

한국무용 기반 움직임 훈련이 소뇌성 운동실조증 환자들의 균형 및 보행 기능 회복에 미치는 효과

임승진* · 박진훈**

I. 서론
II. 연구방법
III. 연구결과

IV. 논의
참고문헌
Abstract

I. 서론

소뇌는 인간이 운동 기술을 수행하는 과정 동안 대뇌 피질에서 생성되는 운동 계획에 대한 정보를 바탕으로 여러 신체 감각 정보를 통합하여 부드럽고 조화롭게 움직임을 조절하는데 중요한 역할을 담당한다. 따라서 이러한 기능적 특성을 지니는 소뇌가 손상될 경우, 수의적인 근육 협응과 사지 움직임의 조절 및 제어 능력의 결손이 특징적으로 나타나게 된다. 그 중에서도 소뇌성 운동실조증은 소뇌의 핵 및 신경전도로를 중심으로 일어나는 구조적 변성에 기인하는 희귀·난치성 질환으로 점진적인 운동 능력의 퇴행을 수반한다고 알려져 있다. 이러한 운동 능력의 퇴행은 환자들의 자세 불안정성을 증가시킬 뿐만 아니라 심각한 이동 능력의 감퇴를 초래하게 되므로 환자들의 독립적인 일상생활을 제한하고 이차적인 부상 및 심각한 심신의 후유증을 유발하는 낙상의 가능성 또한 높일 수 있다. 그러나 아직까지 소뇌성 운동실조증을 효과적으로 다룰 수 있는 의학적 중재 방식이나 과학적 증거 기반의 대체 요법은 밝혀진 바 없는 실정이다. 따라서 퇴행성 소뇌 환자들의 심리적 고통과 불안은 더욱 가중된다고 할 수 있으며 이는 결과적으로 그들의 삶의 질 저하와 우울증과 같은 정서적 문제를 야기하기도 한다.¹⁾

이러한 이유에서 여러 연구자들은 소뇌 환자들의 퇴행적 운동 장애를 완화하거나 지연시키는 운동 요법의 중요성을 강조해왔다. 선행 연구에 따르면, 통상적으로 적용되어 오던 균형 및 보행 훈련과 더불어 컴퓨터 게임 그리고 암벽 등반 등 다양한 형태의 신체 활동에 기반을 둔 운동 프로그램이 소뇌성 운동실

* 주저자, 고려대학교 강사

** 교신저자, 고려대학교 체육교육과 교수, jpark12@korea.ac.kr

1) C. Y. Aizawa, J. L. Pedroso, P. Braga-Neto, M. R. Callegari, and O. G. Barsottini (2013), Patients with autosomal dominant spinocerebellar ataxia have more risk of falls, important balance impairment, and decreased ability to function. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 71(8), pp.508-511.

조증 환자들의 기능 회복에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다.²⁾³⁾ 일부 재택 훈련을 병행한 환자들의 경우에는 운동 증세의 효과가 1년 후까지 유효한 것으로 나타났으며,⁴⁾ Burciu 등 (2013)은 이러한 운동 프로그램 참여가 환자들의 다양한 뇌 부위의 회백질 부피 증가에 기여했다고 밝혔다. 이에 Bultmann 등 (2014)은 소뇌성 운동실조증을 보다 효과적으로 다루기 위해서는 훈련에 적용하는 운동 과제의 적합성과 프로그램의 난이도를 대상 환자의 운동 기능 수준에 적절하게 설정하는 것이 중요하다고 설명했다.⁵⁾ 그들은 소뇌 손상 환자들의 기능 수준이 운동 기술의 재학습을 통해 회복될 수 있다는 점을 밝히면서도, 운동 증재 후 최적의 효과를 도모하기 위해서는 일반적이고 포괄적인 접근 방식에서 벗어나 소뇌 환자들의 기능 수준에 보다 적절하고 의미 있는 운동 과제를 선정하여 신중히 적용해야 한다는 점을 강조했다. 실제로 성공적인 재활 훈련을 위한 접근 방식에 초점을 맞추고 있는 여러 연구자들은 재활 훈련 기간 동안 훈련하는 동작의 운동학적 제어 특성과 과제적 요구가 재활의 구체적인 목표와 밀접한 관련을 지녀야 한다고 강조하는 과제 특수성 이론(task-specific theory)을 바탕으로 하고 있다. 그들은 목표지향적운동(goal-oriented training) 혹은 강제유도운동훈련(constraint-induced movement therapy) 등이 단순한 과제 반복 훈련보다 운동 기술 습득에 효과적일 뿐만 아니라 효율적인 뇌신경의 재조직화에도 더 많이 기여한다는 점을 밝혀왔다.⁶⁾⁷⁾

선행 연구에서는 이러한 근거를 기반으로 일반적인 신체 활동에 비해 실용적이며 보다 다양한 수준의 움직임 요소를 포함하는 댄스 동작들이 보행 및 균형 장애를 보이는 신경계 환자들을 대상으로 한 운동 재활에 있어 하나의 독립적이고 의미 있는 접근 방식이 될 수 있음을 지적했다.⁸⁾ 최근 이루어진 메타 분석 연구에 따르면 댄스 훈련의 효과는 댄스의 종류, 빈도, 그리고 기간 등의 하위 설정 요소에 따라 차이가 있을 수 있으나 대부분 그 장르와 무관하게 균형 및 기능적 보행 능력 개선에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 독특한 운동학적 특성을 지니고 있다고 나타났다. 예를 들어, 여러 방향으로의 움직임 전환, 폭 넓은 무게 중심 활용, 한 다리 서기, 정확한 동작의 개시와 종료, 음악과의 동조, 그리고 회전 등은 댄스가 가지는 전형적인 운동학적 요소로써 외부의 다양한 자극을 동시에 처리하는 통합 감각 능력을 요구한다. 따라서 수행자는 댄스 수행 동안 계속적으로 자신의 신체 감각에 집중해야 할 뿐만 아니라 자발적으로 보다 완벽하고 정확한 동작을 생성하기 위한 움직임 전략을 세우기 위해 노력해야 한다.⁹⁾¹⁰⁾ 특히

2) R. G. Burciu, N. Fritsche, O. Granert, L. Schmitz, N. Spönmann, J. Konczak, N. Theysohn, M. Gerwig, T. van Eimeren, and D. Timmann(2013), Brain changes associated with postural training in patients with cerebellar degeneration: a voxel-based morphometry study. *The Journal of Neuroscience* 33(10), pp.4594-4604.

3) I. Miyai(2012), Challenge of neurorehabilitation for cerebellar degenerative diseases. *Cerebellum*, 11(2), pp.436-437.

4) W. Ilg, D. Brötz, S. Burkard, M. A. Giese, L. Schöls, and M. Synofzik(2010), Long-term effects of coordinative training in degenerative cerebellar disease. *Movement Disorders* 25(13), pp.2239-2246.

5) U. Bultmann, D. Pierscianek, E. R. Gizewski, B. Schoch, N. Fritsche, D. Timmann, M. Maschke, and M. Frings(2014), Functional recovery and rehabilitation of postural impairment and gait ataxia in patients with acute cerebellar stroke. *Gait & Posture* 39(1), pp.563-569.

6) N. A. Bayona, J. Bitensky, K. Salter, and R. Teasell (2005). The role of task-specific training in rehabilitation therapies. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 12(3), pp.58-65.

7) I. J. Hubbard, M. W. Parsons, C. Neilson, and L. M. Carey (2009). Task-specific training: evidence for and translation to clinical practice. *Occupational Therapy International*, 16(3-4), pp.175-189.

8) 정승혜 (2016), 우리는 왜 춤을 추는가? 뇌 과학으로 이해하는 무용, 『무용예술학연구』. 60, pp.139-142.

9) S. Brown, M. J. Martinez, and L. M. Parsons(2006), The neural basis of human dance. *Cerebral Cortex* 16(8), pp.1157-1167.

댄스의 이러한 구성 동작들은 일반적인 물리치료 혹은 재활치료에서 활용하는 신체 활동에 비해 그 종류가 다양하며, 일상생활로의 전이 및 적용 가능성이 높은 특성을 지니므로, 참가자로 하여금 보다 다양한 도전 과제를 구체적으로 학습하도록 하는 것이다.¹¹⁾¹²⁾ 비록 아직까지 소뇌성 운동실조증 환자를 대상으로 댄스의 효과를 입증한 연구는 전무하지만, 소뇌성 운동 장애와 유사한 임상 증상을 보이는 산발성 올리브다리소뇌위축(sporadic olivopontocerebellar atrophy) 환자를 대상으로 제어적 요구 수준이 높은 과제를 연습하는 도전 지향적 움직임 훈련의 효과를 밝힌 연구를 통해 소뇌 환자에 대한 기능적 움직임 훈련의 효용성과 댄스 기반 운동 프로그램의 현실적 적용 가능성을 가늠할 수 있다.¹³⁾

최적의 재활 효과를 기대하기 위해서 가장 중요하게 고려되어야 할 점은 대상이 되는 환자의 장애 증상을 구체적으로 다룰 수 있는 댄스 장르를 선택해야 한다는 것이다. 그동안 댄스 기반 움직임 훈련을 적용한 선행 연구에서 가장 빈번히 활용되어 온 댄스 장르는 아르헨티나 탱고였다. 연구자들은 아르헨티나 탱고가 인간의 보행 형태와 매우 유사한 하지의 동작으로 구성되어 있으며 움직임의 개시와 종료가 빈번하고 일정한 박자와 리듬을 가진 음악을 바탕으로 하기 때문에 특별히 종종걸음(suffling gait), 서동증(bradykinesia), 그리고 움직임 동결(freezing of gait)을 주 증상으로 하는 파킨슨 환자들에게 효과적인 재활 요법이 될 수 있다고 밝혔다.¹⁴⁾¹⁵⁾ 또한 탱고는 파트너와 손을 잡고 여러 가지 동작을 수행하는 커플 댄스로 불안정한 자세와 균형 능력의 결손을 보이는 파킨슨 환자들에게 신체적 지지를 통한 균형적 도움을 제공 할 수 있는 특징을 지니고 있기 때문에 더욱 의미가 있다고 주장했다. 반면 다른 선행 연구에서는 이러한 커플 댄스가 모든 균형 장애 환자에게 긍정적인 영향을 미치는 것은 아니며 오히려 파트너에 대한 의존성을 높이고 재활 훈련의 효과를 감소시킬 수 있는 양면성을 지니고 있다고 밝히면서 환자의 운동 기능 수준에 따라 적절한 특성을 지닌 댄스 프로그램이 적용되어야 한다고 주장했다.¹⁶⁾ 이러한 점을 종합적으로 고려했을 때, 소뇌성 운동실조증 환자의 운동 기능 회복에 있어 댄스 기반 운동 프로그램을 보다 효과적인 치료적 도구로 활용하기 위해서는 소뇌 손상으로 인해 유발되는 운동 장애의 핵심적인 특성을 정확히 파악하고 그와 밀접한 운동학적 요소를 지니는 댄스 과제를 선정하는 것이 중요하다.

일반적으로 소뇌 환자들은 극심한 균형 결손과 더불어 넓은 보간 너비, 술에 취한 듯 한 걸음걸이를 나타내며 여타 운동장애 환자들에 비해 보행의 시·공간적 변인의 가변성이 매우 증가된 양상을 보인

-
- 10) S. Brown, and L. M. Parsons(2008), The neuroscience of dance. *Scientific American*, 299(1), pp.78-83.
- 11) M. E. Hackney, S. Kantorovich, R. Levin, and G. M. Earhart(2007), Effects of tango on functional mobility in Parkinson's disease: a preliminary study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31(4), pp.173-179.
- 12) 전미현 (2014). 소매틱적접근을 통한 움직임교육이 노인들의 몸(Soma)에 미치는 영향. 『무용예술학연구』 49, pp.101-121.
- 13) M. Landers, M. Adams, K. Acosta, and A. Fox (2009). Challenge-oriented gait and balance training in sporadic olivopontocerebellar atrophy: a case study. *Journal of Neurologic Physical Therapy* 33(3), pp.160-168.
- 14) M. E. Hackney and G. M. Earhart(2009), Effects of dance on movement control in Parkinson's disease: a comparison of Argentine tango and American ballroom. *Journal of Rehabilitation Medicine* 41(6), pp.475-481.
- 15) M. E. Hackney and G. M. Earhart(2010a), Effects of dance on balance and gait in severe Parkinson disease: a case study. *Disability and Rehabilitation* 32(8), pp.679-684.
- 16) M. E. Hackney and G. M. Earhart(2010b), Effects of dance on gait and balance in Parkinson's disease: a comparison of partnered and nonpartnered dance movement. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 24(4), pp.384-392.

다.¹⁷⁾¹⁸⁾ 또한 이러한 발 정치(foot placement)의 불규칙성은 느린 속도의 보행 중 더욱 확연히 증가한다고 알려져 있다.¹⁹⁾ 따라서 소뇌성 운동실조증 환자들을 대상으로 보행 재활 프로그램을 적용함에 있어서 느린 속도의 보행이나 일자 걷기(tandem gait)와 같이 하지의 섬세한 제어를 통해 규칙적이고 일관적으로 발을 정치하는 움직임 훈련을 제공하는 것은 매우 필수적이다.

이러한 점을 고려할 때 한국무용의 동작들은 다른 댄스 동작들과 비교하여 소뇌 환자들의 독특한 운동 장애 증상 개선에 더욱 효과적일 것이라 짐작할 수 있다. 한국 무용은 한국의 전통문화를 바탕으로 예로부터 전해져 오거나 만들어진 모든 종류의 춤으로 개별 동작은 ‘사위’라 일컬어지며 크게 상체 중심의 윗몸사위와 하체 중심의 아랫몸사위로 분류된다.²⁰⁾ 그 중에서도 아랫몸사위는 발과 발 사이를 좁게 놓고 서는 디딤사위와, 이 디딤사위를 기본 요소로 하여 다양한 방향으로 이동하는 동작인 디딤걸음사위를 대표적으로 포함한다. 먼저 디딤사위는 발의 뒤축부터 발 볼 그리고 발가락까지 순차적으로 눌러 닫는 3단 디딤을 의미하는데, 이는 뒤꿈치로 바닥을 밟아 선 수직력을 일정하게 유지하며 바닥을 지그시 누르는 동작으로 보행 패턴의 각 단계를 보다 천천히 정교하게 제어하는 능력을 요구하게 된다.²¹⁾ 더불어 디딤걸음사위는 따르는 발을 지지하는 발의 일직선 앞에 닫고 걸어 나가는 과정을 번갈아 반복하는 일자 걷기와 매우 유사한 패턴을 지닌 움직임으로 신체의 균형을 보다 안정적으로 제어하는 능력과 더불어 스텝과 스텝 간의 시·공간적 일관성을 유지하는 능력을 요구한다. 결과적으로, 이와 같은 한국 무용의 아랫몸사위 동작들은 주로 신체 무게 중심을 낮춰 안정을 도모하면서 하지의 움직임을 구체적이고 일관성 있게 조절하는 과정을 강조하므로, 특별히 소뇌 환자들에게서 관찰되는 운동 제어적 결손 양상과 구체적으로 관련이 깊다고 할 수 있는 것이다.

아직까지 이러한 한국무용의 보행 원칙 및 원리가 신경 질환에 따른 운동 장애 환자들에게 어떠한 영향을 미치는지에 대한 선행 연구는 없는 실정이지만, 호흡 방식, 동작 수행 시간, 전체적인 형태 측면 등에서 한국무용과 유사하다고 알려진 바 있는 중국의 태극권(혹은 타이치, Tai-chi)의 운동학적 효용성을 밝힌 선행 연구를 통해서 그 이론적 근거를 제시할 수 있다.²²⁾ 타이치는 본래 중국의 전통 무술에 기원을 둔 수련법이나 최근 호흡과 정신의 단련을 수반하는 정적 운동법으로 운동 장애 환자의 기능 회복에 있어 그 효용성을 널리 인정받아 왔다.²³⁾ 넓은 기저면, 낮은 무게 중심, 물이 흐르는 것과 같이 느리고 부드러운 움직임 등은 타이치의 주된 동작 요소로써 수행자의 체성 감각의 민감성과 신체 안정성 향상에 기여하는 것으로 알려졌으며 한 다리로서는 동작과 지속적으로 무게 중심을 이동하는 동작 등은

-
- 17) W. Ilg, H. Golla, P. Thier, and M. A. Giese (2007). Specific influences of cerebellar dysfunctions on gait. *Brain* 130(Pt3), pp.786-798.
- 18) W. Ilg, M. A. Giese, E. R. Gizewski, B. Schoch, and D. Timmann(2008), The influence of focal cerebellar lesions on the control and adaptation of gait. *Brain* 131(Pt11), pp.2913-2927.
- 19) R. Schniepp, M. Wuehr, C. Schlick, S. Huth, C. Pradhan, M. Dieterich, T. Brandt, and K. Jahn(2014), Increased gait variability is associated with the history of falls in patients with cerebellar ataxia. *Journal of Neurology*, 261(1), pp.213-223.
- 20) 허순선(2005), 『(한국의)춤사위와 무보틀』(서울: 형설출판사).
- 21) 태혜신(1995), 한국무용 3단 디딤걸음체 동작의 역학적분석, 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 22) 김형숙(2014), 여성노인 생활무용프로그램 개발을 위한 타이치 동작과 한국무용 동작의 비교: 근전도와 운동학적 분석. 『예술 교육연구』 12(3), pp.1-14.
- 23) Q. Gao, A. Leung, Y. Yang, Q. Wei, M. Guan, C. Jia, and C. He(2014), Effects of Tai Chi on balance and fall prevention in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* 28(8), pp.748-753.

균형 능력 및 신체 조정력 개선과 관련 있는 것으로 나타났다.²⁴⁾²⁵⁾ 특히, 여러 선행 연구는 타이치 수행 중 양 발을 넓게 벌리고 무릎을 굽혀 무게 중심을 낮고 느리게 이동하는 동작이 파킨슨 질환자와 같은 균형 결손 환자에게 안전하며 효과적이라고 언급했다.²⁶⁾ 이러한 타이치의 운동학적 효용성을 바탕으로 할 때, 한국무용의 아랫몸사위 중 호흡과 함께 무릎을 눌러 신체의 무게 중심을 낮추는 굴신 동작 또한 소뇌 환자들에게 타이치의 기마 자세와 기능적으로 유사한 효과를 미칠 것으로 기대할 수 있다. 이는 3단 디딤 걸음사위와 더불어 올바른 보행의 과정을 구체적인 움직임 단위로 나누어 천천히, 그리고 안정적으로 수행 할 수 있게 함으로써 환자가 발바닥으로부터 입력되는 감각 자극에 더욱 집중하고 독립적으로 움직임을 실시하는데 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 나아가, 한국의 전통 음악은 매우 온화하고 정적인 특성을 지니며 상황에 따라 매우 유동적으로 적용할 수 있는 장점이 있으므로 소뇌 환자들의 운동 기능 수준에 따라 속도의 느리기를 조절함으로써 환자 자신의 신체 움직임에 보다 의식적 주의를 기울이도록 하는데 비교적 적합하다고 할 수 있다.

이러한 근거를 바탕으로 본 연구에서는 높은 하지 제어력을 요구하는 한국무용의 다양한 아랫몸사위를 활용한 운동 프로그램의 적용이 소뇌 환자의 균형 및 보행 능력에 어떠한 영향을 미치는지 규명하고자 한다. 나아가 이러한 댄스 기반의 운동 요법이 소뇌 환자들의 신체 불안정성 및 낙상 발생과 높은 관련이 있다고 알려진 보행의 가변성을 감소시키는데 어떠한 영향을 미치는지 밝히는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 서울 소재의 K대학교 병원 신경과에 내원하여 퇴행적으로 소뇌의 신경 세포가 사멸하여 구조적 변성을 보이는 유전성 소뇌 위축증을 진단 받고 다양한 운동 장애를 나타내는 환자 8명(평균나이 57.5±6.1세; 남자 4명, 여자 4명)을 대상으로 실시했다. 모든 연구 대상자는 본 연구의 목적을 이해하고 자발적인 참가 의사를 밝힌 자들로 모집하였으며, 고려대학교 안암병원 연구윤리위원회의 승인을 받아 진행하였다. 또한 댄스 프로그램 참가에 앞서 한국형 간이 정신 상태 검사지(Mini-Mental State Examination)를 이용한 인지 상태 검사 결과 25점 이상으로 운동 훈련 및 실험에 정상적으로 참여할 수 있는 환자만을 본 연구의 대상으로 선정했다. 댄스 연습 중 발생할 수 있는 낙상의 가능성을 줄이고 환자들의 안전을 확보하기 위해 균형적 도움이나 보조 기구 없이 독립적인 10 m 보행이 가능한 환자를 대상으로 선정했으며, 소뇌 이외의 다른 뇌 병변이 있거나 댄스 훈련 및 기능 검사에 영향을 줄 수 있는 하지의 정형 외과적 문제를 지닌 환자는 연구 대상에서 제외했다. 더불어 본 훈련 프로그램 참가 이전에 무용 기반 움직임 훈련을 경험한 적이 있는 환자 역시 연구 대상에서 제외하였다. 참가자들이 기존에 실

24) S. M. Fong and G. Y. Ng(2006), The effects on sensorimotor performance and balance with Tai Chi training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 87(1), pp.82-87.

25) S. K. Gatts and M. H. Woollacott(2007), How Tai Chi improves balance: biomechanics of recovery to a walking slip in impaired seniors. *Gait & Posture* 25(2), pp.205-214.

26) W. W. Tsang(2013), Tai Chi training is effective in reducing balance impairments and falls in patients with Parkinson's disease. *Journal of Physiotherapy* 59(1), p.55.

시했던 일반적인 물리치료 혹은 개인 운동은 그대로 유지하도록 하였으며, 12주의 한국무용 기반 움직임 훈련 기간 동안 운동 일지를 작성하도록 하여 참가자의 운동량을 모니터링 하였다.

참가자들의 구체적인 개인적 특성은 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 각 참가자들의 개인적 특성

환자	나이	성별	유형	발병 기간
CA-1	55	여	ATUN	6년
CA-2	52	남	SCA6	15년
CA-3	57	여	OPCA	3년
CA-4	69	남	OPCA	7년
CA-5	66	여	ATUN	5년
CA-6	55	여	SCA3	5년
CA-7	50	남	OPCA	7년
CA-8	56	남	OPCA	6년

* SCA=spinocerebellar ataxia, 척수소뇌실조증; OPCA=olivopontocerebellar atrophy, 올리브교 소뇌위축; ATUN = atrophy with unknown origin, 원인불명의 비유전성 소뇌위축증

2. 한국무용 기반 움직임 훈련 프로그램(Korean dance based movement training)

본 연구의 한국무용 프로그램은 총 12주에 걸쳐 주 2일, 90분씩 실시되었으며, 10년 이상 한국무용을 전공하고 다년간의 강의 경력이 있는 무용 강사에 의해 진행되었다. 움직임 프로그램은 한국무용의 여러 춤사위 중에서도 선행 연구를 근거로 소뇌 질환자의 운동 장애 증상을 다루는데 적절하다고 판단되는 아랫몸사위 동작들을 위주로 구성되었으며, 강사는 참가자의 수행 능력이 향상되는 수준에 따라 단계적으로 다양한 윗몸사위를 추가하여 동작의 난도를 조절하였다(표 2).

수업이 시작되면 참가자들은 먼저 매트 위에 누운 상태에서 깊고 느린 흥·복식 호흡을 실시함으로써 몸과 마음을 가다듬고 본격적인 움직임 프로그램을 준비하였다. 더불어 관절 가동 범위의 증가와 신체 정렬의 인식을 위해 누운 자세에서 간단한 스트레칭과 심부근 운동을 실시하였다. 이어 참가자들은 매트 위에 서서 ‘땀고, 푸는’ 한국무용 특유의 호흡과 함께 무릎을 구부렸다 펴는 굴신 동작을 연습하였으며 참가자들이 굴신 동작에 익숙해짐에 따라 느린 속도의 음악에 맞춰 동작을 동기화하도록 지시했다. 특히, 이때 강사는 참가자들이 일정한 속도를 유지하며 무릎을 구부렸다 펴는 동작을 수행할 것을 강조하였으며, 점진적으로 다양한 윗몸사위를 추가하여 사지 협응 및 균형과 관련하여 보다 도전적인 과제를 수행할 수 있도록 도왔다. 이후에는 운동 기능 능력 수준에 따라 참가자들이 다양한 형태의 발정치를 포함하는 하지 동작들을 학습하도록 하였다. 한국무용의 아랫몸사위 중 한 발의 뒤꿈치로 바닥을 짚어 누르면 서는 동작(예, 발찍음사위), 한 발을 앞으로 넓게 디디며 무게 중심을 이동시키는 동작(예, 발건 넘사위) 등을 수행하도록 하였으며 전체 참가자들이 주어진 시간동안 반복적으로 수행하도록 하였다. 훈련 초기에는 환자 한명 당 한명 이상의 보조자와 부양자를 배치하여 개인의 기능 수준에 따라 연습할 수 있도록 하였으며, 부양자의 양 손을 잡고 발을 정치하거나 한 손으로 벽을 잡고 수행하도록 지시하였다. 이후에 동작에 대한 적응과 조절 능력이 향상됨에 따라 독립적인 움직임을 수행하도록 격려했으

며 다른 여러 참가자들과 함께 음악에 맞춰 동일한 동작을 수행하도록 지도하였다.

특히 이러한 아랫몸사위 훈련은 궁극적으로 한국무용의 걸음사위를 보다 안전하고 효과적으로 수행 하는데 있어 기본적으로 요구되는 신체 안정성과 무게중심 활용 능력 등을 향상시키는데 도움이 되는 과정이므로 참가자가 최대한 자신의 신체 감각과 무게중심의 변화에 대해 의식적 주의를 기울여 인식할 수 있도록 강조하였다. 더불어 이 과정 동안 한국무용의 기본 원칙이라고 할 수 있는 3단 디딤의 기본 원리를 제시함으로써 모든 아랫몸사위의 움직임은 보다 단계적으로 재학습할 수 있는 기회를 제공하였다. 강사는 한국무용의 3단 디딤을 발을 발등 방향으로 당겨(dorsiflexion) 발뒤꿈치를 지면에 착지시키는 1단계, 뒤꿈치에 이어 발바닥을 지면에 밀착시키며 체중을 전방으로 이동시키는 2단계, 그리고 무릎을 구부려 발바닥 전체로 바닥을 지그시 누르는 3단계로 구분하여 제시하였으며 모든 구간의 움직임을 참가자가 의식적으로 제어하도록 지도하였다.

이후에는 신체를 여러 방향으로 추진하는 걸음사위를 학습하였다. 독립적인 보행과 기본적인 균형 능력의 결손을 나타내는 소뇌성 운동실조증 환자들의 특성을 고려하여 학습 초기 단계에는 보행을 구성하는 각 움직임 요소에 집중하여 천천히 반복적으로 각 구간별 움직임을 수행하도록 지도하였다. 이때에도 마찬가지로 3단 디딤의 움직임 원리를 강조하여 천천히 신체를 이동하도록 함으로써 신체 추진력이나 가속력에 의지하기보다 입각기(stance phase)와 유각기(swing phase) 모든 구간에서 일어나는 신체 무게중심의 변화에 집중하여 의지적으로 조절하는데 초점을 맞추도록 지도하였다. 이러한 기본 이동 움직임이 익숙해짐에 따라 발을 밟았다 떼며 무게 중심을 전·후 방향으로 이동시키는 동작(예, 짓음사위)를 활용한 회전 동작과 한 다리로 중심을 잡는 동작(예, 발받침 사위) 등 보다 복잡하고 다양한 하지의 움직임 동작들을 활용하여 도전적이고 기능적인 움직임을 연습할 수 있도록 하였다. 모든 한국무용 기반 움직임 동작을 지도하는 동안 강사는 초기에 각 참가자의 기능 수준을 고려하여 개인적으로 충분히 학습할 수 있는 시간을 제공하였으며 이후에는 전 참가자들이 일정한 박자에 맞춰 하나된 움직임을 구성하여 통일성을 가질 수 있도록 격려했다.

훈련 동안 본 연구의 목적 및 방법에 대해 충분히 설명 받은 부양자 및 보조자를 환자 가까이 배치하여 낙상 사고 발생에 대비하였으며 환자의 요청이 있을 경우 충분한 휴식 시간을 제공하였다. 무용 음악은 국악의 장단 중 가장 느린 진양조 장단의 가야금 산조와 굿거리 장구 장단을 사용하여 소뇌 환자들이 부드럽고 느린 속도의 음악 박자에 맞춰 움직임을 수행할 수 있도록 하였다.

〈표 2〉 한국 무용 프로그램

수업 계획	활동 내용	동작 설명	목표
몸 풀기 15min	• 호흡, 신체 정렬 및 스트레칭	<ul style="list-style-type: none"> • 흉·복식 호흡 • 바른 자세 인식 • 고관절 스트레칭 • 어깨 관절 스트레칭 	<ul style="list-style-type: none"> • 관절 가동 범위 증가 • 수업을 위한 심신의 준비
한국 무용 45min	<ul style="list-style-type: none"> • 한국 무용의 호흡법 • 바른 자세로 서기 	<ul style="list-style-type: none"> • ‘들숨’과 ‘날숨’ 쉬기 • 호흡 맺고 풀기 • 양 발의 뒤꿈치를 서로 맞댄 상태로 바닥을 누르며 곧게 선다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 바른 신체 정렬 인식

	<ul style="list-style-type: none"> • 굴신과 씨사위 	<ul style="list-style-type: none"> • 무릎을 구부리며 한 손은 배꼽부위에, 다른 한 손은 등허리에 가게 놓는다. • 호흡과 함께 무릎을 펴며 양팔을 몸 옆쪽에 여덟 팔(八)자 형태로 뻗는다. • 무릎을 구부리며 다시 양 팔을 반대로 교차한다. (음악에 맞춰 반복) 	<ul style="list-style-type: none"> • 낮은 무게중심을 통한 안정성 확보
	<ul style="list-style-type: none"> • 굴신과 손바닥 · 등사위 	<ul style="list-style-type: none"> • 한 손은 손바닥이 하늘을, 다른 한 손은 손바닥이 바닥을 보도록 하여 지면과 수평하게 든다. • 들숨에 무릎을 펴고 날숨에 무릎을 구부리며 양 손 바닥을 반대로 뒤집는다. (음악에 맞춰 반복) 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 발찍음사위 	<ul style="list-style-type: none"> • 양 무릎을 구부렸다 펴면서 한 발의 발꿈치로 바닥을 찍고 선다. • 짝은 발을 제자리로 가져와 양발로 바닥을 지그시 누르며 굴신한다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 발벌림 · 발모듬사위와 뿌림 사위 (전 · 후, 좌 · 우) 	<ul style="list-style-type: none"> • 발과 발이 멀어지도록 한 발을 전 · 후, 좌 · 우 방향으로 벌려 선다. • 멀리 둔 발을 제자리에 모아 선다. • 발을 딛는 방향으로 몸통을 기울여 팔을 곧게 펴고 손목을 사용하여 전 · 후, 좌 · 우로 뿌린다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 방향으로의 무게 중심 활용
	<ul style="list-style-type: none"> • 모듬걸음사위 	<ul style="list-style-type: none"> • 한 발을 먼저 내어 딛고 따르는 발을 선행한 발 옆에 모아 선다. • 같은 방식으로 발을 번갈아 걷는다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 3단 디딤걸음사위 (전 · 후) 	<ul style="list-style-type: none"> • 발꿈치부터 발바닥, 발끝 순서로 한 발씩 옮겨가며 걷는다. • 뒤로 걸을 때는 발끝부터 발꿈치로 옮겨가며 딛는다. 	<ul style="list-style-type: none"> • ‘걷기’ 움직임의 단계적 재학습
	<ul style="list-style-type: none"> • 짓음사위와 회전 	<ul style="list-style-type: none"> • 한발의 뒤꿈치를 다른 발의 2/3 지점에 나란히 놓고 무게 중심을 전 · 후 방향으로 반복하여 이동한다. • 한 발을 축으로 회전하고 다른 발은 축이 되는 발 옆에 나란히 따라 디디며 위 동작을 반복한다. • 360도 회전하여 제자리에 서고 축이 되는 발을 바꾸어 반대 방향으로 반복한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 전신의 협응 및 균형 훈련
	<ul style="list-style-type: none"> • 발받침사위 	<ul style="list-style-type: none"> • 무릎을 구부려 발을 앞으로 든다. • 무릎의 높이는 점차 종아리 높이(발새받침)에서 엉덩이 높이(발큰받침)로 들어올린다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 한 다리 서기
	<ul style="list-style-type: none"> • 기본무 	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 윗몸사위를 추가하여 순서가 있는 하나의 연속적 움직임 루틴을 학습한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 음악과 움직임의 동기화 • 외부의 자극과 신체 감각의 통합적 처리 훈련
정리 운동 5min	<ul style="list-style-type: none"> • 근육 이완 • 대화를 통한 수업 관련 피드백 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 호흡을 정리 • 학습한 동작에 대한 복습 	<ul style="list-style-type: none"> • 자기평가 • 피드백 제공

3. 실험기구

본 연구에서는 소뇌성 운동실조증 환자들의 운동학적 특성을 정량적이고 객관적으로 측정·분석하기 위해 광학식 모션 캡처 시스템인 Optitrack(Natural Point, Inc, USA)을 사용하였다. 참가자는 이 측정 시스템과 연결된 21개의 마커가 부착된 전용 수트를 착용하였으며, 12개의 카메라를 통해 실시간으로 피험자의 움직임 정보를 수집하였다. 마커에서 반사된 영상이 2차원적으로 수집되었으며 이는 연결된 컴퓨터에 3차원적 움직임으로 입력되어 모션 캡처 소프트웨어인 Motive(Natural Point, Inc, USA)를 통해 처리되었다. 신체의 좌·우 방향은 x축, 전·후 방향은 y축, 상·하 방향은 z축으로 설정되었으며 수집된 자료는 C3D 파일로 변환된 후 Rdata2 프로그램을 통해 정량화된 수치로 분석되었다. 마커를 부착한 위치는 다음과 같다 : 양측 중족골두(first metatarsal heads); 양측 종골(calcanus); 양측 가쪽복사뼈(lateral malleolus); 양측 가쪽 대퇴 상과(lateral femoral epicondyle); 양측 골반능(pelvic crests); 복장뼈(sternum); 양측 견봉-쇄골 관절(acromio clavicular joints); 양측 가쪽 상과(lateral epicondyle); 척골경상돌기(ulnar styloid process); 양측 하악골각(mandible angle); 두정결절(top of head); 우측 견갑골(right shoulder blade).

4. 연구절차 및 측정변인

본 연구에서는 소뇌성 운동실조증 환자를 대상으로 한 12주의 한국 무용 기반의 움직임 프로그램이 그들의 운동 기능 회복에 어떠한 변화를 미치는지 알아보기 위해 움직임 치료 프로그램 중재 이전과 이후의 사전·사후 검사를 실시하는 A-B 설계를 기본으로 하였다. 운동 프로그램이 중재되기 이전기간(A)에 종속변인을 측정하고, 이러한 사전검사를 근거로 중재가 이루어진 후(B) 동일한 종속변인을 다시 측정하여 비교를 통한 분석을 실시하는 방식으로 선정된 운동 치료 프로그램의 효과를 검증하였다.

먼저, 균형 능력 검사에서는 눈을 뜬 조건과 감은 조건에서의 두 발 모아서기 시간, 한 다리 서기 시간 그리고 양 무릎을 구부렸다 펴며 한 다리로 중심을 잡는 한국무용식 한 다리 서기 시간을 측정하였다. 특히, 참가자의 전반적인 독립적 균형 능력 수준을 평가하기 위해 일자 서기(tandem stance) 시간을 측정하였다.

이어 보행 검사에서는 모션 캡처 시스템을 활용하여 환자들의 기본 보행 패턴의 특성을 측정하고 더불어 환자들의 신체 불안정성이 크게 증가한다고 알려진 바 있는 느리게 걷기 조건에서 나타나는 운동학적 변화를 측정하였다. 특히, 무용 프로그램 중재가 소뇌성 운동실조증 환자들의 보행 가변성 및 신체 안정성에 어떠한 영향을 미쳤는지 평가하기 위해 보행 중 관찰되는 신체 무게 중심(Center of mass; COM)의 이동 범위와 가변성의 크기를 측정하였다. 환자의 보행 경로는 길이 8m, 너비 1.7m로 설정하였으며, 각 검사 항목 당 4회 시행을 기준으로 실시하였다. 또한, 참가자의 안전을 위해 부양자 혹은 실험 보조자를 배치하여 낙상 등의 돌발적인 상황에 대비하였으며, 기본적으로 균형 능력 검사와 보행 능력 검사 중간과 참가 환자의 요청이 있을 경우 휴식 시간을 제공하였다.

본 연구의 주된 측정 변인 및 자료 수집 과정은 다음과 같다.

가. 보행(gait)

참가자의 보행 능력을 검사하기 위해 두 가지 조건; (1)앞으로 걷기(normal gait), (2)느리게 걷기(slow gait) 에서 다음 변인들을 측정하였다: 보폭 길이(step length)는 보행 주기 중 양 하지 지지기에서 선행하는 발의 뒤꿈치에서 따르는 발의 발가락 끝까지의 거리(cm)로 측정하였으며 그 가변성의 크기는 각 걸음에서 측정된 수치의 표준편차를 근거로 계산하였다. 보간 너비(step width)는 보행 주기 중 양 다리 지지기에서 양발의 중족골 사이의 수평적 가로 너비(cm)로 측정하였으며 그 가변성의 크기는 걸음간 표준편차로 측정하였다. 전·후 방향의 무게 중심(Anterior and Posterior COM; A/P COM) 관련 변인으로는 보행 중 걸음과 걸음 간의 전·후 방향에서의 무게 중심의 이동 범위와 그 가변성의 크기를 표준편차값으로 측정하였다. 좌·우 방향의 무게 중심(Medial and Lateral COM; M/L COM) 관련 변인으로는 보행 중 걸음과 걸음 간의 좌·우 방향에서의 무게 중심의 이동 범위와 그 가변성의 크기를 표준편차값으로 측정하였다. 더불어 보행 중 한 다리로 신체를 지지하는 동안의 평균 시간을 나타내는 한 다리 지지 시간(single stance time)과 걸음 간 나타난 그 가변성 크기를 표준편차값으로 측정하였으며, 양 다리로 신체를 지지하는 동안의 평균 시간을 의미하는 양 다리지지 시간(double stance time)과 걸음과 걸음 간 그 가변성의 크기 역시 표준편차값으로 측정하였다.

나. 균형(balance time)

참가자의 균형 능력을 검사하기 위해 다음 변인들을 측정하였다: 두 발 모아 서기 시간(feet together stance time)은 참가자가 두 발을 모아 선 상태에서 신체의 안정성을 유지할 수 있는 시간으로 기록하였다. 양 발의 뒤꿈치와 엄지발가락이 완전히 맞닿게 서도록 하여 검사 시작 시점부터 발이 지면에서 떨어질 때까지의 시간을 측정하였으며, 눈 감고 서기와 눈 뜨고 서기, 두 조건에서의 균형 능력을 검사하였다. 한 다리 서기 시간(single stance time)은 참가자가 한쪽 발을 들고 지지하는 반대쪽 발로 신체 안정성을 유지할 수 있는 시간으로 측정하였다. 한쪽 발을 지면에서 떼는 시점부터 다시 바닥에 닿는 순간까지의 시간을 기록하였으며, 양 발을 번갈아 시행하였다. 한국무용 기반 한 다리 서기 시간(Korean dance based single stance time)은 참가자가 양 무릎을 구부려 굴신 자세로 앉은 뒤 무릎을 펴서 일어나는 동시에 한 다리를 들고 균형을 유지할 수 있는 시간으로 기록하였다. 한쪽 발이 지면에서 들리는 시점부터 다시 바닥에 떨어지는 순간까지의 시간을 측정하였으며, 양 발을 번갈아 시행하였다. 일자 서기 시간(tandem stance time)은 참가자가 두 발을 앞뒤에 나란히 놓고 선 상태에서 신체의 안정성을 유지할 수 있는 시간으로 기록하였다. 참가자가 본인의 한쪽 발을 반대쪽 발 앞에 붙이고 서서 완전히 일직선 상태를 유지하게 하고 검사 시작 시점부터 발이 지면에서 떨어질 때까지의 시간을 측정하였다. 모든 변인에 대한 검사 시간은 최대 30초로 설정하였다. 모든 측정은 각 4회 측정하였으며 검사 시 불완전한 준비로 정확한 동작 유지에 실패할 경우 다시 실시하도록 하였다.

5. 자료분석

연구대상자의 정규성 분포검정을 위하여 샤피로-윌크(Shapiro-Wilk) 검정방법을 실시하였으며, 수집된 자료는 SAS 9.1 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하여 분석하였다. 정규성 검증

을 통해 모든 변수들이 정규분포 가정을 만족하는 것으로 나타났으며, 균형 및 보행과 관련된 정량적 운동학적 데이터는 대응표본 t 검정(paired sample t-test)을 사용하여 검증하였다. 통계학적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

III. 연구 결과

본 연구 참가자들의 한국무용 기반 움직임 훈련 참가 전과 후에 실시한 균형 및 보행 능력 평가에서 측정된 측정변인들의 결과값은 <표 3>과 같다.

<표 3> 한국무용 기반 움직임 훈련 중재 전과 후의 운동기능 변화 양상

측정변인	사전 mean(standard error)	사후 mean(standard error)
좌·우측 무게중심 이동범위(cm)		
기본 보행	11.94 (0.61)	6.74 (0.48)**
느린 속도 보행	14.26 (0.68)	11.29 (0.45)**
좌·우측 무게중심 이동범위의 가변성(cm)		
기본 보행	3.21 (0.22)	2.03 (0.16)**
느린 속도 보행	3.58 (0.31)	2.58 (0.14)**
전·후측 무게중심 이동속도(cm/s)		
기본 보행	149.9 (6.42)	129.8 (24.63)
느린 속도 보행	107.0 (9.06)	95.54 (6.19)
전·후측 무게중심 이동속도의 가변성(cm/s)		
기본 보행	41.23 (3.76)	30.82 (2.63)*
느린 속도 보행	35.78 (3.59)	28.49 (1.95)
보폭 길이(cm)		
기본 보행	77.01 (1.79)	49.20 (2.89)**
느린 속도 보행	37.82 (2.22)	42.13 (2.20)
보폭 너비(cm)		
기본 보행	21.57 (0.67)	16.42 (2.20)*
느린 속도 보행	3.06 (0.32)	4.66 (1.01)
보폭 길이의 가변성(cm)		
기본 보행	11.90 (0.95)	8.65 (0.50)**
느린 속도 보행	9.84 (0.77)	7.27 (0.55)**
보폭 너비의 가변성(cm)		
기본 보행	3.61 (0.32)	2.06 (0.25)**
느린 속도 보행	1.10 (0.08)	1.17 (0.06)

한 다리 지지 시간(ms)		
기본 보행	368.6 (18.67)	444.8 (15.11)**
느린 속도 보행	632.2 (21.54)	931.2 (109.4)**
양 다리 지지 시간(ms)		
기본 보행	576.6 (47.25)	669.6 (100.8)
느린 속도 보행	1159.0 (80.74)	1405.2 (74.93)*
한 다리 지지 시간의 가변성(ms)		
기본 보행	71.04 (6.32)	66.43 (4.53)
느린 속도 보행	222.8 (28.99)	97.72 (7.13)**
양 다리 지지 시간의 가변성(ms)		
기본 보행	199.4 (32.67)	153.7 (8.43)
느린 속도 보행	703.6 (71.35)	455.2 (33.69)**
일자 서기 시간(s)	3.94 (0.98)	13.23 (3.09)**
한 다리 서기 시간(s)	2.03 (0.44)	3.23 (0.45)
한국무용 기반 한 다리 서기 시간(s)	1.66 (0.53)	2.62 (0.69)
두 발 모아서기/눈 뜬 조건(s)	25.66 (2.86)	27.14 (2.85)
두 발 모아서기/눈 감은 조건(s)	22.34 (3.09)	26.05 (2.63)

*모든 결과값은 평균과 표준오차로 제시 되었음. *P< .05, **P< .01.

1. 신체 무게 중심의 변화

좌·우측 무게중심(M/L COM displacement). 12주간의 한국무용 기반 움직임 훈련 중재 후 참가자들의 좌·우측 무게중심의 범위가 기본 보행과[pre:11.94(0.61), post:6.74(0.48), $p<.01$] 느린 속도 보행 조건[pre:14.26(0.68), post:11.29(0.45), $p<.01$] 모두에서 유의하게 감소하였으며, 걸음 간 무게중심 범위의 가변성 또한 기본 보행과[pre:3.21(0.22), post:2.03(0.16), $p<.01$] 느린 속도 보행 조건[pre:3.58(0.31), post:2.58(0.14), $p<.01$] 모두에서 감소한 것으로 나타났다.

전·후측 무게중심 이동속도(A/P COM velocity). 참가자들의 전·후측 무게중심의 이동속도는 기본 보행과 느린 속도 보행 조건 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 전·후측 무게중심 이동속도의 가변성은 기본 보행 조건에서 유의하게 감소한 것으로 나타났으며[pre:41.23(3.76), post:30.82(2.63), $p=.027$] 느린 속도 보행 조건에서는 감소한 경향을 보였다($p=.079$)(그림 1).

2. 보행 관련 변인의 변화

보폭 길이(step length). 12주간의 한국무용 기반 움직임 훈련 중재 후 참가자들의 보폭 길이는 기본 보행 조건에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다[pre:77.01(1.79), post:49.20(2.89), $p<.01$]. 걸음 간 보폭 길이의 가변성은 기본 보행과[pre:11.90(0.95), post:8.65(0.50), $p<.01$] 느린 속도 조건의 보행[pre:9.84(0.77), post:7.27(0.55), $p<.01$] 모두에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

보폭 너비(step width). 12주간의 움직임 훈련 중재 후 실시한 사후 평가에서 참가자들의 보폭 너비는 기본 보행 조건에서 유의하게 감소한 것으로 나타났으며[pre:21.57(0.67), post:16.42(2.20),

$p=.029$], 걸음 간 보폭 너비의 가변성 또한 기본 보행 조건에서 통계적으로 유의한 감소를 보였다 [pre:3.61(0.32), post:2.06(0.25), $p<.01$](그림 2).

한 다리 지지 시간(single stance time). 보행 주기에서 한 다리 지지기의 시간은 사전 검사에 비해 기본 보행과[pre:368.6(18.67), post:444.8(15.11), $p<.01$]. 느린 속도 조건의 보행[pre:632.2(21.54), post:931.2(109.4), $p<.01$] 모두에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 걸음과 걸음 간 한 다리 지지 시간의 가변성은 느린 속도 조건의 보행에서 유의한 변화를 보였다[pre:222.8(28.99), post:97.72(7.13), $p<.01$].

양 다리 지지 시간(double stance time). 한국무용 기반 움직임 훈련 중재 후 실시한 사후검사에서 참가자들의 보행 주기 중 양 다리 지지기의 시간은 느린 속도의 보행 조건에서 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다[pre:1159.0(80.74), post:1405.2 (74.93), $p=.029$]. 걸음 간 양 다리지지 시간의 가변성 역시 느린 속도 조건의 보행에서 유의한 감소를 보였다[pre:703.6(71.35), post:455.2(33.69), $p<.01$](그림 4).

3. 균형 관련 변인의 변화

일자 서기 시간(tandem stance time). 한국무용 기반 움직임 훈련 중재 후 참가자들의 일자 서기 시간은 사전 검사에 비해 사후 검사에서 통계적으로 유의한 증가를 나타냈다[pre:3.94(0.98), post:13.23(3.09), $p<.01$](그림 3).

한 다리 서기 시간(single stance time). 12주간의 한국무용 기반 움직임 훈련 중재 후 참가자들의 한 다리 서기 시간은 유의한 차이를 나타내지 않았다.

한국무용 기반 한 다리 서기 시간(single Korean dance stance time). 12주간의 한국무용 기반 움직임 훈련 중재 후 참가자들의 한국무용 기반 한 다리 서기 시간은 유의한 차이를 나타내지 않았다.

두 발 모아 서기(feet together stance time). 참가자들은 12주간의 한국무용 기반 움직임 훈련 중재 후 눈을 뜬 조건과 감은 조건의 두 발 모아서기 검사에서 유의한 향상을 나타내지 않았다.

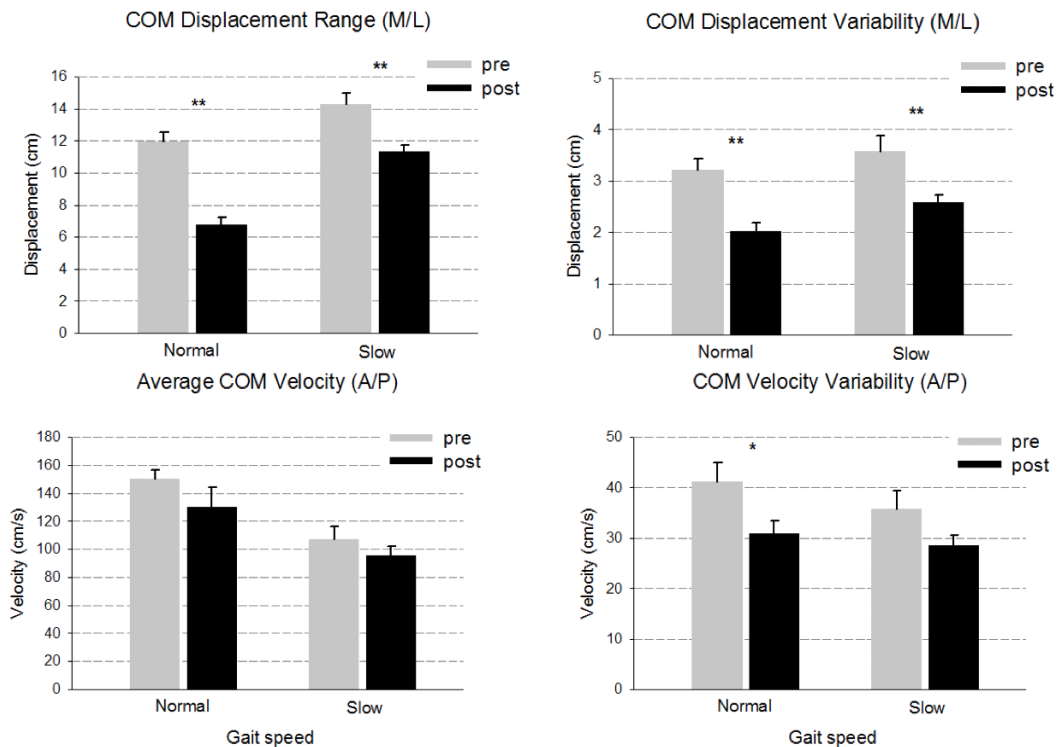
IV. 논 의

본 연구는 소뇌성 운동실조증 환자들을 대상으로 한 한국무용 기반 운동프로그램의 잠재적 효과와 적용 가능성을 밝히고자 하였다. 지금까지 이루어져 온 여러 선행 연구들에 대한 고찰을 바탕으로 치료적 무용 훈련과 소뇌 손상에 의해 야기되는 운동 손상에 대한 다양한 과학적 근거들을 종합해볼때, 본 연구자는 한국 무용의 기본적인 움직임 구성 요소가 소뇌 질환과 특별히 밀접한 관련을 지니는 보행 결손 증상에 긍정적인 영향을 미칠 것이라 추측할 수 있었다. 본 연구에서 소뇌 환자들에게 적용한 한국무용 기반의 운동프로그램은 소뇌성 운동실조증의 독특하고 두드러진 운동 장애 증상을 완화하는데 초점을 맞추었으며, 특히 넓은 기저면, 시·공간적 가변성이 증가된 보행 패턴과 같은 운동실조성 보행 장애의 구체적인 증상에 집중하였다. 댄스 움직임 훈련의 주요한 원리는 환자들이 자신의 체성감각에 주의를 기울임으로써 신체 움직임의 구체적인 제어 과정을 의식적으로 조절하도록 하는 데 두었다. 그 결과, 본

연구의 모든 환자들은 12주의 한국무용 기반 운동프로그램 참가 후 대부분의 보행 능력 검사와 일부 균형 능력 검사에서 유의한 향상을 나타냈다.

1. 보행 중 신체무게중심의 이동범위와 가변성의 변화

소뇌 손상은 불규칙하고 부정확한 움직임 패턴을 특징으로 하는 운동실조증을 야기하며 이는 소뇌 환자의 자세 제어 및 사지 기능 손상과 밀접한 관련이 있다. 소뇌 환자들이 보행 중 넓은 보간 너비와 불규칙한 발정치를 나타내며 비틀거리고 불안정한 모습의 운동 제어 양상을 보인다는 사실은 여러 선행 연구들을 통해 잘 알려져 있다. 특히 여타 다른 신경계 장애 환자와 비교했을 때, 소뇌 환자들의 경우 큰 폭으로 가변성이 증가된 보행 패턴을 나타낸다는 점을 특징으로 한다.²⁷⁾ Hudson과 Krebs (2000)은 소뇌 기능 이상 환자들의 보행 중 신체무게중심의 이동 범위와 속도에서 높은 가변성이 관찰되었다고 밝힌 바 있다.²⁸⁾ 이는 소뇌 환자들이 보행 중 신체무게중심을 제어하는 감각 운동 처리 과정에 있어 어려움을 겪는 다는 것을 의미한다.



〈그림 1〉 좌·우측 무게중심 이동범위(M/L COM displacement), 좌·우측 무게중심 이동범위의 가변성 (variability of M/L COM displacement), 전·후측 무게중심 이동속도(A/P COM velocity), 전·후측 무게중심 이동속도의 가변성(variability of A/P COM velocity)

27) G. Ebersbach, M. Sojer, F. Valldeoriola, J. Wissel, J. Müller, E. Tolosa, and W. Poewe(1999), Comparative analysis of gait in Parkinson's disease, cerebellar ataxia and subcortical arteriosclerotic encephalopathy, *Brain* 122(Pt 7), pp.1349-1355.

28) C. C. Hudson and D. E. Krebs(2000), Frontal plane dynamic stability and coordination in subjects with cerebellar degeneration, *Experimental Brain Research* 132(1), pp.103-113.

12주간의 한국무용 참가 후, 본 연구에 참가한 환자들의 신체무게중심 이동 범위와 그 가변성이 기본 보행 및 느린 보행 속도 조건에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이는 한국무용에 기반을 둔 집중적 움직임 훈련이 그들의 자세 불안정을 완화하고 보다 안정적으로 신체 추진력과 무게중심을 조절하면서 하지 움직임을 제어하는 능력을 향상 시킨 것으로 볼 수 있다. 더 중요한 사실은 이러한 훈련 효과가 신체의 전·후 방향과 비교했을 때, 좌·우 방향에서 더 뚜렷하게 나타났다는 점이다. 지금까지 좌·우 방향의 신체무게중심의 위치 정보가 신체 불안정 및 낙상의 위험과 더욱 관련 있다는 사실은 꾸준히 밝혀진 바 있다.²⁹⁾³⁰⁾³¹⁾ 실제로 연구자들은 보행 중 소뇌 환자들의 신체무게중심 이동 범위와 그 속도의 가변성이 신체의 좌·우 방향에서 더욱 크게 증가했다고 주장했으며, 이러한 좌·우 방향에서의 신체 안정 한계(margin of stability) 감소는 외부적인 간섭에 버티는 신체의 강직성 그리고 동적 안정성 결손과 관련이 있다고 밝혔다.³²⁾ 따라서 12주의 움직임 훈련 중재 후 환자들의 신체무게중심 이동 범위와 그 가변성이 기본 보행 및 느린 보행 속도 조건에서 유의하게 감소한 사실은 한국무용을 기반으로 한 운동 프로그램이 소뇌성 운동실조증 환자들의 동적 균형과 신체 안정성에 잠재적인 효과성을 지니고 있다는 점을 시사 하는 근거가 된다고 할 수 있다. 그동안 아르헨티나 탱고, 살사, 그리고 발레 등과 같은 댄스의 동작 요소들을 활용하여 다양한 참가자들의 이동 운동 기능의 회복을 도모한 연구는 꾸준히 진행되어 왔다. 하지만 양 발을 좁혀 걷는 디딤걸음사위와 3단 디딤 등은 한국무용이 가지는 고유하고 독특한 운동학적 요소로써 특별히 넓은 보간 너비와 좌·우 방향에서의 높은 불안정성을 보이는 소뇌성 운동실조증 환자들에게 매우 효과적인 중재법이 된 것으로 볼 수 있다.

더 나아가 이러한 결손 증상 및 운동학적 특성의 변화는 느린 속도의 보행에서 더욱 뚜렷하게 드러난다고 알려져왔다.³³⁾ 일반적으로 보행의 속도가 감소하면 신체 제어와 관련된 요인들이 급격히 변화함에 따라 신체무게중심이 외측으로 과도하게 치우치는 양상을 보인다.³⁴⁾³⁵⁾ 선행 연구에서는 이와 관련하여 느린 속도의 보행, 좌·우 방향의 신체무게중심 가변성, 그리고 낙상 위험 사이의 상관관계를 증명한 바 있다.³⁶⁾ Jansen 등(2014)은 느린 속도의 보행은 좌·우 방향의 신체무게중심 이동범위를 증가시키고 이러한 변화는 인간의 보행과 관련된 중력과 근육 활동 사이에서의 평형을 유지하기 위해 더 높은 수준의 근 협응 패턴을 요구하게 된다고 밝혔다. 이러한 연구 결과들을 바탕으로 할 때, 본 연구에 참가

-
- 29) A. L. Hof, M. G. Gazendam, and W. E. Sinke(2005), The condition for dynamic stability, *Journal of Biomechanics* 38(1), pp.1-8.
- 30) J. O. Judge, S. Ounpuu, and R. B. Davis(1996), Effects of age on the biomechanics and physiology of gait, *Clinics in Geriatric Medicine*, 12(4), pp.659-678.
- 31) B. E. Maki(1997), Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear, *Journal of the American Geriatrics Society* 45(3), pp.313-320.
- 32) S. M. O'Connor and A. D. Kuo(2009), Direction-dependent control of balance during walking and standing, *Journal of Neurophysiology* 102(3), pp.1411-1419.
- 33) M. Wuehr, R. Schniepp, J. Ilmberger, T. Brandt, and K. Jahn(2013), Speed-dependent temporospatial gait variability and long-range correlations in cerebellar ataxia, *Gait & Posture* 37(2), pp.214-218.
- 34) K. Jansen, F. De Groot, J. Duysens, and I. Jonkers(2014), How gravity and muscle action control mediolateral center of mass excursion during slow walking: a simulation study, *Gait & Posture* 39(1), pp.91-97.
- 35) M. S. Orendurff, A. D. Segal, G. K. Klute, J. S. Berge, E. S. Rohr, and N. J. Kadel(2004), The effect of walking speed on center of mass displacement, *Journal of Rehabilitation Research Development* 41(6A), pp.829-834.
- 36) A. R., den Otter, A. C. Geurts, T. Mulder, and J. Duysens(2004), Speed related changes in muscle activity from normal to very slow walking speeds, *Gait & Posture* 19(3), pp.270-278.

한 환자들이 한국무용 기반의 움직임 훈련에 참가한 후 느린 속도의 보행 중 좌·우 방향의 신체무계중심 이동범위와 가변성에서 유의한 감소를 나타낸 것은 소뇌 손상 환자들의 재활 관련 연구에 있어 임상적으로 의미 있는 자료를 제공하는 것이라 할 수 있다.

신체무계중심의 유의한 변화는 특별히 한국무용의 구체적인 동작 연습에 따른 결과라 볼 수 있다. 움직임 훈련 동안 환자들은 한국무용 동작 원리를 충실히 수행하기 위해 그들의 체간 경사 및 불안정, 좌·우측 방향에서의 발 사이 간격을 최대한 줄여서 동작을 실시할 것을 요구받았으며 동작 오류의 빈도를 최소화 할 것을 지시 받았다. 특히 다른 댄스 장르와는 달리 신체 기저면을 좁혀 천천히 걷도록 하는 한국무용식 보행 패턴을 구체적으로 학습했으며 강사는 그들이 다양한 체성감각에 의식적 주의를 기울여 스스로 자신의 신체무계중심을 조절하여 움직일 수 있도록 격려했다. 이러한 과정을 통해 환자들은 훈련 내내 보행 변인들의 시·공간적 가변성을 의도적으로 조절하여 신체 전반을 제어하는 기회를 가질 수 있었던 것으로 보인다.

보행 중 관찰한 신체무계중심의 전·후 방향 속도에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 전·후 방향에서의 속도 가변성은 일반 보행 조건에서 유의한 차이를 나타냈으며 느린 속도 조건에서 감소한 경향을 나타냈다. 선행 연구에 따르면 소뇌 손상은 특히 시간적 측면의 움직임 제어에서 독특한 기능 장애를 나타내는 것을 알 수 있다. 이는 인간 운동 과정 중 조율기(pacemaker) 역할을 하는 소뇌의 이상에 의해 발현되는 운동 장애 증상일 수 있으며, 더불어 감각 통합 장애에 의한 가능성도 제기된 바 있다. 실제로 여러 연구들은 하지를 일정한 위치에 배치하는 과제 혹은 손가락 두드리기(tapping) 과제 검사를 통해 소뇌 환자들이 움직임의 시간적 조절 및 규칙적 동작 제어에 어려움이 있다고 밝힌 바 있다. Wuehr 등(2013)은 속도가 변화된 조건에서 소뇌 환자들의 시상면(sagittal)에서의 가변성이 증가했다고 주장했다. 종합해볼 때, 사후 검사에서 관찰된 전·후 방향의 속도 가변성 감소는 참가 환자들이 한국무용 훈련을 통해 전면으로 움직이고 있는 신체를 어떻게 조절해야하는지에 대해 재학습 할 수 있었다는 점을 시사한다. 특히 한국무용 훈련은 규칙적인 박자의 음악을 배경으로 사용함으로써 소뇌 환자들의 일관된 동작 제

어에 도움을 주었을 것으로 사료되며 모든 동작 훈련의 기본이 되는 한국무용의 3단 디딤 동작 원리는 그들이 전면으로 신체무계중심을 이동하는 동안 의식적 주의를 기울여 일정한 속도로 하지의 각 관절을 제어하는데 도움을 주었을 것으로 추측할 수 있다.³⁷⁾

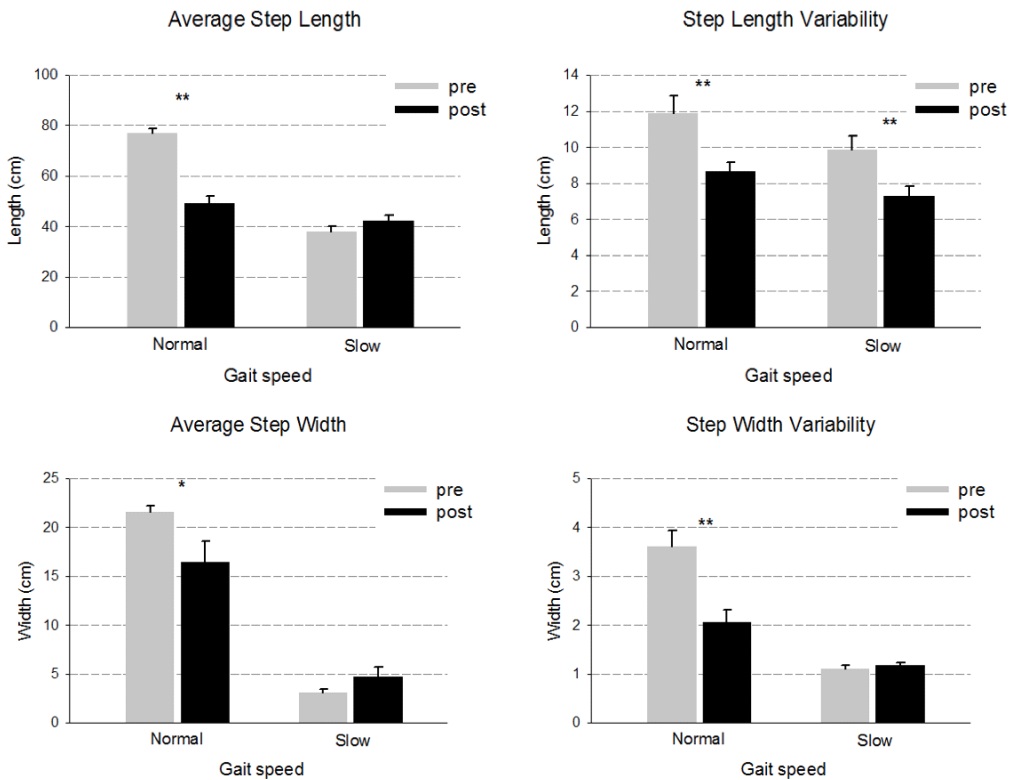
2. 균형 및 보행 관련 변인의 변화

소뇌 손상에 있어 환자 개개인에게 나타나는 기본적인 보행 변인의 시·공간적 양상은 매우 다양하다.³⁸⁾ 그럼에도 불구하고 소뇌성 운동실조증은 여러 연구를 통해 증가된 보간 너비를 동반한 불안정한 걸음을 나타내는 것으로 특징지어 졌다.³⁹⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾ 다른 신경계 운동 장애 환자와 소뇌 환자를 비교한

37) 김명희(2012), 통합무용치료의 접근 방법론 연구: 문학, 음악, 명상 요소와의 통합을 중심으로, 『무용예술학연구』 37, pp.1-26.

38) S. M. Morton and A. J. Bastian(2007), Mechanisms of cerebellar gait ataxia, *Cerebellum* 6(1), pp.79-86.

39) H. C. Diener, J. Dichgans, M. Bacher, and B. Gompf(1984), Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar diseases, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 57(2), pp.134-142.



〈그림 2〉 보폭 길이(step length), 보폭 길이의 가변성(step length variability), 보폭 너비(step width), 보폭 너비의 가변성(step width variability)

연구에 따르면, 소뇌 환자들은 특별히 스텝의 시·공간적 가변성이 증가한 양상을 나타낸다. 다른 선행 연구에서는 소뇌 손상으로 인한 운동실조증 환자들이 짧은 보폭 길이, 부정확한 발받치 타이밍, 양 발치 지 시간의 증가 등을 보인다고 밝혔다.⁴²⁾⁴³⁾

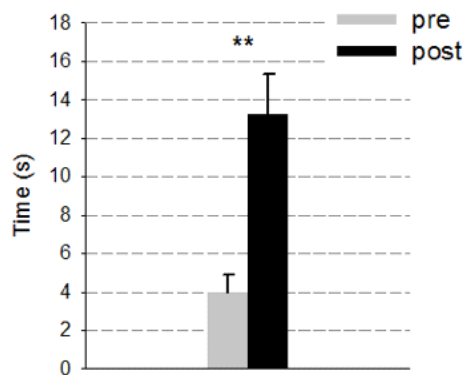
본 연구에 참가한 소뇌 환자들 또한 초반에는 하지를 적절히 제어하고 동적 균형을 유지하는데 큰 어려움을 보였다. 그들의 보행 패턴은 불규칙적이었으며 변동이 심했다. 사전 검사 결과에 따르면 그들은 긴 보폭 길이와 넓은 보간 너비를 나타냈다. 비록 기존의 연구들의 경우 소뇌 손상 환자들이 보행 중 짧아진 보폭 길이를 나타내는 것이 전형적인 장애 증상이라고 언급했으나, 본 연구에 참가한 환자들은 선행 연구에서 밝힌 건강한 대조 집단의 보폭 길이보다 더 긴 길이를 나타냈다. Young과 Dingwell (2012)은 이와 같이 긴 보폭과 넓은 보간 너비를 사용하여 걷는 움직임 패턴은 전·후 및 좌·우 방향의 안정가변성 증가와 밀접한 관련이 있다고 주장했다.⁴⁴⁾ 이러한 연구적 증거들은 고려할 때, 본 연구의 참가자

40) M. Hallett and S. G. Massaquoi(1993), Physiologic studies of dysmetria in patients with cerebellar deficits, *The Canadian Journal of Neurological Sciences* 20(3), pp.83-92.
 41) S. M. Morton, G. S. Dordevic, and A. J. Bastian(2004), Cerebellar damage produces context-dependent deficits in control of leg dynamics during obstacle avoidance, *Experimental Brain Research* 156(2), pp.149-163.
 42) J. Stephenson, T. Zesiewicz, C. Gooch, L. Wecker, K. Sullivan, I. Jahan, and S. H. Kim(2015), Gait and balance in adults with Friedreich's ataxia, *Gait & Posture*, 41(2), pp.603-607.
 43) H. Stolze, S. Klebe, G. Petersen, J. Raethjen, R. Wenzelburger, K. Witt, and G. Deuschl(2002), Typical features of cerebellar ataxic gait, *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 73(3), pp.310-312.

들은 모두 독립적으로 보행이 가능한 환자였음에도 불구하고 운동실조증에 따른 보행 장애의 증상이 심각하며 특히 보행 패턴의 질적인 측면에서의 이상이 뚜렷한 상태였다는 것을 알 수 있다.

그럼에도 불구하고, 본 연구의 사후 결과는 보행 및 균형 훈련에 초점을 맞춘 한국무용 기반의 움직임 훈련 프로그램이 소뇌 환자들의 기능 회복에 긍정적인 영향을 미쳤다는 사실을 증명한다. 총 12주의 움직임 훈련 후 소뇌 환자들의 보폭 길이, 보간 너비 그리고 그들의 가변성이 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 앞서 언급한 바와 같이 보행 관련 변인들의 특성과 가변성이 개인의 동적 안정성과 관련된다는 연구 결과들을 고려할 때 이러한 개선은 임상적으로 매우 의미 있는 결과라 할 수 있다. 한국무용은 그것이 지니는 고유한 움직임 특성 상 소뇌 환자의 독특한 운동장애 특성을 구체적으로 고려한 운동 프로그램의 설계가 가능하다는 장점이 있다. 그동안 치료적 효용성을 증명해온 다른 댄스 장르와 비교할 때 한국무용의 아랫몸사위 동작 요소들은 수행자가 동작을 수행하는 동안 보행 패턴의 시간간격 일관성을 조절하고 움직이는 신체를 안정적으로 유지하는 데 있어 더 도전적인 환경에 노출되도록 한다. 따라서 강사는 훈련 동안 이러한 하지 움직임에 초점을 맞춘 동작을 선정하여 제공하였으며 특히 한국무용의 기본 동작 중 높은 수준의 동적 균형 능력을 요구하는 3단 디딤(steping)과 디딤걸음(walking)을 중점적으로 제시했다. 그 중에서도 디딤걸음은 일자 걷기 와 유사한 운동학적 특성을 가진 움직임으로 소뇌 환자들에게 마치 평균대 위를 걷는 것처럼 그들의 한발을 다른 발 바로 앞에 붙여 놓고 딛도록 지시했다. 더불어 환자들이 신체 균형 장애 상태를 보상하기 위해 빠른 속도로 걷게 되는 경우, 의식적으로 그들이 자신의 신체무게중심을 천천히 조절하여 앞으로 나아가도록 격려했다. 전체적인 훈련의 목적은 환자들의 보간 너비를 감소시키고 보행의 시·공간적 규칙성을 회복하는데 두었다. 결과적으로 이러한 훈련 과정을 통해 환자들의 보행 변인에서 통계적으로 유의한 개선이 나타난 것은, 한국무용 기반 운동프로그램이 소뇌 환자들의 실조성 운동장애에 과제특수적 효과를 미친 것이라 할 수 있다.

Balance - Tandem Stance



〈그림 3〉 일자 서기 시간(tandem stance time)

44) P. M. McAndrew Young and J. B. Dingwell(2012), Voluntarily changing step length or step width affects dynamic stability of human walking, *Gait & Posture* 35(3), pp.472-427.

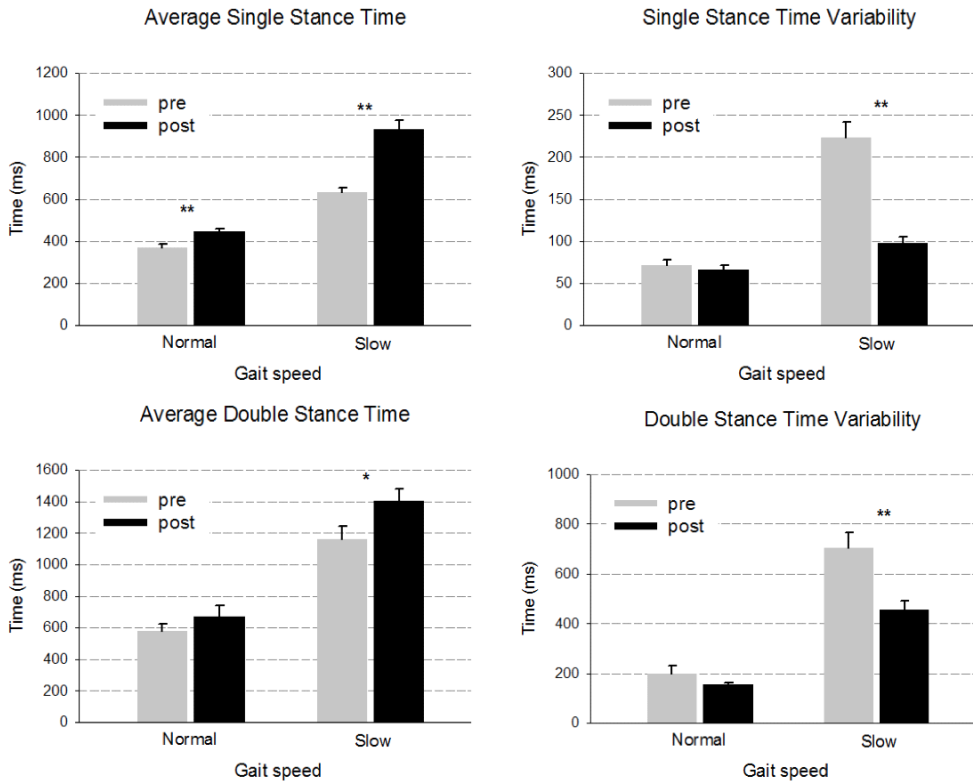
이와 같은 훈련의 효과로써 환자들의 정적 균형 능력 중 일자 서기 시간이 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 일자서기는 운동 장애를 지닌 개개인의 기능적 독립성과 자세 안정성 등의 전반적인 균형 능력을 나타내주는 매우 중요한 지표로 여겨져 왔다. 따라서 이는 한국무용 기반 움직임 훈련이 환자들의 정적 균형 서기 중 전·후 방향의 신체 안정성 조절력에 긍정적인 영향을 미친 것을 의미하는 결과이다.⁴⁵⁾ 특히 Van de Warrenburg 등(2005)이 운동실조성 신체 불안정이 정적 서기 과제 시 내·외측 방향보다 전·후 방향에서 더욱 크게 증가했다고 밝힌 점을 고려할 때, 본 연구 결과는 소뇌 환자들이 한국무용 훈련 과정을 통해 안정적으로 신체를 지탱하기 위해서 어떻게 전·후 방향의 신체 평형을 조절하는지에 대해 재학습 할 수 있었던 것을 의미한다고 볼 수 있다.⁴⁶⁾

그러나 다른 균형 측정 검사 결과, 전반적인 균형 유지 시간이 증가한 경향은 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 본 연구자는 이러한 결과의 원인이 한국무용의 내재적이고 고유한 운동학적 특성이 주로 동적인 균형 및 신체 제어와 연관을 가지는데 있다고 제안한다. 댄스는 기본적으로 움직이는 신체를 조화롭게 조절함으로써 아름다움을 표현하는데 초점을 맞추고 있다. 그러므로 정적인 신체의 균형 유지보다는 보다 기능적이고 도전적인 동작 과제와 관련있으며 댄스 기반 움직임 훈련 시 중력과 신체의 관계, 근육 활동에 의해 작용하는 힘, 그리고 이동 운동 시 생성되는 신체의 추진력 등 다양한 내력과 외력의 활용을 강조한다. 본 연구에서 적용한 12주간의 한국무용 움직임 프로그램 역시 기능적인 이동 운동과 관련된 신체 제어 방식을 재학습하는데 보다 기여했을 것이라 사료된다.

마지막으로, 12주의 한국무용 기반 움직임 훈련 후 보행 중 소뇌 환자들의 한 다리 지지 시간과 양 다리 지지 시간에서 유의한 향상이 나타났다. 일반적으로 보행 주기 내 한 다리 지지 시간과 양 다리 지지 시간의 비율은 상호교환적으로 변화하는 양상을 나타낸다고 알려져 있다. 하지만 본 연구에서 측정된 두 변인의 총 지속 시간이 모두 증가한 것은 12주간의 한국무용 기반 움직임 훈련 동안 참가자들이 신체의 추진력이나 가속도를 이용하지 않고 스스로 신체를 조절하여 천천히 걷는 연습을 반복했던 것의 결과로 해석가능하다. 한국무용의 아랫몸사위는 다양한 발 동작의 기교를 포함하며 느린 음악 흐름에 따라 무게중심을 이동함으로써 정중동(靜中動)의 아름다움을 표현하는데 강조점을 둔다. 따라서 소뇌 환자들은 본 연구에서 적용한 한국무용 기반의 움직임 훈련을 통해 자신들의 신체 위치에 따라 변화하는 안정성 한계에 집중하여 보행 주기의 전 구간을 느리게 실시하였으며 이는 곧 기존의 습관화 된 보행 속도에 비해 총 시간이 증가한 양상으로 나타났다고 볼 수 있다. 그 중에서도 환자들의 한 다리 지지 시간이 증가한 것은 한국무용 중재가 그들이 보행 중 한 다리로 완전히 무게 중심을 실어 지탱할 수 있는 동적 균형 능력 및 이동 능력 개선에 긍정적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 실제로 한국무용 훈련 중 강사는 골반을 포함한 체간의 움직임을 통해 양 다리에서 한 다리로 서서히 무게중심을 이동하는 동작을 제공함으로써 환자들이 자신의 안정성 한계에 지속적으로 도전할 수 있도록 격려했다. 더불어 한국무용의 다양한 스텝을 조합한 루틴에서는 여러 방향으로의 무게중심 이동 훈련을 통해 환자들이 그들의 기저면의 변화에 끊임없이 의식적 주의를 기울이며 신체를 움직일 수 있도록 하였다.

45) B. Schoch, A. Hogan, E. R. Gizewski, D. Timmann, and J. Konczak(2010), Balance control in sitting and standing in children and young adults with benign cerebellar tumors, *Cerebellum* 9(3), pp.324-335.

46) B. P. Van de Warrenburg, M. Bakker, B. P. Kremer, B. R. Bloem, and J. H. Allum(2005), Trunk sway in patients with spinocerebellar ataxia, *Movement Disorders* 20(8), pp.1006-1013.



(그림 4) 한 다리 지지 시간(single stance time), 한 다리 지지 시간의 가변성(single stance time variability), 양 다리 지지 시간(double stance time), 양 다리 지지 시간의 가변성(double stance time variability)

무엇보다, 이러한 변화가 느린 속도 보행 중 더욱 뚜렷하게 나타났다는 점은 매우 중요하다. 선행 연구에 따르면 대부분의 보행 이상 증상은 느린 속도 보행에서 관찰되었다.⁴⁷⁾ Brandt 등(1999)은 전정 장애 환자의 경우 천천히 걷기 조건에서보다 달리기 조건에서 보다 나은 균형 능력을 나타냈다고 밝히면서 이는 달리는 조건에서 작용하는 척수 수준의 자동적 이동운동 조절이 전정 기관 장애로 인한 이상을 상쇄하기 때문이라고 설명했다.⁴⁸⁾ Wuehr 등(2013)은 소뇌 환자들이 느리게 걷기 조건에서 걸음과 걸음간의 높은 가변성을 나타내는 것은 소뇌의 감각 피드백 시스템의 기능 이상을 반영하는 결과라 주장한 바 있다. 그러므로 본 연구의 사후 검사에서 느린 속도의 보행 중 참가자들의 한 다리 지지 시간이 증가하고 그 가변성이 감소한 결과가 나타난 것은 12주간의 한국무용 훈련을 동안 소뇌 환자들이 그들의 신체를 통해 입력되는 체성감각 정보를 보다 의식적으로 통합·처리하여 이동 운동을 조절할 수 있는 능력이 개선되었음을 보여주는 것이다. 실제로 느린 속도의 연속적인 움직임을 강조하는 타이치 프로그램을 신경계 운동 장애 환자들에게 적용한 바 있는 여러 연구에 따르면, 물이 흐르는 듯이 움직이는 동작 훈련은 참가자들의 체성 감각 민감성을 개선시켜 궁극적으로 균형 및 보행 기능 회복에 도움을 준다

47) A. R., den Otter, A. C. Geurts, T. Mulder, and J. Duysens(2004), Speed related changes in muscle activity from normal to very slow walking speeds, *Gait & Posture* 19(3), pp.270-278.

48) T. Brandt, M. Strupp, and J. Benson(1999), You are better off running than walking with acute vestibulopathy, *Lancet* 354(9180), p.746.

고 밝힌 바 있다.⁴⁹⁾ 하지만 이러한 타이치의 구성 동작들은 비교적 넓은 기저면을 바탕으로 신체를 조절 하는데 초점을 두는 것이 일반적이므로 종종 걸음 및 짧은 보폭 길이를 보이는 파킨슨 환자들에게 주로 적용되어 왔으며 소뇌성 운동실조증 환자들에게는 그들의 운동 장애 증상을 직접적으로 다룰 수 있는 한국무용의 아랫몸사위 동작들을 느린 속도로 연습하는 훈련 방식이 더욱 적합하다고 할 수 있다.

3. 결론 및 제언

12주의 한국무용 기반 움직임 훈련 중재 후, 참가자의 신체 무게중심 제어 능력, 기본 보행 능력, 그리고 균형 능력의 향상을 관찰 할 수 있었다. 본 연구는 한국무용을 기반으로 한 움직임 훈련 프로그램을 소뇌 환자들에게 적용한 연구로서 앞으로 진행될 소뇌 환자들의 재활 연구에 있어 임상적으로 중요한 가치를 지닌다고 할 수 있다. 비록 사후 검사에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않은 변인이 존재 하지만, 소뇌 손상 환자들에게 전형적으로 문제가 되는 주요 운동실조증 증상에서의 개선이 나타났다는 점을 통해 한국무용 움직임 기반 운동프로그램의 잠재적 가능성과 효과성을 입증할 수 있다. 소뇌성 운동실조증의 경우 그 유병률이 매우 낮고 환자 간 이질성이 높아 다양한 운동 장애 증상을 나타내므로 연구의 대상이 적고 단일 집단으로 연구를 실시할 수밖에 없었던 점은 본 연구의 제한점이다. 따라서 앞으로의 연구에서는 보다 많은 수의 피험자와 대조군을 동반한 연구를 진행해야 할 것이다. 나아가 댄스 기반 움직임 훈련에 참가한 운동 장애 환자들에게서 나타나는 운동학적 변화를 보다 구체적이고 정량적인 방식으로 평가·측정할 수 있어야 하며, 특히 어떠한 신경생리학적 기전을 바탕으로 그러한 행동적 변화가 일어나는지에 대해 과학적이고 객관적인 자료를 제시하는 추가 연구가 진행되어야 할 것이다.

49) M. A. Rahal, A. C. Alonso, F. R. Andrusaitis, T. S. Rodrigues, D. S. Speciali, J. M. Greve, and L. E. Leme(2015), Analysis of static and dynamic balance in healthy elderly practitioners of Tai Chi Chuan versus ballroom dancing, *Clinics* 70(3), pp.157-161.

■ 참고문헌

- 허순선(2005). 『(한국의)춤사위와 무보틀』. 서울: 형설출판사.
- 태혜신(1995). 한국무용 3단 디딤걸음체 동작의 역학적분석. 이화여자대학교 석사학위 논문. 미간행.
- 김명희(2012). 통합무용치료의 접근 방법론 연구: 문학, 음악, 명상 요소와의 통합을 중심으로. 『무용예술학연구』, 37: 1-26.
- 김형숙(2014). 여성노인 생활무용프로그램 개발을 위한 타이치 동작과 한국무용 동작의 비교: 근전도와 운동학적 분석. 『예술교육연구』, 12(3): 1-14.
- 전미현(2014). 소매틱적접근을 통한 움직임교육이 노인들의 몸(Soma)에 미치는 영향. 『무용예술학연구』, 49: 101-121.
- 정승혜(2016). 우리는 왜 춤을 추는가? 뇌 과학으로 이해하는 무용. 『무용예술학연구』, 60: 139-142.
- Aizawa, C. Y., Pedroso, J. L., Braga-Neto, P., Callegari, M. R., and Barsottini, O. G. (2013). Patients with autosomal dominant spinocerebellar ataxia have more risk of falls, important balance impairment, and decreased ability to function. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 71(8): 508-511.
- Bayona, N. A., Bitensky, J., Salter, K., and Teasell, R. (2005). The role of task-specific training in rehabilitation therapies. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 12(3): 58-65.
- Brandt, T., Strupp, M., and Benson, J. (1999). You are better off running than walking with acute vestibulopathy. *Lancet*, 354(9180): 746.
- Brown, S., Martinez, M. J., and Parsons, L. M. (2006). The neural basis of human dance. *Cerebral Cortex*, 16(8): 1157-1167.
- Brown, S. and Parsons, L. M. (2008). The neuroscience of dance. *Scientific American*, 299(1): 78-83.
- Bultmann, U., Pierscianek, D., Gizewski, E. R., Schoch, B., Fritsche, N., Timmann, D., Maschke, M., and Frings, M. (2014). Functional recovery and rehabilitation of postural impairment and gait ataxia in patients with acute cerebellar stroke. *Gait & Posture*, 39(1): 563-569.
- Burciu, R. G., Fritsche, N., Granert, O., Schmitz, L., Spönemann, N., Konczak, J., Theysohn, N., Gerwig, M., van Eimeren, T., and Timmann, D. (2013). Brain changes associated with postural training in patients with cerebellar degeneration: a voxel-based morphometry study. *The Journal of Neuroscience*, 33(10): 4594-4604.
- den Otter, A. R., Geurts, A. C., Mulder, T., and Duysens, J. (2004). Speed related changes in muscle activity from normal to very slow walking speeds. *Gait & Posture*, 19(3): 270-278.
- Diener, H. C., Dichgans, J., Bacher, M., and Gompf, B. (1984). Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar diseases. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 57(2): 134-142.
- Ebersbach, G., Sojer, M., Valldeoriola, F., Wissel, J., Müller, J., Tolosa, E., and Poewe, W. (1999). Comparative analysis of gait in Parkinson's disease, cerebellar ataxia and subcortical arteriosclerotic encephalopathy. *Brain*, 122(Pt 7): 1349-1355.

- Fong, S. M. and Ng, G. Y. (2006). The effects on sensorimotor performance and balance with Tai Chi training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(1): 82-87.
- Gao, Q., Leung, A., Yang, Y., Wei, Q., Guan, M., Jia, C., and He, C. (2014). Effects of Tai Chi on balance and fall prevention in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(8): 748-753
- Gatts, S. K. and Woollacott, M. H. (2007). How Tai Chi improves balance: biomechanics of recovery to a walking slip in impaired seniors. *Gait & Posture*, 25(2): 205-214.
- Hackney, M. E. and Earhart, G. M. (2009). Effects of dance on movement control in Parkinson's disease: a comparison of Argentine tango and American ballroom. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41(6): 475-481.
- Hackney, M. E. and Earhart, G. M. (2010a). Effects of dance on balance and gait in severe Parkinson disease: a case study. *Disability and Rehabilitation*, 32(8): 679-684.
- Hackney, M. E. and Earhart, G. M. (2010b). Effects of dance on gait and balance in Parkinson's disease: a comparison of partnered and nonpartnered dance movement. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(4): 384-392.
- Hackney, M. E., Kantorovich, S., Levin, R., and Earhart, G. M. (2007). Effects of tango on functional mobility in Parkinson's disease: a preliminary study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31(4): 173-179.
- Hallett, M. and Massaquoi, S. G. (1993). Physiologic studies of dysmetria in patients with cerebellar deficits. *The Canadian Journal of Neurological Sciences*, 20, 3: S83-92.
- Hof, A. L., Gazendam, M. G., and Sinke, W. E. (2005). The condition for dynamic stability. *Journal of Biomechanics*, 38(1): 1-8.
- Hubbard, I. J., Parsons, M. W., Neilson, C., and Carey, L. M. (2009). Task-specific training: evidence for and translation to clinical practice. *Occupational Therapy International*, 16(3-4): 175-189.
- Hudson, C. C. and Krebs, D. E. (2000). Frontal plane dynamic stability and coordination in subjects with cerebellar degeneration. *Experimental Brain Research*, 132(1): 103-113.
- Ilg, W., Brötz, D., Burkard, S., Giese, M. A., Schöls, L., and Synofzik, M. (2010). Long-term effects of coordinative training in degenerative cerebellar disease. *Movement Disorders*, 25(13): 2239-2246.
- Ilg, W., Golla, H., Thier, P., and Giese, M. A. (2007). Specific influences of cerebellar dysfunctions on gait. *Brain*, 130(Pt3): 786-798.
- Ilg, W., Giese, M. A., Gizewski, E. R., Schoch, B., and Timmann, D. (2008). The influence of focal cerebellar lesions on the control and adaptation of gait. *Brain*, 131(Pt11): 2913-2927.
- Jansen, K., De Groote, F., Duysens, J., and Jonkers, I. (2014). How gravity and muscle action control mediolateral center of mass excursion during slow walking: a simulation study. *Gait &*

- Posture*, 39(1): 91-97.
- Judge, J. O., Ounpuu, S., and Davis, R. B. (1996). Effects of age on the biomechanics and physiology of gait. *Clinics in Geriatric Medicine*, 12(4): 659-678.
- Landers, M., Adams, M., Acosta, K., and Fox, A. (2009). Challenge-oriented gait and balance training in sporadic olivopontocerebellar atrophy: a case study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 33(3): 160-168.
- Maki, B. E. (1997). Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45(3): 313-320.
- McAndrew Young, P. M., and Dingwell, J. B. (2012). Voluntarily changing step length or step width affects dynamic stability of human walking. *Gait & Posture*, 35(3): 472-427.
- Miyai, I. (2012). Challenge of neurorehabilitation for cerebellar degenerative diseases. *Cerebellum*, 11(2): 436-437.
- Morton, S. M. and Bastian, A. J. (2003). Relative contributions of balance and voluntary leg-coordination deficits to cerebellar gait ataxia. *Journal of Neurophysiology*, 89: 1844-1856.
- Morton, S. M. and Bastian, A. J. (2007). Mechanisms of cerebellar gait ataxia. *Cerebellum*, 6(1): 79-86.
- Morton, S. M., Dordevic, G. S., and Bastian, A. J. (2004). Cerebellar damage produces context-dependent deficits in control of leg dynamics during obstacle avoidance. *Experimental Brain Research*, 156(2): 149-163.
- O'Connor, S. M., and Kuo, A. D. (2009). Direction-dependent control of balance during walking and standing. *Journal of Neurophysiology*, 102(3): 1411-1419.
- Orendurff, M. S., Segal, A. D., Klute, G. K., Berge, J. S., Rohr, E. S., and Kadel, N. J. (2004). The effect of walking speed on center of mass displacement. *Journal of Rehabilitation Research Development*, 41(6A): 829-834.
- Rahal, M. A., Alonso, A. C., Andrusaitis, F. R., Rodrigues, T. S., Speciali, D. S., Greve, J. M., and Leme, L. E. (2015). Analysis of static and dynamic balance in healthy elderly practitioners of Tai Chi Chuan versus ballroom dancing. *Clinics*, 70(3): 157-161.
- Schniepp, R., Wuehr, M., Schlick, C., Huth, S., Pradhan, C., Dieterich, M., Brandt, T., and Jahn, K. (2014). Increased gait variability is associated with the history of falls in patients with cerebellar ataxia. *Journal of Neurology*, 261(1): 213-223.
- Schoch, B., Hogan, A., Gizewski, E. R., Timmann, D., and Konczak, J. (2010). Balance control in sitting and standing in children and young adults with benign cerebellar tumors. *Cerebellum*, 9(3): 324-335.
- Stephenson, J., Zesiewicz, T., Gooch, C., Wecker, L., Sullivan, K., Jahan, I., and Kim, S. H. (2015). Gait and balance in adults with Friedreich's ataxia. *Gait & Posture*, 41(2): 603-607.
- Stolze, H., Klebe, S., Petersen, G., Raethjen, J., Wenzelburger, R., Witt, K., and Deuschl, G. (2002).

- Typical features of cerebellar ataxic gait. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 73(3): 310-312.
- Tsang (2013). Tai Chi training is effective in reducing balance impairments and falls in patients with Parkinson's disease. *Journal of Physiotherapy*, 59(1): 55
- Van de Warrenburg, B. P., Bakker, M., Kremer, B. P., Bloem, B. R., and Allum, J. H. (2005). Trunk sway in patients with spinocerebellar ataxia. *Movement Disorders*, 20(8): 1006-1013.
- Vergheze, J., Ambrose, A. F., Lipton, R. B., and Wang, C. (2010). Neurological gait abnormalities and risk of falls in older adults. *Journal of Neurology*, 257(3): 392-398.
- Wuehr, M., Schniepp, R., Ilmberger, J., Brandt, T., and Jahn, K. (2013). Speed-dependent temporospatial gait variability and long-range correlations in cerebellar ataxia. *Gait & Posture*, 37(2): 214-218.

논문투고일 2016. 11. 11.
 심사일 2016. 11. 28.
 심사완료일 2016. 12. 2.

The Effects of a Korean Dance Based Movement Training on Balance and Gait in Patients with Cerebellar Ataxia

Im, Seung Jin* · Park, Jin Hoon**

Lecturer, Korea University* · Professor, Korea University**

It has been demonstrated that the cerebellum plays a key role in controlling body balance and posture. Although physiotherapeutic approach presents the most optimal therapy to improve ataxia dysfunctions, the consensus on the effective way to improve CA-specific motor symptoms is not fully addressed. The present study examined the effects of a KD-based movement training on recovery of locomobility in individuals with CA. Eight patients were recruited to participate in the study. They participated in a 12-week KD-based movement training emphasizing the relearning of proper gait patterns through intensive practice of various movement components, which targets CA-specific impairments. The main kinematic data indicated that CA patients exhibited improvements in center of mass control, basic gait parameters and balance after the KD training. These results provided a preliminary evidence that a KD-based movement training may be helpful for reducing CA-specific locomotion symptoms, especially during normal and slow walking.

Keywords: Dance(댄스), Dance therapy(댄스치료), Korean dance(한국무용), Cerebellar ataxia(소뇌성운동실조증), Movement disorder(운동이상)