

## 훈련방법의 차이가 흰쥐의 혈액성분과 렙틴농도에 미치는 영향

진 영 완\*

동의대학교

Received July 4, 2006 / Accepted July 26, 2006

**Effects of Different Type of Exercise on Blood Variables and Leptin Hormones in SD Rats.**  
Young-Wan Jin\*. *Department of Leisure and sport science Dong-Eui university, Busan, 614-714 Korea* – The purpose of this study is to evaluate the different type of exercise training on the changes of blood variables and leptin in SD rats. For this study, SD rats were divided into three groups: control group (CG: n=10), swim trained group (SG: n=10), and treadmill trained group (TG: n=10). The animals were housed in a pathogen-free animal facility (22-24°C, 50-60% relative humidity, 08:00-20:00 lighting hours) at D university animal center, Pusan, Korea). Food and water were available *ad libitum*. The trained rats underwent a 8-wk endurance swim training (5 times/wk) in water at 26-29°C (SG) and treadmill training (5 times/wk) in DAEJONG treadmill for 60 min. All data were expressed as mean and standard deviation by using SPSS package program (ver 10.0). The result through the statistical analysis of this data were summarized as follows: 1. In the weight changes, there were significant differences among CG, SG and TG(p<.05) after regular swim and treadmill training. TG showed the lowest weight than the other groups. 2. In the epididymal & perirenal adipose tissue levels, there were significant differences among CG, SG and TG(p<.05) after regular swim and treadmill training. TG showed the lowest adipose tissue levels than the other groups. 3. In the triglyceride changes, For the SG and TG, there were significantly decreased after regular swim and treadmill training. TG showed the lowest triglyceride levels than the other groups. 4. In the insulin hormone, For the SG and TG, there were significantly decreased after regular swim and treadmill training. TG showed the lowest insulin levels than the other groups. 5. In the leptin changes, For the SG and TG, there were significantly decreased after regular swim and treadmill training. TG was the lowest than the other groups. Based on the results, Regular swim and treadmill training decrease body weight, epididymal & perirenal adipose tissue levels significantly, this is caused but by decreased triglycerides, insulin, and leptin hormone levels not by the other factors. Regular treadmill training decreased insulin hormone levels compare to swim training, however there was no direct insulin effect on the weight changes. and it might be the direct effect of leptin hormones.

**Key words** – Exercise, blood variables, leptin

### 서 론

활동량의 감소, 높은 칼로리 섭취, 생활 스트레스 및 운동 부족 등으로 현대인들은 비만의 위협을 받으며 살아가고 있다[1]. 현재 비만은 전 세계적으로 많은 성인병을 유발하는 심각한 질환중 하나로 인식되어져 오고 있으며 비만을 치료 및 예방하기 위해 영양섭취의 제한, 규칙적인 생활습관 등의 노력이 강조되지만 무엇보다 운동의 중요성이 부각되고 있다[2]. 운동이 비만에 미치는 효과에 관한 연구로는 규칙적인 운동이 콜레스테롤 수치를 감소시킨다는 연구와[3] 규칙적인 운동으로 비만으로 인한 성인병이 개선되었다는 연구[4] 등이 있었다. 이러한 연구에 사용되어진 운동으로는 수영, 달리기 등이 주를 이루고 있으며, 대부분이 주3회의 운동을 6주

이상 실시하였다.

한편, 렙틴은 지방조직에서 분비되어 중추신경 중 시상하부에 작용하여 식이조절과 에너지 대사에 관여하는 호르몬으로서[5], 체중조절 뿐만이 아니라 골격근 발달과[6] 호흡중추에도 영향을 미치는 호르몬으로서 내분비계와 에너지 대사에 직접적인 영향을 미치는 호르몬으로 알려져 있으며[7], 특히, 뇌를 순환하면서 시상하부 수용체에 작용하여 식이를 억제하는 것으로 알려지면서 비만을 연구하는 분야에서 중요한 변인으로 인식되고 있다.

규칙적인 운동과 렙틴의 변화에 관한 연구로는 비만여성에서 규칙적인 운동이 체중과 렙틴 호르몬의 수치를 감소시킨다는 연구[8], 규칙적인 운동이 TNF- $\alpha$ , IL-6 등의 사이토카인 수치를 감소시키고 이것이 내피의 기능과 인슐린 민감성을 증가시켜 지방조직의 감소와 더불어 체중을 감소시킨다는 연구[9], 및 장기적인 L-arginine 투여와 운동프로그램이 제2형 당뇨병 환자의 렙틴 수치를 감소하여 인슐린 민감성을

\*Corresponding author

Tel : +82-51-890-2211, Fax : +82-51-890-2157

E-mail : ywjn@deu.ac.kr

증가시키고 비만을 치료한다는 연구[10] 등이 있었다. 이제까지 비만을 예방하려는 운동으로는 적당한 강도의 장기간 운동이 효과가 있는 것으로 알려져 있지만 이러한 연구를 운동방법에 차이를 두고 일정한 강도의 운동 효과를 규명한 연구가 없었으며, 랩틴의 수치와 더불어 조직학적인 지방의 양과 콜레스테롤 및 인슐린의 수치를 함께 비교 분석한 연구는 없었다. 따라서 본 연구는 비슷한 강도의 규칙적인 수영과 트레드밀 훈련이 흰쥐의 체중, 지방량, 혈중 triglyceride, insulin, 및 랩틴 호르몬 변화에 미치는 영향을 살펴보고 운동이 비만에 미치는 영향을 과학적으로 분석하고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 실험동물

충북 음성군에 위치한 D업체로부터 구입한 6주령의 SPF (specific pathogen free) Sprague-Dawley rat(110-130 g)을 공급받아 D 대학교 실험동물실의 통제된 환경(22±2°C, RH 50-60%, and a 12 h photoperiod)에서 통제군(CG, n=10), 트레드밀훈련군(TG, n=10), 수영훈련군(SG, n=10)의 세 그룹으로 구분하였다. 사육하는 동안 체중을 측정하였고, 무균음료와 멸균사료를 자유롭게 섭취하도록 등 최적의 환경을 제공하였다. 실험에 사용한 그룹별 신체적 특성은 Table 1에 나타나 있다.

#### 실험처치

각 그룹의 실험동물은 1주간의 환경적응을 가지고 1주간의 적응훈련을 실시하였다. 그리고 본 훈련을 6주간 하여 총 8주간의 본 훈련을 실시하였다. 우선 트레드밀 훈련은 최초 10 m/min의 속도로 10분간 운동을 실시하여 주 단위로 속도와 시간을 증가시켜 최종 20 m/min의 속도로 60분간 실시하였다. 한편, 수영훈련은 63 cm× 40 cm× 18 cm 수조에서 10분간의 적응훈련을 실시하고 시간을 점차 늘려 최종 60분간 실시하였다. 이는 Sheperd & Gollnik[11]의 선행연구를 고려할 때, 최대 산소섭취량의 50-60% 정도 되는 운동강도라 할 수 있다.

#### 채혈, 측정방법 및 자료처리

1주간의 환경적응, 1주간의 적응훈련 및 6주간의 본 훈련을 마친 뒤, 일시적인 트레드밀과 수영 운동의 효과를 배제하기 위하여 48시간 후에 복부 대동맥에서 전혈 채혈하였고, 무균처리된 해부도구를 가지고 신장주위와 정소주위의 지방조직을 모두 취하여 무게측정을 하였다. 혈액성분중 트라이글리세라이드는 triglycerides TG-test kit(Wako, japan)를 이용하여 glycerol-3-phosphate oxidase · p · chlorophenol 법에 의해 측정되었고, 인슐린은 Insulin-EIA test-kit을 사용하여 효소면역측정법으로 측정하였으며, 랩틴은 rat leptin RIA kit을 사용하여 radioimmunoassay법을 사용하여 측정하였

다. 측정된 자료는 SPSS 통계 package를 이용하여 기술통계량을 산출하고, 세 그룹간에서 8주간 훈련에 따른 종속변수의 변화는 일원분산분석법을 이용하였으며, 가설검증의 유의수준은 0.05 이하로 설정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 체중 및 지방조직

규칙적인 트레드밀과 수영 훈련 전, 후의 체중의 변화와 지방조직의 변화는 Table 1와 Table 2에 나타나 있다. 운동은 사용한 운동 방법에 크게 상관없이 주 3회 이상 몇 주간 꾸준히 수행을 하면 감소하는 것으로 나타난다. 본 연구에서도 그룹 구분 후 최초 120.8 g, 115.4 g, 및 118.0 g 이었던 체중이 8주후 각각 332.1 g, 274.5 g, 및 287.6 g의 수치를 보여 통제군, 수영훈련군 및 트레드밀 훈련군의 순으로 크게

Table 1. The effect of swim and treadmill running on weight changes in SD rats

Factors(unit)	Group	Pre	Post
weight(g)	CG	120.8±2.39	332.1±9.54
	TG	115.4±5.96	274.5±8.68*
	SG	118.0±6.37	287.6±6.83*#

Values are Means±SD, \*p<.05 vs CG; #p<.05 vs TG

Table 2. The effect of swim and treadmill running on epididymal, perirenal tissue, triglycerides, insulin and leptin changes in SD rats

Factors(unit)	Group	Post (8 wk)
epididymal adipose tissue (g)	CG	11.8±1.31
	TG	4.12±0.37*
	SG	4.4±0.60*
perirenal adipose tissue (g)	CG	13.4±1.21
	TG	3.8±0.25*
	SG	4.4±0.47*
triglycerides (mg/dl)	CG	50.3±3.26
	TG	29±2.0*
	SG	31.8±3.01*
insulin (μU/ml)	CG	36.3±1.76
	TG	22.0±1.53*
	SG	25.6±0.94*#
leptin (ng/ml)	CG	4.01±0.39
	TG	0.62±0.08*
	SG	0.65±0.09*

Values are Means±SD, \*p<.05 vs CG; #p<.05 vs TG

나타나 트레드밀 훈련군에서 가장 적은 값을 보였다. 그리고 같은 기간의 비슷한 강도의 운동을 수행한 결과 체중 감소에는 트레드밀 훈련이 더 큰 효과를 보이는 것으로 나타났다. 이는 규칙적인 훈련 후 체중의 감소가 나타난다는 선행연구의 결과[11]와 일치하지만 운동의 형태의 차이에서는 트레드밀과 같이 달리는 운동이 수영운동에 비해 체중감소에 큰 효과가 있다는 사실을 들 수 있겠다. 한편, 본 연구에서는 체중뿐만 아니라 지방조직의 변화를 함께 살펴보았는데, 본 연구에서 8주후 부고환 주위의 무게가 각각 11.8 g, 4.12 g, 및 4.4 g 으로 나타나 통제군에 비해 트레드밀과 수영 훈련군에서 크게 감소하였고 트레드밀 훈련이 가장 적은 값을 보였다. 그리고 8주후 신장 주위의 무게는 각각 13.4 g, 3.8 g, 및 4.4 g 으로 나타나 역시 트레드밀 훈련이 가장 적은 값을 나타내었다. 본 연구를 통하여 규칙적인 트레드밀 및 수영 훈련은 체중의 감소와 더불어 신장 및 부고환 주위의 지방조직을 감소 시키는 것을 알 수 있었으며, 체중의 감소에서는 트레드밀 훈련이 가장 효과적임을 알 수 있었다( $p < .05$ ). 추후 운동에 따른 체중의 변화 뿐만 아니라 피하를 포함하는 조직 주변의 지방조직 변화에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

#### Triglycerides 및 insulin

규칙적인 트레드밀과 수영 훈련 전, 후의 체중의 변화와 지방조직의 변화는 Table 2에 나타나 있다. 테이블에서 보듯이 훈련 후 지방조직의 변화는 각각 50.3 g, 29 g, 및 31.8 g 으로 통제군에 비해 트레드밀과 수영 훈련 후 통계적으로 유의하게 감소하였으며( $p < .05$ ), 이 중 트레드밀 훈련이 가장 낮은 수치를 나타내었다. 이는 운동 후 혈중 지방 수치가 감소한다는 여러 선행연구들과 일치하는 것으로[12,13] 본 연구에서는 수영 훈련과 트레드밀 훈련 사이에 통계적인 차이를 보이지 않지만 같은 기간 비슷한 운동 강도에서는 트레드밀 훈련이 더 효과적으로 트라이글리세라이드를 감소 시킴을 알 수 있었다. 추후 이러한 원인을 규명하는 기전적인 연구가 진행되어야 한다고 본다. 한편, 인슐린 호르몬의 수치는 각각 36.3 g, 22.0 g, 및 25.6 g 으로 나타나 통제군에 비해 트레드밀과 수영 훈련군이 현저하게 감소하였으며, 수영훈련군에 비해서 트레드밀 훈련군이 통계적으로 현저하게 낮은 값을 보였다( $p < .05$ ). 이는 운동 후 인슐린 호르몬 값이 같게 나타나거나 낮은 값을 보인다는 선행연구와[14] 일치하게 나타났다. 본 연구에서는 같은 기간의 비슷한 운동 강도에서 수영 훈련 보다는 트레드밀 훈련이 인슐린 호르몬의 수치를 감소 시켰다는데 큰 의의를 가진다고 볼 수 있다. 이는 규칙적인 훈련을 통하여 적은 량의 인슐린으로도 혈관에 있는 당을 필요한 조직으로 쉽게 운반할 수 있음을 의미한다.

#### 렙틴

규칙적인 트레드밀과 수영 훈련 전, 후의 체중의 변화와 렙틴의 변화는 Table 2에 나타나 있다. 지방조직에서 분비되어 중추신경계 중 시상하부에 작용하여 식이조절과 에너지 대사[5], 체중조절과 골격근 발달[6], 호흡중추[7] 및 뇌[15]에도 관여하는 렙틴 호르몬은 규칙적인 유산소 훈련과 직접적으로 연관되어져 있어 많은 운동생리학자와 의학자들에게 관심이 되어왔다. 본 연구에서 8주간의 훈련 후 렙틴의 수치는 각각 4.01 ng/ml, 0.62 ng/ml, 및 0.65 ng/ml로 나타나 통제군에 비해 훈련군에서 현저하게 감소하는 것으로 나타났으며, 트레드밀 훈련군이 가장 낮은 값을 보였다. 이는 고지방 식이를 함에 따라 증가되던 렙틴의 수치가 규칙적인 유산소 훈련을 함에 따라 감소한다는 선행연구[16]를 잘 반영하는 것으로 보인다. 그리고 일회성의 운동에는 렙틴 농도가 민감하게 반응하지 않는다는 선행연구[17]를 고려할 때, 렙틴은 운동과 직접 연관이 있는 중요한 호르몬으로 간헐적인 운동에서는 민감하게 반응하지 않고 규칙적인 운동에서 감소하는 호르몬으로 렙틴 호르몬의 감소에 수영 보다는 트레드밀 훈련이 더 큰 효과가 있음을 알 수 있다. 아울러, 다른 여러 변인 보다 운동을 통한 렙틴 호르몬의 변화를 주목하는 것이 비만 예방이나 치료에 핵심이 될 것으로 여겨진다.

#### 요 약

본 연구는 비슷한 강도의 규칙적인 수영과 트레드밀 훈련이 흰쥐의 체중, 지방량, 혈중 triglyceride, insulin, 및 렙틴 호르몬 변화에 미치는 영향을 살펴보고 운동이 비만에 미치는 영향을 과학적으로 분석하고자 하였다. 본 연구의 결과로 규칙적인 훈련은 체중과 지방량을 감소시킬 뿐만 아니라 혈중 triglyceride, insulin, 및 렙틴 호르몬을 감소시킴으로 비만 예방에 큰 효과가 있는 것으로 알려졌으며, 같은 기간의 비슷한 강도의 운동에서 수영 훈련 보다는 트레드밀 위에서 달리는 운동이 비만 예방에 더 큰 효과가 있는 것으로 나타났다. 추후 서로 다른 운동을 부여하여 운동생리학적 변화를 비교할 뿐만 아니라 이러한 원인을 규명하는 기전적인 연구가 진행되어야 한다고 본다.

#### 참 고 문 헌

1. Nobre, M. R., R. Z. Domingues., A. R. da Silva., F. A. Colugnati., and J. A. Taddei. 2006. Prevalence of overweight, obesity and life style associated with cardiovascular risk among middle school students. *Res. Assoc. Med. Bras.* **52**, 118-124.
2. McDermott, M. M., M. H. Criqui., L. Ferrucci., J. M. Guralnik., L. Tian., K. Liu., P. Greenland., J. Tan., J. R. Schneider., E. Clark., and W. H. Pearce. 2006. Obesity,

- weight change, and functional decline in peripheral arterial disease. *J. Vasc. Surg.* **43**, 1198-1204.
3. Katsanos, C. S. 2006. Prescribing aerobic exercise for the regulation of postprandial lipid metabolism : current research and recommendation. *Sports. Med.* **36**, 547-560.
  4. Parameswaran, K., D. C. Todd., and M. Soth. 2006. Altered respiratory physiology in obesity. *Can. Respir. J.* **13**, 203-210.
  5. Watson, A. M., S. M. Poloyac., G. Howard., and R. A. Blouin. 1999. Effect of leptin on cytochrome P-450, conjugation and antioxidant enzymes in the ob/ob mouse. *Drug. Metab. Dispos.* **27**, 695-700.
  6. Steppan, C.M., D.T. Crawford., K.L. Chidsey-Frink., H. Ke., and A.G. Swick. 2000. Leptin is a potent stimulator of bone growth in ob/ob mice. *Regul. Pept.* **25**, 73-78.
  7. O'Donnell, C.P., C.G. Tankersley., V.P. Polotsky., A.R. Schwatz., and P.L. Smith. 2000. Leptin, obesity, and respiratory function. *Respir. Physiol.* **119**, 163-170.
  8. Kondo, T., I. Kobayashi., and M. Murakami. 2006. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocr. J.* **53**, 189-195.
  9. de Carvalho, M.H., A.L. Colaco., and Z.B. Fortes. 2006. Cytokines, endothelial dysfunction, and insulin resistance. *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.* **50**, 304-312.
  10. Lucotti. P.C., E. Setola., L.D. Monti., E. Galluccio., S. Costa., E.P. Sandoli., I. Fermo., G. Rabaiotti., R. Gatti., and P. Piatti. 2006. Beneficial effects of oral L-arginine treatment added to a hypocaloric diet and exercise training program in obese, insulin resistant type 2 diabetic patients. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* Epub ahead.
  11. Sheperd, R.E., and P.D Gollnic. 1976. Oxygen uptake of rats at different work intensities. *Pflugers. Arch.* **362**, 219-222.
  12. Kelly, G.A., and K.S. Kelly. 2006. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in children and adolescents: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Atherosclerosis.* Epub ahead.
  13. Katsanos, C.S. 2006. Prescribing aerobic exercise for the regulation of postprandial lipid metabolism: current research and recommendations. *Sports. Med.* **36**, 547-560.
  14. Hamada, T., E.B. Arias., and G.D. Cartee. 2006. Increased submaximal insulin-stimulated glucose uptake in mouse skeletal muscle after treadmill exercise. *J. Appl. Physiol.* Epub ahead.
  15. Steppan, C.M., and A.G. Swick. 1999. A role for leptin in brain development. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **24**, 600-602.
  16. Shapses, S.A., and C.S. Riedt. 2006. Bone, body weight, and weight reduction: what are the concerns? *J. Nutr.* **136**, 1453-1456.
  17. Coutinho, A.E., S. Fediuc., J.E. Campbell., and M.C. Riddell. 2006. Metabolic effects of voluntary wheel running in young and old syrian golden hamsters. *Physiol. Behav.* **28**, 360-367.