

기계적 자극이 난소 제거한 쥐 해면골에 미치는 영향 분석

고창용*, 이태우, 우대곤, 김한성, 김지현(연세대학교 의공학부), 이법이(건국대학교 의학과)

Effect of Vibration on Trabecular Bone of OVX Rats

C. Y. Ko*, T. W. Lee, D. G. Woo, H. S. Kim, C. H. Kim(Biomedical Eng. Dept., Yonsei Univ.), B. Y. Lee(Anatomy Dept., Kunkuk Univ.)

ABSTRACT

Some researchers proposed positive effects of whole body vibration (WBV) on osteoporotic trabecular bones of animals. In the present study, the correlation between the improvement of morphological characteristics and the effect of WBV was investigated and analyzed in OVX rats. The rats were randomly assigned to 5 groups: control, sham, WBV 17Hz, WBV 30Hz and WBV 45Hz. The WBV groups were exercised on a vibration platform (magnitude : 1mm_{peak-peak}, frequency : 17Hz, 30Hz and 45Hz, 30 minutes/day for 5 days/week). The 4th lumbar on rats was scanned by In-vivo Micro-CT at the week 0(just before WBV) and the week 8(after WBV). Structural parameters of the 4th lumbar, based on two dimensional (2D) scan image data, were investigated and analyzed. The quantitative decrement rate of trabecular bone on WBV groups with 30Hz and 45Hz were lower than control and sham groups. The results showed the positive effect of WBV on osteoporotic bones of OVX rats.

Key Words : Whole body vibration (몸 전체 진동), Ovariectomy (난소절제술), Morphological characteristics (형태학적 특성),

1. 서론

골다공증은 노화와 여성호르몬의 결핍이 주요원인으로 알려져 있다. 현재 골다공증 치료를 위해서 약물을 주로 사용하고 있다. 그러나 약물투여는 구토, 소화불량 등 여러 부작용을 동반하고 있다. 기존 일부 연구에서 뼈에 자극을 주면 뼈의 생성을 돕거나 골량이 감소하는 것을 막아주며 뼈의 강도에 도움을 준다고 하였다. Oxlund 등(2003)은 난소절제술을 시행한 쥐에게 진동을 주었을 때 뼈의 강도의 감소함이 둔화됨을 연구하였고 Rubin 등(1995, 2001, 2002)은 낮은 크기, 높은 주파수의 진동을 동물에게 자극했을 때 뼈의 양이 감소율이 둔화됨을 보고하였다.

본 연구에서는 쥐의 난소를 제거하여 골다공증 모델을 만든 후 낮은 크기, 높은 주파수의 진동을 쥐에게 가한 후 시기별로 뼈의 형태학적 특성 변화에 대해 연구하였다.

2. 실험방법

본 실험에서의 동물실험은 건국대학교 동물보호 및 사용에 관한 가이드라인과 법규에 따라 수행되었다.

14 주된 SD 쥐 9 마리를 사용하였고 항상 25℃로 유지하고 12 시간 주기로 낮과 밤이 바뀌게 하였다.

9 마리의 쥐를 임의로 5 개의 실험군(CON, SHAM, 17Hz, 30Hz, 45Hz)으로 나누었다. 쥐 몸통 전체에 진동(WBV, Whole Body Vibration)을 가하기 위해 300mmX300mmX135mm 의 크기를 가진 틀을 제작하였다 그리고 쥐에게 진동을 주기 위하여 진동시험기(Fig. 1, KME-VT1, DAESUNG ENGINEERING)를 사용하였다. 각 실험군에 17Hz, 30Hz, 45Hz의 주파수와 1mm_{peak-peak}의 진폭을 갖는 진동을 1 주일에 5 일, 매일 30 분씩 가하였다. 각 실험군은 각각 0 주 (진동 가하기 직전), 진동 가한 후 8 주에 생체 내 미세 단층촬영시스템 (Skyscan 1076, Skyscan, Belgium)을 이용하여 촬영하였다.

생체 내 미세단층촬영 시스템으로 획득된 영상에서 CT-AN(Skyscan, Belgium)을 이용하여 해면골 부분의 구조적 파라미터 (structure parameters) 값을 획득 하였다 (Table. 1).

3. 결과

생체 내 미세단층촬영시스템에서 획득한 영상들로부터 구조적 파라미터들을 구하였다. (Table 1) BV/TV, Tb.Th, Tb.N 은 각각 골량, 해면골의 두께, 해면골의 수를 나타내며 이 값이 높을수록 해면골의 양이 많아 구조적으로 더 치밀한 구조를 가진다. Tb.Sp 값은 낮을수록 더 치밀한 구조를 가진다.

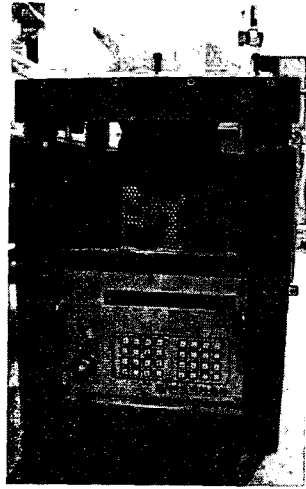


Fig.1 Test machine to vibrate whole body of rats.

또한 SMI 는 구조적 모델 지수로서 이 값의 변화가 크면 미세 해면골의 모양이 급격하게 변함을 나타낸다. 본 결과에서 보면 45Hz 의 자극을 주었을 때 뼈의 양적 손실이 가장 적다. 그리고 해면골의 구조 변화 역시 가장 적다.

4. 결론

본 논문에서는 골다공증 치료를 위해 난소제거한 쥐에게 진동을 주어 그때의 변화를 추적 관찰하였다.

이때 구조적 변화를 살펴보면 45Hz의 주파수와 $Imm_{peak-peak}$ 의 진폭을 갖는 자극을 주었을 때 구조적으로 그 변화가 가장 작았다. 30Hz의 진동을 가한 쥐의 구조적 파라미터의 일부는 아무런 자극을 가하지 않은 것보다 구조적으로 뛰어난 결과를 보여 주지 못하고 있지만 대부분 구조적 변화를 억제시키는 결과를 보여주었다.

본 연구에서 난소 제거한 쥐에 일정주파수를 가진 진동을 주면 뼈의 손실을 막을 수 있다는

것을 확인할 수 있었다. 이로써 골다공증 치료를 위해 진동을 이용한 치료방법을 제시할 수 있다.

후기

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성 사업의 연구결과로 수행되었음

참고문헌

1. B. S. Oxlund, G. Ørtoft, T.T. Andreassen, and H. Oxlund "Low-intensity, high frequency vibration appears to prevent the decrease in strength of the femur and tibia associated with ovariectomy of adult rats", *BONE*, vol 32, pp. 69-77, 2003
2. C. Rubin, A.S. Turner, R. Müller, E. Mitra, K. McLeod, W. Lin and Y.X. Qin, "Quantity and Quality of Trabecular Bone in the Femur Are Enhanced by a Strongly Anabolic, Noninvasive Mechanical Intervention.", *Journal of bone and mineral research*, vol 17, pp. 349-357, 2002
3. C.T. Rubin, D.W. Sommerfeldt, S. Judex and Y.X. Qin, "Inhibition of osteopenia by low magnitude, high-frequency mechanical stimuli", *DDT*, vol 6, pp.848-858, 2001
4. C. Rubin, C. Li, Y. Syn, C. Fritton, K.McLeod, "Non-invasive stimulation of trabecular bone formation via low magnitude, high frequency strain", *41st Orthop Res Soc*, Vol 20, 548, 1995

Table 1. Structure parameters of rats

	BV/TV(%)		Tb.Th(μ m)		Tb.Sp(μ m)		Tb.N		SMI	
	WEEK 0	WEEK 8	WEEK 0	WEEK 8	WEEK 0	WEEK 8	WEEK 0	WEEK 8	WEEK 0	WEEK 8
CON	42.29 ± 3.82	20.45 ± 6.76	146.17 ± 0.1	138.28 ± 2.65	177.15 ± 9.67	310.38 ± 97.81	3.10 ± 0.26	1.48 ± 0.52	1.00 ± 0.32	2.39 ± 0.29
SHAM	36.32 ± 4.70	19.91 ± 3.48	138.96 ± 5.57	133.73 ± 3.99	191.61 ± 11.24	277.68 ± 13.29	2.61 ± 0.23	1.49 ± 0.22	1.58 ± 0.27	2.41 ± 0.16
WBV 17Hz	27.84	11.33	128.39	120.73	197.11	338.3	2.17	0.94	2.08	2.77
WBV 30Hz	33.90 ± 5.43	17.83 ± 2.23	137.47 ± 5.98	132.09 ± 2.60	196.65 ± 6.36	315.93 ± 39.18	2.46 ± 0.29	1.35 ± 0.14	1.75 ± 0.32	2.42 ± 0.02
WBV 45Hz	34.28 ± 0.52	23.16 ± 4.02	134.83 ± 0.39	134.08 ± 6.15	191.87 ± 1.95	250.21 ± 1.08	2.54 ± 0.03	1.72 ± 0.22	1.74 ± 0.04	2.27 ± 0.22

*CON : CONTROL, WBV : Whole Body Vibration, mean \pm standard deviation