

## 국소적 진동 적용이 주관절의 위치 감각과 최대악력에 미치는 영향

허광호 · 이현민 · 천송희 · 방현수 · 강종호<sup>1</sup> · 김진상<sup>2</sup>

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공, <sup>1</sup>대구대학교 재활과학대학 신경과학교실,  
<sup>2</sup>대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

### Effect of Local Vibration on Elbow Joint in Position Sense and Maximal Grip Force

Gwang-ho Heo, PT, Hyun-min Lee, PT, MS, Song-hee Choen, PT, MS,  
Hyun-soo Bang, PT, MS, Jong-ho Kang, PT, Ph.D<sup>1</sup>, Jin-sang Kim, DVM, Ph.D<sup>2</sup>

Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation Science, Graduate School of Daegu University  
<sup>1</sup>Neuroscience Laboratory, College of Rehabilitation Science, Daegu University  
<sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

#### <Abstract>

**Purpose** : The purpose of this study was evaluate the effects of vibration on joint position sense.

**Methods** : The subjects were divided into vibration group(n=20) and control group(n=20). Vibration group was given local vibration on elbow joint for 15 minutes and control group was given resting 15 minutes by resting position. All subjects of each group were tested pre-post on maximal grip force and joint position sense.

**Results** : Maximal grip force test and joint position sense test of vibration group was showed a significant difference between pre and post(p<0.05).

**Conclusion** : There was a different change on maximal grip force and joint position sense.

**Key Words** : Vibration, Joint position sense, Grip force

#### I. 서 론

동작을 수행 할 때 필요한 정보들은 여러 경로를 통해 전해져 학습이 이루어지게 된다. 이러한 정보

들은 시각, 전정감각, 체성감각을 통해 공간에서 사지와 몸통의 운동조절에 필요한 정보를 전달한다. 체성감각 중 관절위치의 인지를 고유수용성감각이라 하며(Kavounoudisa 등, 2001; Lephatr 등, 1998)

그 수용기에는 근육에 있는 근방추·관절낭·인대, 반월판에 있는 관절 수용기, 근건 단위 부위에 있는 골지건 기관과 같은 수용기가 있다. 고유수용성감각의 손상은 연령 증가, 인대 손상, 말초 신경염, 다발성경화증, 골관절염과 관련이 있고 많은 수용기로부터 감각 입력의 통합을 필요로 하는 복잡한 시스템이기 때문에 질병의 진행초기에 손상 받을 가능성이 크다고 하였다(Ashton-miller 등, 2004). 때문에 손상 후 재활훈련 시 고유수용성감각의 재교육을 강조하고 있으며 많은 연구들이 고유수용성감각이나 운동감각은 재활 후에 개선된다고 보고하였다(Granger, 1990).

현재 고유수용감각을 검사하는 상대적으로 표준화된 방법으로 관절동작을 검출하여 역치를 구하는 방법과 일련의 관절각을 재연하는 방법이 있으며 전자는 관절 동작 또는 움직임 감각에 대한 검사방법이고, 후자는 위치감각에 대한 검사방법으로 열린 고리 형태의 운동을 하는 동안 수동 관절가동범위를 이용하여 검사하는 방법이 고유수용성감각을 가장 정확하게 검사하는 방법이다(Peralua 등, 1995).

한편 진동은 인체에 부여한 외부 자극으로 인체에 영향을 주는 요인으로는 진동의 진폭, 전진진동과 국부진동으로 나누어지는 진동의 주파수(Hz), 수직·수평·회전방향 등에 따라 다른 특성을 가지는 진동의 방향, 진동의 파형(연속, 비연속), 진동 폭로 시간 등이 있다. 인체가 파치니소체, 멜렐촉판, 자유신경종말, 마이스너소체 등을 통해 진동을 수용하면 신경 임펄스지가 신경경로를 거쳐서 시상 도달하여 하나는 두뇌로 올라가서 진동을 인식하고, 또 다른 하나는 시상하부에 와서 자율신경계를 자극하고 여러 가지의 생체기관에 영향을 미쳐 생리학적, 심리적, 행동적 영향을 주게 된다(김대원, 2000). 또한 미세한 진동에너지를 인하여 근육의 수축과 이완을 빠르게 진행시켜 근섬유를 키우는 것 뿐 아니라, 뼈의 저항력을 길러주어 골다공증의 궁극적인 치료효과도 나타내고 있으며 조직손상 위험이 적은 장점과 함께 역학적 효과로는 온열 효과, 순환 증진, 연부 조직의 스트레칭, 반흔 조직의 이완, 유착 파괴 방지, 조직의 유연성 증가, 미세 순환 증진, 효소 유리, 조직의 탄력성 증가와 반사적 효과에는 이완,

통증 감소, 미세순환 증진, 자율 신경계 조절의 균형 등이 있다. 진동과 관련하여 최근성향은 운동과학, 노인병리학 분야에서 신체구성 성분 및 다양한 요인의 변화에 대하여 연구가 진행되어지고 있다(Machteld 등, 2004). 주로 진동은 통증을 조절하거나 운동과 병행하여 그 효과를 높이는데 적용되는데 단기간 신체에 적용되는 진동에 대해 새로운 방법으로써 진동의 유용성이 평가되고 있어 본 연구에서는 재활과 운동수행에 있어서 중요한 역할을 하는 고유수용성감각에 진동이 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구기간 및 연구대상

연구기간은 2008년 2월 10일 부터 2008년 3월 12일까지로 연구 대상자는 주관절과 견관절에 손상이나 외과적 수술 경험이 없고 신체 다른 부위의 장애나 손상이 없는 D대학 재학생 중 남녀 40명을 실험의 동의를 얻어 진동군 20명, 대조군 20명을 무작위 배치하여 실시하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 실험 도구

진동 적용 전후 힘의 변화를 알아보기 위해 디지털 악력계(Grip-D, TAKEI, 일본)를 이용하였으며 주관절의 각도를 측정하기 위하여 전자측각기(Electrogoniometer, Biopac system Inc, 미국)를 사용하였다. 그리고 국소진동의 적용은 근육타진기(Turbosasso, 영일엠, 한국)를 이용하여 주관절 적용시 발달 모양의 E-type 어플리케이션을 사용하였다.

#### 2) 실험 절차

본 연구는 고유수용감각을 검사하는 방법 중 관절각을 재연하는 방법을 선택하였으며 모든 실험의 측정 자세는 의자에 편안하게 앉은 자세에서 상완을 체간에 붙인 자세로서 휴식 시에는 팔을 다리위에 가볍게 내려놓게 하였다. 실험의 순서는 관절각

재현 검사-최대악력 측정-진동 적용-관절각 재현 검사-최대악력 측정 순서로 하였다. 대조군은 진동 적용 대신 휴식을 취하였다.

최대악력 측정은 진동 적용 전후의 힘의 변화를 알아보기 위해 최대악력의 변화를 측정하였으며 진동군과 대조군 모두 관절각 재현 검사 후 바로 3회 반복 측정하여 그 평균을 분석하였다.

관절각 재현 검사는 주관절에 실험자의 옷이 표재성 감각에 영향을 주지 않도록 견고 시각적 정보를 제거한 후 주관절 신전(180°)에서 목표각도인 30°, 50°, 80° 굴곡 시킨 각도로 실험자마다 목표각도 순서를 무작위로 선정하여 한 번씩 3번 측정하였으며 유지시간은 Stillman(2002)의 연구와 같이 실험자는 목표각을 4초간 유지시킨 후 7초간 휴식 후 다시 그 각을 재현 하도록 하여 그 오차값의 절대치 평균을 진동 적용 전과 후의 차이로 비교 하였다.

국소 진동 적용은 진동군은 실험 측정 자세를 취하여 20Hz로 15분간 주관절의 외측에 적용 하였고 대조군은 15분간 휴식 자세로 아무것도 적용하지 않았다(Nasibullin, 2002; Luo 등, 2005).

### 3. 분석 방법

수집된 자료는 SPSS(version 10.0 for windows)를

이용하여 통계 처리 하였다. 집단 내의 관절각 재현 검사의 오류값과 최대악력을 비교하기 위하여 대응 비교 t-검정을 실시하였다. 통계학적 유의수준 p는 0.05로 하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 40명으로 진동군 20명, 대조군 20명으로 대상자들의 성별은 남성, 여성 각 20명씩으로 진동군의 연령의 범위는 20세에서 27세까지이고 대조군은 21세에서 30세까지의 특징을 보였다. 대상자들의 신장범위는 진동군 최소 159cm에서 최대 180cm, 대조군은 최소 158cm에서 최대 183cm였다. 대상자들의 평균 몸무게는 진동군이 최소 45Kg에서 최대 86Kg이고, 대조군은 최소 45Kg에서 최대 79Kg였다(Table 1).

### 2. 최대 악력 측정

진동 적용 전후의 최대악력 측정 결과 성별에 따라서 진동군 여성의 경우 유의한 변화는 나타나지 않았지만(p>.05) 남성에서 유의한 증가가 나타났으며(p<.05) 진동군 전체에서도 유의하게 증가하였다

Table 1. General characteristics of vibration group and control group mean and SE

	Vibration group (n=20)	Control group (n=20)
Sex(male/female)	10/10	10/10
Age(yr)	23.54±2.31	22.47±1.24
Height(cm)	169.84±1.48	168.19±1.69
Weight(Kg)	65.74±1.67	69.64±1.59

Table 2. Comparison of maximal grip force between vibration group and control group

	Vibration group (n=20)			Control group (n=20)		
	Total	male	female	Total	male	female
Pre-test(kgf)	30.67±1.64	39.55±1.50	21.80±0.71	30.37±1.61	39.25±1.35	21.50±0.72
Post-test(kgf)	31.05±1.62	40.05±1.44	22.05±0.67	30.92±1.64	40.01±1.44	21.85±0.59
p	0.002*	0.014*	0.056	0.074	0.156	0.297

\*p<.05

Table 3. Comparison of joint position sense between vibration group and control group

	Vibration group (n=20)			Control group (n=20)		
	Total	male	female	Total	male	female
Pre-test(°)	6.71±0.76	6.12±0.78	7.31±1.32	6.03±0.61	6.21±0.96	5.84±0.75
Post-test(°)	5.15±0.63	4.65±0.51	5.65±1.17	6.17±0.56	5.75±0.72	6.63±0.88
p	0.001*	0.022*	0.019*	.811	.661	.455

\*p<.05

(p<.05). 대조군의 경우 남성은 약간의 변화가 있었지만 유의한 수준은 아니었다(p>.05). 대조군의 여성 또한 유의한 수준은 아니지만 약간의 변화는 있었으며(p>.05) 대조군 전체에서도 유의한 변화가 없었다(Table 2).

### 3. 관절각 재현 검사

진동군 남성의 관절각 재현 검사의 오류값은 진동 적용 전과 진동 적용 후 유의한 감소가 있었으며(p<.05) 여성의 경우에도 유의한 감소가 나타나(p<.05) 진동군 전체 또한 유의한 수준의 감소가 나타났다(p<.05). 그러나 대조군의 경우 남성, 여성 모두 유의한 변화가 나타나지 않았으며(p>.05) 오히려 평균은 약간 증가한 것으로 나타났다(Table 3).

## IV. 고 찰

관절의 위치와 체중부하를 구별하고 운동의 방향과 크기, 속도를 감지하는 기능이 있는 고유수용성 감각은 신경근조절, 균형조절 그리고 관절의 안정성을 확보하고 유지하는데 중요한 되먹임의 요소이다(Voight 등, 1996; Fredricks와 Saladin, 1996). 이러한 기능들이 손상되었을 때 관절의 불안정과 손상을 감소시키기 위해 고유수용성감각을 훈련하는 것이 강조되고 있다(Day와 Wildermuth, 1988). 진동은 자율신경계를 자극하여 진동을 인식하고, 떨림, 동기(motivation) 저하, 불편함, 업무능률의 저하, 피로, 부상과 심할 경우 사망에 이르는 등 생리학적, 심리적, 행동적 다양한 인체의 반응을 유발시킨다. 그러나 저빈도의 진동자극은 근방추를 자극하여 구심성 감각 입력을 일으킬 수 있으며 세포내 미토콘

드리아 수를 늘려주고, 근력과 근 파워 증진 효과를 가지고 있다고 하였다(Nasibullin, 2002; Luo 등, 2005). 따라서 본 연구에서는 최저 6Hz에서 최고 60Hz까지 조절할 수 있는 영일엠 사의 근육타진기를 가지고 20Hz의 저빈도 주파수를 선택하여 15분간 적용하였다.

Bosco 등(1999)과 Christophe(2002)은 장기간의 진동을 적용 시켜 근력 향상을 가져온다고 하였지만 본 실험은 1회의 진동 적용으로 최대약력의 측정결과 진동군은 유의한 증가가 있었는데 진동군의 여성에서는 유의한 변화를 볼 수 없었지만 단기간의 진동적용도 일시적이지만 근력향상에 긍정적 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었다. 이는 근력의 증가는 신경과 근의 복합적 작용에 의한 것으로 골지건 기관(GTO)의 감수성과 근수축시 동원되는 운동단위수의 증가와 신경성 요인이 함께 작용된다고 한 Allan과 Robert(1987)의 보고에 미뤄보아 단기간의 진동으로 고유수용성 감각인 골지건 기관의 감수성에 영향을 주어 근력이 증가된 것으로 사료된다. 관절각 재현 검사에서 오류값의 전후 비교에서 대조군에서는 남녀 모두 효과적이지 않은 것으로 나타났고 실험군인 진동적용은 남녀에서 모두 유의한 감소를 가져온 것으로 나타난 것은 진동적용이 고유수용성 감각의 향상 요인인 근육조직에서 점탄성(visco-elastic property)의 향상, 증가된 산소화작용(oxygenation)과 근육내 혈관 확장으로 인한 체온의 상승에 영향을 준 것으로 사료된다(Bouet와 Gahery, 2000).

## V. 결 론

정상성인 40명을 대상으로 주관절에 국소적 진동

을 적용하여 고유수용성감각에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 최대악력과 관절각 재현 검사를 진동군과 대조군으로 나누어 실시하였다. 진동적용은 최대악력과 관절각 재현검사에서 모두 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다.

고유수용성 감각에 영향을 주는 형태의 연구인 본 실험으로 진동의 효과를 이해하고 운동치료를 적용하는 물리치료 분야에서 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이라 생각된다. 단, 국소적 진동뿐만 아니라 전신적 진동이나 진동기간의 지속적이고 규칙적인 장기간의 적용 등 다양한 상황의 대상자와 진동형태와 시간에 따라 좀 더 구체적인 연구가 필요할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김대원. 인체의 팔굽진동 특성에 관한 실험적 해석. 한국소음진동공학회지. 2000;10(2):299-305.
- Allan JR, Robert ES. Dance Medicine a Comprehensive guide. Pluribus Press. 1987:211-36.
- Ashton-miller JA, Wojtys EM, Uston LF et al. Can proprioception really be improved by exercise? Knee surg Sports Traumatol Atrhrosc. 2004;9: 128-36.
- Bosco C, Colli R, Introni E et al. Adaptive response of human skeletal muscle to vibration exposure. Clin physiol. 1999;19(2):183-7.
- Bouet V, Gahery Y. Muscular exercise improves knee position sense in humans. Neurosci Lett. 2000;289(2):143-6.
- Christophe D, Machteld R, Sabine V. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(6):1033-41.
- Day RW, Wildermuth BP. Proprioceptive training in the rehabilitation of lower extremity injuries. Adv sports Med Fitness. 1988;1:241-58.
- Frederricks CM, Saladin LK. Pathophysiology of the motor systems: Principles and clinical presentations. Seoul. Yeonng Mun Publishing Co. 1996:101.
- Granger CV. Health accounting-functional assessment of long-term patient. In: Kottke FJ, Lehmann JF, eds. Krusen's Handbook of Physical medicine and Rehabilitation, 4thed. Philadelphia, WBSaunders. 1990:270-367.
- Kavounoudias A, Roll R, Roll JP. Foot sole and ankle inputs contribute joint to human erect posture regulation. J Physiol. 2001;532:869-78.
- Lephart SM, Pincivero DM, Rozzi SL. Proprioception of the ankle and knee. Sports Med. 1998;25: 149-55.
- Luo J, McNamara B, Moran K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. Sports med. 2005;35(1):23-41.
- Machteld R, Christophe D, Sabine V. Whole-body-vibration training increase knee-extension strength and speed of movement in older women. J Am Geriatr Soc. 2004;52(6):901-8.
- Nasibullin BA. Aspects of the reactions of mitochondrial populations in neurons of the sensory motor cortex during prolonged influence of low-frequency vibration of rats. Tsitol Gent. 2002;36(1):40-5.
- Perlau R, Frank C, Fick G. The effect of elastic bandages on human knee proprioception in the uninjured population. Am J Sports Med. 1995; 23:251-5.
- Stillman BC. Making sense of proprioception: The meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. Physiotherapy. 2002;88(11):667-76.
- Voight ML, Hardin JA, Blackburn TA et al. The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. J Orthop Sports Phys Ther. 1996;23:348-52.