

## FARE VE SIÇANLAR İÇİN KOŞU BANDI ANTRENMAN VE TEST PROTOKOLLERİ

Berkant Muammer KAYATEKİN\*, İlgı ŞEMİN\*

### ÖZET

Günümüzde spor bilimlerinde çalışmaların artmasıyla birlikte, egzersiz fizyolojisi alanında hayvan modellerinin kullanımı da artmıştır. Literatür incelendiğinde deney hayvanlarında aerobik ve anaerobik nitelikteki egzersizler için çeşitli egzersiz programlarının kullanıldığı görülmektedir. Bu derlemede, fare ve sıçanlara uygulanan egzersiz modelleri özetlenerek, egzersiz protokollerinin seçiminde dikkat edilecek noktaların vurgulanması amaçlandı. Deney hayvanları için egzersiz protokolünün seçiminde, hayvanın türü ve yaşı dikkate alınmalı, deney öncesi hayvanlar koşu bandına alıştırmalıdır. Egzersiz tipinin aerobik ya da anaerobik oluşuna göre koşu bandının eğimi, hızı ve egzersizin süresi uygun olarak seçilmelidir.

**Anahtar sözcükler:** Sıçan, fare, koşu bandı, egzersiz

### SUMMARY

#### TREADMILL TRAINING AND TESTING PROTOCOLS FOR MICE AND RATS

*Research in sports science and the accompanying use of animal models in exercise studies has increased in recent years. Various aerobic and anaerobic exercise programs are given in the literature concerning animal studies. The aim of the present review is to provide a brief report on mice and rat exercise training and testing models and to underline the important criteria in selecting an exercise protocol. The species and the age of the animal must be considered in selecting the protocol. The animals must have adapted to the treadmill before the experiments. The grade and the speed of the treadmill, and the duration of the exercise must be selected according to the aerobic or anaerobic nature of the exercise.*

**Key words:** Rat, mouse, treadmill, exercise

\* Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, İzmir

Egzersizde kullanılan enerji kaynakları genel olarak aerobik ve anaerobik olarak iki sınıfa ayrılabilir. Bazı spor dallarında enerji kaynaklarından biri diğerine oranla daha baskın kullanılırken, bazılarında ise hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemlerinin katkısı önemli düzeydedir (24,36). Bu nedenle egzersiz çalışmaları planlanırken antrenman ve akut egzersiz protokolünün seçimi büyük önem taşır.

Günümüzde spor bilimleri alanında artan çalışmalarla birlikte, egzersiz etkisinin hayvan modelleri aracılığıyla incelenmesi de artmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde, egzersiz tipi olarak çoğunlukla yüzme ve koşunun seçildiği görülmektedir. Yüzme egzersizlerinde hayvanın ısınması ve egzersiz şiddeti standardizasyonunun güçlüğü olumsuz faktörlerdir. Literatürde, egzersiz çalışmalarında en sık fare ve sıçanın kullanıldığı ve küçük hayvan koşu bantlarından yararlandığı görülmektedir. Küçük hayvan koşu bantları; birden fazla hayvanın teste girmesine olanak sağlayan, kulvarları bulunan, eğimi ve hızı ayarlanabilen, hayvanı koşuya teşvik etmek amacıyla şiddeti ayarlanabilir elektriksel uyarı veren bir ızgara sistemine sahip cihazlardır (Şekil 1 ve 2). Koşu bandının kulvarları sıçanlar ve fareler için ayrı ayrı düzenlenmiştir.

Deney hayvanlarında, aerobik ve anaerobik nitelikteki egzersizler için çeşitli egzersiz programları kullanılmaktadır. Bu derlemede, fare ve sıçanlarda uygulanan egzersiz ve antrenman modelleri incelenerek, egzersiz protokollerinin seçiminde dikkat edilecek noktalar açıklanmaktadır.

### **Koşu bandına alıştıırma egzersizleri**

Deney hayvanları egzersiz protokolüne alınmadan önce koşu bandında koşmaya alıştıırılmalıdırlar. Sıçanlar için önerilen alıştıırma egzersizleri şunlardır:

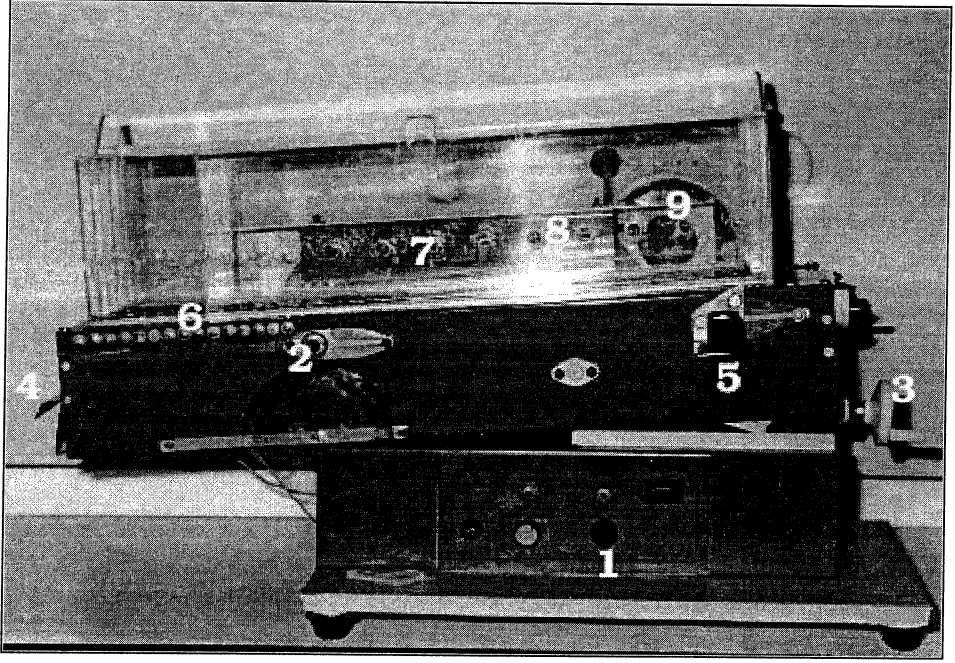
- 12-24 m/dk hızda, 6-8 dk/gün, altı gün süreyle (30).
- 10-15 m/dk hızda, 10 dk/gün, haftada iki gün, iki hafta süreyle (1).
- 10 m/dk hızda, haftada beş gün, iki hafta süreyle (18).
- 10 m/dk hızda, beş gün süreyle (19).

Fareler için ise şu alıştıırma egzersizleri önerilmektedir:

- 15 m/dk hızda, 5° eğimde, 5 dk/gün, beş gün süreyle (20).
- 18 m/dk hızda, 5° eğimde, 5 dk/gün, beş gün süreyle (32).

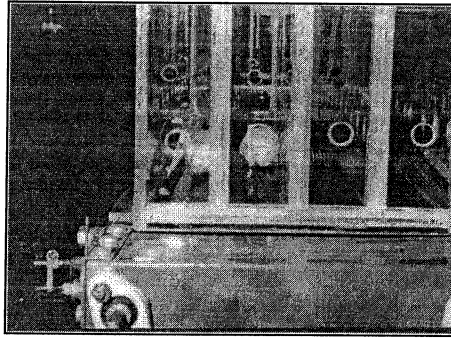
### **Akut egzersiz protokolleri**

Antrene edilmiş ya da antrene edilmemiş fakat koşu bandına alıştıırılmış deney hayvanlarına akut egzersizler uygulanabilir.



1. Kontrol paneli (hız ve elektriksel uyarı şiddeti)
2. Eğim derecesi
3. Eğim ayar kolu
4. Dışkı toplama kabı
5. Mesafe göstergesi
6. Elektrikli ızgara sistemi
7. Kulvarlar
8. Havalandırma delikleri
9. Koşu bandı motoru

**Şekil 1.** Küçük hayvan koşu bandı.



**Şekil 2.** Koşu bandında egzersiz yapan fareler.

Yaşlı sıçanlar için:

- 20 m/dk hızda, 0° eğimde, bir saat süreyle (18).
- 15 m/dk hızda, 5° derece eğimde, tükeninceye kadar (2).

Genç sıçanlar için:

- 25 m/dk hızda, 0° eğimde, bir saat süreyle (18).
- 25 m/dk hızda, 5° eğimde, tükeninceye kadar (2).

Antrene olmayan sıçanlar için:

- 21 m/dk hızda, 12° eğimde, bir saat süreyle (10).
- 20 m/dk hızda, 0° eğimde, 90 dk süreyle (28).
- 20 m/dk hızda, 0° eğimde, bir saat süreyle (17).
- 20 m/dk hızda, 20 dk süreyle (Jogging modeli) (1).
- 45 m/dk hızda, 1 dk süreyle, tek periyotluk koşu (akut anaerobik egzersiz) (1).

Antrene olan sıçanlar için:

- 30 m/dk hızda, 8° eğimde, 90 dakika süreyle (28).
- 28 m/dk hızda, 15° eğimde, tükeninceye kadar (7).
- 27 m/dk hızda, 15° eğimde, bir saat süreyle (17).
- 24 m/dk hızda, 15° eğimde, tükeninceye kadar (30).

Fareler için akut aerobik egzersiz protokolleri:

- 20 m/dk hızda, 5° eğimde, 60 dk süreyle (33).
- 18 m/dk hızda, 5° eğimde, 60 dk süreyle (32).
- 20 m/dk hızda, 60 dk süreyle (15).
- Orta şiddette egzersiz: 18 m/dk hızda, 5° eğimde, 30 dk süreyle (37).
- Tüketici egzersiz: 18-35 m/dk hızlarda, 5° eğimde, 2-4 saat süreyle (37).
- Uzatılmış egzersiz protokolü-1: 13.5 m/dk hızda, 6° eğimde, dokuz saat süreyle uygulanır; 3. ve 6. saatlerde 15'er dk dinlenme periyodu verilir ve bu dönemde farelerin su içmelerine ve yem yemelerine izin verilir (31).
- Uzatılmış egzersiz protokolü-2: 13.5 m/dk hızda, 6° eğimde, altı saat süreyle uygulanır; 2. ve 4. saatlerde 10'ar dk dinlenme periyodu verilir ve bu dönemde farelerin su içmelerine ve yem yemelerine izin verilir (22).

Fareler için akut anaerobik egzersiz protokolleri:

- 35 m/dk hızda, 5° eğimde, 30 s koşu-30 s istirahat, 15 tekrar (21).
- 35 m/dk hızda, 5° eğimde, 30 s koşu-10 s istirahat, 15 tekrar (20).

### **Antrenman protokolleri**

Kronik egzersiz uygulamasının etkilerini incelemek amacıyla deney hayvanlarına çeşitli antrenman protokolleri uygulanabilir.

Sıçanlar için endürans antrenmanı protokolleri:

- 27 m/dk hızda, 15° eğimde, 60 dk/gün, haftada beş gün, 10 hafta süreyle (17).
- 32.2 m/dk hızda, 15° eğimde, 60 dk/gün, haftada beş gün, sekiz hafta süreyle (3).
- 20 m/dk hızda, 0° eğimde, 60 dk/gün, haftada beş gün, altı hafta süreyle (23).
- 30 m/dk hızda, 0° eğimde, 60 dk/gün, haftada beş gün, 10-12 hafta süreyle (11).
- McDonald ve ark, 90 dk/gün, haftada dört gün, altı hafta süreyle uyguladıkları antrenmana 24 m/dk hızda, 6° eğimle başlamışlar; ilerleyen haftalarda hızı 33 m/dk'ya, eğimi 10°'ye çıkarmışlardır (25).
- Powers ve ark, 10 haftalık bir antrenman protokolünde düşük, orta ve yüksek şiddette antrenmanlar için hız ve süreyi sabit tutup bandın eğimini değiştirmişlerdir (29).
- Yürüme antrenmanı protokolü: 16.1 m/dk hızda, 60 dk/gün, haftada beş gün, sekiz hafta süreyle (3).

Sıçanlar için sprint antrenmanları:

- 80.5 m/dk hızda, 15° eğimde, 10 s efor-30 s istirahat, 50 tekrar/gün, haftada beş gün, sekiz hafta süreyle (3).
- 75 m/dk hızda, 15° eğimde, 1 dk efor ve 20 m/dk hızda, 15° eğimde, 1 dk aktif dinlenme koşusu, beş tekrar/gün, haftada beş gün, altı hafta süreyle (23).
- 60 m/dk hızda, 15° eğimde, 2.5 dk efor-4.5 dk istirahat, altı tekrar/gün, haftada beş gün, 8-10 hafta süreyle (11).
- 12 hafta uygulanan bir antrenman modelinde, antrenman şiddeti her hafta artırılmış olup; birinci hafta 0° eğimde, 30 m/dk hızda, 4.56 dk koşu-2.5 dk dinlenme periyotları şeklinde altı

tekrar/gün olarak uygulanmış; 12. haftada eğim 22.5°'ye, hız 40 m/dk'ya, koşu süresi 4.89 dk'ya çıkarılmıştır (4).

Fareler için antrenman protokolleri:

- 15 m/dk hızda, 30 dk/gün, dokuz hafta süreyle (26).
- 20 m/dk hızda, 30 dk/gün, haftada beş gün, dokuz hafta süreyle (16).
- 18 m/dk hızda, 0° eğimde, 45 dk/gün, haftada beş gün, dokuz hafta süreyle (12).
- 30 m/dk hızda, 8° eğimde, 30 dk/gün, haftada beş gün, sekiz hafta süreyle (14).
- 38 m/dk hızda, 8° eğimde, 30 dk/gün, haftada beş gün, dört hafta süreyle (13).
- 15 m/dk hızda, 30 dk/gün, haftada beş gün, sekiz hafta süreyle (8).
- 22 m/dk hızda, 8° eğimde, 60 dk süreyle, günde iki kez, haftada altı gün, dört hafta süreyle (27).
- Şemin ve ark, farelere altı hafta süreli bir aerobik antrenman modeli uygulamışlardır. Bu modelde hayvanları koşu bandına alıştırmaya dönemi sonrası ilk hafta 20 m/dk hızda, 5° eğimde, 15 dk süreyle, haftada beş gün uygulanan egzersiz, sonraki iki haftada aynı hızda ve eğimde 20 dk'ya ve son üç haftada da 30 dk'ya çıkarılmıştır (33).

### **Tüketici egzersiz protokollerinde tükenme zamanını belirleme kriterleri**

- Deney hayvanının koşu bandında yürümeyi sürdürememesi (35).
- Elektrikli ızgaraya yanıt vermemesi (6,35).
- Manüel teşvike rağmen elektrikli ızgaradan koşu bandı üzerine dönmemesi (5).
- Normalde varolan "doğrulma refleksi"nin kaybı (9,25,30,34).

Bu kriterlerden biri hayvanın tükenme anının saptanması için kullanılabilir.

## **Deney hayvanlarının egzersiz çalışmalarında dikkat edilmesi gereken hususlar**

Deney hayvanları için egzersiz protokolünün seçiminde, hayvanın türü ve yaşının dikkate alınmasının, ve koşu bandına alıştırılmasının yanı sıra, çalışılacak konuya en uygun protokol seçimi yapılmalıdır. Örneğin; oksidatif etkilenmeyi içeren bir çalışmada bu etkilerin ortaya çıkarıldığı bir egzersiz şiddetinin seçilmesine dikkat edilmelidir (1,4, 7,30). Eğer egzersizin kronik etkileri araştırılıyorsa, etkilerin görülmesi için gerekli antrenman süresinin doğru seçilmesi gereklidir (26,27,28). Genel olarak tüm çalışmalarda, egzersiz tipinin aerobik ya da anaerobik oluşuna göre koşu bandının eğimi, hızı ve egzersizin süresi uygun olarak seçilmelidir. Antrene hayvanlarda yapılacak akut egzersiz çalışmalarında, uygulanacak olan egzersiz protokolü, son antrenman seansının oluşturduğu etkilenmeden sakınılması amacıyla en az iki gün sonrası için planlanmalıdır (7,28,29).

Sonuç olarak, egzersiz standardizasyonunu sağlaması; eğitim ve hız gibi ayarlanma özellikleriyle egzersizde hayvan modeli uygulamalarında koşu bandı kullanımı günümüzde tercih edilmelidir.

### **Yazışma Adresi**

Dr. Muammer KAYATEKİN  
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Fizyoloji Anabilim Dalı  
35340 Narlıdere - İzmir  
Tel: 277 77 77 / 4451 - 4455  
e-mail: kayabm@deu.edu.tr

### **KAYNAKLAR**

1. Alessio HM, Goldfarb AH, Cutler RG: MDA content increases in fast and slow twitch skeletal muscle with intensity of exercise in a rat. *Am J Physiol* **255**: C874-7, 1988.
2. Bejma J, Ramires P, Ji LL: Free radical generation and oxidative stress with ageing and exercise: differential effects in the myocardium and liver. *Acta Physiol Scand* **169**: 343-51, 2000.
3. Bolter CP, Banister EW, Singh AK: Intrinsic rates and adrenergic responses of atria from rats on sprinting, endurance and walking exercise programmes. *Aust J Exp Biol Med Sci* **64**: 251-6, 1986.
4. Criswell D, Powers S, Dodd S, et al: High intensity training-induced changes in skeletal muscle antioxidant enzyme activity. *Med Sci Sports Exerc* **25**: 1135-40, 1993.

5. Davies KJ, Donovan CM, Refino CJ, Brooks GA, Packer L, Dalman PR: Distinguishing effects of anemia and muscle iron deficiency on exercise bioenergetics in the rat. *Am J Physiol* **246**: E535-43, 1984.
6. Edgerton VR, Bryant SL, Gillespie CA, Gardner GW: Iron deficiency anemia and physical performance and activity of rats. *J Nutr* **102**: 381-400, 1972.
7. Frankiewicz-Jozko A, Faff J, Sieradzaz-Gabelska B: Changes in concentrations of tissue free radical marker and serum creatine kinase during the post-exercise period in rats. *Eur J Appl Physiol* **74**: 470-4, 1996.
8. German E, Hoffman Goetz L: The effect of cold acclimation and exercise training on cold tolerance in aged C57BL/6J mice. *J Gerontol* **41**: 453-9, 1986.
9. Gohil K, Packer L, DeLumen B, Brooks GA, Terblanche SE: Vitamin E deficiency and vitamin C supplements: exercise and mitochondrial oxidation. *J Appl Physiol* **60**: 1986-91, 1986
10. Goldfarb AH, McIntosh MK, Boyer BT: Vitamin E attenuates myocardial oxidative stress induced by DHEA in rested and exercised rats. *J Appl Physiol* **80**: 486-90, 1996.
11. Gute D, Laughlin MH, Amann JF: Regional changes in capillary supply in skeletal muscle of interval-sprint and low-intensity, endurance-trained rats. *Microcirculation* **3**: 183-93, 1994.
12. Hoffman Goetz L: Serine esterase activity in murine splenocytes is increased with exercise but not training. *Int J Sports Med* **16**: 94-8, 1995.
13. Hoffman Goetz L, Keir R, Thorne R, Houston ME, Young C: Chronic exercise stress in mice depresses splenic T lymphocyte mitogenesis in vitro. *Clin Exp Immunol* **66**: 551-7, 1986.
14. Hoffman Goetz L, Thorne R, Simpson JA, Arumugam Y: Exercise stress alters murine lymphocyte subset distribution in spleen, lymph nodes and thymus. *Clin Exp Immunol* **76**: 307-10, 1989.
15. Itey P, Rivest S, Richard D: Effects of exercise on energy balance in meal-fed mice. *Physiol Behav* **49**: 271-6, 1991.
16. Jadeski L, Hoffman Goetz L: Exercise and in vivo natural cytotoxicity against tumour cells of varying metastatic capacity. *Clin Exp Metastasis* **14**: 138-44, 1996.
17. Ji LL, Stratman FW, Lardy HA: Antioxidant enzyme systems in rat liver and skeletal muscle. *Arch Biochem Biophys* **263**: 150-60, 1988.
18. Ji LL, Wu E: Alteration of antioxidant enzymes with aging in rat skeletal muscle and liver. *Am J Physiol* **258**: R918-23, 1990.
19. Ji LL, Wu E, Thomas DP: Effect of exercise training on antioxidant and metabolic functions in senescent rat skeletal muscle. *Gerontology* **37**: 317-25, 1991.
20. Kayatekin BM, Gönenc S, Açıkğöz O, Uysal N, Dayı A: Effects of sprint exercise on oxidative stress in skeletal muscle and liver. *Eur J Appl Physiol* **87**: 141-4, 2002.



21. Kayatekin BM, Açıkgöz O, Gönenç S, Uysal N, Sönmez A: Sprint egzersizinin fare iskelet kasında lipid peroksidasyonuna etkisi. *Spor Hekimliği Dergisi* **35**: 59-64, 2000.
22. Komulainen J, Vihko V: Training-induced protection and effect of terminated training on exercise-induced damage and water content in mouse skeletal muscles. *Int J Sports Med* **16**: 293-7, 1995.
23. Libonati JR, Gaughan JP, Hefner CA, Gow A, Paolone AM, Houser SR: Reduced ischemia and reperfusion injury following exercise training. *Med Sci Sports Exerc* **29**: 509-16, 1997.
24. McArdle WD, Katch FI, Katch VL: *Exercise Physiology*, Williams and Wilkins, USA, 1996.
25. McDonald R, Hegenauer J, Sucec A, Saltman P: Effects of iron deficiency and exercise on myoglobin in rats. *Eur J Appl Physiol* **52**: 414-9, 1984.
26. MacNeil B, Hoffman Goetz L: Chronic exercise enhances in vivo and in vitro cytotoxic mechanisms of natural immunity in mice. *J Appl Physiol* **74**: 388-95, 1993.
27. Niebauer J, Maxwell AJ, Lin PS, et al: Impaired aerobic capacity in hypercholesterolemic mice: partial reversal by exercise training. *Am J Physiol* **276**: H1346-54, 1999.
28. Oh-Ishi S, Kizaki T, Nagasawa J, et al: Effects of endurance training on superoxide dismutase activity, content and mRNA expression in rat muscle. *Clin Exp Pharm Physiol* **24**: 326-32, 1997.
29. Powers SK, Criswell D, Lawler J, et al: Influence of exercise and fiber type on antioxidant enzyme activity in rat skeletal muscle. *Am J Physiol* **266**: R375-80, 1994.
30. Radak Z, Asano K, Inoue M, et al: Superoxide dismutase derivative prevents oxidative damage in liver and kidney of rats induced by exhausting exercise. *Eur J Appl Physiol* **72**: 189-94, 1996.
31. Salminen A, Vihko V: Lipid peroxidation in exercise myopathy. *Exp Mol Pathol* **38**: 380-8, 1983.
32. Şemin İ, Açıkgöz O, Gönenç S, Uysal N, Kayatekin BM: Antioxidant enzyme levels of intestinal and renal tissues after a 60 minutes exercise in untrained mice. *Acta Physiol Hun* **88**: 55-62, 2001.
33. Şemin İ, Kayatekin BM, Gönenç S, et al: Lipid peroxidation and antioxidant enzyme levels of intestinal, renal and muscle tissues after a 60 minutes exercise in trained mice. *Ind J Physiol Pharmacol* **44**: 419-27, 2000.
34. Tobin BW, Beard JL: Interactions of iron deficiency and exercise training in male Sprague-Dawley rats: ferrokinetics and hematology. *J Nutr* **119**: 1340-7, 1989.
35. Willis WT, Dalman PR, Brooks GA: Physiological and biochemical correlates of increased work in trained iron-deficient rats. *J Appl Physiol* **65**: 256-63, 1988.

36. Wilmore JH, Costill DL: *Physiology of Sport and Exercise*, Human Kinetics, USA, 1999.
37. Woods JA, Davis JM, Mayer EP, Ghaffar A, Pate RR: Exercise increases inflammatory macrophage antitumor cytotoxicity. *J Appl Physiol* **75**: 879-86, 1993.