보행 균형유지용 재활훈련기기 개발을 위한 편마비 환자와 정상인의 보행균형 특성 분석

Analysis of gait balance characteristics in normal people and hemiplegia patients for development of rehabilitation equipment

*최현호[1], 이범기[2], 고주원[2], 송이용[2], 곽영찬[1], 임도형[2], #전경진[1]
*Hyunho Choi[1], Bumkee Lee[2], Juwon Ko[2], Leeyong Song[2], Yeongchan Kwak[1], Dohyung Lim[2], #Keyoungjin Chun(chun@kitech.re.kr)[1]
[1]한국생산기술연구원 실버기술개발단, [2]세종대학교 기계공학과

Key words : Center of Mass, Gait Stability, Hemiplegia, EMG, Muscle Fatigue, Pressure Mat

1. 서론

대부분의 편마비 환자는 일상생활 복귀를 위해 보행 재활 훈련을 수행한다.[1] 하지만 대부분의 보행 재활 훈련은 하지 근육의 경직을 해소하기 위한 수단이므로 보행 시 한 방향으로 치우치는 현상을 해소하기 위한 훈련은 미비한 실정이다. 따라서 보행 중 자세균형에 필요한 동작들의 교정효과를 안전하게 구현한 보행 균형유지용 재활훈련기기의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 편마비 환자의 보행 균형유지 특성을 측정하고, 정상인과 비교해서 편마비 환자의 보행 불균형 정도를 정량적으로 분석하고자 하였다. 또한 이를 바탕으로 편마비 환자의 보행 균형을 훈련하기 위한 재활훈련기기 개발에 적용할 수 있는 정량적 기준 및 전략을 제시하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 피검자 선정

피검자는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 6명 (나이 : 64세±15, 발병일경과 : 11년±7, 환측 : 왼쪽)을 편마비 군으로 선정하였다. 또한 정상인과 비교해서 편마비 환자의 보행 불균형 정도를 정량적으로 확인하기 위해 보행 장애의 병력이 없는 성인 6명 (나이 :26세±4) 및 정상인 고령자 6명 (나이 : 71세±6)를 선정하였다.

2.2 정적 직립 상태 질량중심 분석

모든 피검자의 정적 직립 상태의 자세안정성검사 (Postural Stability Test) 를 수행하기 위해 균형능력 측정 기구 (Balance System SD, BIODEX, USA) 를 사용하였다. 균형능력 측정 기구 발판의 정적상태 (Static level) 에서 피검자의 질량중심이동 특성을 측정하고 분석하였다 (Fig. 1).

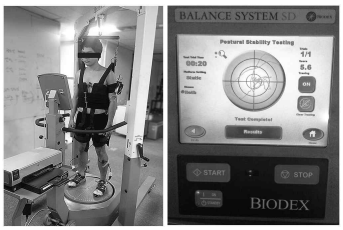

Fig. 1 Balance measuring system for static upright postural stability test

2.3 보행 질량중심 분석

10대의 적외선 카메라를 사용한 삼차원 모션캡쳐 시스템 (VICON Motion System Ltd., UK) 과 Plug-in-gait marker set을 이용하여 피검자의 보행을 모션캡쳐 하였다 (Fig. 2). 모든 피검자는 장애물이 없는 평지를 30m 보행하였다. 획득된 모션캡쳐 데이터를 이용하여 동작분석소프트웨어 (Nexus 1.7.1, Oxford, UK) 를 통해 피검자의 질량중심 이동 특성을 분석하였다.

2.4 근피로도 분석

모든 피검자는 보행을 수행하는 동안 무선 EMG 센서 (Tringo Wireless EMG System, DELSYS, USA) 를 이용하여 대둔근(Gluteus Maximus Muscle), 앞정강이근(Tibialis Anterior Muscle), 넙다리곧은근

(Rectus Femoris Muscle), 외측광근(Vastus Lateralis Muscle), 가자미근(Soleus Muscle)에서 발생하는 근전도를 측정하였다 (Fig. 2). 측정한 근전도 데이터는 EMGworks (DELSYS, USA)를 이용하여 획득하고 MDF 주파수 분석을 통하여 근피로도를 획득하였다.

2.5 족저압력 분포 분석

모든 피검자는 보행을 수행하는 동안 Pressure Mapping System (Pedar X, Novel gmbh, Germany)를 사용하여 양발에서 발생하는 최대족저압력(peak pressure)을 측정하였다 (Fig. 2).

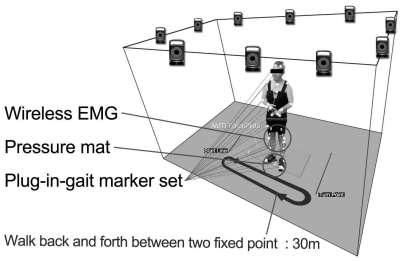

Fig. 2 Three dimension Motion capture system using plug-in-gait marker set, wireless EMG and pressure mat for gait analysis

3. 결과

3.1 정적 직립 상태 질량중심 분석

정적 직립 상태에서 모든 피검자의 좌우 균형 치우침은 Table 1과 같다. 편마비 환자는 정상인에 비해 오른쪽(건측)으로 질량중심이 이동하는 특성을 보였다.

Table 1 Comparison of measured postural sway data

	Left side (%)	Right side (%)
Younger people	45.2	54.8
Elderly people	56.3	43.7
Hemiplegia patients	**30.3**	**69.7**

3.2 인체의 질량중심 이동

보행 시 피검자의 질량 중심의 이동은 Fig. 2와 같다. 정상 성인 및 정상 고령자의 좌우 질량 중심 이동의 편차는 각각 34.4mm, 50.5mm 이다. 편마비 환자의 좌우 질량 중심이동 편차는 94.6mm 이다 (Fig. 3).

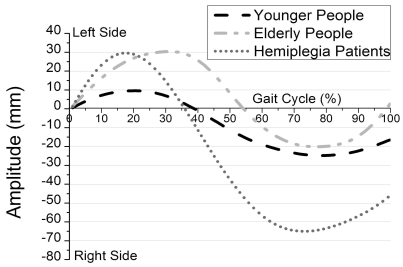

Fig. 3 Comparison of center of mass during gait cycle for hemiplegia people and normal people

3.3 근피로도

모든 피검자는 보행 후 발생한 근피로도가 좌우 하지에서 유사하였다. 하지만 편마비 환자는 환측보다 건측에서 근피로가 더 발생하였다. 건측의 대둔근은 34.5%, 앞정강이근은 4.5%, 넙다리곧은근은 45.8%, 외측광근은 91.8%, 가자미근은 15.6%로 환측에 비해 높은 근피로도를 보였다.

3.4 최대 족저압력

정상인의 최대족저압력(peak pressure)의 값은 양측의 압력이 유사하게 발생하였다 (Table 2). 하지만 편마비 환자는 환측보다 건측의 압력이 22.4% 높게 발생되었다.

Table 2 Comparison of measured peak pressure data

	Left (kPa)	Right (kPa)
Younger people	505.1	505.5
Elderly people	318.1	348.7
Hemiplegia patients	**347.0**	**447.3**

4. 결론 및 토의

편마비 환자는 정적 직립 상태뿐만 아니라 보행에서도 질량 중심이 건측으로 치우치는 특성을 보인다. 또한 족저압력 및 근피로도가 건측으로 크게 증가하는 특성을 확인할 수 있었다. 획득된 결과를 이용하여 질량중심 이동 정도를 보행주기에 따라 분석한다면 보행 균형유지용 재활훈련기기의 개발에 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Carr J. H. & Sphepherd R. B., "Investigation of a new motor assessment sclae for stroke patients." Physical Therapy, 65, 175-180, 1985.