

## 편마비 보행의 체간 동작 분석

연세대학교 의과대학 재활의학과학교실 및 재활의학연구소

김덕용 · 박창일 · 장용원 · 장원혁 · 임종엽 · 이돈신

### Trunk Kinematic Analysis in Hemiplegic Gait

Deog Young Kim, MD, PhD, Chang-il Park, MD, PhD, Yong Won Jang, MD,  
Won Hyuk Chang, MD, Jong Youb Lim, MD and Don Sin Lee, BA

Department and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Background:** Although, there have been many reports on the kinematic characteristics of lower extremities in hemiplegic patients, the investigation of trunk motion in hemiplegic patients during gait is rare. Since good trunk motion is one of the essential elements of effective walking, we investigated the kinematic characteristics of trunk motion in hemiplegic patients compared to those in healthy adults using a three-dimensional motion analyzer. **Methods:** Twenty-three hemiplegic patients and twenty healthy control subjects were included in this study. Kinematic data of trunk movement and temporospatial parameters were obtained using a three-dimensional motion analyzer (Vicon 370 Motion Analysis System). **Results:** Increased anterior tilt, the abducted and externally rotated angles of the trunk, increased anterior tilt, the adducted and externally rotated angles of the pelvis were significantly noted in hemiplegic patients compared with those of normal controls. The range of motion of the trunk in the sagittal, coronal, and transverse planes in hemiplegic patients was also significantly greater than that for normal controls. Among all trunk and pelvic kinematic parameters, the range of motion of the trunk in the transverse plane was the most significant factor influencing walking speed in hemiplegic patients; however, the range of motion of the pelvis in the coronal plane was the most significant factor in normal controls. **Conclusion:** The trunk motion in hemiplegic patients exhibited typical kinematic characteristics during walking compared with those in healthy normal adults. These findings may be useful as baseline data for studies of hemiplegic gait. (Korean J Stroke 2007;9:128-133)

**KEY WORDS:** Trunk · Hemiplegic gait · Stroke · Gait analysis.

## 서 론

인간에 있어서 보행은 신체의 여러 부위가 복잡하지만 체계적으로 작용하여 이루어지는 특유의 장소 이동 방법이다.<sup>1</sup> 이러한 보행을 분석할 때는 크게 상체와 골반을 포함한 하지, 두 부위로 나누어 생각해 볼 수 있는데, 대부분의 연구는 하지의 움직임을 중심으로 이루어졌으며 상체의 역할에 대한 연구는 미미한 실정이다.

Perry<sup>1</sup>는 보행 시 골반의 상부 부위는 수동적이며 약간

의 균형 유지를 위해 필요한 부분으로 어떠한 능동적인 역할을 하지 않는다고 보고하였다. 하지만 상체는 전체 신체 질량의 60% 이상을 차지하며 이를 단순히 하체에 의해 운반되는 단일 경직체(single rigid structure)로 인식하기에는 무리가 따른다.<sup>2</sup> 또한 척추측만증에 의한 체간 균형의 저하가 발생한 경우 보행 양상의 변화가 일어나며 척추외근(paraspinal muscle)이 비효율적으로 더 오랫동안 활성화 되는 것이 알려져 있다.<sup>3</sup> 척추와 그 주변 조직이 신체의 이동 동작(locomotion)을 추진하는 기본 동력을 구성한다는 보고와<sup>4</sup> 척추의 작은 분절 간의 동작은 보행 시 에너지 소모의 저하 및 평형의 유지에 중요한 역할을 한다는 연구에서<sup>2</sup> 볼 수 있듯이 상체는 보행에 있어 중요한 역할을 맡고 있다.

질환에 의한 병적 보행 시 체간 동작 분석에 대한 연구는 미비하지만, 수막척수류 환자에서 양측 골반 표식자와 견관

**Address for correspondence:** Jong Youb Lim, MD  
Department and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine, 250 Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea  
Tel: +82-2-2228-3730, Fax: +82-2-363-2795  
E-mail: presider@hanmail.net

질 표식자를 이용하여 보행 시 체간 동작을 분석한 결과 양하지의 근력 저하를 보상하는 기전으로 체간의 시상면, 관상면, 횡단면 모두에서 증가된 움직임이 보고되었고,<sup>5</sup> 만성 편마비 환자에서 보행 시 골반의 움직임과 대칭성을 분석한 결과 좌우 및 상하 움직임 모두 환측이 건측에 비해 감소하며, 좌우 및 상하 움직임 모두 비대칭성을 보인다고 보고되었다.<sup>6</sup>

편마비 환자는 체간 동작에 장애가 있으며,<sup>7</sup> 체간 동작의 정상화는 효과적인 보행의 필수적인 요소로 편마비 환자 치료에 있어 가장 중요한 목표 중 하나로 생각되고 있다.<sup>6</sup> 하지만 편마비 환자에 있어 골반의 움직임 외에 체간의 움직임에 대한 연구는 거의 없는 상태로 체간 동작에 어떠한 특징이 있는지 알려져 있지 않다. 이에 본 연구에서는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에서 보행 시 체간 동작을 3차원 동작 분석기를 이용, 정량적으로 분석하여 그 특징을 알아보고 보행훈련을 포함한 재활 치료의 기초 자료로 삼고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 대 상

뇌졸중으로 인한 편마비로 본원 재활의학과에서 입원 혹은 외래 치료를 받았던 환자 중에서, 검사자와 의사소통이 가능하였고 보조기의 도움 없이 독립적 보행이 가능하였으며 마비 측의 고관절, 슬관절, 발목관절에 구축이 심하지 않았던 환자들이 대상 편마비군으로 포함되었다. 측만증, 전만증, 후만증 등의 척추 기형, 교정이 필요한 정도의 하지 길이 차이 같은 정형외과적 질환이나 정신적 및 심폐기능 이상 등의 기왕력이 있는 환자들은 제외되었다. 총 23명의 환자들이 대상 편마비군으로 포함되었다.

편마비군의 나이는  $56.7 \pm 10.0$ 세 (41~72세)였고 23명 모두 남자였다. 우측 편마비가 15명, 좌측 편마비가 8명이었고 뇌경색이 15명, 뇌출혈이 8명이었으며, 뇌졸중 후 유병 기간은  $13.9 \pm 29.1$ 개월 (0.1~114개월)이었다. 몸무게는  $64.7 \pm 8.6$  kg이었고 신장은  $166.5 \pm 5.3$  cm였다. 대조군은 20명의 50대 정상인으로 하였으며 나이는  $53.6 \pm 4.6$ 세 (50~60세)였고 20명 모두 남자였고, 몸무게는  $66.8 \pm 5.3$  kg이었고 신장은  $166.4 \pm 3.6$  cm로 나이, 성별, 몸무게, 신장 모두 실험군과 비교하여 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

### 방 법

보행분석은 체간에서는 Plug In Gait 모형의 Polygon protocol에 따라 양측 견봉쇄골관절(acromioclavicular joint)에 각각 2개, 양측 쇄골 사이에 1개, 제 7번 경추 극돌기에 1개, 제 10번 흉추 극돌기에 1개, 흉골 칼돌기에 1개의 수동

표식자를 부착하여 총 6개의 수동표식자를 부착하였고,<sup>8</sup> 하지는 권 등<sup>9</sup>이 보고한 바와 같이 13개의 수동표식자를 부착한 후 6개의 적외선 카메라를 갖춘 3차원 보행분석기인 Vicon 370 Motion Analysis System (Oxford Metrics Inc., Oxford, U.K.)을 이용하여 운동형상학적 지표를 분석하였다. 본 연구에서는 먼저 적외선 카메라에서 발생할 수 있는 오차를 줄이기 위해 보정(calibration)을 시행한 후 검사를 진행하였다. 피검자가 맨발로 보조기 도움 없이 8 m 길이의 평지 보도를 수차례 걸게 하여 검사에 익숙하도록 유도한 후, 검사하는 동안 최소한 5차례 이상 보행을 시도하여 이 중 가장 자연스러운 보행을 선택하여 분석하였다.

체간의 각도는 검사실 보도의 기준 축과 체간이 이루는 절대 각도로 측정하였고, 골반의 각도 또한 검사실 보도의 기준 축과 골반이 이루는 절대 각도로 측정하였다. 이를 분석하여, 보행주기 동안의 시상면, 관상면, 횡단면에서 각각 최대 각도, 최소 각도, 평균 각도, 운동 범위를 얻었다. 시상면에서 양의 값은 기준 축에 비해 앞으로 기울어지는 것을 전방 전위로 정하였고, 음의 값은 기준 축에 비해 뒤로 기울어지는 것을 후방 전위로 정하였다. 관상면에서 양의 값은 기준 축에 비해 내측으로 기울어지는 것을 내전으로 정하였고, 음의 값은 기준 축에 비해 외측으로 기울어지는 것을 외전으로 정하였다. 횡단면에서 양의 값은 기준 축에 비해 안으로 돌아가는 것으로 내측 회전을 정하였고, 음의 값은 기준 축보다 밖으로 돌아가는 것으로 외측 회전을 정하여, 편마비군의 수치를 대조군의 수치와 각각 비교분석하였다. 체간과 골반의 움직임이 보행에 미치는 영향을 보기 위해 체간의 운동형상학적 지표와 보행 속도와의 관계를 알아보았다.

### 통계 처리

통계분석은 SPSS 13.0 for Windows version을 이용하여 편마비군과 정상군의 운동형상학적 지표를 independent t-test를 이용하여 비교분석하였다. 체간의 운동형상학적 지표와 보행 속도와의 관계는 Pearson 상관 분석을 시행하였으며, 이 중 의미 있는 인자를 추출하기 위해 순차적 다중 회귀 분석을 시행하였다. P값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 정의하였다.

## 결 과

### 체간 동작의 운동형상학적 지표

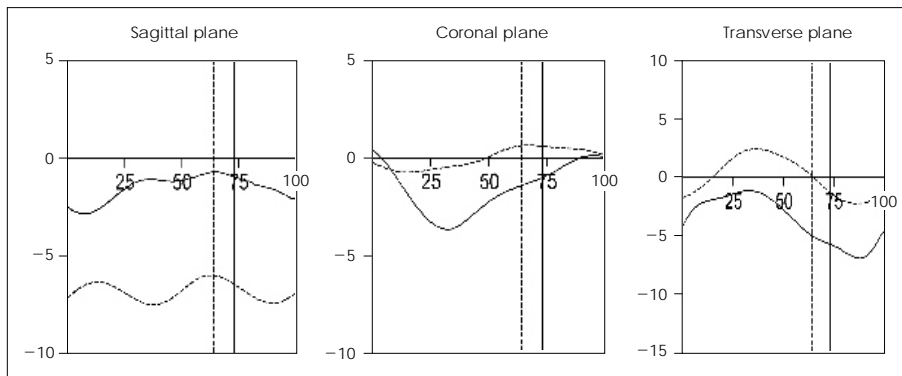
#### 체 간

시상면에서의 체간의 최대 각도 및 운동 범위는 편마비군

**TABLE 1.** Comparison of trunk motion in sagittal, coronal and transverse plane

|                   | Sagittal plane |            | Coronal plane |            | Transverse plane |            |
|-------------------|----------------|------------|---------------|------------|------------------|------------|
|                   | Hemiplegia     | Normal     | Hemiplegia    | Normal     | Hemiplegia       | Normal     |
| Maximal angle (°) | 1.93±13.95*    | -5.49±3.15 | 1.72±2.92     | 1.15±1.40  | 1.25±4.76        | 3.29±2.12  |
| Minimal angle (°) | -5.34±12.44    | -8.06±3.35 | -4.73±3.81*   | -1.26±1.59 | -8.82±6.94*      | -3.21±2.35 |
| Mean angle (°)    | -1.52±13.39    | -6.81±3.24 | -1.56±3.25*   | -0.02±1.29 | -3.67±5.40*      | 0.01±1.79  |
| ROM (°)           | 7.28± 3.66*    | 2.57±0.94  | 6.45±2.76*    | 2.41±1.28  | 10.06±5.17*      | 6.50±2.32  |

\*P<0.05. Values are mean±standard deviation. ROM: range of motion



**FIGURE 1.** Kinematic data of trunk in hemiplegia (solid line) and normal control (dotted line). The average angle of the subjects is depicted as a function of gait cycle. Vertical bar designates the point when gait phase changes from stance to swing.

**TABLE 2.** Comparison of pelvis motion in sagittal, coronal and transverse plane

|                   | Sagittal plane |            | Coronal plane |            | Transverse plane |            |
|-------------------|----------------|------------|---------------|------------|------------------|------------|
|                   | Hemiplegia     | Normal     | Hemiplegia    | Normal     | Hemiplegia       | Normal     |
| Maximal angle (°) | 17.59±5.95*    | 14.06±3.62 | 4.12±3.01     | 3.92±2.20  | 0.81±4.62*       | 5.55±2.90  |
| Minimal angle (°) | 9.73±5.18      | 11.11±3.85 | -1.29±3.37*   | -3.67±2.06 | -10.21±7.59*     | -4.59±2.54 |
| Mean angle (°)    | 13.88±5.45     | 12.65±3.69 | 1.29±2.86     | 0.07±1.49  | -4.70±5.42*      | 0.16±1.84  |
| ROM (°)           | 7.86±3.58*     | 2.96±1.09  | 5.41±2.81*    | 7.59±3.09  | 11.02±5.65       | 10.14±3.63 |

\*P<0.05. Values are mean±standard deviation. ROM: range of motion

에서 각각 1.93±13.95°, 7.28±3.66°로 정상군의 -5.49±3.15°, 2.57±0.94°에 비해 통계학적으로 의미 있게 증가되었다. 최소 각도와 평균 각도는 편마비군에서 각각 -5.34±12.44°, -1.52±13.39°로 정상군의 -8.06±3.35°, -6.81±3.24°에 비해 증가되는 경향을 보였으나 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지는 않았다.

관상면에서의 체간의 최소 각도와 평균 각도는 편마비군에서 각각 -4.73±3.81°, -1.56±3.25°로 정상군의 -1.26±1.59°, -0.02±1.29°에 비해 통계학적으로 의미 있게 감소되었고, 운동 범위는 편마비군에서 6.45±2.76°로 정상군의 2.41±1.28°에 비해 통계학적으로 의미 있게 증가되었다. 최대 각도는 편마비군에서 1.72±2.92°로 정상군의 1.15±1.40°와 통계학적으로 차이를 보이지 않았다.

횡단면에서의 체간의 최소 각도와 평균 각도는 편마비군에서 각각 -8.82±6.94°, -3.67±5.40°로 정상군의 -3.21±2.35°, 0.01±1.79°에 비해 통계학적으로 의미 있게 감소되었고, 운동 범위는 편마비군에서 10.06±5.17°로 정상군의 6.50±2.32°에 비해 통계학적으로 의미 있게 증가

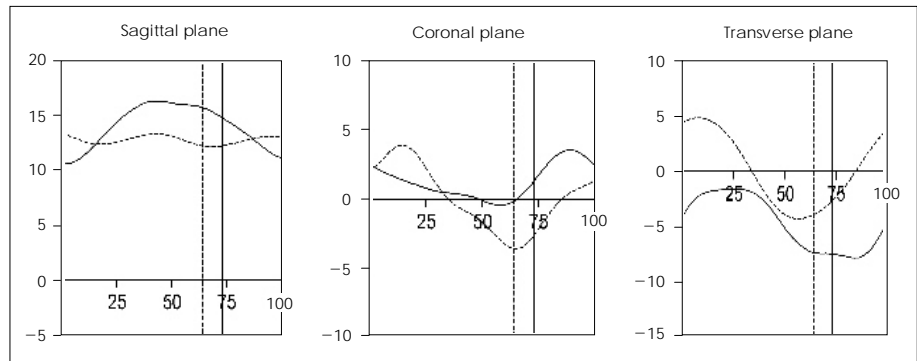
되었다. 최대 각도는 편마비군에서 1.25±4.76°로 정상군의 3.29±2.12°와 통계학적으로 차이를 보이지 않았다 (Table 1, Figure 1).

**골 반**

시상면에서의 골반의 최대 각도와 운동 범위는 편마비군에서 각각 17.59±5.95°, 7.86±3.58°로 정상군의 14.06±3.62°, 2.96±1.09°에 비해 통계학적으로 의미 있게 증가되었고, 최소 각도와 평균 각도는 편마비군에서 각각 9.73±5.18°, 13.88±5.45°로 정상군의 11.11±3.85°, 12.65±3.69°와 통계학적으로 차이를 보이지 않았다.

관상면에서의 골반의 최소 각도는 편마비군에서 -1.29±3.37°로 정상군의 -3.67±2.06°에 비해 통계학적으로 의미 있게 증가되었고, 운동 범위는 편마비군에서 5.41±2.81°로 정상군의 7.59±3.09°에 비해 통계학적으로 의미 있게 감소되었으며, 최대 각도와 평균 각도는 편마비군에서 각각 4.12±3.01°, 1.29±2.86°로 정상군의 3.92±2.20°, 0.07±1.49°에 비해 증가되는 경향을 보였으나 통계학적으로 의미

**FIGURE 2.** Kinematic data of pelvis in hemiplegia (solid line) and normal control (dotted line). The average angle of the subjects is depicted as a function of gait cycle. Vertical bar designates the point when gait phase changes from stance to swing.



**TABLE 3.** Correlation between Trunk motion and gait speed

| Variable         | Correlation coefficient |         |        |
|------------------|-------------------------|---------|--------|
|                  | Hemiplegia              | Normal  |        |
| Trunk            |                         |         |        |
| Sagittal plane   | Mean angle              | -0.233  | 0.580* |
|                  | ROM                     | -0.150  | -0.165 |
| Coronal plane    | Mean angle              | 0.443*  | 0.041  |
|                  | ROM                     | -0.579* | -0.147 |
| Transverse plane | Mean angle              | 0.439*  | 0.012  |
|                  | ROM                     | -0.635* | -0.173 |
| Pelvis           |                         |         |        |
| Sagittal plane   | Mean angle              | -0.432* | 0.575* |
|                  | ROM                     | -0.239  | -0.470 |
| Coronal plane    | Mean angle              | 0.149   | -0.008 |
|                  | ROM                     | -0.452* | 0.713* |
| Transverse plane | Mean angle              | 0.568*  | -0.002 |
|                  | ROM                     | -0.555* | 0.321  |

\*P<0.05. Values are the correlation coefficient. ROM: range of motion

있는 차이를 보이지는 않았다.

횡단면에서의 골반의 최대 각도와 최소 각도 및 평균 각도는 편마비군에서 각각  $0.81 \pm 4.62^\circ$ ,  $-10.21 \pm 7.59^\circ$ ,  $-4.70 \pm 5.42^\circ$ 로 정상군의  $5.55 \pm 2.90^\circ$ ,  $-4.59 \pm 2.54^\circ$ ,  $0.16 \pm 1.84^\circ$ 에 비해 통계학적으로 의미 있게 감소되었으며, 운동 범위는 편마비군에서  $11.02 \pm 5.65^\circ$ 로 정상군의  $10.14 \pm 3.63^\circ$ 와 통계학적으로 차이를 보이지 않았다 (Table 2, Figure 2).

**체간 동작의 운동형상학적 지표와 보행 속도와의 관계**

체간의 경우, 편마비군에서는 관상면에서의 평균 각도와 횡단면에서의 평균 각도가 보행 속도와 통계학적으로 의미 있게 양의 상관관계를 보였고, 관상면에서의 운동 범위와 횡단면에서의 운동 범위가 보행 속도와 통계학적으로 의미 있게 음의 상관관계를 보였다. 이에 반해 정상군에서는 시상면에서의 평균 각도가 보행 속도와 통계학적으로 의미 있게 양의 상관관계를 보였다 (Table 3).

골반의 경우, 편마비군에서는 횡단면에서의 평균 각도가 보행 속도와 통계학적으로 의미 있게 양의 상관관계를 보였고 시상면에서의 평균 각도와 관상면에서의 운동 범위, 횡단면에서의 운동 범위가 보행 속도와 통계학적으로 의미 있게 음의 상관관계를 보였다. 정상군에서는 시상면에서의 평균 각도와 관상면에서의 운동 범위가 보행 속도와 통계학적으로 의미 있게 양의 상관관계를 보였다 (Table 3).

선형적 상관분석에서 통계학적으로 유의한 지표들에 대해 다중 회귀 분석을 시행하였을 때, 편마비군에서는 체간 횡단면에서의 운동 범위가 가장 영향력 있는 지표였고, 정상군에서는 골반 관상면에서의 운동 범위가 가장 영향력 있는 지표였다.

**고 찰**

병적 보행은 뇌성마비, 뇌졸중, 척수손상 그리고 그 외에도 근골격계의 이상을 초래할 수 있는 질환 및 손상 등에 의해서 아주 다양하게 나타날 수 있다.<sup>1</sup> 병적보행을 보이는 환자에게서 정확한 원인과 이상부위를 찾아내어 객관화 및 수치화하여 비교, 평가함은 치료에 있어서 필수적이라 할 수 있다. 이러한 이유로 이미 오래 전부터 보행분석을 위한 연구와 노력이 끊임없이 이어져 왔다. Perry<sup>1</sup>는 보행 시 신체를 골반 이하 부위의 이동부(locomotor portion)와 그 이상 부위를 여객부(passenger portion)로 구분하여 여객부는 수동적이거나 약간의 균형 유지에 필요한 부분으로 표현하면서 보행에 있어 중요한 능동적인 역할을 하지 않을 것이라고 하였다.

하지만 Thorstensson 등<sup>10</sup>은 10명의 정상 성인의 보행 시와 달리기 시 보행 속도와 진행 방식의 차이에 따라 체간 동작이 변화하는 것을 보고하였으며 이러한 변화는 체균형(body equilibrium)의 유지에 매우 중요한 요소라고 하였고, Krebs 등<sup>11</sup>은 11명의 정상 성인에서 보행, 계단 오르내리기, 의자에서 일어나는 동작 동안에 체간 동작의 특징적인 움직임이 있음을 보고하며 체간 조절은 각각의 동작에 있어 특징적 움

직임을 보이므로 자세와 균형에 중요한 요소를 담당하고 있다고 주장하였다.

본 연구 결과 정상인과 비교했을 때 뇌졸중 환자의 보행은, 정상인에 비해 체간에서는 시상면에서 전방 경사되고 관상면에서 외전되며 횡단면에서 외측 회전된 상태이고, 골반에서는 시상면에서 전방 경사가 증가되고 관상면에서 내전되며 횡단면에서 외측 회전된 소견을 보였다. 이는 골반의 경우, 대조군 없이 편마비 환자 18명의 보행 양상을 분석한 De Quervain 등<sup>12</sup>의 연구에서 시상면에서 입각기 시 골반이 전방 경사되고 유각기 시 골반이 후방 경사되며 관상면에서 전유각기 때부터 골반이 내전되고 횡단면에서 전체 보행주기 동안 골반이 외측 회전되었던 결과와 같은 양상을 보였다 (Figure 2). Davies<sup>13</sup>가 제시한 바와 같이 환측에서 견갑골이 외측 회전되고 견관절이 외전되며 골반이 외측 회전되고 내전되는 것이 편마비 환자에서 가장 흔한 자세라고 하였던 것과 같은 양상이다. 이는 보행하는 체간이 골반 위에서 균형을 유지해야 하는데, 체간의 조절이 어렵고, 환측 하지의 감소된 근력으로 인해 하지 대신 체간을 이용하여 보행을 시작하게 되므로 시상면에서 체간의 전방 경사가 증가된다. 또 관상면에서는 환측 상지의 마비로 인해 체간이 외전되고, 환측이 오목해지는 C자 형태가 되어 환측의 근육이 짧아지게 되므로, 횡단면에서 환측이 앞으로 나갈 때 충분히 나가지 못하여 골반이 외측 회전되기 때문으로 생각된다.<sup>14</sup>

또한 횡단면의 체간 분절 간의 운동 양상을 정성적으로 비교하였을 때 정상인에 비해 뇌졸중 환자에서 골반과 체간이 같은 방향으로 움직임을 관찰할 수 있었다. 이는 Wagenaar 등<sup>15</sup>이 편마비 환자 9명을 대상으로 보행 시 체간과 골반의 움직임을 조사하여 횡단면에서 체간과 골반이 같은 방향으로 움직임을 보고하였던 것과 비슷한 결과로 정상인에서는 반대의 결과를 보인다.<sup>16,17</sup> 이러한 현상은 요통 환자,<sup>18,19</sup> 파킨슨병 환자<sup>20</sup> 등에서도 나타나는 체간 분리(trunk dissociation) 저하 현상을 보이는 것으로 생각된다.<sup>21</sup>

뇌졸중 환자의 보행은 본 연구 결과 체간에서는 정상인에 비해 시상면, 관상면, 횡단면에서 운동 범위가 증가되고, 골반에서는 시상면에서 운동 범위가 증가되었지만 관상면에서 운동 범위가 감소되었다. 이는 수막척수류 환자에서 3차원 보행 분석 시 양하지의 근력 저하가 심한 경우 시상면, 관상면, 횡단면에서 체간 움직임이 증가한다는 보고와 체간의 움직임은 이동부의 근력 저하를 보상하는 기전과 관계가 있다고 주장한 점을 볼 때,<sup>5</sup> 본 연구의 운동 범위 변화는 뇌졸중 환자에서 정상인에 비해 근력이 저하되는 것과 관련이 있을 것으로 생각된다.

뇌졸중 환자에 있어 편마비 보행의 전체적인 능력을 평가

할 수 있는 가장 민감하고 유의하며 신뢰도가 높은 인자는 보행 속도이다.<sup>16,22</sup> 본 연구에서 편마비 보행 시 보행 능력을 평가하기 위해 구한 보행 속도와 체간의 운동형상학적 지표와의 관계를 보았을 때, 정상인에서의 보행 속도가 골반 관상면에서의 운동 범위와 가장 유의한 통계학적 양의 관계를 보이는 것과는 달리, 편마비 환자에서는 체간 횡단면에서의 운동 범위와 가장 유의한 통계학적 음의 관계를 보였다. 이는 만성 편마비 환자 20명을 대상으로 한 Tyson<sup>6</sup>의 연구에서 체간 횡단면에서의 운동 범위가 보행 속도와 음의 상관관계를 보였다는 결과와 동일하였다. 이는 정상인에서는 체간 횡단면에서의 회전을 억제하여 체간과 골반 사이에서의 비틀림을 통해 얻어진 탄성 에너지가 골반으로 다시 전달되는데 반해, 뇌졸중 환자에서는 체간 횡단면에서의 회전이 증가되어 이러한 에너지의 이용이 저하되기 때문에<sup>21</sup> 뇌졸중 환자에서 체간 횡단면에서의 운동 범위가 보행 속도와 가장 유의한 통계학적 음의 관계를 보인 것으로 생각된다. 본 연구에서는 횡단면에서 정상인은 체간과 골반 모두에서 평균 각도가 0에 가깝게 나타나는 대칭을 보였으나, 뇌졸중 환자에서는 대칭성의 저하를 보였으며, 뇌졸중 환자에서 편마비 보행 시 대칭성의 저하 또한 보행 능력과 연관성이 높을 것으로 생각된다. 이는 과거의 여러 연구를 통해 입증되었다.<sup>6,23,24</sup> 이상과 같이 뇌졸중 환자의 편마비 보행 시 체간 동작은 정상인과 다른 특성을 보이며 향후 환자의 보행 훈련에 참고해야 할 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 체간 동작 분석 시 뇌졸중 유병기간에 따른 변화에 대한 분석이 이루어지지 못하였고, 본 연구만으로는 편마비 환자에서 체간의 비정상적인 움직임이 체간 자체의 문제인지 하지의 비정상적인 움직임에 의한 이차적인 변화인지에 대해 알 수 없다는 점으로 추후 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

**중심 단어:** 체간 · 편마비 보행 · 뇌졸중 · 보행 분석.

## REFERENCES

1. Perry J. Gait analysis-normal and pathological function, 1<sup>st</sup> ed. Thorofare, SLACK, 1992;pp 1-47.
2. Syczewska M, Oberg T, Karlsson D. Segmental movements of the spine during treadmill walking with normal speed. *Clin Biomech* 1999;14: 384-388.
3. Mahaudens P, Thonnard JL, Detrembleur C. Influence of structural pelvic disorders during standing and walking in adolescents with idiopathic scoliosis. *Spine J* 2005;5:427-433.
4. Gracovetsky SA, Iacono S. Energy transfers in the spinal engine. *J Biomed Eng* 1987;9:99-114.
5. Bartonek A, Saraste H, Eriksson M, Knutson L, Cresswell AG. Upper body movement during walking in children with lumbo-sacral myelomeningocele. *Gait Posture* 2002;15:120-129.
6. Tyson SF. Trunk kinematics in hemiplegic gait and the effect of walking

- aids. *Clin Rehabil* 1999;13:295-300.
7. Verheyden G, Vereeck L, Truijten S, Troch M, Herregodts I, Lafosse C, Nieuwboer A, De Weerd W. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil* 2006; 20:451-458.
  8. Gutierrez EM, Bartonek A, Haglund-Akerlind Y, Saraste H. Centre of mass motion during gait in persons with myelomeningocele. *Gait Posture* 2003;18:37-46.
  9. Kwon DY, Sung IY, You JY, Ha SB. 3-Dimensional gait analysis of Korean adults. *J Korean Acad Rehabil Med* 1998;22:1107-1113.
  10. Thorstensson A, Nilsson J, Carlson H, Zomlefer MR. Trunk movements in human locomotion. *Acta Physiol Scand* 1984;121:9-22.
  11. Krebs DE, Wong D, Jevsevar D, Riley PO, Hodge WA. Trunk kinematics during locomotor activities. *Phys Ther* 1992;72:505-514.
  12. De Quervain IA, Simon SR, Leurgans S, Pease WS, McAllister D. Gait pattern in the early recovery period after stroke. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:1506-1514.
  13. Davies PM. Steps to follow, 2<sup>nd</sup> ed. Berlin, Springer-Verlag, 2000;pp 63-64.
  14. Ryerson S, Levit K. Functional movement reeducation, 1<sup>st</sup> ed. New York, Churchill Livingstone, 1997;pp 100-111, pp 441-443.
  15. Wagenaar RC, Beek WJ. Hemiplegic gait: a kinematic analysis using walking speed as a basis. *J Biomech* 1992;25:1007-1015.
  16. Frigo C, Carabalona R, Dalla Mura M, Negrini S. The upper body segmental movements during walking by young females. *Clin Biomech* 2003;18:419-425.
  17. Van Emmerik RE, McDermott WJ, Haddad JM, Van Wegen EE. Age-related changes in upper body adaptation to walking speed in human locomotion. *Gait Posture* 2005;22:233-239.
  18. Lamoth CJ, Meijer OG, Wuisman PI, van Dieen JH, Levin MF, Beek PJ. Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. *Spine* 2002;27:E92-99.
  19. Selles RW, Wagenaar RC, Smit TH, Wuisman PI. Disorders in trunk rotation during walking in patients with low back pain: a dynamical systems approach. *Clin Biomech* 2001;16:175-181.
  20. Van Emmerik RE, Wagenaar RC, Winogrodzka A, Wolters EC. Identification of axial rigidity during locomotion in Parkinson disease. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:186-191.
  21. Kubo M, Holt KG, Saltzman E, Wagenaar RC. Changes in axial stiffness of the trunk as a function of walking speed. *J Biomech* 2006;39: 750-757.
  22. Collen FM, Wade DT, Bradshaw CM. Mobility after stroke: reliability of measures of impairment and disability. *Int Disabil Stud* 1990;12:6-9.
  23. Brandstater ME, de Bruin H, Gowland C, Clark BM. Hemiplegic gait: analysis of temporal variables. *Arch Phys Med Rehabil* 1983;64:583-587.
  24. Mizrahi J, Susak Z, Heller L, Najenson T. Variation of time-distance parameters of the stride as related to clinical gait improvement in hemiplegics. *Scand J Rehabil Med* 1982;14:133-140.