

## 뇌성마비, 다운증후군, 일반아동의 균형과 보행분석\*

정희경\*\*

삼육대학교 물리치료학과

정은정\*\*\*

안동과학대학교 물리치료과

이병희\*\*\*\*

삼육대학교 물리치료학과

---

### 《 요약 》

---

본 연구의 목적은 뇌성마비, 다운증후군, 일반 아동의 균형과 보행을 측정하여 세 집단 간의 차이를 비교 분석하고자 실시하였다. 4~12세의 뇌성마비, 다운증후군 아동, 일반 아동을 대상으로 정적 균형능력인 한발 서기 검사, 롬버그 검사, 샤프드 롬버그 검사, 동적 균형능력인 기능적 팔 뻗기 검사를 측정하였고, 보행분석기를 통하여 시간적 보행변수와 공간적 보행변수를 측정하였다. 그 결과 한발서기검사, 롬버그 검사, 눈 뜬 상태에서 샤프드 롬버그 검사에서 일반아동, 뇌성마비, 다운증후군 아동 순으로 세 그룹 간의 유의한 차이가 있었고, 눈감은 상태에서의 샤프드 롬버그 검사와 기능적 팔 뻗기 검사에서 뇌성마비 아동과 다운증후군 아동이 일반아동과 유의한 차이를 보였다. 보행변수에서는 속도, 유각기, 입각기, 한 발 지지기, 양하지 지지기, 분속수, 보폭, 보하지비율, 활보장, 보간에서 모두 유의한 차이가 있었다. 이상의 결과로 볼 때, 균형과 보행은 세 그룹간의 유의한 차이가 있었고, 치료사, 뇌성마비 및 다운증후군 아동, 부모에게 유용한 자료로 제공될 것이라 생각된다.

---

주제어 : 뇌성마비, 다운증후군, 균형, 보행

---

\* 이 논문은 삼육대학교 학술연구비지원에 의하여 연구되었음

\*\* 제 1저자

\*\*\* 공동저자

\*\*\*\* 교신저자 (3679@syu.ac.kr)

## 1. 서론

### 1. 연구의 필요성

보행은 인간의 신경과 골격근을 총괄적으로 사용하는 아주 복잡한 과정이며, 한 쪽 다리가 입각기의 안정된 상태를 유지하는 동시에 다른 다리가 몸을 앞으로 전진시키는 연속적이고 반복적인 동작이다(Perry, 1992). 인간에게서 보행은 인지, 사회성 그리고 뛰기, 점프하기와 같은 복잡한 운동능력에 영향을 미칠 수 있기 때문에 운동 발달의 중요한 지표가 된다(Ulrich et al., 2001). 정상보행은 머리, 목, 체간이 서로 정상적인 정열을 유지하는 동안 상호 교대적인 운동을 허용하는 적절한 관절가동범위와 안정성을 필요로 하고, 부가적으로 특별한 패턴의 근육 협응, 협력운동과 상호 신경지배에 따른 선택적인 조절과 작용을 필요로 한다(Wilson & Seitz, 1987).

아동이 발달하면서 독립보행의 성공은 적절한 균형과 효과적인 추진력에 달려있다(Adolph et al., 2003). 일반 아동은 9~15개월 사이에 처음 보행을 시작하고(Kubo & Ulrich, 2006), 성인과 같은 형태의 정상적인 보행은 대개 4세에서 7세가 되어야 나타난다(Williams et al., 1983). 뇌성마비아동은 움직임의 발달이 지연되어, 걷는 속도가 느리고 보행하는 동안의 지구력이 낮은 비정상적인 움직임으로 심각한 기능적 제한을 유발한다(Duffy 등, 1996). 장애를 가진 아동들의 체력은 또래에 비해 50% 수준이며, 또한 중추신경계의 손상으로 인한 경직은 지질의 뼈와 근육 길이, 구조 변화를 일으켜 정상보행을 어렵게 한다. 이와 같은 변화는 근육조절의 소실 및 비정상적인 근 긴장도, 주동근과 길항근 사이의 불균형, 지면반발력의 조절 불가, 불충분한 균형 반응 일으킨다(Perry, 1992). 이와 더불어 뇌성마비 아동은 정상 아동 보다 신체활동과 체지방량이 낮아서 에너지 요구가 감소되며(Bandini et al., 1991), 이들의 낮은 수준의 신체활동과 영양부족은 결국 비정상적인 신체구성을 야기하게 된다.

다운증후군 아동은 일반 아동에 비해 12~18개월 정도 독립 보행의 지연을 보이며, 절대 근력 또한 낮아 다운 증후군 환자의 약 80%에서 보행 문제를 가지고 있다(Kubo & Ulrich, 2006). 특히 근육의 긴장저하, 과도한 인대의 이완, 자세조절, 균형 능력의 결핍 등과 관련된 다운 증후군의 생리적 특성은 보행의 정상적인 발달에 부정적인 영향을 미친다(Donoghue et al., 1970).

균형은 최소한의 흔들림(sway)으로 지지 기저면 내에서 신체의 중력 중심을 유지하는 능력으로서, 자세유지와 운동의 기본적인 요소이다. 우리가 적절한 균형을 유지하기 위해서는 신체의 중력중심을 최소한의 흔들림으로 지지 기저면내에 유지하여야 한다(Nichols et al., 1995). 뇌성마비아동은 몸통부위의 낮은 근 긴장도로 몸통

부위의 안정성과 운동성의 결여, 다리의 경직으로 하체의 운동성이 감소된다. 이로 인해 나타나는 독립적으로 서거나 걷기와 같은 다양한 운동기술의 지연은 균형조절 능력이 떨어지지 때문이다(Bleck, 1994).

다운증후군에게 균형은 안전 및 자립기술에 큰 영향을 미치는 요인 중 하나이며, 가장 습득하기 어려운 운동기능이다. 다운 증후군의 대 근육 운동기술이 일반아동에 비해 지속적으로 낮은 상태를 보여주고 있으며, 특히 균형능력은 가장 차이가 심하다(Woolllacott et al., 1986). Shumway-cook 등(1985)의 연구에서는 5세 다운증후군 아동이 또래 일반 아동에 비해 균형 능력이 2년 정도 지체되어 있다는 결과를 보여 주었고, 그 차이는 성장하면서 더욱 커질 것으로 예측하였다. 특히, 동적 균형 능력이 현저히 지체되어 있을 경우 안전에 큰 위협을 줄 수 있다고 하였다.

장애를 가진 장애아동들의 균형과 보행능력의 분석은 장애아동들에게 올바른 균형과 보행의 자료를 제공할 수 있지만, 국내에서는 장애아동의 균형과 보행에 대한 자료는 부족한 실정이며, 특히 뇌성마비 아동들의 균형과 보행에 대한 연구에 비하여 다운증후군 아동을 대상으로 한 균형과 보행에 대한 선행연구는 턱없이 부족한 실정이다. Day 등(2005)과 Glasson 등(2002)은 균형, 보행은 인간의 일상생활활동에 있어 중요한 요소이며, 연령이 증가함에 따라 다양한 내외적 요인에 의해 그 특성이 변화 될 수 있어 이에 관한 연구가 필요하다고 하였다.

## 2. 연구목적

본 연구에서는 뇌성마비, 다운증후군 아동, 일반 아동의 균형능력과 보행특성을 측정하여 세 집단 간의 차이를 비교 분석하고, 문제를 규명함으로써, 향후 균형능력과 보행능력 향상을 위한 중재 프로그램 개발에 필요한 기초 자료를 제공함은 물론, 균형과 보행을 평가하고, 목표를 설정하여 치료를 하는데 있어서 치료사, 뇌성 마비, 다운증후군 아동, 부모에게 유용한 자료로 활용될 수 있도록 하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구 대상자의 아동은 뇌성마비로 진단받고 서울, 경기도 소재의 대학병원 및 재활병원에서 치료를 받고 있는 뇌성마비 아동(5~12세) 20명과 다운증후군으로 진단

받고, 서울 소재의 재활병원 및 복지관에서 치료를 받고 있는 다운증후군 아동(4세~11세) 16명과 서울, 경기도에 살고 있는 일반 아동(4~12세) 20명, 총 56을 대상으로 하였다.

뇌성마비 아동과 다운증후군 아동의 선정 기준은 보조 도구나 보조자 도움 없이 최소 20 m를 독립적으로 보행이 가능한 아동, 연구자와 보호자의 지시를 이행할 수 있는 아동, 면담을 통해 연구의 목적 및 방법에 대한 부모의 사전 동의를 얻은 아동이 연구에 참여하였다. 청각에 문제 있거나, 시각에 문제 있는 아동, 과거 큰 외과적 수술을 했거나 질환이 있는 아동은 제외시켰다.

일반 아동의 선정 기준은 연구자의 지시를 이행할 수 있는 아동, 면담을 통해 연구의 목적 및 방법에 대한 부모의 사전 동의를 얻은 아동이 연구에 참여 하였다. 청각에 문제가 있거나 시각에 문제가 있는 아동, 근·골격계 질환이 있거나 근·골격계 질환에 관한 약을 최소 6개월 이전에 복용한 아동, 정형 외과적 수술을 한 아동은 제외시켰다.

연구 대상자의 일반적 특성은 <표 1>과 같다. 연구 대상자의 성별은 뇌성마비 아동 20명중 남자 8명(14.3%), 여자 12명(21.4%)이고, 다운증후군 아동은 16명중 남자 7명(12.5%), 여자 9명(16.1%)이고, 일반 아동은 남자 9명(16.1%), 여자 11명(19.6%)이다. 연구 대상자의 평균 연령은 뇌성마비 아동 7.98세, 다운증후군 아동 6.75세, 일반 아동 7.95세로 집단 간 차이는 없었다. 평균 신장은 뇌성마비 아동 115.25cm, 다운증후군 아동 90.36cm, 일반 아동 119.50cm 이다. 체중은 뇌성마비 아동 23.37kg, 다운증후군 아동 15.35kg, 일반 아동 26.28kg이다.

<표 1> 연구 대상자의 일반적 특성 (N=56)

	뇌성마비 (n=20) M(SD)	다운증후군 (n=16) M(SD)	일반아동 (n=20) M(SD)	F/x <sup>2</sup>	p
성별(남/여)	8/12	7/9	9/11	.947	.109
나이(세)	7.95(2.25)	6.75(1.77)	7.95(2.35)	1.752	.183
키(cm)	115.35(15.05)	90.63(26.54)	119.50(20.346)	9.764	.000
몸무게(kg)	23.37(8.26)	15.35(6.25)	26.28(11.10)	6.961	.002

## 2. 연구도구

### 1) 정적 균형능력

정적 균형능력에 대한 자료를 수집하기 위해서 한발 서기 검사(One Leg Standing Test: OLST), 롬버그 검사(Romberg's Test: RT), 샤프드 롬버그 검사(Sharpened Romberg's Test: SRT)를 실시하였다.

#### (1) 한발 서기 검사(One Leg Standing Test: OLST)

한발 서기 검사는 아동이 양팔을 벌리고 두 발로 선 상태에서 검사자의 지시에 따라 반대 하지의 무릎을 바닥으로부터 충분히 떨어지도록 구부리게 하여 독립적으로 한 다리로 서 있게 한 후 초시계로 시간을 측정하였다. 하지를 들어 올리는 높이는 들어 올린 다리의 높이를 반대편 하지의 내과에 기대지 않은 상태로 내과로부터 상방 5cm 높이로 하였으며, 3회 측정하여 평균값을 기록하였다(Shinkai & Aoyagi, 2000).

지지축 발이 움직이거나, 비 지지축 발이 땅에 닿으면 초시계를 멈췄고, 60초가 넘으면 초시계를 멈췄다. 측정오차를 최소한으로 하기 위해 1명의 검사자가 3회 반복측정을 하여 평균값을 구하였다.

#### (2) 롬버그 검사(Romberg's Test: RT)

롬버그 검사는 아동이 두 발을 붙이고 양팔을 자연스럽게 몸에 붙여 선 후 검사자는 환자의 안전을 위하여 접촉하지 않은 상태로 가까운 곳에 위치한 후, 아동에게 움직이지 않고 자세를 유지하도록 지시를 내린 후 초시계로 시간을 측정하였다. 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태(Eyes open/closed) 모두 측정하였으며, 아동이 움직이거나 눈을 뜨거나 60초를 넘으면 초시계를 멈췄다. 세 번 시행하여 가장 좋은 기록을 기록하였으며, 첫 번째와 두 번째 두 번 모두 60초를 넘으면 세 번째는 시행하지 않았다.

#### (3) 샤프드 롬버그 검사(Sharpened Romberg's Test: SRT)

샤프드 롬버그 검사는 우세발(dominant foot)이 비우세발(non-dominant foot) 뒤에 위치하게 하여 일자로 발끝과 발가락이 닿게 선후, 양팔은 팔짱을 끼쳐 자연스럽게 위치한 후, 아동에게 움직이지 않고 자세를 유지하도록 지시를 내린 후 초시계로 시간을 측정하였다. 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태(Eyes open/closed) 모두 측정하였으며, 아동이 움직이거나 눈을 뜨거나 60초를 넘으면 초시계를 멈췄다. 세 번 시행하여 가장 좋은 기록을 기록하였고, 첫 번째와 두 번째 모두 다 60초를

넘으면 세 번째는 시행하지 않았다. 본 검사도구의 신뢰도는  $ICC=.99$  이다 (Franchignoni et al., 1998).

## 2) 동적 균형능력

본 연구에서는 동적 균형능력을 측정하기 위하여 기능적 팔 뻗기 검사 (Functional Reach Test, FRT)를 실시하였다. 기능적 팔 뻗기 검사는 일상 생활동안 수의적인 움직임 수행에 대한 자세반응을 평가하는 검사로 임상에서 동적 자세조절을 평가하기 위해 사용되어지고 있다(Duncan et al., 1990).

측정 방법은 선 자세에서 견관절  $90^\circ$  굴곡하여 평행하게 앞으로 뻗도록 하여 시작 자세의 세 번째 중수골두의 끝으로부터 최대한 앞으로 뻗었을 때의 세 번째 중수골두 끝까지의 거리의 거리 차이를 측정하는 방법으로 한번 연습 후 측정한다. 총 2회 측정 후 평균값을 산출하였고, 각 측정 사이는 근 피로를 방지하기 위하여 충분한 휴식을 취하게 하였다(Duncan et al., 1990). 성인에서의 평가자간 신뢰도  $ICC=0.92$ , 검사-재검사 신뢰도  $ICC=0.92$  이다(Duncan et al., 1990).

## 3) 보행 능력

보행 능력은 아동의 보행 유형에 대한 양적인 보행 분석의 자료를 수집하기 위하여 보행분석기(GAITRite)(CIR system Inc, USA, 2008)를 이용하여 시간적 보행 능력과 공간적 보행 능력을 측정하였다(McDonough et al., 2001). 보행 분석기(GAITRite)는 길이 5 m, 폭 61 cm, 높이 0.6 cm인 전자식 보행판으로, 직경 1 cm의 16,128개의 센서가 1.27 cm마다 보행판을 따라 수직으로 배열되어 시간적, 공간적 변수에 대한 정보를 수집한다. 수집된 시간적, 공간적 변수에 대한 정보는 GAITRite GOLD, Version 3.2b(CIR system Inc, USA, 2007) 소프트웨어로 처리를 하였다. 측정은 아동을 보행판 전방 5 m 전 앞에서 서있도록 한 다음, 검사자의 구두신호에 의하여 가장 편안한 보행속도로 걸어서 보행판으로 나와 5 m 후의 위치에서 멈추게 하였다. 아동의 시선은 정면을 향하게 하며, 보행 시 발생 할 수 있는 안전사고 및 행동관리를 위해 보행에 직접적인 영향을 미치지 않는 범위 내에서 보조 요원이 함께 걷도록 하였다. 측정된 보행속도(velocity), 분속 수(cadence) 등의 시간적 보행특성과 보폭(step length), 활 보장(stride length), 보간(step width)등의 공간적 보행특성을 컴퓨터화 된 분석을 통하여 정확히 측정하도록 해준다. 이 검사의 측정자 신뢰도는  $r= .90$ 이고, 편안한 보행속도의 모든 보행 측정 급내 상관 계수(ICC)는 .96 이상이며, 종이와 연필을 이용한 보행특성 측정( $ICC= .95$ )과 비디오 동작 분석을 이용한 보행특성 측정( $ICC= .94$ )사이에 높은 상관관계를 가졌다(McDonough et al., 2001).

측정오차를 최소한으로 하기 위해 1명의 검사자가 측정하였고, 처음 연습 1회  
한 후에 3회 반복측정을 하여 평균값을 구했다.

### 3. 연구절차

뇌성마비 아동, 다운증후군 아동과 일반 아동을 대상으로 균형능력과 보행능력을 측정하였다. 아동이나 보호자에게 질문과 측정을 통해 일반적 특성인 성별, 나이, 체중, 신장을 확인하였고, 양쪽 다리길이는 숙련된 측정자가 측정하였다. 정확한 검사를 위해 시범을 보여주고 1~2회 연습시행 하고 난후에 측정하였다.

집중력이 짧은 아동들의 특징을 고려하여 모든 측정자를 대상으로 측정 내용이나 시간, 방법 등을 사전 측정교육을 실시하였고, 측정의 일관성 유지를 위해 한명의 측정자가 하나의 측정만을 전담하도록 하였다. 또한 대기시간과 피로도를 최소화하기 위해 이동거리 및 측정순서는 유연하게 조정 하였고, 모든 측정은 신발의 효과를 제거하기 위해서 신발을 벗고 실시하였다.

### 4. 자료 처리

본 연구의 모든 작업과 통계적 분석은 SPSS ver. 12.0을 이용하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 사용하고, 세 그룹에 따른 종속변수 차이를 비교하기 위하여 일원배치 분산 분석을 사용하였다. 모든 통계학적 유의수준은 .05로 하였다.

## Ⅲ. 연구 결과

### 1. 연구 대상자의 정적·동적 균형 비교

연구 대상자에 따른 균형의 차이는 <표 2>와 같다. 한발 서기 검사에서 뇌성마비 아동 12.17초, 다운 증후군 아동 0.63초, 일반 아동 45.54초로 집단 간 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). RT(EO)에서 뇌성마비 아동 32.15초, 다운 증후군 아동 0.56초, 일반 아동 58.65초로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). RT(EC)는 뇌성마비 아동 20.75초, 다운 증후군 아동 0.56초, 일반 아동 52.95초로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). SRT(EO)는 뇌성마비 아동 16.05초, 다운증후군 아동 0.50초, 일반

아동 50.35초로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). SRT(EC)에서 뇌성마비 아동 10.80초, 다운증후군 아동 0.00초, 일반 아동 40.35초로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 기능적 팔 뻗기 검사에서 뇌성마비 아동 12.42 cm, 다운 증후군 아동 11.95 cm, 일반 아동 25.23 cm 으로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 따라서 정적·동적 균형 능력은 세 그룹 간의 유의한 차이가 있었고, 정적 균형 능력에서 일반아동, 뇌성마비, 다운증후군 아동 순으로 세 그룹 간의 유의한 차이가 있었다.

<표 2> 연구 대상자의 정적·동적 균형 비교 (N=56)

	뇌성마비 A	다운증후군 B	일반아동 C	F	p	사후검정
	(n=20)	(n=16)	(n=20)			
	M(SD)	M(SD)	M(SD)			
한발서기 검사(sec)	12.17(19.70)	0.63(1.11)	45.54(17.05)	41.504	.000	C>A>B
RT(EO) (sec)	32.15(25.45)	0.56(1.99)	58.65(6.03)	60.865	.000	C>A>B
RT(EC) (sec)	20.75(25.85)	0.56(2.25)	52.95(13.50)	41.484	.000	C>A>B
SRT(EO) (sec)	16.05(26.10)	0.50(2.00)	50.35(14.15)	37.804	.000	C>A>B
SRT(EC) (sec)	10.80(21.13)	0.00(0.00)	40.35(21.75)	24.576	.000	C>A,C>B
기능적 팔 뻗기 검사(cm)	12.42(5.86)	11.95(3.45)	25.23(6.43)	35.243	.000	C>A,C>B

RT: 롬버그 검사(Romberg test), SRT: 샤프드 롬버그 검사(Sharpened Romberg test), EO: 눈 뜬 상태(Eye Open), EC: 눈 감은 상태(Eye Close)

## 2. 연구 대상자의 시간적 보행 변수 비교

연구 대상자의 따른 보행의 시간적 변수의 차이는 <표 3>와 같다. 속도에서 뇌성마비 아동 67.42cm/s, 다운증후군 아동 85.81cm/s, 일반 아동 103.23cm/s로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 분속 수에서 뇌성마비 아동 108.60step/min, 다운 증후군 아동 154.78step/min, 일반 아동 131.56 step/min으로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 따라서 시간적 보행 변수는 일반아동, 뇌성마비, 다운증후군 아동 순으로 세 그룹 간의 유의한 차이가 있었다.



<표 3> 연구 대상자의 시간적 보행 변수 비교 (N=56)

	뇌성마비 A (n=20)	다운증후군 B (n=16)	일반아동 C (n=20)	F	p	사후검정
	M(SD)	M(SD)	M(SD)			
속도(cm/s)	67.42(25.76)	85.81(15.99)	103.23(25.89)	11.648	.000	C>B>A
분속수 (steps/min)	108.60(24.67)	154.78(30.12)	131.56(18.16)	16.040	.000	C>B>A

### 3. 연구 대상자의 공간적 보행 변수 비교

연구 대상자의 따른 보행의 시간적 변수의 차이는 <표 4>와 같다. 왼쪽 유각기 비율에서 뇌성마비 아동 33.04%, 다운 증후군 아동 39.12%, 일반 아동 38.31%로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 오른쪽 유각기 비율에서 뇌성마비 아동 32.67%, 다운증후군 아동 38.85%, 일반 아동 38.32%로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 왼쪽 입각기 비율에서 뇌성마비 아동 66.94%, 다운 증후군 아동 60.89%, 일반 아동 61.70%로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 오른쪽 입각기 비율에서 뇌성마비 아동 67.33%, 다운 증후군 아동 61.16%, 일반 아동 61.69%로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 왼쪽 한발지지기 에서 뇌성마비 32.89%, 다운 증후군 아동 39.37%, 일반 아동 38.39%로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 오른쪽 한발 지지기에서 뇌성마비 아동 32.84%, 다운 증후군 아동 38.69%, 일반 아동 38.26%로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 왼쪽 양하지 지지기에서 뇌성마비 아동 33.31%, 다운 증후군 22.86%, 일반 아동 23.21%로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 왼쪽 보폭에서 뇌성마비 아동 36.72cm, 다운 증후군 아동 33.85cm, 일반 아동 47.34cm로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 오른쪽 보폭에서 뇌성마비 아동 36.08cm, 다운 증후군 아동 33.61cm, 일반 아동 47.53cm로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 왼쪽 보하지 비율에서 뇌성마비 아동 0.64cm/LL, 다운 증후군 아동 0.75cm/LL, 일반 아동 0.80cm/LL로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 오른쪽 보하지 비율에서 뇌성마비 아동 0.63cm/LL, 다운 증후군 아동 0.74cm/LL, 일반 아동 0.81cm/LL로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 왼쪽 활보장에서 뇌성마비 아동 73.41cm, 다운 증후군 아동 67.91cm, 일반 아동 95.08cm로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 오른쪽 활보장에서 뇌성마비 아동 72.97cm, 다운 증후군 아동 67.43cm, 일반 아동 95.14cm로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 왼쪽 보간에서 뇌성마비 아동 11.42cm, 다운 증후군 아동 11.04cm, 일반 아동 8.50cm로 유의한 차이가 있었다( $p<.001$ ). 오른쪽 보간

에서 뇌성마비 아동 11.49cm, 다운증후군 아동 10.92cm, 일반 아동 8.75cm로 유의한 차이가 있었다( $p < .001$ ). 따라서 공간적 보행 변수는 세 그룹 간의 유의한 차이가 있었다.

〈표 4〉 연구 대상자의 공간적 보행 변수 비교 (N=56)

	뇌성마비 A (n=20)	다운증후군 B (n=16)	일반아동 C (n=20)	F	p	사후검정
	M(SD)	M(SD)	M(SD)			
유각기 L(%)	33.04(5.64)	39.12(4.27)	38.31(2.67)	10.779	.000	B,C>A
유각기 R(%)	32.67(5.95)	38.85(4.28)	38.32(2.41)	11.213	.000	B,C>A
입각기 L(%)	66.94(5.64)	60.89(4.26)	61.70(2.67)	10.685	.000	A>B,C
입각기 R(%)	67.33(5.97)	61.16(4.28)	61.69(2.41)	11.118	.000	A>B,C
한발 지지기 L(%)	32.89(6.08)	39.37(5.26)	38.39(2.56)	9.824	.000	B,C>A
한발 지지기 R(%)	32.84(5.55)	38.69(4.26)	38.26(2.56)	10.945	.000	B,C>A
양하지 지지기 L(%)	33.31(10.31)	23.68(6.50)	23.44(4.08)	10.929	.000	A>B,C
양하지 지지기 R(%)	32.57(10.63)	22.86(6.88)	23.21(4.24)	9.643	.000	A>B,C
보폭L(cm)	36.72(10.01)	33.85(6.07)	47.34(11.56)	10.029	.000	C>A,B
보폭R(cm)	36.08(9.45)	33.61(6.67)	47.53(10.94)	11.870	.000	C>A,B
보/하지비율 L(cm/LL)	0.64(0.11)	0.75(0.10)	0.80(0.11)	11.748	.000	B,C>A
보/하지비율 R(cm/LL)	0.63(0.12)	0.74(0.11)	0.81(0.10)	11.656	.000	B,C>A
활보장 L(cm)	73.41(18.92)	67.91(12.71)	95.08(22.05)	11.119	.000	C>A,B
활보장 R(cm)	72.97(18.69)	67.43(12.14)	95.14(22.44)	11.608	.000	C>A,B
보간 L(cm)	11.42(4.82)	11.04(2.80)	8.50(1.89)	4.159	.021	A,B>C
보간 R(cm)	11.49(4.68)	10.92(2.66)	8.75(2.06)	3.597	.034	A,B>C

L: 왼쪽(left), R: 오른쪽(right)

## IV. 논의 및 결론

균형은 지지면 내에 신체 중력 중심을 유지하는 능력을 의미하며, 아동이 일상 생활을 하고 안전한 이동 능력과 작업수행에 중요한 요소이며, 모든 운동 능력의 기본적인 요소가 되기 때문에 균형 수행력의 향상을 통해 기능 증진을 기대할 수 있다 (Ferdjallah et al., 2002).

본 연구에서는 정적 균형인 한발 서기 검사, 눈 뜬 상태와 눈 감은 상태에서의 롬버그 검사, 샤프드 롬버그 검사와 동적 균형인 기능적 팔 뻗기 검사를 통해 뇌성마비아동, 다운증후군 아동, 일반아동의 균형능력을 비교 분석하였다. 측정결과 균형 검사를 실시한 6가지 영역에서 모두 유의한 차이가 나타났다( $p < 0.01$ ). 정적 균형인 한발 서기 검사, 눈 뜬 상태와 눈 감은 상태에서의 롬버그 검사, 눈 뜬 상태에서의 샤프드 롬버그 검사에서는 일반 아동, 뇌성마비 아동, 다운 증후군 아동 순으로 균형 능력이 높은 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ). 사후분석에서 뇌성마비 아동이 다운 증후군 아동보다 높은 수준의 균형 능력이 나타난 것은 다운 증후군 아동이 좁은 기저면에서 안정성이 떨어져 넓은 기저면을 가지려고 하기 때문이라고 생각되어진다. 정적균형인 눈 감은 상태에서의 샤프드 롬버그 검사와 동적균형인 기능적 팔 뻗기 검사에서는 일반아동이 뇌성마비 아동과 다운 증후군 아동보다 균형 능력이 높게 나타났고, 유의한 차이를 보였다( $p < 0.01$ ) 이 연구 결과는 기능적 팔 뻗기 동작 시 일반 아동보다 낮은 조절을 보인 선행연구 결과와 일치하였다(Zainov & McCoy, 2008) 그러나 뇌성마비 아동과 다운증후군 아동, 두 그룹간 사이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 샤프드 롬버그 검사가 롬버그 검사 자세보다 높은 수준의 균형 능력을 필요로 하는데, 시각적인 되먹임까지 제한시킨 눈 감은 상태에서의 롬버그 검사는 낮은 균형 능력을 보이는 뇌성마비 아동과 다운증후군 아동에게 힘든 수행 과제이므로 두 그룹 간에 차이가 없었을 것 이라고 생각된다. 기능적 팔 뻗기 검사에서 두 그룹간의 유의한 차이가 나타나지 않은 연구 결과 역시 뇌성마비 아동, 다운증후군 아동 모두 낮은 균형 능력을 보이기 때문으로 생각된다.

보행은 일상생활 중 모든 동작의 기본으로 인간의 이동체계를 이루는 가장 중요한 활동이며, 아동기의 정상적인 보행발달은 운동발달의 단계측면에서 매우 중요한 의미를 갖는다. 특히, 다운증후군의 보행은 주변 환경을 경험하고, 건강을 개선하는데 필요한 신체활동 수단이다. 본 연구에서는 보행분석시스템을 사용하여 뇌성마비아동, 다운증후군 아동과 일반아동의 속도와 분속 수의 보행특성을 비교 분석하였다. 측정 결과, 속도, 분속 수, 입각기, 한 발 지지기, 양하지 지지기, 보폭, 보하지비율, 활보장, 보간에서 모두 유의한 차이가 나타났다( $p < 0.01$ ). 이는 뇌성마비 아동이 일반 아동에 비해 보행 속도가 느리고, 활보장, 보장이 짧으며, 보간이 넓다고 보고한

선행연구와 결과가 일치한다(Wallard et al., 2014). 뇌성마비 아동은 일반 아동에 비해 비대칭적이며, 느리고, 안정성이 떨어지며(Bax et al., 2005), 복잡한 운동장애틀을 가지고 있기 때문이다(Wondra et al., 2007). 또한 다운증후군 아동들이 보행속도가 느리고 짧은 보폭이 나타난다고 보고한 선행연구와 일치하고(Galli et al., 2008), 근육의 약화와 관절의 과 운동성을 보상하기 위해 보행속도가 느리고 활보 길이가 짧아지고 보간을 크게 유지하여 안정성을 확보한다고 보고 한 선행연구 결과와 일치한다(Smith & Ulrich, 2008). 본 연구에서, 다운증후군 아동은 일반 아동에 비해 공간적 보행 변인 중 보폭, 활 보장은 짧고, 보간은 더 넓은 것으로 나타났는데, 이처럼, 활보폭이 감소하고, 보간이 넓게 나타나는 팔자걸음 형태의 비정상적인 보행은 하지 근력의 약화 및 균형 기능의 저하로 불안정하기 때문에 나타난 것으로 생각된다(Kubo & Ulrich, 2006).

보폭, 활 보장은 아동의 균형능력과의 관계가 있다. 일반 아동에 비해 낮은 균형을 갖고 있는 뇌성마비 아동과 다운증후군 아동(Agiovlasitis et al., 2009)은 불안정하여 빠르게 안정성을 유지하기 위해서 말기 유각기에서 초기 입각기 시 발을 멀리 위치시키지 못하고 가까이 위치시키려하기 때문에 보폭, 활 보장이 일반 아동에 비해 짧게 나온 것으로 생각된다. 짧은 보폭과 활 보장은 느린 보행 속도와 많은 분속수에 영향을 미쳤을 것이다.

보간에서는 왼쪽 보간에서 뇌성마비 아동 11.42cm, 다운증후군 아동 11.04cm, 일반 아동 8.50cm로 유의한 차이가 있었고( $p < .001$ ), 오른쪽 보간에서 뇌성마비 아동 11.49cm, 다운증후군 아동 10.92cm, 일반 아동 8.75cm로 유의한 차이가 있었다( $p < .001$ ). 이는 다운증후군 아동이 좁은 기저면에서 안정성이 떨어져 넓은 기저면을 가지려고 하기 때문으로 생각된다(Agiovlasitis et al., 2009).

본 연구의 제한점으로는 아동의 평균 연령이 뇌성마비 아동 7.98세, 다운증후군 아동 6.75세, 일반 아동 7.95세로 통계적으로 유의한 차이가 없어 동질성 검정에는 문제가 없으나, 아동의 경우 신체 및 운동 발달에 있어 개인차가 발생 할 수 있어 추후 연구에서는 대상자 모집에 있어서의 제한점 극복 방안이 마련되어야 할 것이다.

본 연구에서 뇌성마비 아동과 다운증후군 아동은 일반 아동의 보행패턴과 비교했을 때 지속적으로 비정상적인 보행 패턴을 보이며, 이와 함께 균형능력도 현저히 저하되어 있음을 알 수 있었다. 이러한 균형능력, 보행능력 저하는 갑작스러운 환경 변화에 대처하는 능력과 일상생활참여를 제한시킨다. 앞에서 제시한 바와 같이 독립 보행 후에도 균형능력 향상을 바탕으로 지속적인 물리치료 중재를 통해 보행능력 증진을 시켜 일상생활참여를 증가시키고 갑작스럽게 변화하는 환경에 대처 할 수 있도록 해야 할 것이다.

또한 한발서기 검사, 롬버그 검사, 샤프드 롬버그 검사, 기능적 팔 뻗기 검사를 측정도구로 사용하였지만, 이 동작들을 이용한 운동 프로그램을 개발하여 치료적 중재로

사용한다면 아동의 균형능력이 증진 될 것이며, 증진된 균형능력은 효율적이고, 정상적인 보행 능력을 이끌어 낼 것이다. 본 연구에서 제시된 보행 변수의 결과들은 뇌성마비 아동과 다운증후군 아동의 현 수준의 비정상적인 보행 패턴을 밝혀 낼 수 있었으며, 이를 보행 중재 프로그램 개발에 필요한 기초자료로 활용하고, 치료 목표를 설정하고 치료하는데 있어서 유용한 자료로 사용 할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- Adolph, K. E., Vereijken, B., & Shrout, P. E. (2003). What changes in infant walking and why. *Child Dev*, 74(2), 475-497.
- Agiouvasitis, S., McCubbin, J. A., Yun, J., Mpitsos, G., Pavol, M. J. (2009). Effects of Down syndrome on three-dimensional motion during walking at different speeds. *Gait Posture*, 30(3), 345-350.
- Bandini, L. G., Schoeller, D. A., Fukagawa, N. K., Wykes, L. J., & Dietz, W. H. (1991). Body composition and energy expenditure in adolescents with cerebral palsy or myelodysplasia. *Pediatr RES*, 29(1), 70-77.
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P. L., Leviton, A., Paneth, N., & Dan, B. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 47(8), 571-576.
- Bleck, E. E. (1990). Management of the lower extremities in children who have cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 72(1), 140-144.
- Day, S. M., Strauss, D. J., Shavelle, R. M., & Reynolds, R. J. (2005). Mortality and causes of death in persons with Down syndrome in California. *Dev Med Child Neurol*, 47(3), 171-176.
- Donoghue, E. C., Kirman, B. H., Bullmore, G. H., Laban, D., & Abbas, K. A. (1970). Some factors affecting age of walking in a mentally retarded population. *Dev Med Child Neurol*, 12(6), 781-792.
- Duffy, C. M., Hill, A. E., Cosgrove, A. P., Corry, I. S., & Graham, H. K. (1996). Energy consumption in children with spina bifida and cerebral palsy: a comparative study. *Dev Med Child Neurol*, 38(2), 238-243.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 45(6), M192-197.
- Ferdjallah, M., Harris, G. F., Smith, P., & Wertsch, J. J. (2002). Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 17(3), 203-210.

- Franchignoni, F., Tesio, L., Martino, M. T., & Ricupero, C. (1998). Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females. *Aging(Milano)*, 10(1), 26-31.
- Galli, M., Rigoldi, C., Brunner, R., Virji-Babul, N., & Giorgio, A. (2008). Joint stiffness and gait pattern evaluation in children with Down syndrome. *Gait Posture*, 28(3), 502-506.
- Glasson, E. J., Sullivan, S. G., Hussain, R., Petterson, B. A., Montgomery, P. D., & Bittles, A. H. (2002). The changing survival profile of people with Down's syndrome: implications for genetic counselling. *Clin Genet*, 62(5), 390-393.
- Kubo, M., & Ulrich, B. (2006). Coordination of pelvis-HAT (head, arms and trunk) in anterior-posterior and medio-lateral directions during treadmill gait in preadolescents with/without Down syndrome. *Gait Posture*, 23(4), 512-518.
- McDonough, A. L., Batavia, M., Chen, F. C., Kwon, S., & Ziai, J. (2001). The validity and reliability of the GAITRite system's measurements: A preliminary evaluation. *Arch Phys Med Rehabil*, 82(3), 419-425.
- Nichols, D. S., Glenn, T. M., & Hutchinson, K. J. (1995). Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys Ther*, 75(8), 699-706.
- Perry, J. (1992). *Gait Analysis. normal and pathological function*. New York: Mc Graw-Hill Inc.
- Shinkai, S., & Aoyagi, Y. (2000). [Older people and physical activity]. *Nihon Rinsho*, 58 Suppl, 302-306.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (1985). Dynamics of postural control in the child with Down syndrome. *Phys Ther*, 65(9), 1315-1322.
- Smith, B. A., & Ulrich, B. D. (2008). Early onset of stabilizing strategies for gait and obstacles: older adults with Down syndrome. *Gait Posture*, 28(3), 448-455.
- Ulrich, D. A., Ulrich, B. D., Angulo-Kinzler, R. M., & Yun, J. (2001). Treadmill training of infants with Down syndrome: evidence-based developmental outcomes. *Pediatrics*, 108(5), E84.
- Wallard, L., Dietrich, G., Kerlirzin, Y., Bredin, J. (2014). Balance control in gait children with cerebral palsy. *Gait Posture*, 40(1), 43-47.
- Williams, L. O., Anderson, A. D., Campbell, J., Thomas, L., Feiwell, E., & Walker, J. M. (1983). Energy cost of walking and of wheelchair propulsion by children with myelodysplasia: comparison with normal children. *Dev Med Child Neurol*, 25(5), 617-624.
- Wilson, & Seitz, R. H. (1987). Effect on gait of motor task learning acquired in a sitting position. *Phys Ther*, 67(7), 1089-1094.

- Wondra, V. C., Pitetti, K. H., & Beets, M. W. (2007). Gait parameters in children with motor disabilities using an electronic walkway system: assessment of reliability. *Pediatr Phys Ther*, 19(4), 326-331.
- Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A., & Nashner, L. M. (1986). Aging and posture control: changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev*, 23(2), 97-114.
- Zaino, C. A., & McCoy, S. W. (2008). Reliability and comparison of electromyographic and kinetic measurements during a standing reach task in children with and without cerebral palsy. *Gait Posture*, 27(1), 128-137.

## A Comparison of the Balance and Gait among Cerebral Palsy, Down Syndrome and Typically Developing Children

**Jeong, Hee-Gyeong**

Graduate School of Physical Therapy, Sahmyook University

**Chung, Eun-Jung**

Professor of Dept. of Physical Therapy, Andong Science College

**Lee, Byoung-Hee**

Professor of Dept. of Physical Therapy, Sahmyook University

### <Abstract>

The purpose of this study was to compare the balance and gait of cerebral palsy, Down syndrome children and typically developing children. The subjects were 20 children with cerebral palsy, 16 children with down syndrome, 20 children with typically developing, 56 children participated in studies. One Leg Test, Romberg's test(eye open/eye close), Sharpened Romberg's test(eye open/eye close), Functional reaching test, and GAIRTRite were used for this study in order to measure children's balance ability and gait ability. One leg standing, Romberg's test, sharpened Romberg's test of static balance showed significant differences among three groups( $p<.05$ ). functional reaching test of dynamic balance showed significant differences among three groups( $p<.05$ ). Velocity, cadence of temporal gait parameters and step length, stride length, step width of spatial gait parameters showed significant differences among three groups( $p<.05$ ). The results showed that there were a significant difference in balance and gait among the three groups, and higher balance and gait function in order of typically developing children, cerebral palsy, Down syndrome children.

**Key Words :** Cerebral Palsy, Down syndrome, Balance, Gait

---

논문 접수: 2018. 02. 07 심사 시작: 2018. 02. 07 게재 확정: 2018. 03. 13