

## 뇌졸중 후 편마비 환자의 보행능력 향상에 따른 질량중심 좌우이동의 변화

이일석, 박기연, 홍혜진, 성강경, 이상관  
원광대학교 한의과대학 심계내과학교실

### The Change of Lateral Shift of Center of Pressure according to the Gait Improvement in Post-Stroke Hemiplegic Patients

Il-suk Lee, Kee-eon Park, Hae-jin Hong, Kang-keyng Sung, Sang-kwan Lee  
Dept. of Internal Medicine and Neuroscience, College of Korean Medicine, Won-Kwang University

#### ABSTRACT

**Objectives:** The aim of this study was to analyze the change of lateral shift of Center of Pressure (CoP) according to the gait improvement in post-stroke hemiplegic patients and to investigate relationship between the change of motor grade and lateral shift of CoP.

**Methods:** We measured the lateral shift of CoP and motor grade of eight post-stroke hemiplegic patients at the beginning of dependent gait and independent gait.

**Results:** We found that CoP tended to be shifted to the non-affected side when patients started to walk independently. Furthermore, there was no relationship between the change of motor grade and lateral shift of CoP.

**Conclusions:** This result may suggest it is more important to control the non-affected side than the affected side, at least until the beginning independent gait.

**Key words:** stroke, center of pressure, dependent gait, independent gait

## 1. 서론

뇌졸중 후 편마비 환자의 삶의 질을 회복하는데 있어 가장 중요한 요소는 기능적인 독립성이다<sup>1,2</sup>. 기능적인 독립성을 위해서는 다양한 요인들이 관여되지만, 그 중에 보행의 개선이 상대적으로 주요한 목표로 여겨지고 있다<sup>3,4</sup>.

뇌졸중 후 편마비 환자의 보행을 측정하고 평가

하기 위해 많은 연구들이 이루어지고 있다. 대표적으로 뇌졸중 후 편마비 환자에서 운동기능과 시공간적인 변수의 상관관계<sup>5</sup>, 보행의 시작<sup>6</sup>, 보행 속도<sup>7,8</sup>, 에너지 효율<sup>9,10</sup> 등에 관한 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 이와 더불어 뇌졸중 후 편마비 환자의 보행에서 질량중심의 이동에 관한 연구도 점차 증가되고 있다. 그러나 대부분의 연구<sup>11,12</sup>는 기립시의 질량중심 이동과 연관되어 있을 뿐, 보행시의 질량중심 이동에 관한 연구는 드물다. 몇몇 연구<sup>13-15</sup>에서 보행 시 질량중심의 이동을 연구하였지만, 주로 장비의 개발<sup>13</sup>이나 정상인을 대상으로 한 연구<sup>14,15</sup>에 해당된다.

· 교신저자: 이상관 광주시 남구 회재로 1140-23  
원광대학교 광주한방병원 1내과  
TEL: 062-670-6407  
E-mail: sklee@wku.ac.kr

또한 질량중심의 이동과 운동기능과의 상관관계에 대한 연구 역시 드물다. 본 연구의 사전 연구<sup>16</sup>에서는 뇌졸중 후 편마비 환자 129명을 대상으로 질량중심의 좌우이동(Lateral shift of center of pressure)과 운동기능의 부적상관관계를 보고하였다. 그러나 이는 단면적인 분석결과이기 때문에 뇌졸중 후 편마비 환자의 운동기능이 회복됨에 따라 질량중심의 좌우이동이 변화되는 양상을 파악할 수는 없다.

그러므로 본 연구에서는 뇌졸중 후 편마비 환자의 운동기능이 회복됨에 따라 질량중심의 좌우이동이 변화되는 양상을 확인하고, 이와 더불어 환측하지 운동기능의 회복과 질량중심의 좌우이동이 유의한 관련성을 나타내는지 알아보려고 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구 대상 조건은 첫째, MRI, CT 등으로 뇌경색 혹은 뇌출혈로 진단받은 편마비 환자, 둘째, 입원시에 독립보행이 불가능했지만, 치료 후 독립보행이 가능한 자, 셋째, 입원치료 중에 일주일 혹은 이주일 단위로 주기적 보행분석을 시행한 자 등이다. 언어장애나 인지장애 등으로 인한 의사소통이 불가능한 자, 뇌졸중 발병 이전에 정형외과적 문제로 보행장애가 있었던 자, 2회 이상 뇌졸중이 발생한 자는 제외하였다.

### 2. 운동기능의 평가 및 보행시 질량중심의 좌우이동 평가

대상자들의 환측 하지의 운동기능을 평가하기 위해 Kendall의 연구<sup>17</sup>에서 제시한 도수근력평가(Manual Muscle Test, MMT)를 이용하였다. 도수근력평가는 근수축이 전혀 없음을 나타내는 0점부터 정상적인 운동기능을 나타내는 5점까지의 점수로 이루어져, 점수가 높을수록 양호한 운동기능을 나타낸다. 대상자들의 보행 시 질량중심의 좌우이동의 측정에는 Treadmill Gait analysis 장비(Zebris Co.

Ltd FDM-T)를 이용하였다(Fig. 1). 이 장비는 Treadmill 아래에 압력판(Force plate)이 설치되어 있어 가해진 압력을 측정하고, 이를 통해 질량중심의 공간적인 이동이 house program에 의해 계산되어 산출된다. 결과값에서 (+)값이 클수록 질량중심이 우측으로 이동한 것이며, (-)값이 클수록 좌측으로 이동한 것을 의미한다.

운동기능의 평가와 보행분석은 주기적으로 반복 시행되었는데, 본 연구에서는 두 시점의 결과를 비교 분석하였다. 첫 번째 분석시점은 지지보행이 시작된 시기(이하 지지보행기, Dependent gait)로서 독립적인 기립 가능 이후 지팡이, 보호자 부축, 벨트(Harness) 등을 통한 지지 보행이 시작된 시기이고, 두 번째 분석시점은 독립보행이 시작된 시기(이하 독립보행기, Independent gait)로서 외부 지지 없이 독립보행이 가능한 시기이다. 다만, 지지보행기의 보행분석을 위해서는 대상자가 독립적인 보행을 할 수 없는 상황이었기 때문에, 벨트를 이용하여 체중부하를 줄여주거나 건축 방향의 바(bar)를 붙잡게 하여 보행분석을 실시하였다. 모든 과정은 숙련된 한의사 한 명이 시행하여 측정오차를 최소화하였다.

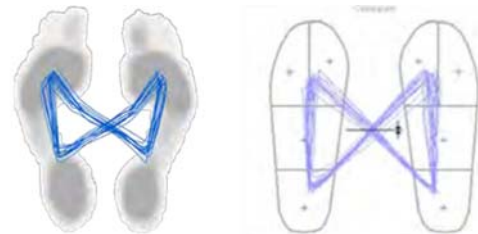


Fig. 1. Butterfly-like cyclogram originated from displacement of center of pressure (CoP) and the lateral shift of the CoP intersection point.

### 3. 통계 방법

수집된 자료는 데이터 코딩을 거쳐 SPSS for window(ver 20.0) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 도수근력평가를 통해 획득한 운동기능에

대한 결과는 변화량 분석의 편의성을 위해 각 값을 2배로 계산하여 분석하였다. 보행분석 장비를 통해 획득한 질량중심의 좌우이동에 대한 결과는 (+)이면 중심에서 우측으로 편위, (-)이면 중심에서 좌측으로 편위 되어있음을 의미하나, 각 분석대상자의 편마비 방향이 서로 다르기 때문에 모든 대상자의 보행 분석 결과를 일률적으로 건축 방향을 (+)로, 환측 방향을 (-)로 변경하여 재코딩 후 분석하였다. 뇌졸중 후 편마비 환자가 지지보행기와 독립보행기에 질량중심 좌우이동의 차이가 있는지 파악하기 위해 대응 표본 t-test(Paired t-test)를 실시하였다. 다만, 대상자가 8명으로 적어서 Shapiro-Wilk test를 시행하여 정규성을 검증한 후(Dependent gait,  $W=0.973$ ,  $df=8$ ,  $p>0.05$ ; Independent gait,  $W=0.938$ ,  $df=9$ ,  $p>0.05$ ) 분석을 실시하였다. 또한 운동기능과 질량중심의 좌우이동의 관련성을 파악하기 위해 지지보행기와 독립보행기에서 각각의 측정치간의 차이를 변화량으로 하여 상관분석(Pearson's correlation coefficient)을 실시하였다.

### III. 결 과

#### 1. 대상자 특징

본 연구에 참여한 대상자는 총 8명으로 남성이 6명, 여성이 2명이었고, 뇌경색 환자가 2명, 뇌내출혈 환자가 6명이었다. 평균 연령(Age)은  $59.75\pm 13.94$ 로 좌측 편마비 환자 4명, 우측 편마비 환자 4명으로 구성되었다. 독립적으로 보행을 할 수 있게 되는 기간(Day)은  $50.75\pm 21.90$ 이었으며, 발병일로부터 첫 내원 시점까지의 기간(Day)이  $38\pm 32.51$ 만큼 경과한 아급성기 환자가 대부분이었다(Table 1).

Table 1. Subjects General Characteristics

| Personal factors  |                              | Subjects (n=8) |
|---|------------------------------|----------------|
| Gender (n)  | Male                         | 6              |
|   | Female                       | 2              |
| Age (Mean±SD)   |                              | 59.75±13.94    |
| Clinical Impression (n)   | Infarction                   | 2              |
|   | Hemorrhage                   | 6              |
| Lesion side (n)   | Right                        | 4              |
|   | Left                         | 4              |
| Underlying disease (n)  | Hypertension                 | 4              |
|   | Diabetes                     | 1              |
|   | Hypertension + Diabetes      | 0              |
|   | Non hypertension or Diabetes | 3              |
| Duration from onset to 1 <sup>st</sup> measure (Mean±SD, day)           |                              | 38±32.51       |
| Duration from 1 <sup>st</sup> to 2 <sup>nd</sup> measure (Mean±SD, day) |                              | 50.75±21.90    |

#### 2. 지지보행기와 독립보행기의 질량중심 좌우이동의 차이

대상자들의 질량중심 좌우이동(Mean±SEM)은 지지보행기에는 환측 방향으로 편중되어 있었으나 ( $-18.75\pm 7.77$ ), 독립보행기에서는 대부분의 대상자에게서 건축 방향으로 이동하는 경향을 보였다( $-1.00\pm 5.46$ ) ( $t(7)=-4.709$ ,  $p<0.01$ )(Fig. 2).

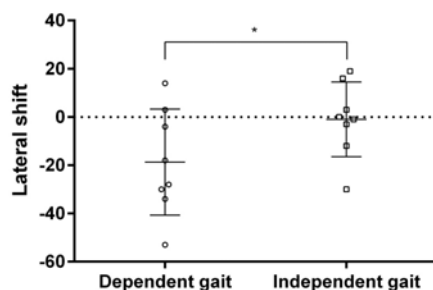


Fig. 2. The lateral shift of center of pressure of hemiplegic stroke patients at the beginning of dependent gait (open circles) and independent gait (open squares).

Data represent Mean±SEM. \* $p<0.01$

3. 운동기능의 변화량과 질량중심 좌우이동의 변화량 사이의 관련성

대상자들의 환측 하지의 운동기능 변화량과 보행분석에서 측정된 질량중심 좌우이동의 변화량은 뚜렷한 관련성을 보이지 않았다( $r(n=8)=0.064$   $p>0.05$ ) (Fig. 3).

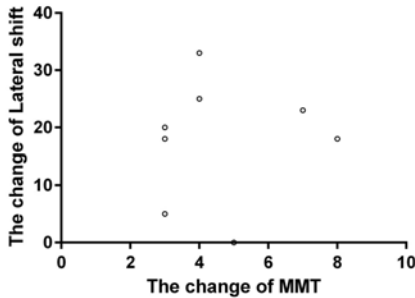


Fig. 3. There was no relationship between the change of center of pressure and motor grade.

Closed circles mean each patient's data ( $p>0.05$ ).

IV. 고 찰

본 연구에서는 뇌졸중 후 편마비 환자가 보행을 하지 못할 때와 독립적인 보행을 시작할 때로 구분하여 질량중심의 좌우이동을 측정하여 그 차이를 비교하였고, 환측 하지 운동기능의 변화량과 질량중심 좌우이동의 변화량의 관련성을 알아보기 위하여 상관분석을 실시하였다. 이에 다음과 같은 결과를 얻었다. 첫째, 질량중심의 좌우이동은 지지보행기에는 환측 방향으로 편중되어있었으나, 환자가 지속적인 치료를 받아 독립적인 보행을 시작하게 됨에 따라 건측 방향으로 이동하는 경향을 보였다. 둘째, 질량중심이 건측 방향으로 움직인 것은 환측 하지 운동기능의 회복과는 유의한 관련성을 보이지 않았다.

지지보행기에 질량중심이 환측 방향으로 편중되어 나타났는데, 이는 뇌졸중 후 편마비 환자는 저하된 운동기능으로 인하여 신체 좌우의 비대칭이 나타나

고<sup>18</sup>, 자세의 안정성이 감소하면서 질량중심이 환측 방향으로 이동한다고 한 기존의 연구<sup>19-21</sup>에서 이미 보고된 바 있다. 다만, 몇몇 대상자의 결과는 건측 방향에 편중되어 있었는데, 이는 뇌졸중 후 편마비 환자에게서 본능적으로 넘어지지 않기 위해 자세 조절(postural sway)이 나타나는 과정<sup>22</sup>으로 인해, 질량중심이 종종 건측 방향으로 이동한 것으로 사료된다. 이후 독립보행기에 측정한 질량중심은 지지보행기에 비하여 건측 방향으로 이동하는 경향을 보였다. 이에 본 연구에서 이러한 질량중심이 건측 방향으로 이동한 결과와 환측 하지의 운동기능의 연관성을 확인하기 위하여 각각의 변화량을 변수로 하여 상관분석을 실시하였지만 유의한 결과를 얻지는 못하였다.

Bastian 등의 연구<sup>23</sup>에서는 뇌졸중 후 편마비 환자의 재활치료에서 운동 적응(motor adaptation)과 학습(learning)이 중요하다고 보고하였다. Martin 등의 연구<sup>24</sup>에서는 오류(error)에 대한 지속적인 되먹임(feedback)을 통해 움직임의 수정이 나타나는 것을 운동 적응이라고 정의하였고, Kopp 등의 연구<sup>25</sup>에서는 반복된 운동 적응을 통해 새로이 움직임을 익히는 것이 학습이라고 정의하였다. 본 연구에 참여한 대상자들에게서도 치료를 통해 독립적인 보행을 시작하는 과정에서 운동 적응과 학습 현상이 관여된 것은 분명하다. 즉, 대상자들은 치료 초기에는 환측 하지를 무리해서 이용하여 보행하려고 하여 질량중심이 환측 방향으로 편중된 경향을 나타내었으나, 치료를 통해 이러한 오류에 대한 지속적인 되먹임을 받고, 반복된 운동적응을 통해 건측 하지를 더욱 효율적으로 사용하는 방법의 학습으로 인해 보행이 향상되어 독립적인 보행을 시작할 수 있었을 것이다. 그러므로 지지보행이 가능한 시기부터 독립보행이 가능한 시기 사이에 이러한 적응과 학습 과정 중에서 보행시 질량중심이 건측 방향으로 이동하는 현상을 보이게 되었을 것으로 사료된다. 이와 같은 추론은 다른 연구들을 통해서도 확인할 수 있는데, Buurke 등<sup>26</sup>은 뇌졸중 후 편마비 환자

를 대상으로 한 연구에서 기능적인 보행의 향상은 환측 하지의 근육 활성화에 유의한 변화가 있는 것이 아니라, 건측 하지와 체간에서 환측 하지의 마비를 보상하고 이에 적응하는 과정을 거쳐 나타나는 것이라고 보고하였고, Kollen 등<sup>27</sup>은 보행능력의 향상은 환측 하지의 힘이나 상호작용(synergism)과는 큰 연관성이 없다고 보고하였다. 또한 De haart 등의 연구<sup>11</sup>와 Dettmann 등의 연구<sup>20</sup>에서도 환측 하지의 운동성을 되찾는 것 보다는 건측 하지로 무게중심을 옮기는 등의 보상적인 치료전략이 보행을 하는데 있어 더욱 중요하다고 보고하였다. 이러한 기존 연구들<sup>11,20,26,27</sup>은 본 연구에서 나타난 결과와 일맥상통함을 보여주고 있다.

한의 임상 치료면에서도 이와 유사한 연구가 진행된 바 있다. 국내에서 진행된 체계적 문헌고찰 연구<sup>28</sup>에서는 건측을 치료하는 것이 환측을 치료하는 것보다 완벽하게 우월하다고는 할 수 없었지만, 몇몇 연구<sup>29,30</sup>에서 건측을 치료했을 때 일상생활 능력이 향상되거나, 신경학적 장애 정도가 감소하는 유의한 결과를 보고하였다. 뿐만 아니라 중국에서 진행된 뇌졸중 후 편마비 환자를 대상으로 두침치료를 환측과 건측에 시행하여 비교한 연구<sup>31</sup>에서도 환측에 두침치료를 시술하는 것뿐 아니라 건측에 두침치료를 시술하는 것 또한 전대뇌동맥, 중대뇌동맥, 후대뇌동맥의 혈류량을 증가시킨다는 결과를 보고하였다. 황제내경 영추 관침편(黃帝內經 靈樞官鍼偏)<sup>32</sup>에는 뇌졸중이나 좌골신경통에 환측 뿐 아니라 건측을 함께 치료하는 것이 제시되어있는데, 본 연구가 이러한 기록의 실증적 근거가 될 수 있을 것이라 사료된다.

위와 같은 결과를 바탕으로 할 때 보행시 질량중심이 환측 방향으로 편중되어 있는 뇌졸중 후 편마비 환자가 독립적인 보행을 하기 위해서는 건측 하지의 조절을 통해 질량중심을 안정시켜주는 것이 우선되어야 한다. 다만 Tyson 등의 연구<sup>7</sup>나 Iida Hirokazu 등의 연구<sup>33</sup>에서는 비록 기립자세이긴 하나, 운동기능이 호전될수록 질량중심이 좌우

로 이동하는 정도가 감소하였고, 운동기능이 불량할수록 질량중심이 좌우로 이동하는 정도가 증가하였다고 보고하였다. 그러나 장기적인 관점에서 정상에 가까운 보행을 하기 위해서는 환측 하지의 운동기능 호전이 필수적으로 요구되므로 환측 하지의 치료 역시 간과되지 않고 지속되어야 할 것이다. 그러나 독립적인 보행만을 치료목표로 하거나 치료전반적인 과정 중에 지지보행에서 독립보행으로 옮겨가는 시기에는 건측 하지의 조절이 중요함을 간과해서는 안 될 것으로 사료된다.

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖고 있다. 첫째, 비록 통계적으로 유의한 결과를 얻기는 했지만 본 연구에 참여한 대상자의 절대적인 숫자가 충분치 못하다. 그러나 모든 결과들이 거의 유사한 변화를 보였고, 결과의 편차 역시 크지 않았기 때문에 결과의 신뢰성은 낮지 않다고 사료된다. 둘째, 지지보행기와 독립보행기 사이에 시행된 모든 재활치료를 균등하게 통제하지 못하였다. 그러나 치료효과를 관찰한 연구가 아니고 보행변화만을 분석하였기 때문에 결과에 미치는 영향을 미미하였을 것으로 사료된다. 셋째, 각 뇌졸중 후 편마비 환자의 발병일로부터 본원에 내원하기까지 기간이나 증상 정도에 따라 회복되는 양상이 다르기 때문에 정확하게 시점을 일치시키기가 현실적으로 어려움이 있었다. 넷째, 독립보행기 이후에 대해서 추가적인 추적관찰이 시행되지 못하였다. 이로 인해 본 연구에서 제시한 독립적 보행시작을 위해 건측을 효율적으로 이용하는 적응 및 학습효과가 추후에 보다 정상적인 보행에 가까워질 때도 동일한 결과를 보이는지는 확인할 수 없었다. 그러므로 규모가 크면서 잘 통제된 연구를 수행하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

이 논문은 2012학년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행 됨.

## 참고문헌

1. King RB. Quality of life after stroke. *Stroke* 1996;27(9):1467-72.
2. Mackenzie A, Chang A. Predictors of quality of life following stroke. *Disabil Rehabil* 2002;24(5):259-65.
3. Chiou IL, Burnett CN. Values of activities of daily living a survey of stroke patients and their home therapists. *Phys Ther* 1985;65(6):901-6.
4. Bohannon RW, Andrews AW, Smith MB. Rehabilitation goals of patients with hemiplegia. *Int J Rehabil Res* 1988;11(2):181-4.
5. 최산호, 이일석, 홍해진, 오재건, 성강경, 이상관. 뇌졸중 환자의 운동기능과 보행 양상의 상관 관계. 대한중풍학회지 2013;14(1):8-14.
6. Hesse S, Reiter F, Jahnke M, Dawson M, Sarkodie-Gyan T, Mauritz KH. Asymmetry of gait initiation in hemiparetic stroke subjects. *Am J Phys Med Rehabil* 1997;78(7):719-24.
7. Tyson SF. Trunk kinematics in hemiplegic gait and the effect of walking aids. *Clin Rehabil* 1999;13(4):295-300.
8. Olney SJ, Colborne GR, Martin CS. Joint angle feedback and biomechanical gait analysis in stroke patients: a case report. *Phys Ther* 1989;69(10):863-70.
9. Davis BL, Ortolano MC, Richards K, Redhed J, Kuznicki J, Sahgal V. Realtime visual feedback diminishes energy consumption of amputee subjects during treadmill locomotion. *J Prosthe Orthot* 2004;16(2):49-54.
10. Draper ER. A treadmill-based system for measuring symmetry of gait. *Med Eng Phys* 2000;22(3):215-22.
11. De Haart M, Geurts AC, Huidekoper SC, Fasotti L, Van Limbeek J. Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;85(6):886-95.
12. Garland SJ, Willems DA, Ivanova TD, Miller KJ. Recovery of standing balance and functional mobility after stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;84(12):1753-9.
13. Schepers HM, van Asseldonk EH, Buurke JH, Veltink PH. Ambulatory estimation of center of mass displacement during walking. *Biomed Eng* 2009;56(4):1189-95.
14. Hass CJ, Gregor RJ, Waddell DE, Oliver A, Smith DW, Fleming RP, et al. The influence of Tai Chi training on the center of pressure trajectory during gait initiation in older adults. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;85(10):1593-8.
15. Donker SF, Roerdink M, Greven AJ, Beek PJ. Regularity of center-of-pressure trajectories depends on the amount of attention invested in postural control. *Exp Brain Res* 2007;181(1):1-11.
16. 이일석, 임형문, 최산호, 오재건, 성강경, 이상관. 편마비 환자의 운동수행능력과 질량중심 변화의 상관 관계. 대한중풍학회지 2013;14(1):15-22.
17. Kendall HO, Kendall FP. Muscles. Testing And Function. *Am J Phys Med Rehabil* 1949;28(2):171-80.
18. Goldie P, Matyas T, Evans O, Galea M, Bach T. Maximum voluntary weight-bearing by the affected and unaffected legs in standing following stroke. *Clin Biomech* 1996;11(6):333-42.
19. Arcan M, Brull M, Najenson T, Solzi P. FGP assessment of postural disorders during the process of rehabilitation. *Scand J Rehabil Med* 1976;9(4):165-8.
20. Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic

- patient. *Am J Phys Med Rehabil* 1987;66(2):77-90.
21. Pai YC, Rogers MW, Hedman LD, Hanke TA. Alterations in weight-transfer capabilities in adults with hemiparesis. *Phys Ther* 1994;74(7):647-57.
  22. Cheng PT, Liaw MY, Wong MK, Tang FT, Lee MY, Lin PS. The sit-to-stand movement in stroke patients and its correlation with falling. *Am J Phys Med Rehabil* 1998;79(9):1043-6.
  23. Bastian AJ. Understanding sensorimotor adaptation and learning for rehabilitation. *Curr Opin Neurol* 2008;21(6):628.
  24. Martin T, Keating J, Goodkin H, Bastian A, Thach W. Throwing while looking through prisms II. Specificity and storage of multiple gaze throw calibrations. *Brain* 1996;119(4):1199-211.
  25. Kopp B, Wolff M. Brain mechanisms of selective learning: Event-related potentials provide evidence for error-driven learning in humans. *Biol Psychol* 2000;51(2):223-46.
  26. Buurke JH, Nene AV, Kwakkel G, Erren-Wolters V, IJzerman MJ, Hermens HJ. Recovery of gait after stroke: what changes? *Neurorehab Neural Re* 2008;22(6):676-83.
  27. Kollen B, Van de Port I, Lindeman E, Twisk J, Kwakkel G. Predicting improvement in gait after stroke a longitudinal prospective study. *Stroke* 2005;36(12):2676-80.
  28. Kim M, Choi T, Lee M, Lee H, Han C. Contralateral acupuncture versus ipsilateral acupuncture in the rehabilitation of post-stroke hemiplegic patients: a systematic review. *BMC Complement Altern Med* 2010;10(1):41.
  29. Hong J, Sheng P, Yuan Y, Yi S, Yue Z. Observation on therapeutic effect of opposing needling for treatment of poststroke shoulder-hand syndrome. *Chin Acupunct Moxibusion* 2009;29(3):205-8.
  30. Ni K, Luo Y, Wang Y, Ge F, Chen S, Chu J, et al. Clinical observation of recuperative effect of opposing needling accompanying continual static stretch in treating high muscular tension of apoplectic hemiplegia. *J Zhejiang Univ Tradit Chin Med* 2009;33(4):576-7.
  31. Chen X, Wu F. A comparative study of the effect on cerebral blood flow of scalp acupuncture on the affected vs unaffected side in stroke patients. *Shang Hai Zhen Jiu Za Zhi* 2011;30(9):586-8.
  32. Emperor Y. Yellow Emperor's Inner Classic of Internal Medicine Spiritual Pivot(Ling Shu). Seoul: Euisungdang publishing; 2002, p. 214.
  33. Iida H, Yamamuro T. Kinetic analysis of the center of gravity of the human body in normal and pathological gaits. *J Biomech* 1987;20(10):987-95.