

음파진동 기반의 국소부위 진동자극 효과 평가

Evaluating the effects of vibration stimulus on appendicular long bone base on the sonic actuator

박지형¹, 정영진¹, 서동현¹, 이대원¹, 김성국¹, #,*김한성¹

J. H. Pakr¹, Y. J. Jung¹, D. H. Seo¹, D. W. Lee¹, S. G. Kim¹, #,*H. S. Kim(hanskim@yonsei.ac.kr)¹

¹연세대학교 의공학과

Key words : sonic actuator, long bone vibration stimulus,

1. 서론

최근 기계적 자극이 뼈의 신진대사에 영향을 준다는 연구결과는 일반적인 사실로 받아들여지고 있다. 폐경기 여성과 우주비행 시 발생하게 되는 골손실의 예방과 치료를 위해 전신진동 자극이 도움이 된다는 연구가 있다.¹ 하지만 미국 식품의약품국에 따르면 전신진동 자극은 심혈관 질환, 부정맥, 신장결석 그리고 편두통과 같은 건강상의 문제가 있는 사람에게 발생할 수 있는 부작용의 가능성 때문에 적용할 수가 없다.^{2,4} 따라서 새로운 진동 자극 방법을 필요로 하고 있다. 그 중에서 본 연구에서는 음파진동 기반의 국소부위 진동자극의 효과를 평가하고자 한다.

2. 방법

12 주령 흰색 암쥐 (Sprague-Dawley Rat, 무게 약 270g) 8 마리를 임의로 10Hz 군과 CON 군 두 그룹으로 나누었다. 모든 쥐는 난소절제술을 시행하여 3 주간 사육하여 골다공증을 유발하였다. 10Hz 군의 쥐 오른 정강이뼈에 수직으로 진동자극을 가하였다 (일주일에 세 번, 10Hz frequency, 1500 cycle, 2000 μ strain). 오른 정강이뼈는 생체 내 미세전산 단층 촬영시스템 (Skyscan-1076, Skyscan, Belgium)을 사용하여 자극을 가하기 전 (0 주)과, 3 주와 6 주간 자극을 가한 후에 촬영하였고, CT-An (Skyscan, Belgium) 소프트웨어를 이용하여 해면골의 구조적 파라미터를 얻었다 (전체 부피 대 해면골 부피 비율 (BV/TV, %), 해면골 부피 대 해면골 면적

비율 (BS/BV, %), 해면골의 두께 (Tb.Th, mm), 해면골의 수 (Tb.N, mm^{-1}), 해면골의 간격 (Tb.Sp, mm), 골밀도(BMD, g/cm^3). 0 주와 6 주의 상대적인 값 (0 주일 때 1)을 토대로 비모수 통계를 실시하였고 유의 수준은 0.05 로 설정하였다.

실험동물은 연세대학교 동물 보호 및 사용에 관한 지침과 법규에 따라 수행하였다 (YWC-101117-1).

3. 결과

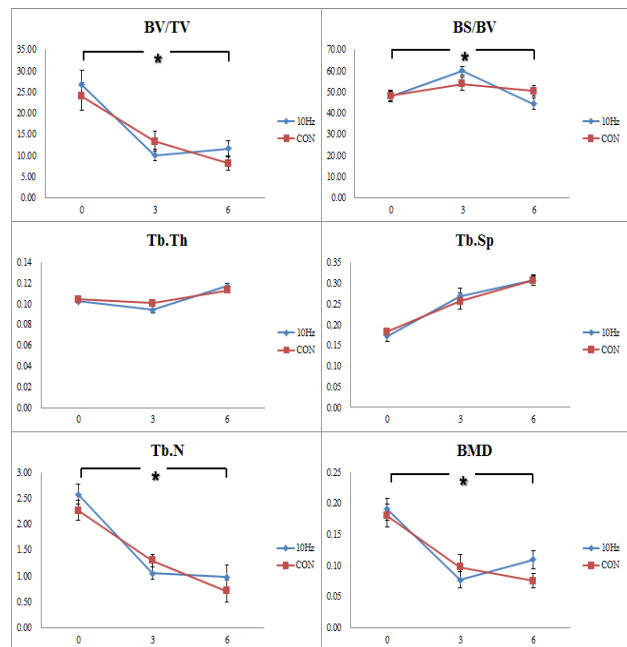


Fig. 1 Structural parameters of trabecular bone (* : significant changes between 10Hz and CON, $p < 0.05$)

0 주, 3 주, 6 주의 구조적 요소 결과값을 그래프로 나타내었다 (Fig. 1).

10Hz 군에서 BV/TV, Tb.N, BS/BV, BMD 의 상대적인 값 (0.44, 0.38, 0.92, 0.58)은 CON 군의 상대적인 값 (0.34, 0.32, 1.05, 0.42) 보다 유의하게 변화하였다 ($p < 0.05$). 하지만 Tb.Th, Tb.Sp 에서는 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$).

이러한 차이점은 3 차원 형상으로도 확인할 수 있다 (Fig. 2).

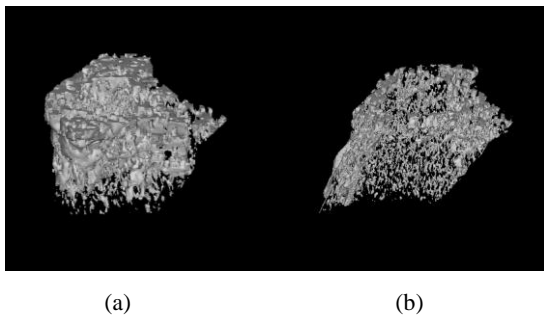


Fig. 2 3D model of the right tibiae trabecular bone at 6 weeks (a) 10Hz, (b) CON

4. 결론

3 주간 부분진동 자극을 가한 결과 오른 정강뼈 해면골의 형태학적 특징은 골다공증의 진행으로 전체적인 골이 좋지 않은 경향으로 진행되고 있어 부분진동 자극의 효과가 나타나지 않음을 알 수 있었다. 하지만 6 주간 부분진동 자극을 수행했을 때에는 10Hz 군에서 골양을 나타내는 BV/TV, Tb.N 에서 유의하게 증가 하였고, BS/BV 값은 감소하여 골소주의 굴곡지거나 끈어진 부분이 적어짐을 알 수 있었고 BMD 가 증가되어 골의 강성이 강해짐을 확인할 수 있었다 ($p < 0.05$). 따라서 6 주간의 부분진동 자극은 지속적인 골의 감소를 억제하는데 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 골다공증이 유발된 골의 오른 정강뼈에 음파진동기반의 국소부위 진동자극을 가했을 때 진동자극을 가한 해면골의 전체적인 골이 증가하는 효과를 확인할 수 있었다.

후기

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2010 년도 산학연공동기술개발사업 (No. 00041738-1)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

이 논문은 2011 년도 정부 (교육과학기술부) 의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 해외우수연구기관유치사업 연구임 (2010-00757).

참고문헌

1. Julia, O., Totosty de Zepetnek, et al., "Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: A review, " *Journal of Rehabilitation Research & Development*, **46**, 529-542, 2009.
2. Whole Body Advanced Vibration Exercise [Internet]. Windsor (Canada): WAVE Manufacturing Inc; c2009 [updated 2009; cited 2008 Apr 1].
3. VibraFlex [Internet]. Naples (FL): Orthometrix, Inc; c2006-9 [updated 2009 Jun 1; cited 2009 Jan 15].
4. TurboSonic [Internet]. Hood River (OR): TurboSonic USA; c2007-8 [updated 2008; cited 2009 Jan 15].
5. Cardinale, M., Pope, MH., "The effects of whole body vibration on humans: Dangerous or advantageous, " *Acta Physiologica Hungarica*, **90**, 195-206, 2003