

## 슬관절에 대한 국소 진동 적용이 자세 조절 능력에 미치는 영향

박수진 · 방현수<sup>1</sup> · 천송희<sup>1</sup> · 강종호<sup>2</sup> · 김진상<sup>3</sup>

대구대학교 재활과학대학원 물리치료학과, <sup>1</sup>대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공,  
<sup>2</sup>대구대학교 재활과학대학 신경재생실, <sup>3</sup>대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

### Effects of Local Vibration on Knee Joint on Postural Control

Soo-jin Park, P.T., Hyun-soo Bang, P.T.<sup>1</sup>, Song-hee Choen, P.T., M.S.<sup>1</sup>,  
Jong-ho Kang, P.T. C.P.O., M.S.<sup>2</sup>, Jin-sang Kim, D.V.M., Ph.D.<sup>3</sup>

*Department of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University*

<sup>1</sup>*Major in Physical Therapy, Graduate School, Daegu University*

<sup>2</sup>*Neuroregeneration Laboratory, College of Rehabilitation Science, Daegu University*

<sup>3</sup>*Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University*

#### <Abstract>

**Purpose** : The purpose of this study was to evaluate the effects of local vibration on knee joints on ability of postural control.

**Methods** : The subjects(50) were divided into control group(25) and vibration group(25). Vibration group was given vibration on knee joint for 10 minutes and control group was given resting for 10 minutes. All subjects of each group were tested on MFT balance tester board for 30 seconds and MFT Balance Test English 1.7 was used to measure ability of postural control pre and post test.

**Results** : 1. Laterality didn't have statistically significant difference pre and post test in both groups( $p < 0.05$ ). 2. In the control group Body stability didn't have significant difference pre and post test( $p > 0.05$ ), but had significant difference in the vibration group( $p < 0.05$ ). 3. At assessment Movement of COG, sector2 in the control group and sector 1, 5 in the experimental group had significant difference pre and post test( $p < 0.05$ ).

**Conclusion** : From this result vibration on knee have an effect on Body stability. Therefore, the vibration will be effective in treatment of patients who have disability of postural control.

---

**Key Words** : Body stability, Knee joint, Postural control ability, Vibration

## I. 서 론

인간이 다른 동물과 구별되는 가장 기본적인 자세는 직립자세를 유지한다는 것이다. 인간은 이 직립자세에서 많은 동작을 수행하며, 이를 위해서 자세를 조절하고 균형을 유지시키려 노력한다. 자세조절은 인간의 움직임에서 가장 기본적인 부분으로 주변 환경과 과제 변화에 대한 적응에 밀접한 관계를 맺고 있다(김선진 등, 2002).

자세조절은 외부환경으로부터 자극을 지각하고 움직임에 대한 정보를 전달하며 협응 된 움직임을 할 수 있도록 하는 감각과 운동정보를 통합하는 과정이며(이충휘 등, 1995), 공간상의 자세의 안정성과 방향성 유지를 위해 신체 위치를 조절하는 것으로 균형 유지능력이라고도 한다. 여기서 자세의 안정성이란 특정 공간 영역 내에서 신체의 위치, 특히 신체의 무게 중심을 유지시키는 능력을 말하며, 자세의 방향성이란 신체와 환경과의 관계를 적절하게 유지시키는 능력을 말한다(김선진 등, 2002).

정상 자세 조절능력은 골격근에 의한 신체의 위치 관계를 중력이나 변화되는 부하에 따라 자세를 조절하는 능력을 말하는 것이다. 균형은 수직축에 대한 신체 안정성으로 질량 중심은 항상 기저부위에 존재하게 하는 능력이다. 균형 조절계의 주목표는 중추신경계에서 다양한 입력과 출력을 이용하여 신체 안정성과 안정성에 기반 한 기능성 확보에 있다(Susan, 1994).

자세조절의 구성요소는 인체 움직임 추적에 관여하는 감각 요소, 감각의 상호 작용 성, 근골격계 요소가 있다. 자세조절은 감각 체계, 중앙 처리계, 효과계의 상호작용으로 환경 변화에 적절하게 대응하며 이루어지게 된다. 감각 체계는 특정 공간상에서 신체 위치 변화 정도를 추적하는 역할을 하게 되며, 중앙 처리계는 감각 정보를 수용하고 처리하여 통합시키며, 주어진 상황에서 가장 적절한 운동반응을 결정하게 해준다. 이와 같은 체계의 결정에 따라 동작이 일어나게 되는데, 근육과 관절과 같은 효과계에서 기능을 유발시킨다(김선진 등, 2002).

인간의 신체는 수많은 분절로 구성되어 있기 때문에 몸의 균형을 유지하는데 여러 가지 방법이 이

용될 수 있다. 일반적으로 외력이 작용하지 않는 경우 신체 분절을 중력선에서 벗어나지 않도록 해야 한다. 만약 신체의 어느 분절이라도 중심선에서 벗어나게 되면 토크가 발생하게 되며, 이것은 신체 중심선을 변경시키기 때문이다. 신체 각 부분과 상대적 지향성, 환경과 신체적 지향성을 추적하는 시각계와 피하 감각기와 근육, 관절의 고유수용기로 이루어진 체성감각계, 머리 변화에 따른 방향과 각도, 위치를 파악시켜주는 전정계로부터 정보를 받아들여 중추신경계로 입력되어, 자세의 안정성 정도를 인지한다. 그 결과를 토대로 신체 기저면내 중력중심이 위치하지 않을 경우 다양한 전략을 수행하도록 근골격계 반응을 일으키게 해준다(이동우, 2005).

이와 같이 자세조절에 영향을 주는 한 요소로 체성감각계가 있으며 체성감각계를 이루는 체성 감각 수용기들은 피부 수용기, 근육-관절 수용기, 내부 수용기와 같은 기계적으로 민감한 수용기들이 있다(이충휘 등, 1995; 김종만, 1996).

체성감각수용기는 인체 외부에서 오는 외부자극과 내부에서 오는 내부자극, 근육이나 관절에서 발생하는 위치나 속도와 같은 기계적 변화에 흥분이 발생된다. 따라서 체성감각 수용기를 자극하는 새로운 치료적 모달리티 방법 중 하나로 진동(vibration)이 있으며, 이는 반사에 의한 수용기 반응 촉진으로 자극되는 것으로 생각되고 있다(Rittweger, 2002).

전신 진동은 신체 전신에 진동을 가할 수 있도록 만들어진 진동 장치 위에서 다양한 동작을 취하여 운동 효과를 일으키는 것으로(한상철 등, 2005), 유럽에서는 우주비행사의 골밀도 저하를 예방하기 위한 프로그램으로 1-50Hz의 낮은 진동으로 전신진동 운동을 실시하고 있다(Tania 등, 2005). 이외에도 전신진동운동에 대한 효과에 대한 많은 연구들이 이루어져 있는데, Tania 등(2005)은 하부요통(low back pain) 환자에게 체중지지운동(weight bearing exercise)과 함께 18Hz의 WBV를 5분간 적용한 결과 WBV를 적용하지 않은 그룹에 비해 요천추(lumbosacral) 부위의 고유수용성감각이 향상되었다고 보고하였으며, Rittweger 등(2002)은 만성 요통환자에게 요추신전 운동과 진동 운동을 적용한 결과 두 운동 모두 환자의 통증이 감소되었고 보고하였으며, Narcis

등(2006)은 28명의 여성을 대상으로 20Hz의 WBV 운동을 한 그룹이 걷기 운동을 한 그룹보다 골반의 골밀도(bone mineral density)와 균형능력이 유의하게 향상되었다고 보고하였다. 또한 Roelants 등(2004)은 실험을 통해서 전신진동 적용이 노인 여성의 슬관절 신전력과 움직임 속도를 증가시켰다고 보고하였으며, Delecluse 등(2003)은 전신 진동적용이 저항 운동 만큼 슬관절 신전력을 향상시킨다고 보고하였고, Ahlborg 등(2006)은 전신진동적용이 슬관절의 신전력을 증가시키고 슬관절 신전근의 경직(spasticity)을 감소시킨다고 보고하였다. 이와 같이 진동의 적용은 체성 감각수용기 자극을 통한 여러 효과들을 나타내는 것으로 보인다(한상철 등, 2005; Rittweger, 2002).

전신 진동에 대한 연구는 활발하게 이루어지고 있으나 국소 진동에 대한 연구는 매우 국한되어 있다. 따라서 본 연구는 전신 진동이 아닌 국소 진동의 효과를 알아보기 위해, 대표적 체중지지 관절인 슬관절에 국소 진동을 적용하고 자세 조절 능력에 영향을 미치는지 알아보아 진동의 치료적 효과 의의를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

연구 대상자는 과거 및 최근 현재 슬관절에 손상이나 외과적 수술 경험이 없고, 자세 조절 및 평형 감각과 관련된 기관의 기능장애가 없으며, 신체 다른 부위의 손상이나 기능 장애가 없는 정상 성인으로, 대구시 소재 D대학교에 재학 중인 신체 건강한 20대 남녀 학생 50명(남 29명, 여 21명)을 무작위로 선정하였다.

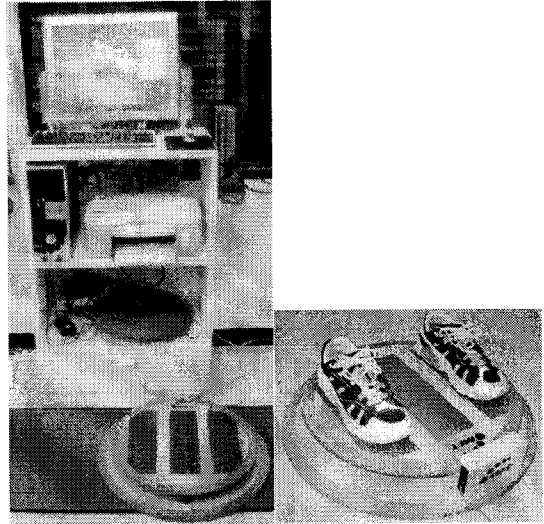


Fig 1. MFT balance tester board system

### 2. 연구기간

본 실험은 2007년 4월 2일부터 2007년 6월 5일 동안 실시하였다.

### 3. 실험도구

국소 진동기(Turbo Saso, 영일엠(주), Korea, 회전 속도 최소 360±20 RPM 최대 3,600±200 RPM)는 인체 각 부위에 국소 진동을 적용할 수 있는 기구로서 슬관절 진동 적용을 위하여 방산 스폰지형 도구를 사용하여, 고정 적용하였다. 균형능력 및 자세 안정성을 측정할 수 있는 검사

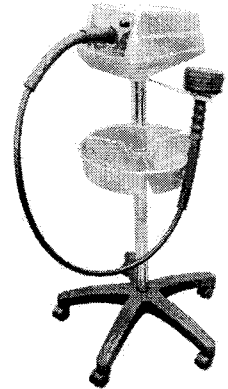


Fig 2. Turbo Saso

도구인 MFT tester(Multifunktionale Trainingsgerät)

Table 1. General characteristics of subjects

Group	Age(year) M±SD	Height(cm) M±SD	Weight(kg) M±SD
Vibration(n=25)	22.56±2.920	172.38±5.136	64.06±9.781
Control(n=25)	21.57±2.209	169.21±6.624	63.79±13.285

GmbH, Austria)를 이용하여 진동 적용 후 자세 조절 능력을 측정하였다.

#### 4. 실험절차

본 연구에서는 연구 참가에 동의한 50명의 남녀 학생을 무작위로 실험군(n=25), 대조군(n=25)으로 배정하였으며, 실험 전 대상자들에게 실험 목적 및 방법에 대한 충분한 설명을 실시하였다. 실험 도중 대상자가 주변의 소음과 시각적인 자극 등으로 인해 주의력이 산만해지는 것을 예방하기 위해 밀폐된 실험실에서 실시하였다.

본 연구는 진동의 적용 전과 적용 후 자세 조절 능력의 변화가 즉시 일어나는지 알아보기 위한 연구로 진동 적용 전 자세 조절 능력 검사, 진동 적용, 진동 적용 후 자세 조절 능력 검사로 이루어져 있다. 또한 진동 적용과 미적용의 영향성을 알아보기 위하여 대조군을 두어 비교하였다.

자세 조절 능력 검사는 MFT balance tester board 가 왼쪽으로 기울게 한 상태로 board 위에 편안한 자세로 서고, 발의 위치는 board에 표시된 곳에 자연스럽게 위치하게 했으며, 시선은 전방을 향하며, 양 팔은 자연스럽게 체간 가까이 내린다. 대상자는 연구자가 “시작”이라는 구호를 하면 board가 평형을 유지하도록 하면서 30초간 자세를 조절 하도록 하였다. 이때 대상자가 바닥을 보거나 팔을 벌리지 않도록 하고, 바로 선 자세를 유지하도록 하였으며, 슬관절의 움직임은 자연스럽게 하도록 하였다.

사전 검사 직후 실험군은 침대에 슬관절을 신전한 상태로 앉은 자세를 취하고, 양 쪽 슬관절 전면에 진동기를 이용해 1000RPM±200의 진동을 10분간 적용하였으며, 대조군은 사전 검사 직후 10분간 진동을 적용하지 않았다. 각각 실험적 처치가 완료된 직후 다시 자세 조절 능력 검사를 실시하였으며, 검사 방법은 사전 검사와 동일하게 하였다.

#### 5. 자료처리

MFT balance tester board로부터 얻어진 데이터를 이용하여 자세 조절 분석 프로그램인 Balance Test

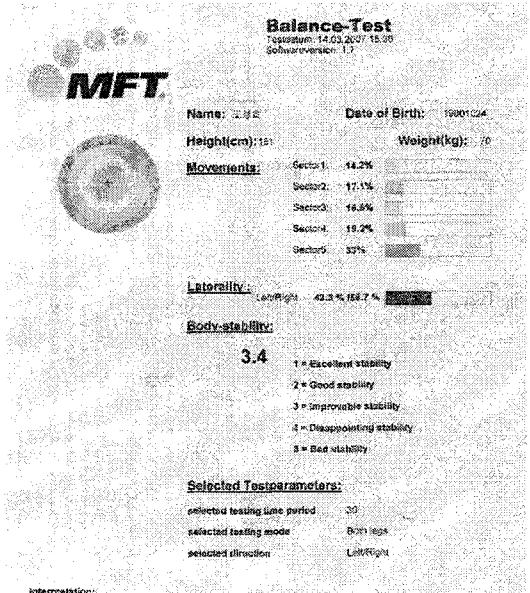


Fig 3. Balance Test English 1.7 처리 결과

English 1.7을 이용해 좌우 체중 분포 Left and Right Laterality(LL, LR), 자세 안정성 Body stability, 체중심 이동 분포 Movement of COG를 계산하였다. Body stability는 1등급(Excellent stability)에서 5등급(Bad stability)으로 5단계로 구분, Movement of COG는 중심에서 가장자리까지 범위를 sector 1, 2, 3, 4, 5로 구분하였다(Fig 4). 계산된 데이터는 SPSS version 12.0 for window를 이용하여 분석하였다. 실험군과 대조군에서 Left and Right Laterality, Body stability, Movement of COG의 진동 적용 전과 적용 후의 변화를 비교하기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였고, 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

### III. 연구결과

#### 1. Left and Right Laterality(LL, LR)

진동 적용 전과 적용 후의 Left and Right Laterality에서 대조군의 LL과 LR 분포는 각각 유의확률 .128, .128로 유의하지 않았으며, 실험군의 LL과 LR 또한 유의확률이 각각 .247, .247로 유의하지 않았다.

Table 2. Left and Right Laterality

	Pre-test	Post-test	t	p
Control LL	50.957±5.8367	48.100±5.1609	1.189	.128
LR	49.043±5.8367	51.900±5.1609	-1.189	.128
Vibration LL	48.956±11.0093	47.275±6.1849	.701	.247
LR	51.044±11.0093	52.725±6.1849	-.701	.247

Table 3. LL과 LR 차이

	Pre-test	Post-test	t	p
Control LL-LR	8.579±7.6613	8.543±6.5953	.012	.495
Vibration LL-LR	7.713±12.4427	11.600±6.4158	1.719	.053

진동 적용 전·후의 좌우 체중 분포 차(LL-LR)는 대조군 .495, 실험군 .053으로 유의하지 않았다. 좌우 체중 분포 차는 체중 분포도에서 체중의 좌측 분포율과 우측 분포율의 차이 값이다.

## 2. Body stability

진동 적용 전과 적용 후의 Body stability의 변화는 대조군에서는 .1765로 유의하지 않았고, 실험군에서는 .022로 유의한 변화를 보여 주었다.

## 3. Movement of COG

진동 적용 전과 적용 후 대조군과 실험군의 Movement of COG는 Table 5에서 보는 바와 같다. 대조군은 sector 1, 3, 4, 5에서는 유의한 변화를 보여 주지 않았지만 sector 2에서는 유의한 변화를 보여 주었고, 실험군에서는 sector 2, 3, 4에서는 유의한 변화를 보여 주지 않았지만, sector 1과 sector 5에서 유의한 변화를 보여 주었다.

## IV. 고 찰

자세 균형을 유지하기 위해서는 자세근의 작용뿐만 아니라 주위 환경과 신체 위치에 대한 감각 정보가 필요하다. 시각과 전정감각 및 체성감각 정보

Table 4. Body stability

	Pre-test	Post-test	t	p
Control	3.393±0.3689	3.457±0.4014	-.962	.1765
Vibration	3.637±0.4031	3.431±0.3701	2.200	.022*

Table 5. Movement of COG

	Pre-test	Post-test	t	p	
Control	sector1	15.857±4.6711	16.050±5.6918	-.142	.4445
	sector2	16.714±5.4950	14.850±4.2888	1.1816	.046*
	sector3	15.071±5.1188	14.457±4.1010	.722	.2415
	sector4	16.814±7.4138	17.464±5.1862	-.342	.369
	sector5	35.543±12.8918	37.207±15.0977	-.798	.2195
Vibration	sector1	13.263±6.7270	17.113±7.1244	-1.793	.0465*
	sector2	14.287±5.1495	15.175±2.5286	-.725	.2395
	sector3	13.244±4.1182	14.038±2.5755	-.700	.2475
	sector4	14.450±4.8976	15.438±3.9878	-.664	.2585
	sector5	44.763±14.0378	38.212±11.9852	2.442	.0135*

는 신체의 무게 중심 및 위치와 지지면의 특성을 파악하여, 자세 균형의 변화를 예측하고 조절한다. 모래나 폭신한 바닥에서 균형을 유지할 때는 시각 정보가 주로 기여하지만, 딱딱한 바닥에서 균형을 유지할 때는 체성감각 정보 중 하나인 고유수용성 감각이 우선적으로 작용하며(Horak, 1986), 사지의 운동 조절을 위해서도 근육의 길이나 근 긴장도, 관절 위치에 대한 고유수용성 감각 정보가 필요하다(송채훈, 2004).

체성감각수용기는 피부 수용기(cutaneous receptor), 근육-관절 수용기(muscle-joint receptor), 내부 수용기(visceral receptor)로 나눌 수 있는데(김종만, 1996), 이중에 피부 수용기와 근육-관절 수용기가 자세조절에 중요한 역할을 하고 있다.

피부의 기계적 수용기는 피부의 어떤 부위가 정상에 비해 얼마나 변형되었는지를 감지하는 위치 감지기(position detector)와 변형된 상태보다는 변형의 속도를 감지하는 속도 감지기(velocity detector), 자극의 가속 정도를 감지하는 순간 감지기(transient detector)로 나눌 수 있다. 머켈반(Merkel's disk)과 루피노소체(Ruffin's corpuscle)는 촉각을 수용하는 위치 감지기이고, 마이스너소체(Meissner's corpuscle)는 대표적인 속도 감지기이며, 주파수가 낮은 진동 감각(flutter)을 수용한다. 털주머니 수용기(hair follicle receptor)는 속도 감지기와 순간 감지기에 모두 해당된다. 저온과 고온에 반응하는 온도 수용기와 통각 등의 유해 자극에 반응하는 유해자극 수용기는 모두 자유신경종말(free nerve ending)이다(김종만, 1996).

Benoni 등(2001)은 실험을 통해서 슬관절의 굴곡 각도와 각속도가 변하면 대퇴 전면에 있는 피부 기계적 수용기의 유형에 따라 활성화가 다르게 나타나며, 이를 근거로 피부의 기계적 수용기가 슬관절의 움직임에 대한 정보를 제공한다는 것을 밝혔으며, Collins 등(2005)은 신체의 모든 관절에서 피부 수용기와 근육 수용기는 단독 또는 복합적으로 관절의 운동 감각에 관여한다고 하였다. Bensmaia 등(2005)과 Ribot 등(1989)들은 피부의 기계적 수용기(mechanoreceptors) 중에는 자극을 빠르게 수용하는 수용기와 느리게 수용하는 수용기가 있는데, 이들은 각각 다른 역할을 가지고 있으며, 역치 이상의 진동

에서 활성화 되고, 느린 수용기는 충분한 시간 동안 진동이 제공되면 활성화가 이루어진다고 하였다.

관절 위치 인식(awareness)에 대한 인지(perception)를 고유수용성감각(proprioception)이라 하는데, 근육-관절 수용기가 주요한 고유수용기(proprioceptor)이다. 고유수용성감각은 과도한 움직임으로부터 신체를 보호하고 자세를 안정화시키며, 관절의 안정성, 근육의 활동성, 신체의 균형 능력과 함께 신체의 기능 향상에 필요하다(김도균 등, 2005). 고유수용기를 통해 신체 부위의 위치와 움직임에 대한 정보가 CNS로 전달된다.

근육 수용기에는 근육의 길이(length), 긴장도(tension), 신장 속도(velocity of stretch)에 대한 정보를 감지하여 CNS로 전달하는 근방추(muscle spindle)와 골지건기관(Golgi tendon organ)이 있다(Christopher 등, 1996). 근방추는 근육의 주요 감각기관이며, 신장 속도와 시간을 조절하고 근육내의 길이 변화를 감지하고, 근육이 얼마나 빨리 신장되는지를 감지한다. 골지건 기관은 수동 신장 혹은 능동 근수축에 의해 일어나는 근육내의 장력을 감지하고, 근육의 수축을 억제하는 보호 기전 역할을 한다(Crolyn 등, 2001).

인체의 관절에는 관절 감각 수용기가 있다. 골지건기관은 인대(ligament)에 위치하고 관절 움직임의 변화율을 감지하는 기능이 있다. 자유신경종말(free nerve endings)은 관절주머니(joint capsule)와 인대에 위치한다. 통각과 관절의 움직임을 구별할 수는 없지만 느낄 수 있는 자각(crude awareness)에 반응하며 관절에 유해한 스트레스(stress)가 가해질 때 보호 반응에 관여한다(김종만, 1996). 이런 관절 감각 수용기들은 관절이나 인대가 변형이 있을 때만 민감하게 반응을 하고, 관절의 위치가 스트레스를 받지 않는 자세에서는 반응을 하지 않는다(Christopher 등, 1996). 관절 수용기는 인대나 관절낭이 관절가동범위의 끝에서 보다 더 늘어날 때 가장 잘 반응한다. 관절낭의 표면층에 분포하는 수용기들은 정적인 위치에 있을 때, 관절이 수동적으로 움직이거나 능동적으로 움직일 때, 방향의 변화, 진폭의 변화, 속도의 변화에 민감하다. 관절낭의 심층에 위치한 수용기들은 관절이 한 방향으로 움직일 때, 그 움직

임의 초기에 민감하다. 인대에 분포한 수용기들은 수동적이거나 능동적인 움직임 중에서 인대에 가해지는 과도한 스트레스에 민감하다. 관절낭, 연골지방층(articular fat pad), 인대, 혈관벽에 분포하는 다른 감각수용기들은 동통에 민감하다(권혁철 등, 1993).

Sabin 등(2003)은 보행 중 하지근육에 진동 적용이 EMG에 어떠한 변화를 주는지 알아보는 실험에서 보행 중 입각기 단계에서 슬관절 앞에서 진동을 준 대퇴사두근과 슬관절 뒤에서 진동을 준 대퇴이두근이 가장 큰 활성화 변화를 보였으며, 이는 진동이 근방추의 일차구심성섬유(Ia afferent)를 활성화시켰기 때문이라고 보고하였다. Bosco 등(1999)은 배구 선수를 대상으로 진동에 대한 골격근의 수용반응에 대한 연구에서 골격근의 능력이 향상되는 것은 신경학적인 요소에 의한 것이라고 하였다.

진동은 근육의 근방추를 자극하여 팔과 다리의 위치 감각에 변화를 준다. 수의운동을 하는 동안 주동근과 길항근의 근방추는 팔과 다리의 위치 정보를 제공한다. 그런데 특정 각도에서 관절의 위치를 인식시킨 후 주동근과 길항근에 진동을 적용했을 경우 길이가 짧아지는 주동근은 관절 위치 감각 인식에 별다른 영향을 주지 않았지만, 길항근은 관절의 위치 감각에 변화가 발생된다(Inglis 등, 1990). 이것은 진동이 근방추를 자극하여 근육의 길이가 늘어났기 때문이다(Douglas 등, 1985; Inglis 등, 1990).

본 연구에서는 슬관절에 대한 국소 진동 적용이 자세 조절 능력 변화에 미치는 영향을 살펴보았다. 그 결과 진동을 적용하지 않은 집단은 Body stability에 유의한 변화를 보이지 않았지만, 진동을 적용한 집단에서는 Body stability에 유의한 변화를 보여 자세 조절 능력 향상이 이루어졌음을 알 수 있었다. 또한 진동을 적용한 군은 sector 5에서 sector 1로의 진동이 관찰되어 역시 자세 조절 능력 향상을 알 수 있었다. 이는 진동이 슬관절 주위의 기계적 수용기를 자극하여 활성화시킴으로써 슬관절 고유수용성 감각 변화에 영향을 미쳐 자세 조절 능력에 변화를 일으킨 것으로 생각된다. 그러나 실험군과 대조군 모두 Left and Right Laterality 변화에는 영향을 주지 못했음을 알 수 있다. 본 연구 결과를 토대

로 볼 때 진동이 Body stability에 영향을 미쳐 자세 조절 능력을 증진시킬 수 있었다. 앞으로 진동에 대한 다양한 연구의 필요성을 느끼며, 다양한 근육과 관절에 대한 진동 자극의 영향성과 진동 적용의 파라미터에 따른 영향성 연구, 자세 조절 능력 증진의 연속성 등에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

슬관절에 진동 적용이 자세 조절 능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 50명의 20대 성인 남녀를 무작위로 선정하여 실험군(n=25)에는 10분간 1회 진동을 적용하고, 대조군(n=25)에는 진동을 적용하지 않고 MFT balance tester board system을 이용해 자세 조절 능력의 전·후 변화를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

### 1. Left and Right Laterality

진동 적용 전과 적용 후의 Left and Right Laterality 변화에서 대조군의 LL과 LR은 각각 유의확률 .128, .128로 유의하지 않았으며, 실험군의 LL과 LR 또한 유의확률이 각각 .247, .247로 유의하지 않았다.

진동 적용 전·후의 좌우 체중 분포 차이(LL-LR)는 유의확률이 대조군 .495, 실험군 .053으로 유의하지 않았다.

### 2. Body stability

진동 적용 전과 적용 후의 Body stability의 변화는 대조군에서는 유의확률이 .1765로 유의하지 않았고, 실험군에서는 .022로 유의한 변화를 보여 주었다.

### 3. Movement of COG

진동 적용 전과 적용 후 대조군과 실험군의 Movement of COG 변화는 대조군은 sector 1, 3, 4, 5에서는 유의확률이 각각 .4445, .2415, .369, .2195로 유의한 변화를 보여 주지 않았지만, sector2에서는 .046으로 유의한 변화를 보여 주었고, 실험군에서는 sector2, 3, 4에서는 유의확률이 각각 .2395, .2475, .2585로

유의한 변화를 보여 주지 않았지만, sector1과 sector5에서 .0465, .0135로 유의한 변화를 보여 주었다.

본 연구에서 진동이 Left and Right Laterality의 변화에는 유의한 영향을 미치지 못했지만, 슬관절의 감각 수용기들을 자극하여 Body stability가 향상되었다는 것을 보여 주었다. 이를 이용하여 자세 안정성에 문제가 있는 환자의 치료에 진동을 적용한다면 자세 조절 능력 향상에 도움이 될 것이다. 앞으로 각 관절에 대한 진동의 적용과 각 근육에 대한 진동의 적용, 진동 주파수와 시간과 같은 파라미터에 따른 자세 안정성에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

- 김도균, 고은혜, 이강성, 등. 시각적 정보와 내측胫骨 인술의 높이 차이가 정상 성인의 슬관절 고유수용성 감각에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2005;12(1):22-26
- 김선진, 한동욱. 자세 유지의 발달적 조절 전략에 대한 연구. 한국체육학회지. 2002;41(5):827-836.
- 김종만. 물리작업치료를 위한 신경해부생리학. 정담. 1996;60-65.
- 송채훈. 신장성운동이 자세 균형과 고유수용성 감각에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2004;15(1):417-426.
- 이동우. 인간의 자세조절 메커니즘에 대한 연구. 한국운동역학회지. 2005;15(1):45-61
- 이충휘, 권혁철. 고급물리치료 I. 현문사. 1995;25-26.
- 한상철, 심현도. WBV(Whole Body Vibration)상황이 등장성 근지구력에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2005;16(5):967-974
- 한상철, 심현도. WBV(Whole Body Vibration)을 이용한 트레이닝 운동 중 에너지 대사에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2005;16(2):405-412.
- Ahlborg L., Andersson C., Julin P. Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. J Rehabil Med. 2006;38(5):301-308
- Benoni B., Edin. Cutaneous afferents provide information about knee joint movements in humans. Journal of Physiology. 2001;531(1):289-297.
- Bensmaia S. J., Leung Y. Y., Hsiao S. S., et al. Vibratory adaptation of cutaneous mechanoreceptive afferents. J. Neurophysiol. 2005;94:3023-3036.
- Bosco C., Colli R., Introini E., et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. Clinical Physiology. 1999;19(2):183-187.
- Christopher M. Fredericks, Lisa K. Saladin. Pathophysiology of the motor system. F.A. Davis company. 1996;101-102.
- Collins D.F., Refshauge K.M., Todd G., et al. Gandevia. Cutaneous receptors contribute to kinesthesia at the index finger, elbow, and knee. J. Neurophysiol. 2005;94:1699-1706.
- Crolyn Kisner, Lynn Annen Colby. Therapeutic exercise. third edition. 영문출판사. 2001;177.
- Delecluse C., Roelants M., Verschueren S. Strength increase after Whole-Body vibration compared with resistance training. Medicine&Science in Sports & Exercise. 2003;35(6):1033-1041.
- Douglas Kelman Rogers, Andrew Paul Bendrups, Murray McDonald Lewis. Disturbed proprioception following a period of muscle vibration in humans. Neuroscience Letters. 1985;57(2):147-152.
- Horak F.B., Nashner L.M. Central programming of postural movement: adaption to altered support surface configuration. J. Neurophysiol. 1986;55(6):1369-1381.
- Inglis J.T., Frank J.S. The effect of agonist/antagonist muscle vibration on human position sense. Exp. Brain Res. 1990;81(3):573-580.
- Narcis Gusi, Armando Raimundo, Alejo Leal. Low-frequency vibratory exercise reduce the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. BMC Musculoskeletal Disorders. 2006;7:92.
- Ribot Ciscar E., Vedel J.P., Roll J.P. Vibration



- sensitivity of slowly and rapidly adapting cutaneous mechanoreceptors in the human foot and leg. *Neuroscience Letters*. 1989;104(1-2):130-135.
- Rittweger J., Just K., Kautzsch K., Reeg P., et al. Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise. *Spine*. 2002;27(17):1829-1834.
- Roelants M., Delecluse C., Verschueren S.M. Whole-Body vibration training increase knee-extension strength and speed of movement in older women. *J. Am. Geriatr Soc*. 2004;52(6):901-908.
- Sabine M.P., Verschueren Stephan, Swinnen P., et al. Vibration-Induced changes in EMG during human locomotion. *J. Neurophysiol*. 2003;89:1299-1307.
- Susan B. O'Sullivan, Thomas J. Schmitz. *Physical Rehabilitation Assessment and Treatment*. third edition. F.A. Davis company. 1994;121-127.
- Tania L. Fontana, Carolyn A. Richardson, Warren R Stanton. The effect of weightbearing exercise low frequency, whole body vibration on lumbosacral proprioception: A pilot study on normal subjects. *Australian journal of Physiotherapy*. 2005;51:259-263.