

# 소뇌 경색 환자의 임상양상에 따른 보행의 변화

Change of gait pattern of a patient with ataxic gait by cerebellar infarction

홍해진<sup>1</sup>, 최산호, 이일석, 오재건, 성강경, 이상관\*

<sup>1</sup>부산대학교 한의학전문대학원, 원광대학교 한의과대학 광주한방병원 심계내과학교실

Haejin Hong<sup>1</sup>, Sanho Choi, Ilsuk Lee, Jaegun Oh, Kang-keyng Sung, Sangkwan Lee\*

<sup>1</sup>School of Korean Medicine, Pusan National University

Department of internal medicine and neuroscience, College of Korean medicine, Wonkwang University

- **Objectives** The goal of this pilot study is to observe the change of gait pattern according to the clinical status in a patient with ataxic gait by cerebellar infarction.
- **Methods** We measured the spatiotemporal gait parameters of a patient with ataxic gait four times, in which, first, the patient was not able to walk independently, second, able to walk independently, third, unable to walk independently by general tremor, and, last, able to walk independently after disappearing of general tremor.
- **Results** When a patient with cerebellar ataxic gait was able to walk independently and the cerebellar tremor was disappeared, the change of gait pattern was that step and stride length decreased and total double support and stance phase increased.
- **Conclusion** When different clinical characteristics were improved, the change of gait showed same pattern.
- **Key words** Cerebellar infarction, Gait analysis, Spatiotemporal gait parameters

## □ 서론

뇌졸중은 신경학적으로 의식, 감각, 정신, 지각, 언어, 운동 기능과 관련된 다양한 증상을 보인다<sup>1)</sup>. 이러한 증상 중에 피질척수로의 손상으로 인해 편마비나 편측 부전마비와 같은 운동기능 장애가 가장 빈번하다<sup>2)</sup>. 반면 피질척수로는 보존되고 소뇌가 손상되면, 편마비가 아닌 운동실조 증상이 나타난다<sup>3)</sup>. 인간이 보행할 때 신경학적으로 다양한 부분이 관여

하는데, 그 중에 기저핵과 소뇌가 주요한 역할을 한다<sup>4)</sup>. 뇌졸중, 뇌종양, 외상 등으로 소뇌가 손상되면, 운동 기능을 세밀하게 조절할 수 없으므로 운동실조 증상이 생기고 손가락 코 검사(Finger to nose test), 빠른 교대 운동(Rapid alternative movement), 롬베르그 검사(Romberg test), 일자 걸음 검사(Tenderm gait) 등에서 이상소견이 나타난다<sup>5)</sup>. 운동실조 증상이 생기면 자가 기립이나 보행이 불가능하고, 스스로 옷을 입거나 음식물을 섭취하는데 어려움을 겪으므로 독립적인 일상 생활이 힘들어진다<sup>6)</sup>.

\* 교신저자: 이상관

전화: 062 670 6407, E-mail: sklee@wonkwang.ac.kr

소뇌 병변 환자의 재활치료 중에 진단과 효과를 판정하기 위한 다양한 방법들이 있는데<sup>7-9)</sup>, 소뇌 환자의 보행변화를 평가할 수 있는 객관적인 방법이 많지 않은 실정이다.

독립적으로 일상 생활을 영위하고 자가 보행 가능 여부가 뇌졸중 환자의 삶의 질에 중요하다<sup>10)</sup>. 그러므로 뇌졸중 환자의 최우선 목표는 자가 보행을 가능하게 하고 독립적 일상 생활로 복귀하는 것이다. 이를 위해 환자의 보행 상태에 대하여 객관적으로 측정하고 평가하는 것이 필요하다<sup>11)</sup>.

최근에는 뇌졸중 환자의 보행 관련된 연구<sup>12, 13)</sup>가 활발하며, 소뇌 병변 환자의 보행 관련 연구도 시행되고 있다<sup>14)</sup>. 그러나 한방 임상에서는 뇌졸중 환자의 비율이 높고, 소뇌 병변 환자도 상당 부분을 차지함에도 불구하고<sup>15)</sup>, 체계적인 보행분석 결과를 바탕으로 보행장애를 치료하는 방법이 개발되지 않고 있다.

본 연구는 소뇌에 경색이 생겨 운동실조 증상이 발생한 소뇌 경색 환자의 운동실조 증상이 시간에 따라 변화는 과정을 측정하기 위해 총 4회 보행분석을 시행하였다. 4회의 보행 분석 결과를 바탕으로, 소뇌 경색 환자에게 양방 재활 치료와 한방 침 치료, 한약 치료를 지속적으로 시행했을 때 보인 보행 양상의 변화를 조사하였다. 단, 한방임상에서 적용이 편리하기 위해서, 복잡한 시설과 많은 시간이 필요한 변수들보다는 측정이 쉽고 측정시간이 짧은 트레드밀 보행분석 장비로 환자의 균형기능 변수인 압력중심점(Center of pressure, Cop)과 보행의 간격과 시간(spatiotemporal parameter)에 대한 변수를 측정하였다.

## □ 재료 및 방법

### 1. 연구대상

원광대학교 한의과대학 광주한방병원에 2012년 10월 15일부터 2013년 2월 6일까지 입원 치료한 67세의 박○○ 여성 환자를 대상으로 하였다. 기저질환으로 고혈압과 당뇨가 있었고, 2012년 9월 29일에 좌측 운동실조증과 어지럼증, 오심 증상이 발생하여 광주지역 ○○대학교 병원에서 뇌 자기공명영상상 소

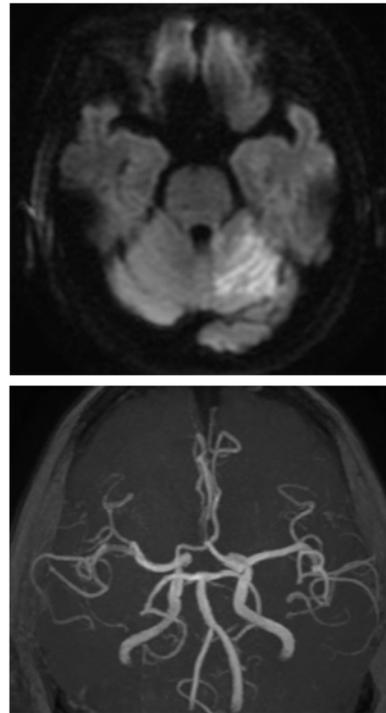


Fig. 1. A subject's cerebellar infarction on diffusion weighted image(top) and MRA(bottom).

뇌 경색을 진단받고(Fig. 1), 2012년 10월 15일에 본원에 입원하여 치료 후 2013년 2월 6일 퇴원하였다.

### 2. 보행 분석 시기

환자는 입원 당시에 독립기립이나 자가 보행이 불가능하였다. 따라서 운동치료, 침치료 등의 재활치료를 시행한 후에 부축 보행이 가능한 시점에서 낙상방지를 위한 체중 지지 보조기(unloading walker)를 설치한 상태로 첫번째 보행 분석을 시행하였다. 이후 30일 동안 동일한 재활 치료를 시행하여 자가 보행이 가능한 시점에서 체중 지지 보조기를 사용하지 않고 보행 분석을 두번째로 시행하였다. 이후 30일 동안 동일한 재활치료를 시행하던 중에 환자의 전신 상태가 악화되고, 심한 소뇌성 진전이 보일 때, 세번째 보행 분석을 실시하였으며, 이후 환자의 전신 상태가 안정되고 소뇌성 진전이 소실되었을 때, 네번째 보행 분석을 시행하였다. 보행 분석을 할 때마다 기립 상태에 대한 분석도 동시에 시행하여 기립 시 균형 유지 능력을 확인하였다(Fig. 2).

Gait analysis	1 <sup>st</sup> measure	2 <sup>nd</sup> measure	3 <sup>rd</sup> measure	4 <sup>th</sup> measure
Medical events	자가보행 불가	자가보행 가능	심한 소뇌성 진전	소뇌성 진전 호전

Fig. 2. Medical events and timings of gait analysis.

### 3. 보행분석 기기 및 측정변수

보행의 시공간 변수를 측정하기 위해 트레드밀 보행분석 장비(Zebris Co.Ltd FDM-T)를 사용하였다(Fig. 3). 보행분석 중에 시간과 공간에 대한 변수로 1분당 보행 수(cadence), 보행속도(velocity), 입각기(stance phase), 유각기(swing phase), 양하지 지지기(double support), 한 발짝 시간(step time), 한 걸음 시간(stride time), 한 발짝 길이(step length), 한 걸음 길이(stride length)를 조사하였고 소뇌 환자의 주요 증상인 균형 장애를 확인하기 위해 압력중심(center of pressure, Cop)의 이동 거리를 조사하였다.

## □ 결과

### 1. 압력중심점 이동거리 및 속도의 변화

압력중심점(Cop)은 사람이 서 있을 때, 몸무게가 지면에 가하는 압력의 중심점이다. 환자의 Cop 이동거리는 자가보행이 불가능할 때 321.6mm, 자가보행이 가능할 때 102.5mm, 소뇌성 진전이 심했을 때 362.7mm, 소뇌성 진전이 호전되었을 때 170.8mm로 측정되었고, 이동 속도는 각각

32.8mm/sec, 10.4mm/sec, 36.9mm/sec, 17.4mm/sec로 측정되었다(Fig. 4).

### 2. 한 발짝 길이와 한 걸음 길이의 변화

한 발짝 길이는 한쪽 다리의 발뒤꿈치가 땅에 닿고 반대쪽 다리의 발뒤꿈치가 땅에 닿을 때까지의 거리이고, 한 걸음 길이는 한쪽 다리의 발뒤꿈치가 땅에 닿고 같은쪽 다리의 발뒤꿈치가 땅에 닿을 때까지의 거리이다.

마비된 다리의 한 발짝 길이는 자가보행이 불가능할 때  $7.22 \pm 3.06\text{cm}$ , 자가보행이 가능할 때  $5.08 \pm 2.60\text{cm}$ , 소뇌성 진전이 심했을 때  $13.79 \pm 2.43\text{cm}$ , 소뇌성 진전이 호전되었을 때  $4.51 \pm 2.02\text{cm}$ 로 측정되었고, 비마비된 다리의 한 발짝 길이는 각각  $11.14 \pm 1.96\text{cm}$ ,  $10.64 \pm 2.84\text{cm}$ ,  $15.89 \pm 1.83\text{cm}$ ,  $9.60 \pm 2.38\text{cm}$ 로 측정되었다. 한 걸음 길이는 각각  $18.32 \pm 3.40\text{cm}$ ,  $15.60 \pm 2.69\text{cm}$ ,  $29.73 \pm 3.11\text{cm}$ ,  $14.17 \pm 2.60\text{cm}$ 로 측정되었다(Fig. 5).

### 3. 한 발짝 시간과 한 걸음 시간의 변화

한 발짝 시간은 한쪽 다리의 발뒤꿈치가 땅에 닿고 반대쪽 다리의 발뒤꿈치가 땅에 닿을 때까지이고, 한 걸음 시간은 한쪽 다리의 발뒤꿈치가 땅에 닿



Fig. 3. Treadmill gait analysis system(left) and unloading walker(right).

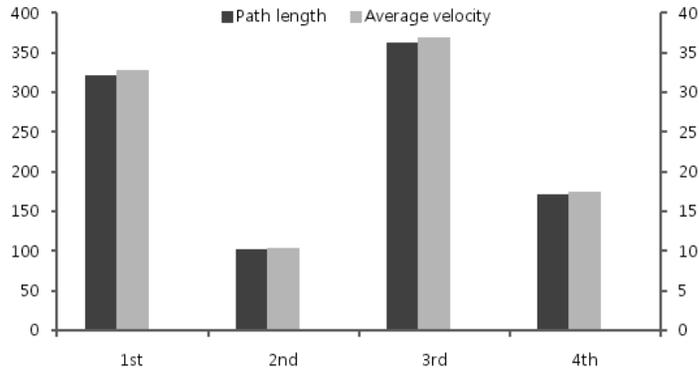


Fig. 4. Path length(left scale, mm) and average velocity(right scale, mm/sec) of center of pressure(CoP).

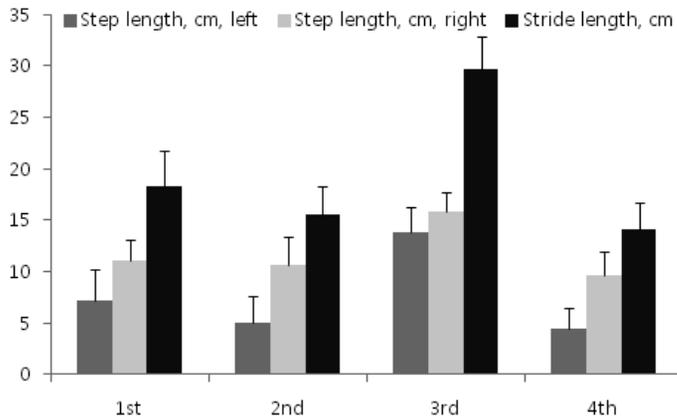


Fig. 5. Step and stride length of affected(left limb) and unaffected side.

고 같은쪽 다리의 발뒤꿈치가 땅에 닿을 때까지의 시간이다.

마비된 다리의 한 발짝 시간은 자가보행이 불가능할 때  $0.53 \pm 0.03\text{sec}$ , 자가보행이 가능할 때  $0.48 \pm 0.05\text{sec}$ , 소뇌성 진전이 심했을 때  $0.62 \pm 0.04\text{sec}$ , 소뇌성 진전이 호전되었을 때  $0.52 \pm 0.05\text{sec}$ 로 측정되었고, 비마비된 다리의 한 발짝 시간은 각각  $0.50 \pm 0.02\text{sec}$ ,  $0.47 \pm 0.05\text{sec}$ ,  $0.62 \pm 0.05\text{sec}$ ,  $0.48 \pm 0.04\text{sec}$ 로 측정되었다. 한 걸음 시간은 각각  $1.04 \pm 0.05\text{sec}$ ,  $0.95 \pm 0.07\text{sec}$ ,  $1.23 \pm 0.06\text{sec}$ ,  $1.01 \pm 0.05\text{sec}$ 로 측정되었다(Fig. 6).

#### 4. 입각기, 유각기, 양하지 지지기의 변화

마비된 다리의 입각기는 자가보행이 불가능할 때  $72.23 \pm 3.23\%$ , 자가보행이 가능할 때  $75.87 \pm$

$3.89\%$ , 소뇌성 진전이 심했을 때  $72.33 \pm 2.06\%$ , 소뇌성 진전이 호전되었을 때  $72.01 \pm 4.50\%$ 로 측정되었다. 유각기는 각각,  $27.77 \pm 3.23\%$ ,  $24.13 \pm 3.89\%$ ,  $27.67 \pm 2.05\%$ ,  $27.99 \pm 4.50\%$ 으로 측정되었고, 양하지 지지기는 각각  $46.99 \pm 4.04\%$ ,  $50.71 \pm 5.45\%$ ,  $46.73 \pm 2.29\%$ ,  $53.99 \pm 4.10\%$ 으로 측정되었다(Fig. 7).

#### 5. 체중전달기, 단하지 지지기, 전유각기의 변화

입각기 동안의 보행 주기 관련 변수는 체중전달기, 단하지 지지기, 전유각기로 나눌 수 있다. 체중전달기는 발뒤꿈치가 땅에 닿은 순간부터 다른쪽 다리가 땅에서 떨어지기 전까지이고, 단하지 지지기는 한쪽 다리만 땅에 닿아있는 기간이며, 전유각기는

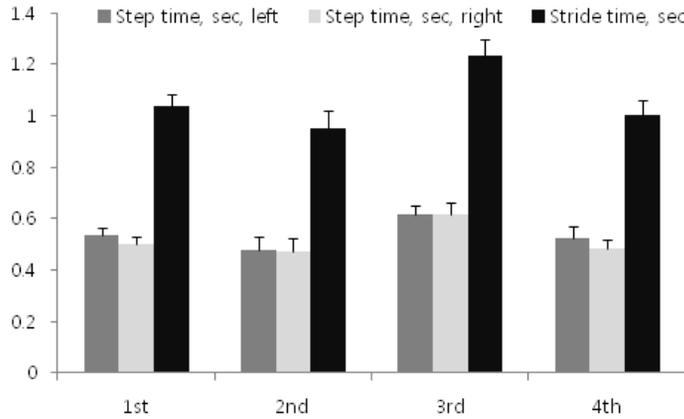


Fig. 6. Step and stride time of affected and unaffected side.

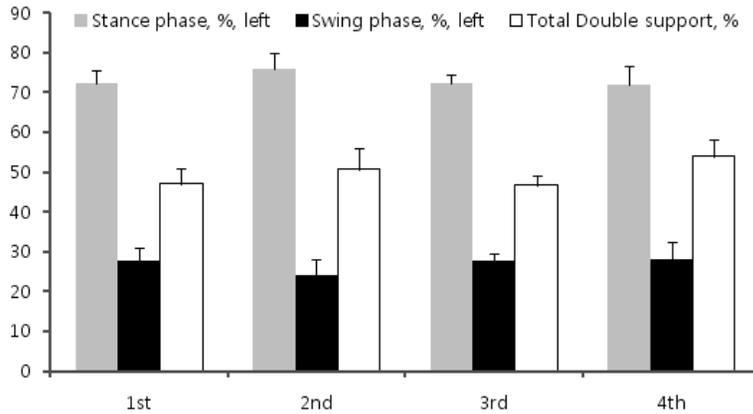


Fig. 7. Stance phase, swing phase and total double support of affected limb(left) during gait cycle.

다른쪽 다리의 발뒤꿈치가 땅에 닿은 순간부터 동측 다리가 땅에서 떨어지기 직전까지이다.

마비된 다리의 체중전달기는 자가보행이 불가능할 때,  $23.27 \pm 2.31\%$ , 자가보행이 가능할 때  $24.59 \pm 3.99\%$ , 소뇌성 진전이 심할 때  $24.52 \pm 1.69\%$ , 소뇌성 진전이 호전되었을 때  $29.74 \pm 2.84\%$ 로 측정되었다. 단하지 지지기는 각각  $25.33 \pm 2.66\%$ ,  $25.21 \pm 4.29\%$ ,  $25.62 \pm 1.95\%$ ,  $18.17 \pm 2.57\%$ 로 측정되었고, 전유각기는 각각  $23.64 \pm 3.10\%$ ,  $26.20 \pm 4.42\%$ ,  $22.18 \pm 2.63\%$ ,  $24.09 \pm 3.00\%$ 로 측정되었다.

비마비된 다리의 체중전달기는 자가보행이 불가능할 때  $23.68 \pm 3.24\%$ , 자가보행이 가능할 때  $26.18 \pm 4.13\%$ , 소뇌성 진전이 심할 때  $22.20 \pm$

$2.22\%$ , 소뇌성 진전이 호전되었을 때  $24.04 \pm 3.47\%$ 로 측정되었다. 단하지 지지기는 각각  $27.77 \pm 3.11\%$ ,  $24.10 \pm 3.81\%$ ,  $27.75 \pm 2.11\%$ ,  $27.84 \pm 4.31\%$ 로 측정되었고, 전유각기는 각각  $23.26 \pm 2.35\%$ ,  $24.41 \pm 3.86\%$ ,  $24.51 \pm 1.79\%$ ,  $29.90 \pm 2.65\%$ 로 측정되었다(Fig. 8, 9).

비마비된 다리의 입각기는 자가보행이 불가능했을 때  $74.74 \pm 2.57\%$ , 자가보행이 가능할 때  $74.68 \pm 4.23\%$ , 소뇌성 진전이 심했을 때  $74.48 \pm 1.28\%$ , 소뇌성 진전이 호전되었을 때  $81.82 \pm 2.81\%$ 로 측정되었다(data not shown).

### 6. 1분당 보행 수와 보행 속도

1분당 보행 수는 1분 동안 걷는 발짝 수이고, 보행

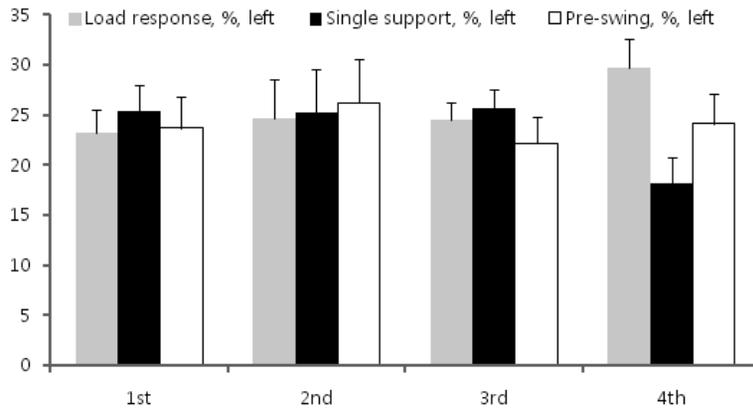


Fig. 8. Gait cycle parameters of affected limb(left) during stance phase.

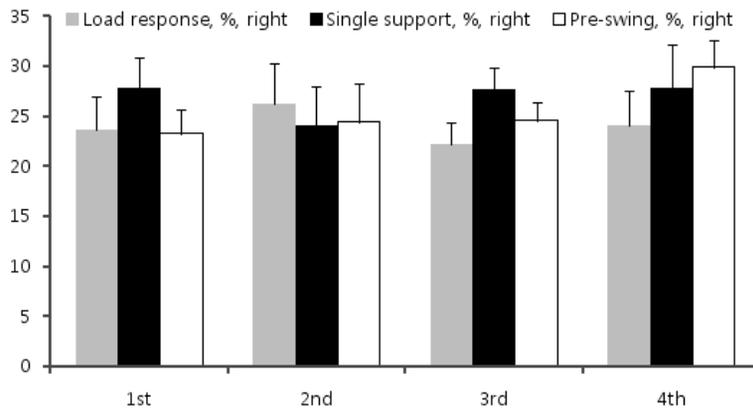


Fig. 9. Gait cycle parameters of unaffected side(right) during stance phase.

속도는 시간 당 이동거리를 km/h로 환산하였다.

환자의 1분당 보행 수는 자가보행이 불가능할 때  $115.80 \pm 5.11 \text{ step/min}$ , 자가보행이 가능할 때  $126.87 \pm 9.74 \text{ step/min}$ , 소뇌성 진전이 심했을 때  $97.52 \pm 4.99 \text{ step/min}$ , 소뇌성 진전이 호전되었을 때  $119.82 \pm 6.62 \text{ step/min}$ 으로 측정되었다(Fig. 10). 보행 속도는 각각 환자의 보행 양상을 분석한 결과, 속도는 자가보행이 불가능할 때  $0.63 \pm 0.11 \text{ km/h}$ , 자가보행이 가능할 때  $0.59 \pm 0.11 \text{ km/h}$ , 소뇌성 진전이 심했을 때  $0.86 \pm 0.10 \text{ km/h}$ , 소뇌성 진전이 호전되었을 때  $0.51 \pm 0.10 \text{ km/h}$ 으로 측정되었다(Fig. 10).

### □ 고찰 및 결론

보행실조증을 보이는 소뇌 경색 환자의 보행양상의 변화를 파악하기 위해, 총 4회에 걸쳐 압력중심 관련 변수와 시공간적인 변수를 반복 측정하였다. 4회 반복 측정 중에 주요한 임상적인 변화시기는 첫째, 독립적인 보행이 가능하게 된 시기이고, 둘째는 전신 무력과 소뇌성 진전이 동시에 나타난 시기이다. 자가 보행이 가능한 변화 이후에 두번째 측정을 하였고, 전신무력과 소뇌성 진전이 나타난 이후에 세번째 측정을 하였으며, 전신무력과 소뇌성 진전이 소실된 이후 네번째 측정을 하였다. 자가 보행이 가능해지면서 보행패턴이 변화하여 CoP 이동거리와 이동속도는 감소하였고, 1분당 보행수, 유각기,

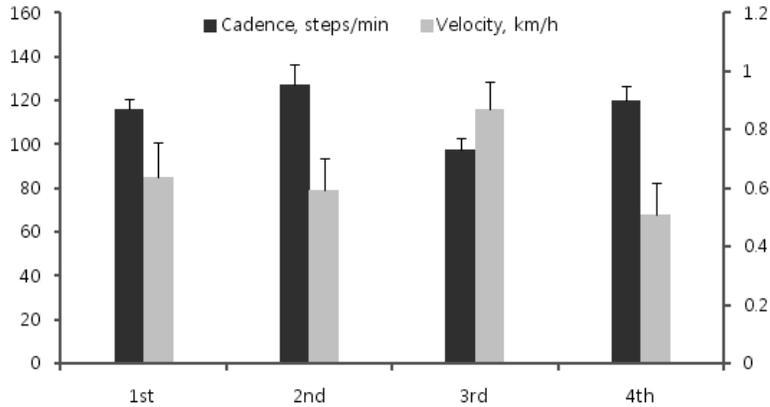


Fig. 10. Cadence(left scale) and walking velocity(right scale) during walking.

한 발짝 시간, 한 걸음 시간, 보행속도는 감소하였으며, 입각기, 양하지 지지기, 한 발짝 길이, 한 걸음 길이는 증가하였다. 소뇌성 진전이 소실되면서 보이는 보행패턴의 변화 역시 CoP 이동거리와 이동속도는 감소하였고, 1분당 보행수, 유각기, 한 발짝 시간, 한 걸음 시간, 보행속도는 감소하였으며, 입각기, 양하지 지지기, 한 발짝 길이, 한 걸음 길이는 증가하였다. 비록 두개의 주요한 임상적 사건의 특징이 완연하게 다르지만, 보행 관련된 변수들은 거의 동일한 패턴으로 개선되었음을 알 수 있다(Table. 1).

CoP 이동거리와 속도가 감소한 것은 환자가 기립

시에 보다 안정적이고, 균형을 유지할 수 있음을 의미한다.

입각기가 증가하고 유각기가 감소한 것은 운동실조 증상을 보상하고 안정적으로 자세를 유지하기 위해 보행하는 동안 발을 지면에 오래 접촉하고 있음을 알 수 있다. 입각기가 증가하고 유각기가 감소하면서, 당연히 한 발짝 시간과 한 걸음 시간, 1분당 보행수, 보행속도는 감소하였고 한 발짝 길이와 한 걸음 길이가 증가되었다. 이상의 결과는 기존 연구들<sup>16, 17)</sup>의 재활치료에 따른 소뇌병변 환자의 보행변화 양상과 일치된다.

Table 1. Change of gait parameters according to two main clinical events.

		1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>	
Gait event		임상변화: 자가보행 가능		임상변화: 소뇌성진전 소실		
Center of pressure	Path length		↓		↓	
	Average velocity		↓		↓	
Temporal gait parameter	Cadence		↓		↓	
	Velocity		↓		↓	
	Stance phase		↑		↑	
	Swing phase		↓		↓	
	Double support		↑		↑	
	Step time		↓		↓	
	Stride time		↓		↓	
	Spatial gait parameter	Step length		↑		↑
		Stride length		↑		↑

↓ (or ↑), Relative decrease(or increase) of gait events compared to previous measurement.

기존의 연구에서는 소뇌 병변 환자의 상태를 파악하기 위해 다양한 방법을 사용했는데<sup>7)</sup>, 주로 환자의 이동 방법이나 기립 시 상체가 흔들리는 정도, 걸을 때 도움을 받는 유무, 보조기구를 이용 여부, 자가 보행 가능 여부, 독립적인 일상 생활 영위 여부 등을 시험자가 평가하는 수정 바텔 지수<sup>8)</sup>나 균형기능을 평가하는 버그 균형 검사<sup>9)</sup>를 시행하였다. 이러한 평가 방법은 검사 방법이 간편하고 특별한 교육이 없이도 시행 가능하다는 장점이 있으나, 보행 관련 검사를 객관적이고 정량적으로 파악하기 어렵다는 단점이 있다. 따라서 객관적이고 정량적인 보행 분석 방법을 사용하여 증상이 호전됨에 따라 보행 변수가 변하는 것을 파악하는 것이 필요하다<sup>11)</sup>.

4회의 보행 분석을 시행하는 동안, 환자에게는 운동치료와 침치료 등의 재활치료가 시행되었다. 따라서 해당 환자의 보행 양상 변화가 특정 치료 방법에 의한 특이적인 변화일 수 있음을 완전히 배제할 수는 없다. 그러나 본 결과는 운동실조 증상이 호전되면서 혹은 소뇌성 진전이 소실되면서 나타나는 보행 변화이기 때문에, 본 결과는 적절한 치료에 의해서 보행이 호전되면서 보여지는 보행변화의 양상이라고는 설명할 수 있다. 또한 이 연구는 환자 1명을 반복 측정한 연구이므로, 환자의 개체 특이성이나 임상 특이성을 완전히 배제할 수 없다는 제한점이 있다. 그러나, 환자가 지속적으로 회복되는 과정을 반복측정 하였다면, 결과를 해석하는데 어려움이 있지만, 본 결과에서는 두번의 주요한 임상적인 변화에 따른 보행 분석 결과들이 매우 유사하기 때문에 이러한 제한점을 보상할 수 있다고 사료된다.

향후 보다 많은 환자수를 확보하여 보행 분석을 시행한다면, 소뇌 병변 환자의 운동실조 회복에 따른 보행 양상 변화를 정확히 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- O'Sullivan SB, Schmitz TJ, Fulk GD. Physical rehabilitation: FA Davis; 2007.
- Marshall RS, Perera GM, Lazar RM, Krakauer JW, Constantine RC, DeLaPaz RL. Evolution of cortical activation during recovery from corticospinal tract infarction. *Stroke*. 2000;31(3):656-61.
- Diener HC, Dichgans J. Pathophysiology of cerebellar ataxia. *Movement disorders*. 1992;7(2):95-109.
- Rinehart NJ, Tonge BJ, Ianssek R, McGinley J, Brereton AV, Enticott PG, et al. Gait function in newly diagnosed children with autism: cerebellar and basal ganglia related motor disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2006;48(10):819-24.
- Notermans N, Van Dijk G, Van der Graaf Y, Van Gijn J, Wokke J. Measuring ataxia: quantification based on the standard neurological examination. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 1994;57(1):22-6.
- Gillen G. Improving activities of daily living performance in an adult with ataxia. *The American Journal of Occupational Therapy*. 2000;54(1):89-96.
- Kelly P, Stein J, Shafqat S, Eskey C, Doherty D, Chang Y, et al. Functional recovery after rehabilitation for cerebellar stroke. *Stroke*. 2001;32(2):530-4.
- Schmitz-Hübsch T, du Montcel ST, Baliko L, Berciano J, Boesch S, Depondt C, et al. Scale for the assessment and rating of ataxia Development of a new clinical scale. *Neurology*. 2006;66(11):1717-20.
- Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Physical Therapy*. 2008;88(5):559-66.
- Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *The Lancet*. 2011;377(9778):1693-702.
- Gage JR, Deluca PA, Renshaw TS. Gait analysis: principles and applications. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1995;77(10):1607-23.
- Von Schroeder HP, Coutts RD, Lyden PD, Billings E, Nickel VL. Gait parameters following stroke: a practical assessment. *Journal of rehabilitation research and development*. 1995;32:25-.

13. Hsu A-L, Tang P-F, Jan M-H. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003;84(8):1185-93.
14. Ebersbach G, Sojer M, Valldeoriola F, Wissel J, Müller J, Tolosa Ea, et al. Comparative analysis of gait in Parkinson's disease, cerebellar ataxia and subcortical arteriosclerotic encephalopathy. *Brain*. 1999;122(7):1349-55.
15. 강성돈, 정진원, 문병순, 김종문. 뇌졸중의 역학적 동향에 대한 연구. *대한신경외과학회지*. 1999;28:509-13.
16. Palliyath S, Hallett M, Thomas SL, Lebedowska MK. Gait in patients with cerebellar ataxia. *Movement disorders*. 1998;13(6):958-64.
17. Stolze H, Klebe S, Petersen G, Raethjen J, Wenzelburger R, Witt K, et al. Typical features of cerebellar ataxic gait. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2002;73(3):310-2.