전신진동이 하지 관절 토크와 하지 근력에 미치는 효과

Effect of Whole Body Vibration on the Joint Torque and Muscular Activity of the Lower Limbs

*강승록[1], 김경[2], 박국빈[3], 정구영[4], 김정자[2] #권대규[4,5]
*S. R. Kang[1], K. Kim[2], K. P. Park[3], G. Y. Jeong[4], J.J.Kim[2], #T. K. Kwon[4,5]
[1] 전북대학교 대학원 헬스케어공학과, [2]전북대학교 바이오메디컬 공학부, [3]전북대학교 대학원 의용생체공학과,
[4]전북대학교 생체정보공학부, [5]전북대학교 고령친화복지기기연구센터

Key words : Whole body vibration, Joint torque, Muscular activity

1. 서론

건강에 대한 관심의 증가는 가정용 헬스기구의 보편화를 가져왔으며, 이러한 헬스기구는 단순하게 한 종류 운동을 사용자가 이용하여 단순히 근력을 증가시키는 개념에서 좀 더 복합적인 운동에 의하여 효과를 증가시키려는 노력이 진행되어지고 있다. 또한 재활치료 운동기기나 신개념의 헬스케어 시스템의 요구가 급증되고 있다. 기존의 운동에 의한 운동부족이나 잘못된 운동 습관에서 오는 질병이나 운동 부작용을 예방하거나 바이오피드백 시스템을 이용하여 고령자 혹은 재활훈련이 필요한 사용자가 최적의 근육운동 효과를 제공해 주며 사회 구성원들이 보다 윤택한 삶을 추구할 수 있도록 요구되며 현 운동기기에서 제공되는 운동은 단순하게 건강한 사람집단을 위한 운동기기를 제공하고 있거나 혹은 같은 운동기기에서 단순히 운동프로그램만 제공하는 경우가 대다수로써 고령자를 위한 운동기기 또한 시급한 실정이다 이로 인해 재활치료가 필요한 헬스케어 산업과 실버산업은 급속도로 팽창하고 있으며 점차 신 개념의 복합적인 재활치료 운동기기나 신개념의 헬스케어 시스템을 요구되고 있는 실정이다. 이러한 복합적인 재활치료 운동기기 혹은 신개념의 헬스케어 시스템은 단순한 운동제공이 아닌 여러 분야 운동이 하나로 접목되고 운동기기 기능뿐만 아니라 재활치료 기능까지 함께 겸비된 복합운동기기가 필요한 시점이다. 이로인한 많은 연구들이 현재 진행되고 있으며 국내보다 국외에서 많은 운동기기와 연구들이 더욱 더 활발하게 진행되고 있다. 기존 연구로써, knee-OA (knee- Osteoarthritis) 슬관절염을 지닌 여성 환자들에게서 전신진동운동이 근력강화와 고유수용감각에 대한 평가 연구로써 일반인뿐만 아니라 환자와 고령자에게서 전신 진동운동이 재활 또는 헬스케어로써 효과를 얻고 있다.[1] 이러한 전신 진동운동에 대한 영향 연구로써, Kazuhiro Kawanabe[2]는 전신 진동운동이 고령자에게서 근력강화, 밸런스, 보행기능에 대한 효과를 분석하여 인체영향 효과를 규명하였다. 또한 SAILA TORVINEN[3]는 전신진동 자극이 신경근 적응에 대한 효과를 제시하여 젊은층의 점핑능력과 밸런스능력에 대한 영향을 연구하였다. 임용택[4]은 전신 진동운동이 근육기능 향상, 골밀도 향상, 산소섭취량 증가, 혈류량 증가, 체지방율 감소 등 인체 모든 기관에 고르게 영향을 미치는 것을 확인하여 새로운 운동트레이닝 처방 방안에 대한 기대를 제시하였다.

본 논문에서는 전신 진동운동이 유무에 따른 피험자의 근력변화와 근반응성의 변화를 비교 분석함으로써 전신 진동운동에 대한 효율을 검증하고자 하였다.

2. 시스템 구성 및 실험방법

Fig. 1은 전신진동운동에 대한 전체적 실험 블록다이어그램을 나타내고 있다. 본 실험에서 피험자는 음파 진동기 (TT2590 X7. Turbosonic. Inc)를 이용하여 전신 진동운동 유무에 따른 일상적인 운동 후 BIODEX System 3 (Biodex Medical Systems, Inc.)를 이용한 슬관절의 신전(extension) 운동 시 변화하는 슬관절 토크(knee-joint torque)를 통해 하지의 근력변화를 고찰하였다.

실험은 크게 3영역으로 운동영역, 측정영역, 분석영역으로 나뉘게 된다. 운동영역에서는 전신진동자극을 받는 그룹과 받지 않은 그룹으로 나뉘며, 전신진동자극 유무에 따라 일반적인 운동인 트레드밀 런닝을 20분 시행하였다. 또한 운동 패턴은 5분 운동 후, 15분 휴식을 총 4회 갖는 불연속운동(discontinuous exercise)과 20분 동안 한 번에 연속적으로 운동을 하는 연속운동(continuous exercise)로 나뉜다. 측정영역에서는 운동이 끝나고 근피로도 회복을 위해 1시간 정도 휴식을 가진 후 BIODEX system 3를 이용하여 슬관절을 신전운동 시, 슬관절 토크를 측정하였다. 분석영역에서는 실험기간 2주간 총 4회 동안 측정된 슬관절 토크를 다양한 매개변수(parameter)들을 연속적인 운동과 불연속 운동으로 나누어 분석하고 LabVIEW 8.0을 이용하여 통계 처리하였다.

Fig. 2는 전신진동자극 유무에 따른 그룹들이 트레드밀 운동 후 BIODEX system 3에 의해 측정되어진 결과값을 나타내고 있다. 측정된 매개변수에는 Peak Torque, Peak Torque/Body weight, AVG Power, Acceleration Time, AVG Peak Torque가 있다. 피험자는 건강한 성인 10명을 대상으로 하였으며 전신진동자극을 받은 그룹과 전신진동자극이 없는 그룹으로 나누어 실험을 하였다. 전신진동자극은 피험자에게 각각 가진 주파수(exciting frequency) 20~ 40Hz 사이, 강도(intensity)는 가진 주파수의 증폭 20~40mm를 총 2주 동안 매주 4회씩 실행하였다. 가진 주파수와 강도는 음파진동자극 실험 시 매 회당 20~40Hz를 5분마다 5 Hz씩 증가시켰으며 일상적인 운동을 제공하기 위해 트레이드밀 위에서 매주 2회 실시하였다. 실험방법은 피험자에게 전신진동 자극을 20분 동안 받은 후 일반적인 운동 20분을 실시하였다.

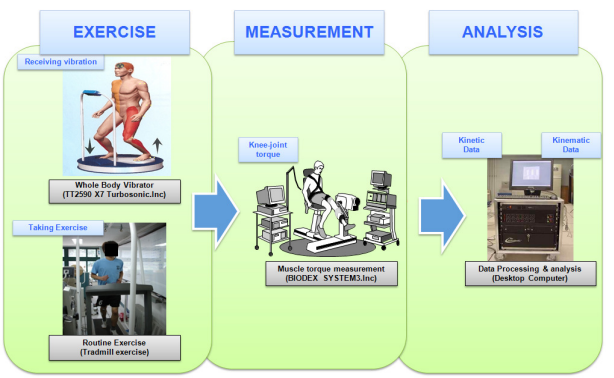

Fig. 1 Block diagram of the experiment by vibration stimulus

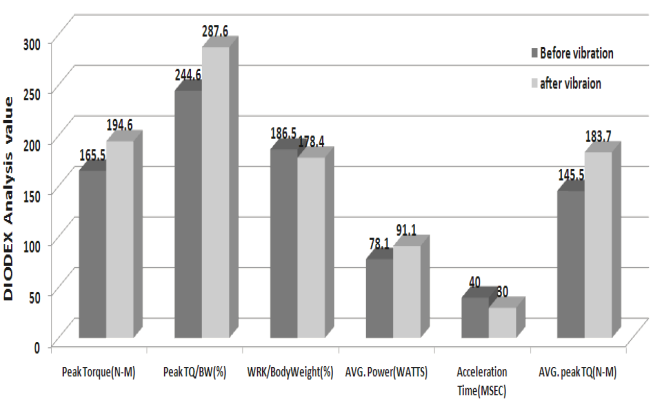

Fig. 2 Neuromuscular performance evaluation of subject with and without vibration stimulation.

일반적인 운동은 운동 패턴별 전신진동자극이 미치는 효과에 대해 알아보기 위해 운동 패턴을 연속적인 운동과 불연속운동, 두 가지 패턴으로 나뉘어 실험을 수행하였다. 그런 다음 1시간 정도 휴식을 취하고 BIODEX로 Knee-joint torque 를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

실험 결과, 슬관절 신전 운동 시 슬관절 토크의 변화를 보면 Peak torque와 Peak torque/Body weight AVG Power, AVG Peak들은 전신진동자극을 받았을 시에 증가하는 경향을 보이고 있으며 Work/Body weight와 가속 시간(acceleration time)이 감소하는 경향을 보인다. 전신진동자극을 받은 후가 받기 전 보다 높은 Peak torque와 Peak torque/Body weight AVG Power, AVG Peak값을 보이는 것은 전신진동자극이 근육활동에 보다 높은 효율을 제공한다는 것과 Work/Body weight와 가속 시간이 감소하는 경향을 보이는 것은 전신진동자극이 근긴장도를 항상 유지시켜 근육활동활성시간과 적은 근육활동으로 같은 일을 할 수 있는 근육활동량에 대한 효율성에 대해 암시하고 있다.

Fig. 3를 통하여 슬관절 신전 운동 시 전신진동자극 유무에 따른 근반응성을 분석하면, 전신진동자극을 받았을 시에 피험자가 사용하는 근육 활성반응도가 전신진동자극에 의해 빨라지기 때문에 슬관절 토크 값이 커지는 경향을 확인할 수 있었다. 또한 불연속 운동과 연속적인 운동, 모두 전신진동자극을 받았을 때가 받기 전보다 슬관절 토크 값이 증가 되는 것을 확인하였다. 또한 운동 패턴별 결과를 보면 연속적인 운동에서 불연속적인 운동 때보다 높은 슬관절 토크 값을 보이고 있으며 이는 연속적인 이 근육활동 활성에 집중적으로 관여하고 있다고 생각 된다.하지만 불연속적인 운동과 연속적인 운동 사이에서 전신진동자극 유무에 의한 증가량은 서로 비슷하게 측정 되었다. 근육활동성 효율면 에서는 불연속정인 운동과 연속적인 운동, 모두 비슷한 효율성을 가지고 있다고 생각 된다. 불연속적인 운동과 연속적인 운동, 모두 전신진동자극을 받을시 근육활동성에 증가하는 경향이 나타나는 것은 운동 패턴과 상관없이 전신진동자극이 근육활동성에 관여한다는 것을 암시한다.

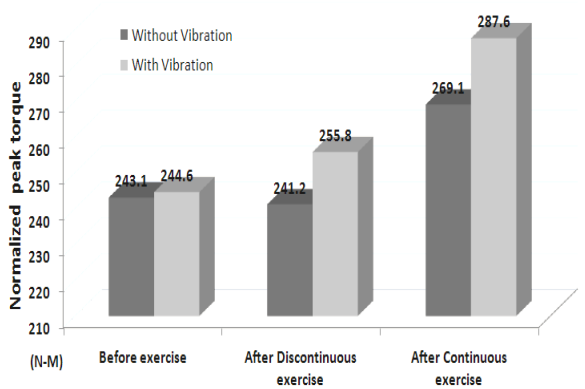

Fig. 3 Knee-joint peak torque between vibration stimulus and non-vibration stimulus in knee-extension

흔히 일반적으로 말하는 근육은 방추바깥근섬유이지만 근육방추는 근육 신전반사의 구심성 요소로서 근육의 길이와 속도에 관한 정보를 중추신경계에 제공하고 근육의 길이를 감지하는 수용기의 민감도를 바꾸어줌으로서 근 긴장도를 조절하는 역할을 하며 근육방추 속 Ia군 구심섬유는 가벼운 두드림이나 유연한 신장, 근육힘줄부위의 일정한 진동에 잘 반응하게 되는데 전신진동자극이 Ia군 구심섬유를 자극하게 되고 이는 관절의 움직임의 범위 내에서 Ia군 구심섬유가 신장의 변화율 즉, 동적반응을 일으키게 되며 방추속근섬유 중심부위를 신장시켜 근육방추를 자극하게 된다. 이러한 효과로 인해 근 긴장도는 높아지게 되어 근 반응성은 높고 빠르게 되며 또 이로 인해 증가된 근 긴장도는 근육 효율성이 높이게 되어 하지근력을 증가시키는 것으로 판단된다.

4. 결론

본 논문에서는 전신 진동자극에 따른 슬관절 신전 운동시 인체반응 중 하지근력과 근반응성을 계측하고자 하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

전신진동자극으로 인하여 슬관절 신전 운동 시 전신진동자극이 근육활동에 보다 높은 효율을 제공하여 높은 Peak torque와 Peak torque/Body weight AVG Power, AVG Peak값을 보이고 있고 또 전신진동자극이 근 긴장도를 항상 유지시켜 근육활동활성시간과 적은 근육활동으로 같은 일을 할 수 있는 근육활동량에 대한 효율성의 증진으로 인한 감소된 Work/Body weight와 가속 시간 값을 얻었다. 이것은 전신진동자극이 근육활동과 효율성을 증진시키는 것을 암시하고 있다.

슬관절 신전 운동 시 전신 진동자극으로 인하여 Ia군 구심섬유를 자극하게 되며 이는 관절의 움직임의 범위 내에서 Ia군 구심섬유가 신장의 변화율 즉, 동적반응을 일으키게 되며 근육방추를 자극시켜 근 긴장도는 높아지게 됨으로써 근육이 평소상태보다 원활한 근육활성상태로 유지되어 근 반응성은 높아지게 되며 증가된 근 긴장도가 유지됨으로써 근육 효율성이 높아져서 결국 하지근력을 증가시키는 경향을 확인할 수 있었다.

불연속적인 운동과 연속적인 운동, 모두 전신진동자극을 받았을 때가 슬관절 토크의 값이 증가 되는 것을 확인하였고 운동 패턴별 결과를 보면 연속적인 운동에서 높은 슬관절 토크 값을 보이고 있으며 이는 연속적인 운동이 근육활동활성에 집중적으로 관여하고 있다고 생각 된다. 불연속적인 운동과 연속적인 운동 사이에서 전신진동자극 유무에 의한 peak-torque 증가량은 비슷하게 측정되어 운동 패턴과 상관없이 근육활동 효율성은 같다고 판단된다.

본 연구에서 전신진동자극이 건강한 성인들의 근육 운동활성 효율을 높여 운동 효과를 증진 시켜주는 것을 확인하였으며 이는 일반적 운동과 함께 전신 진동운동이 복합운동의 가능성을 제시하고 있다. 또 건강한 성인뿐만 아니라 환자나 노약자들이 보다 효율적인 운동 또는 재활훈련에 이용 될 수 있을 거라 판단된다.

후기

본 연구는 2009년 문화체육관광부 스포츠산업기술개발사업의 일환으로 수행된 연구 결과임.

참고문헌

1. Torvin, S., P. Kannus, H. Sieva¨ nen, T. A. Ja¨ rvinen, M. pasanen, S. Kontulainen, T. L. Ja¨ rvinen, M. Ja¨ rvinen, P. Oja, I. Vuori. “Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance”, Physical Fitness and Performance, Vol. 34, No. 9, pp. 1523-1528, 2002.
2. T. Trans, J. Aaboe, M. Henriksen, R. Christensen, H. Bliddal. August "Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis", The Knee, Vol. 16, No 4, pp 256-261, 2009.
3. Kazuhiro Kawanabe, Akira Kawashima, Issei Sashimoto, Tsuyoshi Takeda,2Yoshihiro Sato, Jun Iwamoto, Mar. "Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly" Keio J Med, Vol.56 No.1, pp. 28-33. 2007
4. Y. T .lim, "Study of whole body vibration for method in new exercise-training " Korea Coaching Development vol.7 , no.4 pp. 105-116, 2005.