

Osteoporozla İlişkili Torasik Hiperkifozun Solunum Fonksiyonları Üzerine Etkisi

The Effect of Osteoporosis-Related Thoracic Hyperkyphosis on Pulmonary Function

Oya Özdemir, Yeşim Gökçe Kutsal*

Hacettepe Üniversitesi Kastamonu Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

*Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Özet

Osteoporoz kemik mineral içeriğinde azalma ve kemik mikromimarisinde bozulma sonucunda iskeletin kırılabilirliği ve bunun sonucunda kırık riskinde artışla karakterize bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Omurganın osteoporozu ağrı, disabilite ve hayat kalitesinde azalmaya neden olmaktadır. Torasik hiperkifoz osteoporotik vertebra kırıklarının iyi bilinen bir sonucu olmasına rağmen bu durumun solunum fonksiyon bozukluğu ile ilişkisi üzerine literatürde oldukça az bilgi yer almaktadır. Bu nedenle, biz de osteoporozu olan hastalarda solunum fonksiyon bozuklukları hakkındaki mevcut literatürü gözden geçirmeyi amaçladık. (*Osteoporoz Dünyasından 2010;16:61-5*)

Anahtar kelimeler: Osteoporoz, kemik mineral yoğunluğu, kifoz, solunum fonksiyonları

Summary

Osteoporosis is defined as a disease characterized by a decrease in bone mineral content and derangement in bone microarchitecture, leading to skeletal fragility with a consequent increased fracture risk. Osteoporosis of the spine results in pain, disability and an overall decrease in quality of life. Whereas toracic hyperkyphosis is a well-known consequence of osteoporotic vertebral fractures, there is quite less information in the literature on the concomitant association with impairments in pulmonary function. Therefore, we aimed to review the currently available literature on impairments in pulmonary function in patients with osteoporosis. (*From the World of Osteoporosis 2010;16:61-5*)

Key words: Osteoporosis, bone mineral density, kyphosis, pulmonary function

Giriş

Osteoporoz (OP); düşük kemik kütlesi ve kemik dokusunun mikro yapısının bozulması sonucu kemik kırılabilirliğinin ve kırık riskinin artması ile karakterize sistemik bir kemik hastalığıdır (1). OP ve buna bağlı komplikasyonlar hem bireylerin yaşam kalitesini olumsuz etkilemekte hem de ülkelerin ekonomileri üzerine ciddi bir yük oluşturmaktadır (2). İnsan yaşamının uzamasıyla toplumların giderek yaşlandığı göz önüne alındığında OP'a bağlı komplikasyonların erken tanı ve tedavisinin giderek önem kazanacağı aşikardır.

Vertebral Kırıklar

Osteoporozun en önemli klinik bulgusu olan kırıklar sıklıkla vertebralarda, kalça ve önkolda oluşur. Vertebral kırıklar çoğunlukla asemptomatik oldukları için direkt grafilerde tesadüfen saptanırlar. Genellikle spontan olarak ya da hapsizme, öksürme gibi toraks içi basıncı artıran düşük enerjili bir travma sonucu meydana gelirler. Bikonkav, kama ya da kompresyon şeklinde oluşan kırıklar, özellikle ağırlık taşıyan alt torasik ve üst lomber vertebralarda sık görülürler. Bu durum, bazı hastalarda sırt ve bel ağrısının yanı sıra boya kısalma ve kifotik postür bozukluğuna da

neden olabilir (3-5). OP'a bağlı kifoz artışının, skolyoz hastalarında olduğu gibi, göğüs kafesinde bazı değişiklikler yaratarak restriktif tipte bir solunum fonksiyon bozukluğuna yol açması olasıdır. Fakat, ileri dönem spinal OP'un iyi bilinen bir klinik bulgusu olan torasik kifoz artışının solunum fonksiyonları testleri (SFT) üzerine etkisi hakkında literatürde oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır (6).

Torasik Kifoz Artışı ve SFT

Leech ve arkadaşları OP'a bağlı hiperkifozun şiddeti ile SFT arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, 45'i vertebral kırıklı olmak üzere toplam 74 osteoporotik kadını değerlendirmişlerdir (7). Bu çalışmanın sonucunda kompresyon kırığı olan OP hastalarında, kırığı olmayanlara göre vital kapasite (VC) değerlerinde belirgin azalma saptanmıştır. Ayrıca her bir ilave torasik vertebra kırığının vital kapasiteyi yaklaşık %9 oranında azalttığı da belirlenmiştir. Bu çalışmada kifoz derecesi Cobb açısıyla ölçülmüş olup SFT'nin referans değerleri ise kulaç uzunluğu ile hesaplanmıştır. Yapılan regresyon analizlerinde sigara kullanımının VC üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı gösterilmiş olmakla birlikte, değerlendirmeye alınan hastaların arasında sigara kullananların da yer almış olması bu çalışmanın önemli kısıtlılıklarından biridir. Culham ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada ise, kifoz (inklinometre ile) ve SFT ölçümlerinin yanı sıra toraks üzerine yerleştirilen alıcılarla maksimum inspiryum ve ekspiryum manevraları sırasındaki kaburgaların hareketliliği de değerlendirilmiştir (8). Yaş ve cinsiyete göre eşleştirilmiş sağlıklı bireylere (n=15) kıyasla OP'a bağlı kifozu olan kadınlarda (n=15) VC, inspiratuar kapasite (IC) ve total akciğer kapasitesinde (TLC) azalma ile birlikte göğüs kafesinin laterale genişlemesinin de azaldığı gösterilmiştir. Ayrıca kifoz derecesi ile VK, IC ve toraks genişlemesi arasında belirgin bir negatif korelasyon mevcuttu. Kifozu olanlarda boy uzunluğu ölçümlerinin yanıltıcı olabileceği düşünüldüğünde, SFT'nin referans değerlerinin boy uzunluğuna göre hesaplanmış olması ve analizler sırasında sigara kullanımının dikkate alınmaması bu çalışmanın zayıf taraflarını oluşturmaktadır.

OP ile SFT arasındaki ilişkiyi inceleyen bir başka çalışmada ise 34 spinal OP'lu hasta ile osteoporotik kırığı olmayan 51 kronik bel ağrılı hasta karşılaştırılmıştır (9). Bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak, erkek hastalar da çalışmaya dahil edilmiştir. Fizik muayenede boy, duvar oksiput mesafesi, en alt kaburga ile iliak krista arasındaki mesafe ve göğüs ekspansiyonu ölçülmüştür. SFT için referans değerler, katılımcıların 25 yaşındayken sahip oldukları boy uzunluğuna göre hesaplanmıştır. Sonuçlara bakıldığında, osteoporotik vertebra kırığı olanlarda kontrol grubuna göre VC ve 1. saniyedeki zorlu ekspirasyon hacmi (FEV1) değerlerinde hafif ama istatistiksel olarak anlamlı bir azalma mevcuttur. Fakat, hastaların çoğunluğunda bu değerler beklenen standart değerlerin %80'inden fazladır. Bu durumda, ortaya çıkan azalmanın ciddi bir solunum problemine neden olacak ölçüde olmadığı, ancak primer pulmoner ya da kardiyak hastalığı olanlarda kümülatif bir etki yaratabileceği görüşü öne sürülmüştür.

OP olan 20 hastanın torasik kifoz derecesi ile pulmoner fonksiyonlar arasındaki ilişkiyi irdeleyen ve ülkemizde gerçekleştirilen bir başka çalışmada sigara kullananlar çalışma dışı bırakılmıştır (10). Kifoz açısı Cobb yöntemi ile ölçülmüş, SFT hesaplamaları için ise kulaç mesafesi kullanılmıştır. Hastaların akciğer hacimleri ve hava akım hızları normal sınırlar içerisindeyken sadece inspiratuar solunum kaslarının kuvvetleri düşük bulunmuştur. Hastalar <2 ya da ≥2 kırığı olanlar olmak üzere iki gruba ayrılarak karşılaştırıldığında ise ≥2 kırığı olan hastalarda inspiratuar kas kuvvetinin yanı sıra VC'nin ve FEV1'in de azaldığı gözlenmiştir. Bu bulgulara dayanarak kifoz artışının çok ileri olmadığı olgularda, solunum kas kuvveti ölçümünün fonksiyonel değişiklikleri belirlemede daha hassas olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışmanın kısıtlılıkları arasında hasta sayısının az olması ve kontrol grubunun olmaması göze çarpmaktadır.

Çimen ve arkadaşları ise daha önceki çalışmalardan farklı olarak vertebral kırığı olmayan 88 postmenopozal OP hastasının hem standart spirometrik ölçümlerini hem de solunum kas kuvvetlerini ve endüransını değerlendirmişlerdir (11). Fakat makalede katılımcıların sigara kullanım durumları ve SFT referanslarının hesaplamasında hangi ölçümün kullanıldığı hakkında herhangi bir bilgi verilmemiştir. Hastaların zorlu vital kapasite (FVC) ve FEV1 değerleri ile solunum kas kuvvetini gösteren maksimum inspiratuar ve ekspiratuar basınç değerleri kontrol grubuyla benzer bulunmuştur. Sadece solunum kaslarının endüransını gösteren maksimum istemli ventilasyon (MVV) değerleri kontrol grubuna göre belirgin düşük olarak saptanmış ve bu durumun hastaların kardiyopulmoner kondisyonlarının da düşük olması ile ilişkili olabileceği öne sürülmüştür. Tüm bu bulgular ışığında yazarlar vertebral kompresyon kırıkları olmayan ve kifotik postür bozukluğu henüz ortaya çıkmamış olan erken dönem OP hastalarında solunum fonksiyonlarının olumsuz yönde etkilenmediği sonucuna varmışlardır.

Sigara kullananların çalışmaya alınmadığı bir başka çalışmada; torasik vertebra kırığı olan (n=15) ve olmayan (n=20) OP hastalarının solunum fonksiyonları ve yaşam kaliteleri birbirleriyle ve kontrol grubuyla (n=20) karşılaştırılmıştır (12). Vertebral kırıklı hastalardan oluşan grubun FVC ve FEV1 değerleri diğer iki gruba göre düşük olarak saptanmıştır. Bu farkın kırığı olmayan OP hastaları ile kontrol grubu arasında mevcut olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca yapılan istatistiksel analizlerle solunum fonksiyonlarındaki değişimin kifoz açısı 55°'nin üzerine çıktığında başladığı saptanmıştır. Bu çalışmada kifoz derecesi Cobb açısıyla, SFT referans değerleri ise boy uzunluğu ile belirlenmiştir. Her 3 gruptaki katılımcıların sayısı az olmakla birlikte sigara kullanmayanlar arasından seçilmiş olması elde edilen bulguların değerini arttırmaktadır.

Yakın zamanda Aydın ve arkadaşlarının gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada; 70 hasta postmenopozal OP tanısı aldıktan sonra geçen süreye göre (1. grup= 6 yıldan az, 2. grup= 6 yıl ve daha fazlası) ve Cobb açılarına (1. grup= 40°'den az, 2. grup= 40° ve üstü) göre gruplara ayrılmıştır (13). OP tanı süresi ≥6 yıl olanlarda veya Cobb açısı ≥40° olanlarda FVC, FEV1, tepe ekspiratuar akım

hızı ve zorlu ekspirasyon ortası akım hızı değerleri anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Bunlara ilave olarak, hastalık süreleri temel alındığında 2. grubun maksimum ekspiratuvar basınç değeri 1. gruba göre daha düşük, torasik kifoz derecesine göre kıyaslandığında ise Cobb açısı $\geq 40^\circ$ olanların maksimum istemli ventilasyon değeri daha düşük olduğu saptanmıştır. Tüm bu bulgular, OP ciddiyetinin artmasıyla solunum disfonksiyonun ortaya çıktığı görüşünü desteklemektedir. Solunum fonksiyonu bozukluğu saptanmış olmasına rağmen hastaların hiçbirinde respiratuvar sisteme dair bir yakınma bulunmamaktadır. Bu durum, hastaların ilerleyen yaş ve OP komplikasyonlarının yol açtığı hareketle artan ağrı nedeniyle sedanter bir yaşam sürmeleriyle ve mevcut solunum kapasitelerinin günlük yaşam aktivitelerini idame ettirmek için yeterli olmasıyla açıklanmıştır. Hasta sayısının görece olarak fazla olması ve sigara kullanımının dışlama kriteri olarak kabul edilmiş olması çalışmanın kuvvetli yönlerini oluştururken, kontrol grubunun olmaması ve SFT referans değerlerinin boy uzunluğu esas alınarak hesaplanması bu çalışmanın zayıf yönleridir.

SFT ile Kemik Mineral Yoğunluğu Arasındaki İlişki

Literatürde solunum fonksiyonları ile kemik mineral yoğunluğu (KMY) arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan toplum tabanlı üç kesitsel çalışma dikkati çekmektedir (14-16). Bu çalışmalardan ikisi aynı araştırmacılar tarafından hayata geçirilmiş olup ilki 45-76 yaş arasındaki 4830 kadını, ikincisi 65-76 yaş grubundaki 947 erkeği kapsamaktadır. Katılımcıların KMY değerleri kalça bölgesinden dual enerji X-ışını absorpsiyometri kullanılarak ölçülmüş, solunum fonksiyonlarını ise FEV1 ile değerlendirilmiştir. Her iki çalışmada da KMY ile FEV1 arasında pozitif ve sürekli bir ilişki tespit edilmiştir. Yapılan ileri analizler sonucu, bu ilişkinin bireyin yaşı, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, sigara kullanımı, ilaç kullanımı ve solunum sistemi ya da kemik hastalığının varlığı gibi karıştırıcı faktörlerden bağımsız olduğu da bildirilmiştir. Her iki cinste de görülen bu yakın ilişkinin altta yatan nedenin belirsiz olduğu, her iki durumu da etkileyen ortak faktörlerin olabileceği belirtilmiştir (14,15). Choi ve arkadaşları ise 132'si premenopozal, 98'si postmenopozal olmak üzere toplam 230 sağlıklı kadında KMY ile SFT arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Diğer iki çalışmadan farklı olarak, bu çalışma kapsamına alınan kadınlar sigara kullanmayan, kronik obstrüktif akciğer hastalığı olmayan ve KMY veya kalsiyum metabolizmasını etkileyen ilaç kullanmayan bireyler arasından seçilmiştir. Sonuç olarak, postmenopozal kadınlarda lomber vertebra ve proksimal femur KMY değerleri ile FEV1 arasında korelasyon saptanırken, bu ilişki premenopozal kadınlarda gösterilememiştir. Ayrıca, postmenopozal kadınlar arasında solunum fonksiyonları bozuk olanlarda, solunum fonksiyonları korunmuş olanlara göre daha sık OP mevcut olduğu gözlenmiştir (16).

Her iki çalışmanın sonucunda da yazarlar, solunum fonksiyon bozukluğunun OP riski artmış olan kadınların saptanmasında yararlı bir belirteç olabileceğini öne sürmüşlerdir (14,16).

OP'a Bağlı Kifoz Artışı ile Bozulmuş SFT Arasındaki İlişki

Konuyla ilgili literatür sistematik olarak gözden geçirildiğinde, OP'a bağlı kifoz artışı ile bozulmuş solunum fonksiyonları arasındaki ilişkiyi gösteren bulgular olduğu açıktır. SFT sonuçları ağırlıklı olarak restriktif tipte bir fonksiyon bozukluğuna işaret etmektedir ve bu durumun vertebral kompresyon kırığı sayısı ya da kifoz derecesiyle doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Vertebral kırık sayısı ile torasik kifoz arasında kuvvetli bir ilişki olduğu, kırık sayısı arttıkça kifoz derecesinin de arttığı bilinmektedir (17). Osteoporotik kompresyon kırıkları sonucu oluşan kifotik postür göğüs kafesinin yapısında bir takım değişikliklere neden olmaktadır. Göğüs kafesi aşağıya doğru yer değiştirir ve pelvise yaklaşır. Bu durumdan kostaların dizilimi ve kostovertebral eklem mekaniği de etkilenir. Solunum sırasında göğüs kafesinin laterale doğru genişlemesi ve kostaların vertikal yöndeki seyri bozulur. Ayrıca, kifoz artışına paralel olarak kostaların birbirine yaklaşması sonucu interkostal kasların boyları kısalır ve etkin kontraksiyon güçleri azalır. Bunlara ilave olarak, göğüs kafesinin yer değiştirmesi nedeniyle abdominal kavitenin hacmi küçüldüğü için abdominal organların etkisiyle diyafragma torasik kaviteye doğru itilir. Bu durum, bir yandan akciğer hacimlerindeki küçülmeye katkıda bulunurken, diğer yandan da en önemli solunum kısı olan diyafragma için mekanik dezavantaj oluşturur, kasılma gücünü ve etkinliğini azaltır. Sonuç olarak, göğüs kafesindeki deformiteler yarattıkları hacim değişikliklerinin yanı sıra mekanik sorunlara da neden olarak bireylerin solunum fonksiyonları üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır (10,13,18-20). Gerçekten de, vertebral kırık sonucu kifoz artışı olan OP hastalarında solunum kaslarının kuvvetinde ve endüransında da azalma saptanmıştır. Bazı çalışmalarda ise hava akım hızları düşük bulunmuştur. Fakat bu düşüş obstrüktif tipte solunum fonksiyon bozukluğu tanısı koyduracak düzeyde değildir. Bu durum, akciğer hacimlerinde meydana gelen değişimin dolaylı bir sonucu olarak açıklanmıştır (6).

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular kompresyon kırığı olan hastalarda solunum fonksiyonlarında azalma olduğunu göstermektedir. İleri yaşta kardiyopulmoner hastalıkların daha sık olduğu göz önüne alınırsa, vertebral kırığı olan osteoporotik hastalarda solunum fonksiyonlarındaki bozulma daha da önem kazanmaktadır. Bu nedenle, özellikle torasik kifozu artmış OP hastalarında pulmoner rehabilitasyon programlarının uygulanması önerilmiş olmakla birlikte literatürde bu tedavi yaklaşımlarının etkinliğini değerlendiren herhangi bir araştırma bulunmamaktadır.

Kifoplasti veya Vertebroplasti Operasyonlarının SFT Üzerine Etkileri

Esas olarak hastaların ağrısını gidermek amacıyla yapılmış kifoplasti veya vertebroplasti operasyonlarının SFT üzerine etkilerini inceleyen, son 5 yıl içerisinde yayınlanmış 3 çalışma dikkati çekmektedir. Vertebroplasti veya kifoplasti ameliyatları kırık sonucu oluşan vertebra yüksekliğindeki azalmayı gidermek, spinal sagittal dizilimi düzeltmek ve hastanın ağrısını ortadan kaldırmak amacıyla uygulanmaktadır (21). Bu kazanımların yanı sıra hastaların solunum fonksiyonlarında düzelme olup olmadığını değerlendirmek amacıyla Yang ve arkadaşlarının bir çalışma yapmışlardır (22). Bu çalışmaya sigara kullanmayan ve pulmoner hastalığı olmayan osteoporotik kompresyon kırığı olan 30 kadın hasta alınmıştır. Balon kifoplasti öncesi, ameliyattan 3 gün ve 1 ay sonra olmak üzere hastaların ağrı düzeyleri, kifoz açıları ve solunum fonksiyonları belirlenmiştir. Ameliyat öncesi ile karşılaştırıldığında kifoplasti sonrası ağrı ve kifozda azalma ile birlikte 3. günde hastaların FVC ve MVV değerlerinde artış tespit edilmiştir. Birinci ay sonunda bu fark FVC için aynen devam ederken, MVV için daha belirgin hale gelmiştir. Ayrıca, 3. günde bu ölçümlerdeki artış ile ağrı skorlarında azalma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu, fakat bu ilişkinin 1. ayda ortadan kaybolduğu da belirtilmiştir. Bu durum, yapılan kifoplasti ile ağrıda azalmanın ötesinde başka faktörlerin de katkısıyla hastaların solunum fonksiyonlarında düzelme olduğunu göstermektedir.

Benzer bir başka çalışmada ise, vertebroplastinin solunum fonksiyonları üzerine etkisi daha uzun dönemli olarak incelenmiştir (23). Ağrılı kompresyon kırığı olan 41 hastanın ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 1. gün ve ortalama 10 ay sonrasında SFT yapılmıştır. Vertebroplasti sonrası hastaların FVC değerinde hafif bir artış gözlenmekte birlikte, bu fark ancak 10. ay kontrollerde istatistiksel olarak anlamlı boyuta ulaşmıştır. Ameliyat öncesi FVC değerleri normal sınıır altında olan 16 hastada ise düzelme 1. günde başlayıp 10. aydaki ölçümlerde devam etmiştir. Hatta, bu 16 hastanın 6'sında FVC değerleri normal sınırlara yükselmiştir. Bununla birlikte, ameliyat sonrası 1. gün ve 10. ayda FEV1'de ise belirgin bir düzelme olmamıştır. FVC'deki düzelme, ağrıdaki azalma sonucu kostaların hareketliliğindeki artışa ve indirekt yoldan da olsa hastaların günlük egzersiz kapasitesindeki artışa bağlanmıştır.

Dong ve arkadaşları ise bir adım daha öteye giderek, torasik ve/veya lomber kompresyon kırığı olanlarda vertebroplasti ile kifoplastinin solunum fonksiyonları üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır (24). Hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 3. gün ve 3. ayda ağrı ve torasik kifoz derecesi belirlenmiş, SFT gerçekleştirilmiştir. Her iki grupta da ameliyat sonrası 3. günde VC, FVC ve MVV artarken, sadece MVV değerleri 3. ayda daha da artış göstermiştir. Üçüncü günde ağrı skorlarındaki azalma ile FVC ve MVV değerlerinde artma arasında pozitif bir

ilişki saptanmıştır. Ameliyat öncesi ve sonrası toplam akciğer hacminde ise herhangi bir değişiklik olmamıştır. Ayrıca, yapılan alt grup analizlerinde torasik kompresyon kırığı olanlar içerisinde kifoplasti yöntemi uygulananlarda VC değerlerindeki artışın daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, vertebroplasti ile karşılaştırıldığında kifoplasti vertebra yüksekliğini artırma ve kifozu azaltmada daha etkin olmasına rağmen her iki yöntemle de hastaların solunum fonksiyonlarında düzelme meydana gelmiştir. Yine de, özellikle torasik vertebra kırığı olanların kifoplastiden daha fazla yarar sağlayabileceği de öne sürülmüştür.

Sonuç

OP ve buna bağlı komplikasyonlar yüksek morbidite ve mortalite hızına sahip olmalarının yanı sıra ülke ekonomisine de ciddi bir yük oluşturmaktadır. Bu komplikasyonlar arasında solunum fonksiyon bozuklukları çoğunlukla asemptomatik olmaları nedeniyle henüz yeterince tanınmamaktadır. Fakat, bu hastaların aktif egzersize yönlendirilmeleri normalde inaktivite nedeniyle maskelenmiş olan respiratuar disfonksiyon açığa çıkabilir. Özellikle torasik vertebra kırığı olan ve buna bağlı hiperkifoz gelişmiş olan OP hastalarında ortaya çıkabilecek solunum problemlerini erken dönemde belirlemek için basit, uygulaması kolay ve maliyeti düşük olan SFT'den yararlanılabilir. Solunum fonksiyonlarında azalma saptanan hastalara uygulanacak pulmoner rehabilitasyon programlarının etkinliğini vurgulayacak yeni araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

Kaynaklar

1. Eryavuz Sarıdoğan M. Osteoporozun tanımı ve sınıflandırılması. In: Gökçe Kutsal Y, editor. Modern Tıp Seminerleri 19: Osteoporoz. Ankara: Güneş Kitabevi, 2001. p. 1-5
2. Woolf AD, Pflieger B. Burden of major musculoskeletal conditions. Bull World Health Organ 2003;81:646-56.
3. Cummings SR, Kelsey JL, Nevitt MC, O'Dowd KJ. Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures. Epidemiologic Reviews 1987;7:178-208.
4. Henlund LR, Gallagher JC, Meeger C, Stoner S. Change in vertebral shape in spinal osteoporosis. Calcif Tissue Int 1989;44:168-72.
5. De Smet AA, Robinson RG, Johnson BE, Lukert BP. Spinal compression fractures in osteoporotic women: patterns and relationship to hyperkyphosis. Radiology 1988;166:497-500.
6. Harrison RA, Siminoski K, Vethanayagam D, Majumdar SR. Osteoporosis-related kyphosis and impairments in pulmonary function: a systematic review. J Bone Miner Res 2007;22:447-57.
7. Leech JA, Dulberg C, Kellie S, Pattee L, Gay J. Relationship of lung function to severity of osteoporosis in women. Am Rev Respir Dis 1990;141:68-71.
8. Culham EG, Jimenez HA, King CE. Thoracic kyphosis, rib mobility, and lung volumes in normal women and women with osteoporosis. Spine 1994;19:1250-5.
9. Schlaich C, Mine HW, Bruckner T et al. Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures. Osteoporos Int 1998;8:261-7.

10. Karataş GK, Gürsel G, Koca NT. Osteoporozlu olan hastalarda torasik kifozun pulmoner fonksiyonlarla ilişkisi. *Romatizma* 2002;17:17-23.
11. Çimen ÖB, Ulubaş B, Şahin G, Çalikoğlu M, Bağış S, Erdoğan C. Pulmonary function tests, respiratory muscle strength, and endurance of patients with osteoporosis. *South Med J* 2003;96:423-5.
12. Lombardi I Jr, Oliveira LM, Mayer AF, Jardim JR, Natour J. Evaluation of pulmonary function and quality of life in women with osteoporosis. *Osteoporos Int* 2005;16:1247-53.
13. Aydın N, Gökkaya NKO, Köseoğlu F. Ciddi osteoporozda postural deformitelerin solunum fonksiyon testleri üzerine etkisi. *Turk J Geriatr* 2008;11:62-71.
14. Choi JW, Pai SH. Association between respiratory function and osteoporosis in pre- and postmenopausal women. *Maturitas* 2004;48:253-8.
15. Lekamwasam S, Trivedi DP, Khaw KT. An association between respiratory function and bone mineral density in women from the general community: a cross sectional study. *Osteoporos Int* 2002;13:710-5.
16. Lekamwasam S, Trivedi DP, Khaw KT. An association between respiratory function and hip bone mineral density in older men: a cross-sectional study. *Osteoporos Int* 2005;16:204-7.
17. Cortet B, Roches E, Logier R et al. Evaluation of spinal curvatures after a recent osteoporotic vertebral fracture. *Joint Bone Spine* 2002;69:201-8.
18. De Troyer A, Samson M, Sigrist S, Macklem PT. Action of costal and crural parts of the diaphragm on the rib cage in dog. *J Appl Physiol* 1982;53:30-9.
19. Mellin G, Harjula R. Lung function in relation to thoracic spinal mobility and kyphosis. *Scand J Rehab Med* 1987;19:89-92.
20. Culham EG, Jimenez HA, King CE. Thoracic kyphosis, rib mobility, and lung volumes in normal women and women with osteoporosis. *Spine* 1994;19:1250-5.
21. Phillips FM. Minimally invasive treatments of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2003;28:45-53.
22. Yang HL, Zhao L, Liu J et al. Changes of pulmonary function for patients with osteoporotic vertebral compression fractures after kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech* 2007;20:221-5.
23. Tanigawa N, Kariya S, Kojima H et al. Improvement in respiratory function by percutaneous vertebroplasty. *Acta Radiol* 2008;49:638-43.
24. Dong R, Chen L, Gu Y et al. Improvement in respiratory function after vertebroplasty and kyphoplasty. *Int Orthop* 2009;33:1689-94.