme kemik yapısının durumunu yeniden değiştirebilmektedir (Nordstorn P ve Lorentzon R., 1999). Kemik, bazen mineral hazinesi olarak fonksiyonunu kısıtlayabilen başlıca yapısal rolleri (yerçekimine direnç gösterme ve hareket etme gibi) olan bifonksiyonel bir organdır (Marcus R., 1996).

Egzersizdeki değişiklik, beslenme ve yaşla birlikte oluşan hormonal yapı iskelet sağlığını inşa eder. Kemik minarel yoğunluğu 15-20 yaşlarına kadar keskin bir artış

göstermekte ve 30 yaşına kadar da bu artış yavaş yavaş devam etmektedir. Doruk Kemik Kütle (DKK), büyüme ve gelişme sırasında artarak erken erişkinlik dönemi boyunca konsolidasyonunu tamamlayan maksimum kemik mineral yoğunluğu olarak tanımlanabilir. Bir bireyin kemik yoğunluğu, DKK ve sonraki kemik kaybının derecesi ile belirlendiği için, DKK'nin yüksek düzeyde tutulmasından sorumlu olabilecek faktörlerin anlaşılması ileri yaşlardaki kırıkların önlenmesi için kritik bir önem taşımaktadır. İskeletteki en hızlı büyüme ve gelişimi, genetik etkilenmenin en güçlü olduğu erken çocukluk ile geç adolesan dönem arasında olmaktadır. Kemik gelişiminin yaklaşık % 60'ı adolesan çağda gerçekleşmektedir (O'Brien M., 2001). DKK'ne erişme yaşı, en erken 17-18, en geç 35 olarak belirtilmiştir (Kutsal YG., 2000). Genç erişkin çağda edinilen DKK, genetik kontrol altındadır ve ileri yaşlardaki kemik mineral yoğunluğunun önemli bir göstergesidir (Lorentzon M., 1999).

Fiziksel aktivitenin hayat boyunca, fakat özellikle de kemiklerin yüksek oranda etkilere yanıt verdiği ve uyumlu olduğu büyüme periyodu boyunca etkili olduğu bilinmektedir (Gilsanz V., 1998). Fiziksel aktivitenin çocuklarda ve yetişkinlerde kemik mineral yoğunluğu üzerine etkisini araştıran çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Stewart A., Reid D.M., 2002). Fiziksel aktivitenin yanı sıra kalsiyum alımı da KMY için önemlidir. 7-10 yaş ve 11-14 yaş arasındaki çocuklarda kalsiyum alım miktarı KMY'nin yeterli gelişimi için günlük 800 ile 1200 mg arasında olmalıdır. Fiziksel aktivitenin, KMY'nin artırılması yönünden kalsiyum alım miktarından daha etkili olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Witzke K.A. ve Snow CM., 2000). Özen ve ark. (2007); ergenlik öncesi 36, ergenlik sonrası 37 çocukta fiziksel aktivite ve günlük Ca alımı ile KMY arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında; KMY ile fiziksel aktivite ve ergenlik dönemi arasında bir ilişki bulurken, günlük Ca alımının KMY ile herhangi bir ilişkisini bulamamışlardır. Bu çalışma bulgularına göre, haftada 3 saatten daha fazla spor yapan çocuklar daha yüksek KMY değerlerine sahip bulunmuşlardır.

Kemik dokunun değerlendirilmesinde kullanılan pek çok yöntem mevcuttur: Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) kemik mineral yoğunluğu ve kemik mineral içeriğini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir (Mackelvie K.J. ve ark. 2002). DEXA değeri, kullanılabilme sınırlılıkları ve gerekli olan teknik personel gibi nedenlerden dolayı altın standart olarak kabul edilmektedir. DEXA kemik mineral içeriği ölçümlerinde kesin doğru tahminler verebilmektedir.

Yakın zamanda ultrason olarak bilinen ses enerjisini topuk kemiğinden geçecek şekilde bir transduserden diğerine göndererek topuk kemiğinin durumunu değerlendirerek ölçüm yapan quantitative ultrasound tekniği (QUS) kemik yoğunluğu ve kemik yapının değerlendirilmesi için önerilmektedir (Prins S.H. ve ark., 1998). QUS sadece kemik mineral yoğunluğunu ölçmemekte bunun yanında kemik kuvvetini belirleyen kemik elastikiyeti ve kemik mikro mimarisi ile ilgili bilgi de vermektedir (Courteix D. ve ark., 1998). Bu nedenle QUS, DEXA'dan bağımsız bilgi de sağlayabilmektedir. QUS Topuk Ultrasonometresi, ultrason olarak bilinen ses enerjisini topuk kemiğinden geçecek şekilde bir transduserden diğerine göndererek topuk kemiğinin durumunu değerlendirir. Topuğu geçen ultrasonu

analiz etmek suretiyle, QUS, geniş bant ultrason sönümü (BUA) belirler. Hastanın BUA sonucu, referans bir nüfustan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılabilir. Bu karşılaştırmanın standart sapma cinsinden ifade edilen sonucuna T-Skoru denir. T-skoru topuk kemiğinin değerlendirilmesi için elverişli bir yöntem sağlar (Prins S.H. ve ark., 1998). Calcaneus (topuk kemiği), kolay bulunulabilirliği, uygun olması ve yüksek trabeküler içeriğinden dolayı en genel ölçüm kısmıdır. İnsanlarda yere uygulanan geri tepkime kuvvetinde (GTK) ana stress hareket boyunca topuğun yere her basışında topuk kemiğine uygulanmaktadır (Mayoux-Benhamou MA. ve ark., 1998). Yere uygulanan geri tepkime kuvvetine göre yüzme, dans, futbol gibi spor dalları sırasıyla, düşük, orta ve yüksek etkili egzersizler olarak sınıflandırılmıştır (Bakker I. ve ark., 2003). QUS değerleri ile topuk kemiği, kalça veya omurga kemikleri arasında anlamlı ilişki olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Mayoux-Benhamou MA., ve ark., 1998). Genç sporcularda QUS kullanarak egzersizin kemik özellikleri üzerinde etkisini inceleyen az sayıda çalışma vardır. Yüksek etkili sporlarla kemik ultrasonu göstergeleri arasında olumlu ilişki bulan birkaç ayrı çalışma vardır (Bass S. ve ark., 1998).

Bu çalışmanın amacı; düzenli antrenman yapan 11-13 yaş grubu voleybolcular ile aynı yaş grubunda spor yapmayan çocuklarda, Kemik Yapının Quantatif Ultrasonografi (QUS) ile değerlendirmektir.

YÖNTEM

Araştırma Grubu

Bu çalışma grubu, yaşları 11 ile 13 arasında değişen düzenli antrenman yapan voleybolcular (n=17) ile aynı yaş grubunda spor yapmayan (n=20) toplam 37 bayan katılımcıdan oluşmaktadır. Çalışmaya katılan voleybolcular en az 3-4 yıl antrenman yaşı olan ve haftada 10-12 saat (5-6 gün/hft) antrenman yapan sporcular arasından seçilmişlerdir. Katılımcı grubu, aynı spor kulübünde düzenli antrenman yapan katılımcılardan oluşturulmuştur. Kontrol grubu ise aynı okulda aynı beden eğitimi dersine giren, spor yapmayan sedanter bireylerden oluşturulmuştur. Tüm katılımcıların menarş görmemiş olması ve aynı Tanner evresinde olmaları sağlanmıştır (Schmitz ve ark. 2004).

Veri Toplama Araçları

Antropometrik ölçüm araçları:

Teste katılan katılımcıların boy uzunluğu ölçümlerinde hassaslık derecesi 0,01 olan Holtain marka antropometri seti kullanılmıştır. Vücut ağırlıkları Tanita TBF 401 A marka baskülde alınmıştır.

Kemik Mineral Yoğunluğu ölçüm araçları:

Katılımcıların kemik yapılarının değerlendirilmesi Metra Biosystems QUS-2 marka Topuk Ultrasonometresi ile yapılmıştır.

Anketler:

Katılımcıların sağlık ve beslenme durumları her bir katılımcıya dağıtılan anket formları ile saptanmıştır. Diyetle günlük Ca alımı, 3 günlük diyetle süt ve süt ürünleri (yoğurt, peynir) tüketimi BEBİS programı ile hesaplanmıştır.

Verilerin Toplanması

Her bir grup için ölçümler 1 günde tamamlanmıştır. Katılımcıların sırasıyla, vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve KMY ölçümleri alınmıştır. Çalışmanın planlanması aşamasında sporcuların bağlı oldukları kulübün antrenörlerine ve ailelerine çalışma hakkında bilgi verilerek yazılı onayları alınmış ve her ölçüm öncesinde deneklere testin amacı ve nasıl uygulanacağı hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Tüm ölçümler katılımcıların antrenman yaptıkları salonda, sessiz bir odada her bir birey tek tek içeri alınarak gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümler 2 kez tekrarlanmış ve ortalamaları dikkate alınmıştır. Ölçümler araştırmacı tarafından yapılmıştır.

Boy uzunluğu ölçümü

Ölçümler alınırken katılımcı düz bir zeminde duvara yerleştirilmiş olan antropometrik sete uygun bir açı ve pozisyonda yerleştirilmiştir. Deneğin ağırlığının iki yana eşit olarak dağıtılmış olmasına, başının frankfurt düzleminde gözler karşıya bakacak şekilde ve kolların omuzlardan serbestçe yanlara sarkıtılmış durumda olmasına dikkat edilmiştir ve denekten derin bir nefes alarak dik pozisyonunu bozmadan tutması istenmiştir. Aletin hareketli parçası başın en yüksek noktasına getirilerek ve saçlar yeterli miktarda sıkıştırılarak ölçüm 1 mm'ye kadar not edilmiştir (Lohman ve ark., 1991).

Vücut ağırlığı ölçümü

Vücut ağırlığı ölçümleri, şort ve t-şirt ile ayakkabısız olarak, 0,1 kg duyarlı (Tanita TBF 401A, Japon) baskülle ölçülmüştür.

KMY ölçümü:

KMY ölçümü için birey bir sandalyeye oturtulmuş, ayağına ultrason jeli uygulandıktan sonra ayağı ayak yerine 3 noktaya göre ayarlanarak konumlandırılmıştır. Tarama esnasında transduserler deneğin topuğu boyunca hareket etmiş, İlgi Alanı (ROI) denilen, yaklaşık 1 cm²lik bir alanı bulup taramıştır. Ortaya çıkan sinyal analiz edilerek ve megahertz başına desibel (dB/MHz) cinsinden Geniş bant Ultrason Sönümü (BUA) olarak hesaplanmış ve t-skoru ile birlikte çıktısı alınmıştır. KMY ölçümleri her iki ayak içinde 2 kez tekrarlanmış ve ortalamaları dikkate alınmıştır.

Verilerin Analizi

Elde edilen veriler SPSS 13.0 istatistik programında, $p < 0.05$ ve $p < 0.01$ anlamlılık düzeyinde bağımsız gruplarda t- testi istatistik yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR

Çalışmaya katılan sporcuların fiziksel özellikleri, BKİ ve kalsiyum ortalamaları Tablo-1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneklerin Fiziksel Özellikleri, BMİ Değerleri ve Kalsiyum Alımları.

| Parametreler | Kontrol Grubu (n=20) | Voleybol (n=17) |
|--------------------------|----------------------|-----------------|
| Yaş (yıl) | 12.62±0.91 | 13.2±0.8 |
| Boy uzunluğu (cm) | 155.09±11.6 | 156.2±10.3 |
| Vücut ağırlığı (kg) | 50.04±8.3 | 52.91±6.7 |
| BKİ (kg/m ²) | 16.6±2.1 | 18.24±2.4 |
| Kalsiyum alımı (mg/gün) | 659.8 | 611.2 |

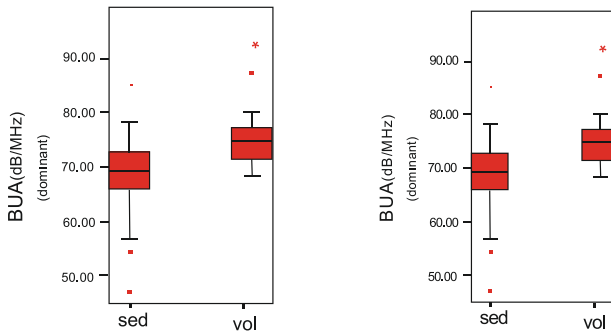
Deneklerin yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, BKİ ve kalsiyum alımları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Çalışmaya katılan gruplar birbirleriyle benzer fiziksel özelliklere sahiptirler. Yukarıdaki değişkenler özelinde, gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Deneklerin dominant ve dominant olmayan ayaklarına ait BUA değerleri ise Tablo-2'de verilmiştir.

Tablo 2. Deneklerin Dominant ve Dominant Olmayan Ayaklarına İlişkin BUA Değerleri.

| BUA (Db/MHz) | Kontrol grubu n=20 | Voleybol n=17 | t |
|---------------|--------------------|---------------|--------|
| Dominant | 68.18±8.5 | 75.9±7.1 | 2,95* |
| Non- dominant | 67.12±8.4 | 76.26±7.2 | 3,52** |

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

Grupların dominant ve dominant olmayan ayaklarının BUA değerleri arasında sırası ile anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$, $p<0.01$). Buna göre düzenli antrenman yapan grubun dominant ve dominant olmayan ayak BUA değerleri düzenli antrenman veya spor yapmayan gruptan anlamlı derecede yüksektir.



Şekil 1. Denek grubunun dominant ve dominant olmayan ayaklarından elde edilen BUA (dB/MHz) değerlerine ilişkin grafik (sed: sedanter, vol: voleybol).

Voleybolcuların dominant ayak BUA değerleri, düzenli antrenman yapmayan aynı yaş grubundaki sedanter bireylerin dominant ayak BUA değerlerinden % 10.17 ($p<0.05$) oranında yüksek bulunmuştur. Voleybolcuların dominant olmayan ayak BUA değerleri, kontrol grubunun dominant olmayan ayak BUA değerlerinden % 11.99 ($p<0.05$) oranında yüksek bulunmuştur. Katılımcıların dominant ayaklarının BUA değerlerinden elde edilen t-skorlarında; voleybolcuların % 70.58'inin t-skoru -1'den düşük, sedanterlerin % 70'inin t skorları -1'den, % 20'sinin t-skoru -2'den düşük bulunmuştur. Katılımcıların dominant olmayan ayaklarının BUA değerlerinden elde edilen t-skorlarında; voleybolcuların % 64.7'sinin t-skoru -1'den düşük, sedanterlerin % 70'inin t skorları -1'den, % 20'sinin t-skoru -2'den düşük bulunmuştur.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Düzenli yapılan fiziksel aktivitenin çeşitli hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde etkili olduğu bilinmektedir. KMY'nun korunması ve artırılmasında da düzenli spor en önemli etkenlerden birisidir. Yapılan egzersizin çeşidinin yanı sıra sıklığı da büyük önem taşımaktadır. Literatüre bakıldığında özellikle 12-18 yaş aralığında yapılan düzenli sporun KMY parametrelerini doğrudan etkilediği görülmektedir (Kriska AM., 1988; Tragerden D. ve ark., 1996; Welten DC. ve ark., 1994).

Alwis G. ve ark.'nın (2010); 6-19 yaş arasındaki 518 kız ve 558 İsveçli erkek çocuk üzerinde Tanner evrelerine göre yaş ve cinsiyete özgü topuk QUS değerleri, kemik yapı normatif değerleri elde etmek için alınmış ve DEXA ve vücudun diğer bölgelerinden elde edilen QUS parametreleri ile karşılaştırılmıştır. Alwis ve ark.'nın çalışma sonuçlarına göre büyüme süresince BUA değerlerindeki kazanım; yaş, boy, kilo gibi büyüme değerleri ile yüksek derecede ilişkilidir. Bu çalışmada da vücut ağırlığının taşınması (weight-bearing) ile yapılan spor olarak kabul edilen voleybolcuların hem dominant ve hem de dominant olmayan topuklarından elde edilen BUA değerleri, kontrol grubunun dominant ve dominant olmayan değerlerinden anlamlı ölçüde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuç, çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Özellikle vücut ağırlığının taşınması ile uygulanan egzersizlerin hem çocuklarda (Hara S. ve ark., 2001), hem de adölesanlarda (Blanchet C. ve ark., 2003), iskelet üzerinde olumlu faydalarının olduğu rapor edilmiştir. Büyüme süresince yapılan vücut ağırlığının taşındığı veya yüksek şiddetli fiziksel aktiviteler kemik gelişiminin oranını ve büyüklüğünü, kemik hacminin, kemik mineral içeriğinin ve kemik mineral yoğunluğunun artışı ile ilişkili olarak arttırmaktadır (Bass ve ark., 1998).

Yung ve ark.'ları (2005), QUS ölçüm aracını kullanarak, yaşları 18-22 arasında değişen denekler ile yaptıkları bir çalışmada vücut ağırlığının taşınması ile uygulanan spor ile ilgilenen grubun QUS parametrelerini diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır. DEXA ile yapılan pek çok çalışmada (Lehtonen-Veroma ve ark., 2000) da

vücut ağırlığının taşınması ile uygulanan spor türlerinin KMY üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya konulmuştur. Yine Creighton ve ark. (2001), yaş ortalaması 21 olan ve düzenli egzersiz yapan 41 kadın kolej ligi sporcusunda voleybol veya basketbol antrenmanı yapıyor olmanın, futbol, atletizm ve yüzme ile karşılaştırıldığında daha yüksek KMY ve kemik oluşumuna sebep olduğunu göstermişlerdir.

Dyson, K. ve ark. (1997), DEXA ile yaptıkları bir çalışmada, yapılan spor dalının yerçekimine karşı reaksiyonundan yola çıkarak voleybolcular (n=8) ve cimnastikçileri (n=13), yüksek-impaktli sporlar olarak ayırmışlar ve düşük impaktli (yüzücüler, n=7), ve kontrol grubuyla (n=17) karşılaştırmışlardır. Ve sonuçta yüksek-impaktli sporla uğraşanların KMY değerlerini yüzücü ve kontrol grubunun değerlerinden anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır.

Bu çalışmada literatürle benzer bir şekilde yüksek-impakt olarak kabul edilen voleybol sporlarıyla ilgilenen çocukların QUS parametreleri, spor yapmayan kontrol grubunun QUS parametrelerinden anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca çalışmaya katılan deneklerin BKİ, yaşları, vücut ağırlıkları, boyları ve kalsiyum alımları arasında herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Yine deneklerin dominant ve dominant olmayan ayaklarından elde edilen QUS parametreleri arasında da anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Sonuç olarak vücut ağırlığının taşınması ile uygulanan ve yüksek impaktli sporlar olarak gruplandırılan voleybol sporunun, düzenli antrenman yapıldığında kemik yapı üzerine olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Yapılan düzenli egzersiz çocukların kemik kitlelerini maksimum düzeyde geliştirmeleri açısından önemlidir. Bunun bilinmesi ileriki yaşlarda ortaya çıkabilecek olan osteoporoz kırıklarından korunmada önemlidir.

KAYNAKÇA

1. Alvis G., Rosengen, B., Nilsson, J.A., Lundgren, S., Sundberg, M., Seubo, I., Karlsson, M.K. (2010). Normative Calcaneal Quantative Ultrasound Data as an Estimation of Skeletal Development in Swedish Children and Adolescent. *Calcif Tissue Int.* 87: 493-506.
2. Bass S., Pearce G., Bradney, M., Hendrich, E., Delmas, P.D., Hardy, A. (1998). Exercise Before Puberty May Confer Residual Benefits in Bone Density in Adulthood: Studies in Active Prepubertal and Retired Female Gynasts. *J Bone Miner Res*, 13: 500-507.
3. Bakker, I., Twisk, J.W., Mechelen, W.V. (2003). Ten Year Longitudinal Relationship Between Physical Activity and Lumbar Bone Mass in (young) Adults. *J Bone Miner Res*, 18: 325-232
4. Blanchet, C., Turcot-Lemay, L., Dumont, M. (2003). Leisure Physical Activity is Associated with Quantative Ultrasound Measurements Independently of Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Calcif Tissue Int*, 73(4): 339-49.
5. Carrié Fässler, A.L, Bonjour, J.P. (1995) Osteoporosis as a Pediatric Problem. *Pediatric Clinics of North America*; 42(4): 811-824.

6. Creighton, D.L., Morgan, A.L., Broadley D., Brolinson, P.G. (2001). Weight-Bearing Exercise and Markers of Bone Turnover in Female Athletes. *J. Appl Physiol* 90: 565-570.
7. Courteix, D., Lespessailles, E., Peres, S.L. (1998). Effect of Physical Training on Bone Mineral Density in Prepubertal Girls: A Comparative Study Between Impact Loading and Non-Impact-Loading Sports. *Osteoporos Int*, 8: 152-158.
8. Dyson K., Blimkie, C.J., Davison, K.S., Webber, C.E., Adachi, J.D. (1997). Gymnastic Training and Bone Density in Pre-Adolescent Females. *Med Sci Sport Exerc*, 29: 443-450.
9. Gilsanz, V. Gibbons, D.T., Roe, T.F., Carlson, M., Senac, M.O., Boechat, M.I., Huang, H.K., Schilz, E.E., Libani, C.R., Cann, C. (1998). Vertebral Bone Density in Children: Effect of Puberty. *Radiology*; 166: 847-850
10. Hara, S., Yanagi, H., Amagai, H. et al. (2001). Effect of Physical Activity During Teenage Years, Based on Type of Sport and Duration of Exercise, on Bone Mineral Density of Young, Premenopausal Japanese Women. *Calcif Tissue Int*, 68(1): 23-30.
11. Kriska, A.M., Sandler, R.B., Cauley, J.A., LaPorte, R.E., Hom, D.L., Pambianco, G. (1988). The Assessment of Historical Physical Activity and Its Relation to Adult Bone Parameters. *Am J Epidemiol*, 127(5): 1053-1063.
12. Kutsal, Y.G. (2000). Osteoporoz. Ed: Beyazova, M. Kutsal, Y.G. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara. Güneş Kitabevi, 1872-1893.
13. Lehtonen-Veroma, M., Möttönen, T., Nuotio, I., Heinonen, O.J., Viikari, J. (2000). Influence of Physical Activity on Ultrasound and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Bone Measurements in Peripubertal Girls: A Cross-Sectional Study. *Calcif Tissue Int*. 66: 248-254.
14. Lohman, T.G., Roche, A.F., Martorell, R. (1991). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Human Kinetics, Illinois.
15. Mackelvie, K.J., McKay, H.A., Khan, K.M., Crocker, R.P.E. (2001). A School Exercise Intervention Augments Bone Mineral Accrual in Early Pubertal Girls. *J Pediatr* 139: 501-508.
16. Marcus, R. (1996). Endogenous and Nutritional Factors Affecting Bone. *Bone*. 18(1): 11-13.
17. Mayoux-Benhamou, M.A., Roux, C., Roubardin, J.P. (1998). Plantar Flexion Force is Related to Calcaneus Bone Ultrasonic Parameters in Postmenopausal Women. *Calcif Tissue Int*, 62: 462-464.
18. Nordstorn, P., Lorentzon, R. (1999) Influence of Heredity and Environment on Bone Mineral Density in Adolescent Boys: A Parent-Offspring Study. *Osteoporos Int*, 10: 271-277.
19. O'Brien, M. (2001). Exercise and Osteoporosis. *Ir J Med Sci*, 170(1): 58-62.
20. Özen, A.O., Berber, M., Şen, N., Sarıçoban, H.E., Büyükgebiz, B. (2007). Prepubertal ve Pubertal Dönemdeki Çocukların Ultrasonometrik Kemik Yoğunluğunun Ölçülmesi ve Bunu Belirleyen Faktörlerin Değerlendirilmesi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*. 50: 231-235.

21. Prins, S.H., Jørgensen, H.L., Jørgensen, L.V., Hassager, C. (1998) The Role of Quantitative Ultrasound in the Assessment of Bone: A Review. *Clin Physiol*, 18: 3-17.
22. Schmitz, K.E, Hovell, M.F., Nichols, C.F. (2004). A Validation Study of Early Adolescents' Pubertal Self Assessments. *Journal of Early Adolescence*. 24(4): 357-384.
23. Stewart, A., Reid, D.M. (2002). Quantitative Ultrasound in Osteoporosis. *Semin Musculoskeletal Radiol*, 6: 229-232
24. Witzke, K.A., Snow, C.M. (2000). Effect of Plyometric Jump Training on Bone Mass in Adolescent Girls. *Med Sci Sport Exerc*. 32: 1051-1057.
25. Welten, D.C., Kemper, H.C., Post, G.B., Van Mechelen, W., Twisk, J., Lips, P., Teule, G.J. (1994). Weight-Bearing Activity During Youth is a More Important Factor for Peak Bone Mass than Calcium Intake. *J Bone Miner Res.*, 9(7): 1089-1096.
26. Yung, P.S., Lai, Y.M., Tung, P.Y., Tsui, H.T., Wong, C.K., Hung, V.W., Qin, L. (2005). Effects of Weight Bearing and Non-Weight Bearing Exercises on Bone Properties Using Calcaneal Quantitative Ultrasound. *Br J Sports Med.*, 39(8): 547-551.