시지각을 이용한 발의 감각되먹임 적용이 편마비 환자의 운동기능에 미치는 영향

서동권*, 이동엽**
*건양대학교병원 물리치료실
**선문대학교 물리치료학과
e-mail:leedy@sunmoon.ac.kr

Effectiveness of Sensory-Feedback Ankle Training on Motor Functions in Hemiparetic Patients

Dong-Kwon Seo, Dong-Yeop Lee*
*Dept of Physical Therapy, Konyang University Hospital
**Dept of Physical Therapy, Sunmoon University

요 약

본 연구의 목적은 뇌졸중으로 인한 만성 편마비 환자를 대상으로 발에 시지각 자극을 적용하여 균형과 보행에 관한 운동기능에 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 6개월 이상 된 편마비 환자 16명이 연구에 참여하였고, 무작위로 실험군(EG) 10명과 대조군(CG) 10명으로 구분하였다. 두 군 모두 기본적인 물리치료를 적용하였고 실험군은 정적균형도구인 Tetrax Multiple System을 이용하여 발목에 감각되먹임 시지각 자극을 매회 30분, 4주간 주 3회 실시하였다. 운동 중재 전과 후의 운동기능에 해당하는 균형(TUG), 보행(DGI)을 측적하여 본 연구의 효과를 비교하였다. 실험군에서 정적 균형, TUG, 그리고 동적 균형지수(DGI) 지수는 중재 전후 통계적으로 유의한 차이를 나타냈고($p<.05$), 실험, 대조군간 전후의 변화율에서도 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 대조군에서는 DGI 만 중재 전후 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 순수하게 유산소 운동만을 실시하였다. 통계처리 방법으로 전・후 차이를 검증하기 위하여 대응표본 t 검정을 실시하였고 대조군과의 차이 검증을 위하여 독립표본 t 검정을 실시하였다. 모든 통계적 유의수준은 0.05로 하였다. 본 연구에서는 편마비 환자에게 흥미를 촉진하고 운동 기능 회복의 효과를 강화할 수 있는 감각 되먹임이 동반된 시지각 자극을 적용하여 균형 및 보행 기능의 향상을 얻을 수 있었고, 차후 연구는 장기간의 추적 관찰 연구가 지속되어야 하고 발목 뿐만 아니라 다른 관절에서의 비교연구가 필요할 것이다.

1. 서론

뇌졸중은 혈관성 질환으로 매우 심각한 신체적 후유증을 초래하는 질환이며 인구 10만명 당 59.6명으로 순환기계 질환에서 단일 질환 중 1위를 차지하였다[1].이다. 뇌졸중 환자들은 대부분 편측으로 운동, 감각마비를 동반하며 동측의 기능 장애를 초래한다. 편마비 환자의 주된 장애는 비대칭적인 자세, 신체의 불균형, 건측으로의 체중이동 능력이 감소하고 섬세한 기능을 수행하는 특정 운동요소의 상실 등으로 균형과 보행에 장애를 가진다[2].

또한 뇌졸중 환자들은 고유수용성 감각 손상으로 인해자세 동요가 증가되며, 비대칭적인 체중 분배, 체중이동능력의 상실과 기립능력의 저하를 초래하기 때문에 편마비 환자에게 고유수용성감각 회복, 안정성 및 대칭성 향상은 뇌졸중 환자의 중요한 치료 목표가 된다[3].

특히, 하지에서 발목은 균형회복에 있어 중요한 역할을 하며, 발목은 체중부하 과정에서 하지 근육의 기능과 협력작용을 통해 신체를 지지해주고, 발바닥 촉각을 통해 신체의 자세에 대한 감각 정보를 제공해 주며, 신체의 자세유지에 대한 감각되먹임을 촉진한다[4].이러한 기전에 의해 발목은 신체의 작은 흔들림을 조절해주는 역할을 하며, 이는 균형조절 능력의 회복과 관계된다[5]. 균형능력의 회복을 위해 양쪽 발목의 통합적인 조절능력을 회복할 수 있는 치료전략과 운동프로그램이 필요하다[6]. 최근 시지각을 이용한 감각 되먹임 훈련 방법이 효과적인 것

으로 보고되고 있고 이는 환측 하지에 체중부하율을 증가시키고 기립 시 안정성을 향상시킬 수 있다[7].

본 연구는 발목의 감각되먹임 운동 프로그램을 시행하여 발목이 균형과 보행에 어떤 영향을 주는 알아보고자 한다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 연구대상

본 연구는 대전 소재 K 대학병원 재활의학과에서 6개월 이상 경과한 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 실험군과 대조군을 동전 던지기 방법을 사용하여 무작위로 배정하였다. 연구의 목적에 맞는 선별 기준과 연구에 대한 환자의 동의과정을 거쳤다. 실험 도중 탈락한 2명의 피검자를 제외한 최종 20명이 참여하였다. 대상자 선별 기준은 보조도구 없이 독립적으로 10분 이상 보행이 가능한 자, 시각 기능과 전정기능에 문제가 없는 자, 인지 장애가 없는 환자(MMSE-K: >24점), 현재 실험에 영향을 미치는 약물이나 다른 치료를 받지 않는 자, 명령을 이해하고 수행할 수 있는 자로 하였다.

2.2. 연구방법 및 측정

실험군과 대조군은 평상 시에 받고 있던 일반적인 물리치료와 필요한 경우 일부의 환자는 작업치료를 받았고, 실험군은 시・지각을 통한 발목의 감각되먹임 훈련을 추가로 30분을 실시하였다. 일반적인 물리치료는 자세조절훈련, 보행훈련, 근력운동 등이 포함된 훈련을 일상생활독립 최대화와 기능향상을 목적으로 실시하였으며, 시・지각을 통한 발목의 감각되먹임 훈련은 Tetrax 장비의 모니터를 마주보고 발목에 집중될 수 있도록 앉은 상태로 시행되었다.

시각되먹임 훈련 프로그램은 팔걸이 의자에 앉아서 Tetrax의 힘판 위에 양쪽 발을 올려놓고, 모니터 화면을 보면서 화면에 나오는 시각적 정보에 맞게 힘판 위의 양쪽 발을 따라서 움직이는 것으로 양쪽 발의 압력변화를 통해 과제가 수행된다. 건측 발목만이 아닌 양쪽 발목을 함께 이용하도록 지도하였다. 또한, 최대한 발목만을 이용하도록 하였으며, 체간의 과도한 보상작용이나 손을 사용하는 경우 치료사의 구두지시를 통해 이를 제한하였다. 훈련은 좌,우 훈련, 전,후 훈련, 목표점 훈련 3가지 프로그램으로 구성되었다. 좌,우 훈련은 힘판 위의 발목을 좌.우로 움직여 화면의 글러브를 움직임으로써 내려오는 공을 받는 훈련이고 전.후 훈련은 힘판 위의 발목을 전.후로 움직여 화면의 농구골대를 움직임으로써 공을 받는 훈련이며, 목표점 일치 훈련은 화면에 무작위로 네 지점에 고정된 도형 중 불이 켜지는 곳으로 힘판 위의 발목을 움직여 목표물을 일치시키는 훈련으로 전.후 좌.우 대각선 방향 등의 자유로운 움직임이 포함된다. 치료는 4주간 주 3회씩 총 12회기 동안 실시하였다.

2.3. 평가방법

2.3.1. 정적 균형 도구

뇌졸중 환자의 정적 균형능력을 측정하는 장비로서 Tetrax Portable Multiple System (Tetrax Ltd, 56 Miryam Ramat Gan, Sunlight, 이스라엘)를 사용하였다. Tetrax Portable Multiple System(이하 Tetrax)은 이동식 힘 판(force platform)(각각, 12 x 30cm)이 양쪽에 위치하며, 4개의 점(2 발가락, 2 뒤꿈치)에 실리는 체중의 변화(34 Hz의 표집률)로 자세 동요를 평가하고, 이를 통해 정적 균형 상태를 의미하는 안정성 지수(stability test index, STI)를 산출하였다. 각 검사 별 측정시간은 선 자세에서 32초가 소요되고 각 자세별 20초의 휴식시간을 주었다.[26]정적 균형 검사는 안정 표면과 불안정 표면에서 눈을 뜨고, 눈을 감는 상태에서 시행되었다. 측정은 변동 폭을 기준으로 하였고, 안정성 지수 점수는 정상적인 체중을 이용하여 힘 판에 부하되는 좌, 우측 발과 발뒤꿈치의 수직 압력이 전달하는 흔들림 선을 통해 네 개의 압력 변환기가 이를 조합하며, 중력중심과 힘 판의 전, 후로 내려오는 압력중심의 속도의 변동을 계산하여 산출되었다. 정적 균형에 대한 점수는 안정성지수로 수치화하여 평가되며, 수치가 높을수록 자세 동요가 많으며, 수치가 낮을수록 자세 동요가 적음을 의미한다[8].

2.3.2. 보행평가 도구

(1) Timed Up and Go (TUG) 검사

기능적인 운동성과 이동능력, 그리고 균형을 측정할 수 있는 검사로 팔걸이가 있는 의자에 앉은 상태에서 출발 신호와 함께 일어나 가능한 빠르고 안정적인 속도로 3 m 거리를 걸어갔다가 되돌아와서 다시 출발자세로 앉는 시간을 측정하는 방법이다[9]. 측정자 내 신뢰도 r=0.99이고 측정자 간 신뢰도 r=0.99라고 보고하였다.

(2) 동적 보행 지수(Dynamic Gait Index, DGI)

DGI는 평탄한 바닥에서 걷기, 속도를 변경하여 걷기, 머리를 수직이나 수평방향으로 돌려 걷기, 장애물 통과나 장애물 주변으로 걷기, 계단에서 걷기 등이 포함된 8가지 다른 보행과제로 이루어져 있으며 수행력 정도에 따라 0에서 3까지의 등급이 있다. 점수는 0에서 24점까지이며, 24점을 만점으로 했다[10]. 평가도구로서 중추신경계손상환자에서 DGI에 대한 신뢰도는 r=0.95-0.98이었다[11].

2.4. 자료처리 및 분석

본 연구의 모든 통계적 분석은 SPSS 12.0을 이용하였다. Shapiro-Wilk 검정방법을 통해 변수들의 정규성 검정을 하였고, 결과 모든 변수가 정규분포 하였다. 실험군간 중재 훈련에 따른 종속변수의 전후 비교를 위하여 대응표본 t 검정을 실시하였다. 군간 훈련방법에 따른 종속변수의 차이를 비교하기 위하여 독립표본 t 검정을 실시하였다. 모든 통계적 유의수준(α)은 0.05 이하로 하였다.

3. 연구결과

3.1. 연구 대상자의 실험 전후 안정성 비교

안정 표면과 불안정 표면에서 눈을 뜬 상태와 감은 상태의 안정성 지수는 실험군에서 실험 전, 후 값의 차이가 통계적으로 유의하였다($p<0.05$). 그러나, 대조군에서는 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$). 실험 전, 후의 변화율에서는 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

3.2. 연구 대상자의 실험 전후 보행지수(DGI) 비교

실험군과 대조군 모두에서 실험 전, 후의 값의 차이는 통계적으로 유의하였다($p<0.05$). 실험 전, 후 변화율은 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

3.3. 연구 대상자의 실험 전후 TUG 비교

실험군에서 실험 전, 후 값의 차이는 통계적으로 유의하였다($p<0.05$). 그러나, 대조군은 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$). 실험 전, 후 변화율에서는 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

4. 결론 및 제언

뇌졸중 발병 후 3개월 이내인 초기 환자는 시각되먹임의 효율성이 크게 나타나지 않으므로[12] 본 연구에서는 발병 후 6개월 이상의 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 하여 연구를 진행하였다. 시·지각을 통한 자세조절 훈련은 일반적으로 실시하는 전통적인 물리치료 방법인 기립훈련, 치료사의 구두지시 그리고, 촉각을 통한 자세훈련보다 대칭적 기립을 얻는데 더 효과적이라고 보고되었다[13]. 또한, 기립자세에서의 자세조절능력이 향상되어 균형능력과 보행능력이 좋아졌고 지금까지 많은 시·지각을 이용한 훈련방법이 연구되고 있다[14]. 일반적으로 시·지각을 통한 자세조절 훈련은 기립자세에서 전후, 좌우방향으로 체중이동을 하는 것으로 하지 전체의 통합적인 조절을 통해 균형조절능력 회복한다. 본 연구에서는 발목관절을 이용하여 균형과 보행에 미치는 영향을 알아보기 위해 앉은 상태에서 발목을 이용하여 시·지각 자극을 이용하여 감각되먹임 훈련을 실시하였다.

본 연구에서는 감각되먹임 훈련의 객관적인 평가를 위해 정적균형과 보행에 대하여 평가하였다. 정적균형평가를 위하여 시각과 평형감각, 고유수용성감각과 균형능력과의 관계를 각각 측정할 수 있는 장비인 Tetrax를 이용하였다. Tetrax는 Runge 등 에의해타당성이입증된장비로서양발뒤꿈치와발가락에부하되는체중의변화를통해자세균형을산출해내고자세동요를쉽게알아낼수있는이점이있어본연구에이용되었다. 또한, 보행평가를 위해 TUG와 DGI를 이용하여 균형능력의 향상에 따른 보행능력의 향상을 평가하였다. 신경학적 손상이 없는 정상인에서는 10초 미만이 걸리는 것으로 조사되었으며, Shumway-Cook 등29은실행시간이 13.5초이거나 더 오래 걸리면 90%의 전반적 교정이 필요하다고 하였다. DGI는 신경계 손상 환자에서 타당성이높은것으로입증되어본연구에서이용되었다.

본 연구의 결과는 정적 균형에서 실험군은 실험 전, 후 유의한 차이를 보인 반면 대조군은 유의한 차이를 얻지 못했다. 또한, 변화율에서도 실험군은 대조군보다 유의하게 감소하여 정적균형에서 실험군이 더 효과적이었다. 이는 Srivastava 등이만성뇌졸중환자 45명을 대상으로 실시한 시·지각을 이용한 감각되먹임 훈련의 결과와 일치하는 것으로 시·지각을 통한 감각되먹임 훈련이 균형능력 회복에 있어

효과적이라는 것을 의미한다. 보행평가에서는 TUG와 DGI를 이용하였으며, TUG는 실험군에서 실험 전 후의 값은 유의적인 차이가 있었다. 또한, 변화율에서도 실험군이 대조군보다 유의한 차이가 있었다. 이는 균형능력이 회복됨에 따라 기립과 보행의 안정성이 좋아져서 보행의 향상을 가진 것으로 보인다. TUG의 시간을 단축시키는데 시・지각 자극을 이용한 감각되먹임이 효율적이었다 이런 결과는 Kim이 연구한 시・지각을 이용한 훈련이 하지 근력 운동보다 TUG에서 향상을 가져왔다는 결과와 일치한다. 이는 시・지각을 통한 감각 되먹임 훈련뿐만 아니라 기능향상과 일상생활독립을 목적으로 한 일반적인 물리치료에서도 보행 능력 향상을 가져올 수 있음을 의미하지만 시・지각 자극을 이용한 감각되먹임 훈련이 효과적임을 의미한다.

이런 결과는 족부 운동 재학습은 발목의 감각되먹임과 발목 조절 능력을 향상시켜 균형과 보행능력의 향상을 가져온 것으로 보인다. 위의 연구들은 본 연구에서 얻어진 결과와 일치하는 것으로 발목의 감각되먹임 훈련은 균형과 보행능력 향상에 효과적이라는 것을 의미한다.

본 연구는 적은 수의 대상자를 포함시켰기 때문에 일반화하기에는 제한이 따른다. 또한, 연구가 4주 동안 이뤄졌기 때문에 이후의 장기적인 효과를 평가하기에는 부족했다. 지속적인 효과를 보기 위한 연구가 필요할 것이다. 또한, 균형과 보행만 평가하여 발목 기능 회복에 대한 평가가 이루워지지 않았고, 발목의 감각의 회복 정도를 정확히 파악 할 수 없었으며, 이에 따라 감각의 향상 정도와 균형과 보행능력 간의 상관관계를 볼 수 없었다. 향후 연구에서는 발목의 감각에 대한 평가와 더불어 추적관찰 기간을 포함한 장기적인 연구가 지속되어야 할 것이며, 발목관절과 다른 관절의 비교 연구도 필요할 것이다.

참고문헌

[1] 통계청(2008). 사망 및 사망 원인 통계 결과

[2] Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. Arch Phys Med Rehabil. 2008;89(2):304-10.

[3] Niam S, Cheung W, Sullivan PE et al. Balance and physical impairments after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80(10):1227-33.

[4] Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. 2005;60(12):1546-52.

[5] Runge CF, Shupent CL, Horak FB et al. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. Gait Posture. 1999;10(2):161-70.

[6] van Asseldonk EH, Buurke JH, Bloem BR et al. A disentangling the contribution of the paretic and non-paretic ankle to balance control in stroke patients. Exp Neurol. 2006;201(2):441-51.

[7] Srivastava A, Taly AB, Gupta A et al. Post-stroke balance training: role of force platform with visual feedback technique. J Neurol Sci. 2009;287(1-2):89-93.

[8] Karlsson A, Frykberg G. Correlations between force plate measure for assessment of balance. Clin Biomech (Bristol,Avon).2000;15(5):365-9.

[9] Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up and Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. 1991;39(2):142-8

[10] Shumway-Cook A, Gruber W, BaldwinM et al. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. Phys Ther. 1997;77(1):46-57.

[11] Cattaneo D, Regola A, Meotti M. Validity of six balance disorders scales in persons with multiple sclerosis. Disabil Rehabil. 2006;28(12):789-95.

[12] Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. Phys Ther. 2000;80(9):886-95.

[13] Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR et al. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. Arch Phys Med Rehabil. 1989;70(10):755-62.

[14] Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. Phys Ther. 2000;80(9):886-95.