

# 돌발펄스자기장 자극이 발목관절의 유연성에 미치는 영향

김동명, 백주열, 성수원, 김선욱, 조규일, 고인숙, 최상대, 이종수, 황도근

물리치료학과, 고려대학교

한방의료공학과, 상지대학교

(\*)누가의료기

## 1. 서론

펄스자기장 자극요법은 비침습, 비접촉 방법으로 인체의 심부를 자극할 수 있는 방법으로써 슬관절의 관절염, 인대나 근육의 손상, 만성골반통, 복합부위통증증후군 등에 대한 치유효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 그러나, 대부분의 펄스자기장 요법에 대한 연구는 낮은 자기장세기의 펄스 또는 교류 자극이 이용되어 왔으며, 자극용 유도코일로부터 발생하는 자기장이 자극 부위에 형성하는 공간 자기장 분포에 대한 정량적 해석은 물론 자기장 자극이 생체에 미치는 작동기전에 대한 해석 또한 명확히 알려져 있지 않다. 본 연구에서는 강한 펄스자기장 자극이 발목관절의 유연성에 미치는 영향에 대해서 물리치료학에서 이용되는 Ankle Devcie (Joint Stretching Device, Intelli Stretch)를 이용하여 강한 펄스 자기장 자극 전후의 수동 운동이력곡선을 측정 분석하였다.

## 2. 실험방법

본 연구에서 이용된 자기장 자극 장치는 고압 캐패시터의 충·방전 시간을 SCR 소자를 이용하여 제어함으로써 다상파 (polyphasic wave) 의 하나인 돌발펄스파형 출력을 갖도록 설계하였다. 그림 1(a) 에서와 같이 파형의 특성은 115  $\mu\text{sec}$ 의 펄스기간을 갖는 다섯 개로 구성된 감쇄파형이고, 돌발펄스빈도는 1초로 설계되었다. 또한 출력자기장의 세기는 다상파의 첫 번째 정점에서 약 0.15 Tesla의 값을 나타낸다. Ankle device는 일반적으로 다리의 움직임을 제한하고 발목 또는 무릎관절의 굴신운동을 유도하여 관절 또는 근육에 대한 물리치료를 목적으로 사용되는 장비로서 생체역학응답특성 및 근전도 측정을 통한 효능 검증 방법으로 고안되어 이용되고 있다. Ankle device를 이용하여 발목관절 자극 전 20분 동안 안정을 취한 후 수동-운동이력의 토크-각도 곡선을 측정한 후 5분간 자기장 자극 장치를 이용하여 자극하고 다시 ankle device를 이용하여 자극 후의 수동-운동이력의 토크-각도 곡선을 관찰하였다. Ankle device측정으로부터 획득된 토크-각도 이력곡선으로부터 발목관절의 유연성에 관련된stiffness와 energy loss를 비교 분석하였다 (그림 1b)).

## 3. 결과 및 고찰

Ankle device로 부터 얻어지는 토크-각도 곡선은 일반적으로 이력곡선의 형태로 나타난다. 이때, 이력곡선은 중간 부분의 기울기로부터 얻어지는 stiffness는 발목 연골의 유연성과 비복근의 단단한 정도에 영향을 받으며, 이력곡선의 면적으로부터 얻어지는 energy loss는 근육의 탄성 정도를 나타내며 발목운동에 관여하는 근육의 민첩성에 영향을 받는 것으로 해석할 수 있다. 그림 2는 40대 성인 남자의 발목에 돌발펄스 자기장 자극을 가하기 전과 후의 토크-각도 곡선을 나타낸다. 발목에 돌발펄스 자기장 자극을 가하기 전 Ankle device의 반복 적용에 의한 stiffness와 energy loss의 변화를 확인하기 위해서 2회 반복한 결과 오차범위 내에서 변화가 없음을 확인하였다. 5분 동안 자기장 자극을 인가한 후에energy loss는 오차범위 내에서 크게 변화를 나타내지 않았으나, stiffness의 경우 오른발의 경우 약 16%, 왼발의 경우 27%의 감소를 나타내었다. 즉, 발목의 돌발펄스 자기장 자극을 통해서 발목관절의 유연성이 향상되었음을 확인할 수 있었다. 그리고 30대 성인 남자의 양쪽 발에 돌발펄스 자기장 자극을 가한 경우 stiffness는 오차범위 내에서 변화가 없었으나, 발목운동에 관여하는 관절과

비복근의 단단한 정도를 나타내는 energy loss의 경우 50%정도의 감소를 보였다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 30대 성인 남성을 대상으로 하여 돌발펄스자기장 자극의 발목관절의 유연성에 미치는 효능을 검증하기 위한 객관적 지표 마련하기 위한 것이다. 기초실험결과에 따르면 돌발펄스 자기장 자극이 발목관절의 stiffness 와 energy loss의 변화에 영향을 미치는 것으로 관찰 되었다. 본 연구결과는 향후 다수의 데이터 획득 및 통계처리를 통하여 자기장 자극 효능에 대한 객관화를 위한 새로운 분석방법으로 활용될 수 있을 것이다.

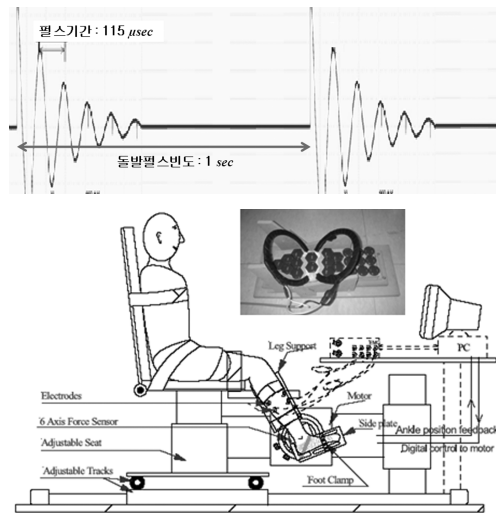


Fig. 1. Schematic diagram of the burst pulsed magnetic field used (top) and the stimulation device and the ankle device (bottom). [Sun G. Chung *et al.*, *Arch Phys Med Rehabil* Vol. 85, pp.1638, (2004)]

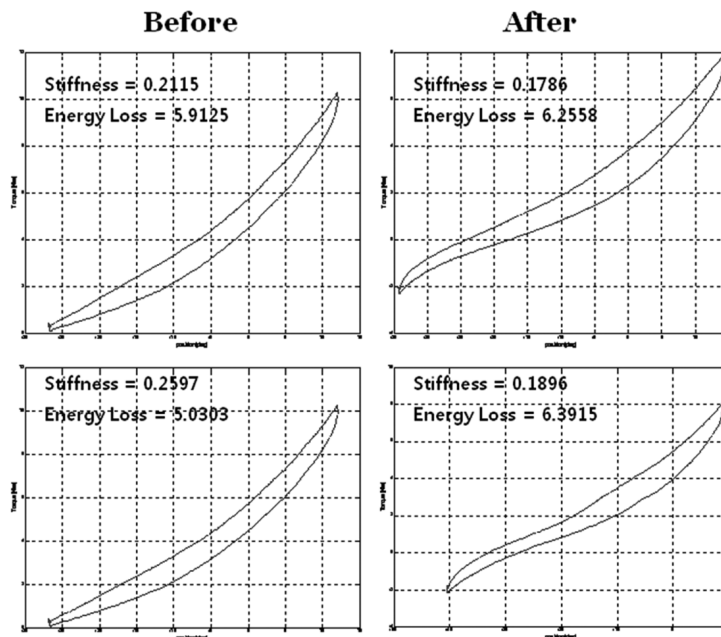


Fig. 2. Torque-angle curves before (left column) and after (right column) 5min burst-pulsed magnetic field stimulation on the ankle joint.