

# Diyaliz hastalarında egzersizin önemi

Feray Soyupek, Ayhan Aşkın

Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Isparta

## Özet

Kronik böbrek yetmezliği (KBY) nedeniyle diyalize giren hastalarda kardiyopulmoner kapasite, kas gücü ve fonksiyonel kapasite azalmaktadır. Bu problemlerden dolayı KBY hastalarının tedavisinde rehabilitasyon programı yer almalıdır. Rehabilitasyon programı aerobik ve güçlendirme egzersizlerini içermektedir. Bu derlemede diyalize giren hastalarda egzersizin yeri ve faydaları tartışılacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Diyaliz, egzersiz, rehabilitasyon

## Abstract

### The Importance of Exercise In The Patients Receiving Dialysis

The cardiopulmonary capacity, muscle strength and functional capacity are reduced in the patients receiving dialysis due to chronic renal disease (CRD). Because of these problems, rehabilitation program must be included to the treatment of the patients with CRD. The rehabilitation program are consist of aerobic and strengthening exercises. In this review, we discussed the role and benefits of exercise in the patients receiving dialysis.

**Key words:** Dialysis, exercise, rehabilitation

## Giriş

Kronik böbrek yetmezliği glomerüler filtrasyon değerinde azalmanın sonucu böbreğin sıvı-elektrolit dengesini düzenlemede yetersiz kalması, metabolik ve endokrin fonksiyonlarda kronik, ilerleyici bozulma hali olarak tanımlanabilir. Son dönem kronik böbrek yetmezliğinin insidansı giderek artmaktadır. Birleşmiş Milletler (ABD) Renal Veri Sisteminin 2004 verilerinde 100.000' den fazla yeni vaka ve 400.000' den fazla da son dönem renal problemi olan hastanın olduğu bildirilmiştir (1). Diğer ülkelerde de insidans ve prevalansın arttığına dair raporlar bulunmaktadır (2).

Diyaliz, son dönem KBY hastalarının tedavisi olsa da yaşam kalitesini arttırmada yeterli değildir. Üremik kardiyomyopati, anemi, kemik hastalıkları, kondüsyonsuzluk, kardiyak otonom kontrolün bozulması, iskelet kaslarında güçsüzlük, sosyal ve emosyonel problemler, yorgunluk, diyabetes mellitus ve kardiyovasküler hastalıkların eşlik etmesi nedeniyle KBY hastalarının fonksiyonel kapasiteleri azalmaktadır (3). Hastaların fiziksel açıdan inaktif olmaları kaslarda atrofi gelişmesine ve kapiller yoğunluğun azalmasına, takiben de kas güçlerinde

azalmaya neden olur (3). Ayrıca üremi sonucu gelişen nöropati ve myopati de kas gücünün azalmasının diğer nedenleri arasındadır (3). KBY hastalarında maksimal egzersiz kapasitesi ve kas gücünde azalma, böbrek fonksiyonlarının azalması ile başlamaktadır. Kas gücünde azalmadan sonra rehabilitasyon açısından önemli olabilecek diğer faktör kardiyovasküler kapasitedeki azalmadır. Kardiyovasküler kapasitenin azalmasının nedenleri ise hiperparatiroidizme bağlı damarlarda ve kalp kasında kalsifikasyon gelişmesi, aterosklerotik risk faktörlerinin (Diabetes mellitus, hipertansiyon, dislipidemi, fiziksel inaktivite) varlığı ve üremiye bağlı kardiyomyopatinin gelişmesidir (3,4). Kardiyovasküler kapasitenin azalması ile aerobik kapasitede de azalma olmaktadır. ABD'de son dönem KBY hastalarında kardiyovasküler problemler en sık ölüm nedeni olarak bildirilmiştir. Vakaların %80'de hipertansiyonun varlığı rapor edilmiştir. Kardiyak problemler, kas gücünde azalma, KBY' ye bağlı inflamasyon ve oksidatif strese artış mortalite nedenidir (5). Bu sorunlar hastaların disabilitesini de arttırmaktadır (5). Mortaliteyi etkileyen bu faktörler üzerine egzersizin pozitif etkisi oldukça önemlidir. KBY'de düzenli yapılan egzersizlerin anksiyete ve depresyonda azalmaya ve stresle baş etmeye yardımcı

**Yazışma Adresi:** Yrd. Doç. Dr. Feray Soyupek  
Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi,  
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, 32260, Isparta  
Tel: 0246 2112518  
Email: feraysoyupek@yahoo.com

Müracaat tarihi: 26.08.2009  
Kabul tarihi: 11.12.2009

olarak hastaların emosyonel durumunu olumlu etkilediği bildirilmektedir (6-8). Ayrıca egzersizlerin vücut ağırlığını kontrol etmede yardımcı olduğu, kardiyovasküler risk faktörlerini azalttığı, kemik, kas ve eklem sağlığını olumlu etkilediği, fiziksel egzersiz kapasitesini arttırdığı da bildirilmektedir (6,7,9). KBY hastalarında egzersizi içeren rehabilitasyon programı üç şekilde uygulanabilmektedir: (1) Diyaliz uygulanan günlerde gözlem altında yapılan program (2) Diyaliz ünitesinde hemodiyaliz ilk saatlerinde yapılan rehabilitasyon programı (3) Ev egzersiz programı.

KBY hastalarında rehabilitasyon açısından kas gücünde azalma, kardiyovasküler ve aerobik kapasitede azalma üç ana problemdir. Dolayısıyla rehabilitasyon programının hedefleri kas gücünü, kardiyovasküler ve aerobik kapasiteyi arttırmak olmalıdır. Bu hedefler doğrultusunda hastalara aerobik ve güçlendirme egzersizlerini içeren programlar düzenlenmeli ve her aşamada gevşeme egzersizleri de programda yer almalıdır.

#### **Aerobik egzersiz**

Birçok çalışmada diyaliz uygulanan KBY hastalarında aerobik egzersizin pik oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub> pik) üzerine olan etkisi incelenmiştir. Her ne kadar çalışmalarda egzersizin süresi ve yoğunluğu değişken olsa da başlangıçta hafif düzeyde başlanıp egzersiz şiddeti giderek artırılarak devam edilmiştir. Çalışmalarda hastalara günde 30 dakika (dk) olmak üzere haftada 3 gün 8 haftadan daha uzun (çoğu çalışmada 3-6 ay) aerobik egzersiz programı uygulanmıştır. Aerobik egzersizin 8 hafta- 6 ay uygulandığında ortalama VO<sub>2</sub> pik düzeyini %17 oranında arttırdığı görülmüştür (10-17). Ancak çalışmaların çoğu kontrollü olmayan çalışmalardır. Bu çalışmalar genellikle hemodiyaliz uygulanan hastalarda yapılmış, sadece 2 çalışmada peritoneal diyaliz alan hastalar kullanılmıştır.

Anemiye kontrol etmek amacıyla eritropoietin kullanımının aerobik egzersiz sonucuna etkisini değerlendiren çalışmalarda, eritropoietin kullananların kullanmayanlarla aerobik egzersizin etkilenmesinin benzer olduğu gözlemlenmiştir. Ancak anemi aerobik kapasiteyi etkileyeceğinden dolayı egzersiz öncesi hemoglobin (Hb) / hematokrit (Htc) düzeylerinin belirlenmesi ve Hb/Htc düzeyinin optimal 11/33 oranında tutulması önerilmektedir (3).

Aerobik egzersizin diyaliz uygulanan KBY hastalarının anemi, lipit düzeyi, endotel fonksiyonları, inflamasyon, kan basıncı, mental sağlık, yaşam kalitesi, fiziksel performans üzerine olan etkisini

değerlendiren çalışmalar da mevcuttur. Çok az çalışma aerobik egzersizin anemiye düzelttiğini bildirirse de aksini bildiren çalışma sayısı daha fazladır (17-19,13-15). Aerobik egzersizin kolesterol profilini olumlu etkilediği ve trigliserit düzeyini düşürdüğüne dair sonuçlar çelişkilidir (17-20). Ancak hasta sayılarının az olması, kontrol grubunun olmaması ve değişken sonuçların elde edilmesinden dolayı son dönem KBY hastalarında aerobik egzersizin lipit metabolizması üzerine etkisi halen net değildir.

Birçok çalışmada aerobik egzersiz programının insülin direncini ve inflamasyon belirteçlerinden C reaktif protein (CRP) düzeyini azalttığı, kan basıncı üzerine olumlu etki sağladığı belirtilmektedir (21-24). Altı ay egzersiz sonrası hastaların antihipertansif ilaç gereksiniminin azaldığı rapor edilmiştir (23). Ayrıca Anderson ve arkadaşları 4 ay aerobik egzersizin diyaliz öncesi ve diyaliz esnasında ölçülen sistolik ve diyastolik kan basınçlarında anlamlı azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir (24). Oniki hafta ve 6 ay egzersiz programı sonucu depresyon ve anksiyete skorlarında azalma olduğu da gösterilmiştir (8). Aerobik egzersizin yaşam kalitesi, kas gücü ve yorgunluk üzerine de olumlu etkisi vardır (8,25-27). Egzersizin üre atılımı üzerine etkisini değerlendiren çalışmalarda, hemodiyaliz esnasında yapılan egzersizin iskelet kaslarına kan akımını artırarak ve vasküler komponente üre ve diğer toksinlerin geçişini artırarak olumlu etki sağladığı rapor edilmiştir (22,28-30). Ancak hemodiyaliz esnasında sıvı ve elektrolit değerlerinde değişiklik sonucu hipotansiyon gelişebilmesi nedeniyle egzersiz kapasitesinin azalabileceği unutulmamalıdır.

Aerobik egzersiz programı bisiklet ya da koşu bandında uygulanmaktadır. Ev için rehabilitasyon programında yürüme egzersizi de yapılabilmektedir. Aerobik egzersiz programı reçete edilmeden önce hastaların maksimum egzersiz kapasitesini, kardiyak riskini saptamak ve egzersiz reçetelemesinde yol gösterici olması nedeniyle maksimal kardiyopulmoner egzersiz testi (MKPT) uygulanmaktadır. Rehabilitasyon programı sırasında submaksimal şiddette egzersiz uygulanır. Egzersizin şiddeti MKPT'den elde edilen maksimal kalp hızından, VO<sub>2</sub> max'dan veya zorlanma derecesinden hesaplanarak belirlenir. Randomize kontrollü çalışmalarda maksimal elde edilen bu değer yaklaşık %60-85 arasında yapılan aerobik egzersiz programlarının etkili olduğu gösterilmiştir.

Egzersiz şiddeti: Aerobik egzersiz programı çalışmalarda orta şiddettedir. Hastanın toleransına

göre şiddet arttırılmaktadır.

Egzersiz sıklığı: Tipik olarak reçete edilen haftada 3-4 defa uygulanan programdır. Panter ve ark. ev programında haftada 5-6 seans uygulama yapmışlardır.

Egzersiz süresi: Çalışmalarda uygulanan süre 30 dakika ile 60 dakika arasında değişmektedir. Bu sürelerde soğuma ve ısınma periyodları mutlaka olmalıdır. Bu periyodların her biri 5-10 dakika olmalıdır.

### **Güçlendirme egzersizleri**

Geriatrik popülasyonda fiziksel performans ve bağımsız yaşam aktiviteleri açısından kas gücü oldukça önemlidir. Kronik diyaliz tedavisi alan hastalar sağlıklı sedanterler ile karşılaştırıldıklarında güç kaybının diyaliz hastalarının kaslarında daha fazla olduğu bulunmuştur (32-33). Diesel ve ark. diyaliz hastalarında izokinetik kas gücünün VO2 pik tayininde önemli bir belirleyici olduğunu belirtmişlerdir (34). Ek olarak diyaliz alanlarda kas gücü yürüme hızının da önemli belirleyicilerindedir (31). Bu nedenle dirençli egzersizler bu hastalarda faydalıdır ve bu konuda birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda dirençli egzersizlerin rehabilitasyon programının bir bileşeni olması gerektiği vurgulanmaktadır.

Theraband ve ağırlık ile yapılan güçlendirme egzersizleri ile ilgili çalışmalar da bulunmaktadır. Headley ve ark. hemodiyaliz hastalarında gözlem altında ve evde güçlendirme egzersiz programını 12 hafta boyunca uygulamışlardır (35). Gözlem altında tüm vücudu çalıştıracak 8-9 adet kondüsyon aleti ile ağırlık çalışması ve evde ise theraband ile egzersiz programı düzenlemişlerdir. Program sonunda hastaların fiziksel performanslarının, 6 dakika yürüme mesafesinin arttığı ayrıca yürüme hızlarında anlamlı artış olduğu gösterilmiştir. Hastaların alt ekstremitelerde kas gücü ve el kavrama gücünün de arttığı rapor edilmiştir. Program esnasında hiçbir hastada komplikasyon bildirilmemiştir.

### **Kombine aerobik ve dirençli egzersiz programı**

Aerobik egzersiz ve dirençli egzersiz programlarının beraber kullanımı ile ilgili çalışmalarda kombine egzersiz programının tip 2 kas lifi sayısı ve kas lifi alanında artış sağladığı, kalbin otonomik kontrolünü düzelttiği, aritmilerde azalmaya yol açtığı, quadiceps ve harmstring kaslarının gücünde artış sağladığı ve mental sağlık skorlarının da arttığı bildirilmiştir (36,38). Kouidi ve ark. uzun süre hemodiyalize giren hastalara diyalize girmedikleri günlerde haftada 3 gün 90 dakika 6 ay rehabilitasyon programı uygulamışlardır (37). Program 50 dakika aerobik

egzersiz, 10 dakika düşük ağırlıkta güçlendirme egzersizi, 10 dakika germe egzersizi ile 10'ar dakika ısınma ve soğuma periyodunu içermektedir. Rehabilitasyon programı sonunda VO2 pik değerinin %48, tip1 kas lifi alan ortalamasının %25.9, tip2 kas lifi alan ortalamasının %23.7 oranında arttığı rapor edilmiştir. Her ne kadar bu program aerobik egzersiz ağırlıklı olsa da VO2 pik değerini arttırmada güçlendirme egzersizlerinin aerobik egzersizlere ek katkı sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır. Solunum ve postür bileşenleri içeren modifiye Yoga egzersizlerinin de etkili olduğuna dair bilgiler vardır (39). Yurtkuran ve ark. tarafından yapılan çalışmada modifiye Yoga egzersizinin ağrı, yorgunluk, uyku bozukluğu ve el kavrama gücü üzerinde olumlu etki sağladığı bildirilmiştir (39).

**Egzersiz riskleri ve komplikasyonları**  
Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda egzersize bağlı en sık kas iskelet sistemi komplikasyonlarına rastlanılmaktadır. İkinci en sık görülen komplikasyon ise kardiyak komplikasyonlardır. Yoğunluğu yüksek olan egzersizlerde komplikasyonlar daha sık oluşmaktadır (40)

Kas iskelet yaralanmaları, hiperparatiroidizm ve kemik hastalığı olanlarda artar. En sık görülen komplikasyon ise kemik kırıkları ve spontan kas rüptürleridir. Bu yaralanmaları önlemek amacıyla hastaların seanslarını ısınma periyodu ile ve düşük yoğunlukta başlatmak önemlidir. Egzersiz yoğunlukları zamanla arttırılmalıdır. Yüksek etkili aktivitelerden kaçınılmalıdır. Ayrıca yük veren egzersizler ile güçlendirme egzersizlerinin düşme riskini azalttığı, kemik dansitesini arttırdığı da unutulmamalıdır.

Böbrek hastalarında kardiyak risk oranını saptayan bir veri henüz yoktur. Ancak egzersize bağlı gelişebilecek kardiyak riskler, kardiyak hastalığı olup tanınan testlere girenlerden daha yüksek değildir. Sağlıklı kişilere göre risk yüksektir. Submaksimal düzeyde yapılan egzersiz programındaki risk maksimal düzeydeki programa göre oldukça düşüktür. Her ne kadar egzersiz esnasında kardiyak riskler artsa da fiziksel aktivite düzeyi yüksek olanlarda riskin azaldığı da unutulmamalıdır.

Diyalize girilmeyen günlerde gözlem altında yapılan rehabilitasyon programının diyaliz seansı esnasında ve evde uygulanan rehabilitasyon programlarından daha etkili olduğu bildirilmiştir (41). Ancak hemodiyaliz esnasında yapılan rehabilitasyon programında zaman kaybı ve transfer problemi olmadığından dolayı hastalar bu programı daha çok

tercih etmektedirler.

Yeni arterio-venöz fistül açılan son dönem böbrek hastalarında top ya da hamur ile yapılan el sıkma egzersizleri rutin olarak uygulansa da bu konuyla ilgili sadece bir çalışma mevcuttur. Oder ve arkadaşları lastik top sıkma egzersizinin AV fistül çapı üzerine olan akut etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında egzersizden hemen sonra fistül çapının arttığını bildirmişlerdir (42). Kronik etkisini değerlendiren çalışma henüz mevcut değildir.

Sonuç olarak, KBY hastalarında kardiyopulmoner kapasite, kas gücü ve fonksiyonel kapasite azaltılmaktadır. Bu nedenle aerobik ve güçlendirme egzersizleri KBY hastalarına reçete edilmelidir. Oluşabilecek egzersize bağlı komplikasyonları azaltmak amacıyla her egzersiz seansı öncesi ısınma ve sonrası soğuma periyodu programa eklenmelidir. Egzersiz seansları günlük hastanın toleransına göre ayarlanmalıdır.

#### Kaynaklar

1. United States Renal Data System (USRDS) 2004 Annual Data Report: Atlas of End-Stage Renal Disease in the United States. Bethesda, National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2004.
2. The Scottish Renal Registry Links: Available at: <http://www.show.scot.nhs.uk/srr/Links/Registries.htm>
3. Knap B, Buturoviæ-Ponikvar J, Ponikvar R, Bren AF. Regular exercise as a part of treatment for patients with end-stage renal disease. 2005 Jun;9(3):211-3.
4. Deligiannis A, Kouidi E, Tassoulas E, Gigis P, Tourkantonis A, Coats A. Cardiac effects of exercise rehabilitation in hemodialysis patients. *Int J Cardiol* 1999 Aug 31;70(3):253-66.
5. Johansen KL. Exercise in the end-stage renal disease population. *J Am Soc Nephrol* 2007 Jun;18(6):1845-54.
6. Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. The effect of an exercise program during hemodialysis on dialysis efficacy, blood pressure and quality of life in end-stage renal disease patients. *Clin Nephrol* 2004;61: 261-74.
7. Van Vilsteren MC, de Greef MH, Huisman RM. The effects of a low-to-moderate intensity pre-conditioning exercise programme linked with exercise counselling for sedentary haemodialysis patients in The Netherlands. results of a randomized clinical trial. *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20: 141-6.
8. Suh MR, Jung HH, Kim SB, Park JS, Yang WS. Effects of regular exercise on anxiety, depression, and quality of life in maintenance hemodialysis patients. *Ren Fail* 2002; 24: 337-45.
9. Deligiannis A. Cardiac adaptations following exercise training in hemodialysis patients. *Clin Nephrol* 2004;61: 39-45.
10. Moore GE, Brinker KR, Stray-Gundersen J, Mitchell JH. Determinants of VO<sub>2</sub>peak in patients with end-stage renal J *Am Soc Nephrol* 2007; 18: 1845-54.
11. Exercise in the ESRD Population 1851 disease. On and off dialysis. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25: 18-23.
12. Violan MA, Pomes T, Maldonado S, Roura G, De la Fuente I, Verdaguier et al. Exercise capacity in hemodialysis and renal transplant patients. *Transplant Proc* 2002; 34: 417-8.
13. Zabetakis PM, Gleim GW, Pasternack FL, Saraniti A, Nicholas JA, Michelis MF. Long-duration submaximal exercise conditioning in hemodialysis patients. *Clin Nephrol* 1982;18: 17-22.
14. Shalom R, Blumenthal JA, Williams RS, McMurray RG, Dennis VW. Feasibility and benefits of exercise training in patients on maintenance dialysis. *Kidney Int* 1984; 25: 958-63.
15. Painter PL, Nelson-Worel JN, Thornberry MM, Hill DR, Shelp WR, Harrington AR et al. Effects of exercise training during hemodialysis. *Nephron* 1986; 43: 87-92.
16. Levendoglu F, Altintepe N, Okudan N, Ugurlu H, Gokbel H, Tonbul Z et al. A twelve week exercise program improves the psychological status, quality of life and work capacity in hemodialysis patients. *J Nephrol* 2004; 17: 826-32.
17. Goldberg AP, Hagberg JM, Delmez JA, Haynes ME, Harter HR. Metabolic effects of exercise training in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1980;18: 754-761.
18. Goldberg AP, Geltman EM, Hagberg JM, Gavin JR, Delmez JA, Carney RM et al. Therapeutic benefits of exercise training for hemodialysis patients. *Kidney Int* 1983;24: 303-9.
19. Ross DL, Grabeau GM, Smith S, Seymour M, Knierim N, Pitetti KH. Efficacy of exercise for end-stage renal disease patients immediately following high-efficiency hemodialysis: A pilot study. *Am J Nephrol* 1989; 9: 376-83.
20. Lennon DL, Shrago E, Madden M, Nagle F, Hanson P, Zimmerman S. Carnitine status, plasma lipid profiles, and exercise capacity of dialysis patients: Effects of a submaximal exercise program. *Metabolism* 1986; 35: 728-35.
21. Mustata S, Chan C, Lai V, Miller JA. Impact of an exercise program on arterial stiffness and insulin resistance in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2004;15: 2713-8.
22. Zaluska A, Zaluska WT, Bednarek-Skublewska A, Ksiazek A. Nutrition and hydration status improve with exercise training using stationary cycling during hemodialysis (HD) in patients with end-stage renal disease (ESRD). *Ann Univ Mariae Curie Sklodowska* 2002;57: 342-6.

23. Miller BW, Cress CL, Johnson ME, Nichols DH, Schnitzler MA. Exercise during hemodialysis decreases the use of antihypertensive medications. *Am J Kidney Dis* 2002; 39: 826–33.
24. Anderson JE, Stewart KJ, Hatchett L. Effect of exercise training on interdialytic ambulatory and treatment-related blood pressure in hemodialysis patients. *Ren Fail* 2004; 26: 539–44.
25. Storer TW, Casaburi R, Sawelson S, Kopple JD. Endurance exercise training during haemodialysis improves strength, power, fatigability and physical performance in maintenance haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2005;20: 1429–37.
26. Carney RM, Templeton B, Hong BA, Harter HR, Hagberg JM, Schechtman KB et al. Exercise training reduces depression and increases the performance of pleasant activities in hemodialysis patients. *Nephron* 1987; 47: 194–8.
27. Kouidi E, Iacovides A, Iordanidis P, Vassiliou S, Deligiannis A, Ierodiakonou C et al. Exercise renal rehabilitation program: Psychosocial effects. *Nephron* 1997;77: 152–8.
28. Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. Exercise training during hemodialysis improves dialysis efficacy and physical performance. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 680–7.
29. Kong CH, Tattersall JE, Greenwood RN, Farrington K. The effect of exercise during haemodialysis on solute removal. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14: 2927–31.
30. Parsons TL, Toffelmire EB, Vlack CE King-Van. The effect of an exercise program during hemodialysis on dialysis efficacy, blood pressure, and quality of life in end-stage renal disease patients. *Clin Nephrol* 2004;61: 261–74.
31. Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK, Kent-Braun JA. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: Effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int* 2003;63: 201–7.
32. Fahal IH, Ahmad R, Edwards RH. Muscle weakness in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int* 1996;16: 419–23.
33. Fahal IH, Bell GM, Bone JM, Edwards RH. Physiological abnormalities of skeletal muscle in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1997;12: 119–27.
34. Diesel W, Voakes TD, Swanepoel C, Lambert M. Isokinetic muscle strength predicts maximum exercise tolerance in renal patients on chronic hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1990; 16:109–14.
35. Headley S, Germain M, Mailloux P, Mulhern J, Ashworth B, Burris J et al. Resistance training improves strength and functional measures in patients with end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis* 2002; 40: 355–64.
36. Mercer TH, Crawford C, Gleeson NP, Naish PF. Lowvolume exercise rehabilitation improves functional capacity and self-reported functional status of dialysis patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81: 162–7.
37. Kouidi E, Albani M, Natsis K, Megalopoulos A, Gigis P, Guiba-Tziampiri O et al. The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1998;13: 685–99.
38. Deligiannis A, Kouidi E, Tourkantonis A. Effects of physical training on heart rate variability in patients on hemodialysis.. *Am J Cardiol* 1999;84: 197–202.
39. Yurtkuran M, Alp A, Yurtkuran M, Dilek K. A modified yoga-based exercise program in hemodialysis patients: a randomized controlled study. *Complement Ther Med* 2007;15(3):164-71.
40. Copley JB, Lindberg JS. The risks of exercise. *Adv Ren Replace Ther* 1999; 6: 165–71.
41. Konstantinidou E, Koukouvou G, Kouidi E, Deligiannis A, Tourkantonis AJ. Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: comparison of three rehabilitation programs. *Rehab Med* 2002;34:40-45.
42. Oder TF, Teodorescu V, Uribarri J. Effect of exercise on the diameter of arteriovenous fistulae in hemodialysis patients. *ASAIO* 2003;49:554-555.