



근력, 평형성, 보행 동작 훈련이 다운증후군 아동의 보행에 미치는 효과

The Effects of Muscle, Balance and Walking Training on Gait Kinematics in Children with Down Syndrome

임비오* · 김규완 (인천대학교) · 유연주 (서울대학교)

Lim, Bee-Oh* · Kim, Kye-Wan (Incheon University) · Yu, Yeon-Joo (Seoul National University)

국문요약

본 연구는 다운증후군을 가진 아동(9~12세) 9명을 대상으로 12주간의 근력, 평형성, 보행 동작 훈련이 보행과 관련된 운동학적 특성에 미치는 효과를 규명하는 것이다. 근력, 평형성, 보행의 변화를 관찰하기 위해서 훈련이 시작되어 12주가 경과한 시점에서 사전 검사와 동일한 방법으로 보행의 운동학적 변인을 측정하였다. 보행의 운동학적 특성은 3차원 영상분석법을 통하여 산출하였다. 12주간의 근력, 평형성, 보행훈련 후에 골반의 회전이 감소하였으며, 무릎과 엉덩이 관절의 굽힘이 증가하였으며, 다리를 스윙할 때 엉덩관절의 외전이 감소하였다. 또한 분당 보폭 수가 증가하였으며 보폭은 감소하였다. 결론적으로 다운증후군 아동들은 12주간의 근력, 평형성, 보행훈련 후에 보행의 운동학적 변인이 향상되었다.

ABSTRACT

B. O. LIM, K. W. KIM, and Y. J. YU, The Effects of Muscle, Balance and Walking Training on Gait Kinematics in Children with Down Syndrome. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 19, No. 1, pp. 107-115, 2009. The purpose of this study were to investigate the effects of muscle, balance and walking training on muscle, balance and gait kinematics in children with Down syndrome. Nine children (9~12 years old) with Down syndrome participated in this study. The participant with Down syndrome participated in muscle, balance and walking training for 12 weeks, three times a week. Kinematic variables of gait were measured 3-dimensional motion capture system. The results indicated that the pelvis rotation decreased, the knee and hip flexion increased, decreased leg sway during the swing phase, the cadence increased, and the stride length decreased after the muscle, balance and walking training. In conclusion, Down syndrome's gait kinematic variables improved after the muscle, balance and walking training.

KEYWORDS : DOWN SYNDROME, STRENGTH TRAINING, BALANCE TRAINING, GAIT

이 논문은 2007년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-358-G00019). 이 논문은 학술진흥재단의 3년차 연구 중 일부로 「한국체육학회지 48권 2호, 2009」에 투고한 「근력, 평형성, 보행 동작 훈련이 다운증후군 아동의 보행 시 하지의 근육활동에 미치는 효과」에서 서론과 연구방법에서 일정부분이 중복되고 있음을 밝힌다.

* imabo@korea.com

I. 서론

다운증후군 아이들의 80%가 보행 문제를 가지고 있다(Oster, 1953). 다운증후군 환자들에게서 관찰되는 보행의 신체적 특징으로는 발뒤꿈치 착지가 없이 발바닥을 지면에 편평하게 착지하고, 다리를 전방으로 스윙할 때 과도한 외전을 보이며, 보행 주기 대부분에서 엉덩관절과 무릎 관절을 더 많이 구부린다(Selby-Silverstein, 1993).

다운증후군 보행의 문제점을 향상시키고자 Sayers, Cowden, Newton, Warren & Eason(1996)은 다운증후군 유아 5명(18~38개월)을 대상으로 근력 향상을 위한 처치를 하였을 때의 발달상의 스텝 움직임을 기술하였다. 이 연구자들은 근력 훈련의 점증 과부하 원리를 이용하여 연구 대상자의 발목에 중량을 달아서 근육들이 수축하고 이완할 때 추가로 감각 피드백을 제공하였다. 사전과 사후 검사 결과 이동 능력과 평형성 그리고 이동 동안에 사용되는 특정 근육군의 근력이 증가되었음을 보고하였다.

이상의 선행 연구 결과에 비추어 볼 때, 다운증후군 아동들에게 근력 훈련을 실시함으로써 나타나는 근력과 보행의 변화를 살펴보는 것은 큰 의미가 있다고 하겠다. 이와 관련하여 한동기(2002)는 보행과 관련된 근육군을 강화시키기 위한 6가지 근력 훈련 종목(스쿼트, 레그 컬, 레그 익스텐션, 토 레이즈, 윗몸 일으키기, 하이퍼 익스텐션)를 점증부하의 원리를 적용하여 총 8주간 주당 3회, 10~15RM, 3세트 실시하였다. 연구 결과, 다운증후군 아동 및 청소년들은 비교적 짧은 근력 훈련 기간에도 불구하고 활보장(stride length)이 증가하고 신체 중심이 위·아래로 변위가 줄어들 것으로 보아 보행의 안정성이 증가하였다고 보고하였다. 또한, 보각(toe out angle)이 작아져 팔자걸음의 정도가 감소하였으며, 착지시 보폭을 늘리기 위해 엉덩관절을 보다 더 굽히고 왼발이 떨어질 때에는 추진을 위해 엉덩관절을 보다 더 펴는 활기찬 보행을 하였다고 보고하였다. 또한, 임비오, 윤재만, 정철수, 신인식 및 권영후(2006)은 다운증후군 아동의 보행에 영향을 주는 12주간의 근력 훈련이 보행과 자세를 조절하는데 중요한 부위인 발목 관절에

작용하는 회전력에 미치는 영향을 규명하였다. 그 결과, 12주간의 근력훈련은 발목 배측굴곡과 저측굴곡 모멘트에는 영향을 미치지 않았으나, 내측 회전 모멘트에서 외측 회전모멘트로 바뀌는 타이밍과 외측 회전 모멘트 최대값이 나타나는 타이밍이 정상보행에 가까워졌다. 결론적으로 12주간의 근력훈련은 다운증후군의 근력을 향상시키고 보행 패턴의 타이밍을 향상시켰다고 보고하였다.

위에서 살펴본 바와 같이 여러 학자에 의해 근력 훈련에 의한 근력의 향상과 관련된 연구가 진행되었으며, 근력 훈련이 보행의 향상에 기여한다는 연구가 이루어져 왔다. 그러나 현재까지 근력훈련이 다운증후군 아동의 보행에 영향을 미치는 명확한 기전은 분명하지 않으며, 그 결과 또한 일치하지 않음에 따라 아직까지도 많은 혼란을 초래하고 있는 실정이다. 특히, Sayers et al.(1996), 한동기(2002), 임비오 등(2006)의 연구는 다운증후군 아이들의 약해진 근육들의 규명 없이 근력 훈련 종목을 선택한 것도 문제점으로 지적될 수 있다. 이와 같은 문제점을 해결하고자 임비오, 최치선 및 최범권(2007)는 다운증후군을 가진 아동(9~13세) 7명을 대상으로 보행 중에 중요하게 작용하는 근육들(장내전근, 중둔근, 대둔근, 대퇴이두근, 대퇴직근, 비복근, 전경골근)의 활동을 분석하였다. 그 결과, 다운증후군 아동들의 전경골근, 대퇴이두근, 장내전근의 근력 활동의 비율이 낮게 나타나서 이러한 근육들의 강화와 불균형 조절 훈련을 통해서 보행 패턴을 향상시킬 필요가 있다고 보고하였다.

다운증후군 아동은 일반 아동에 비해 평형성, 특히 동적 평형성 능력이 현저히 낮는데, 이러한 동적 평형성 능력의 감소는 신체분절의 자세를 유지하는 데 영향을 미친다(Shumway-Cook & Horak, 1986). 또한 보행 능력을 향상시키기 위해서는 실제 보행 훈련을 시켜야 함에도 불구하고 아직 이러한 부분에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

이상의 선행 연구 결과와 제안 점에 비추어 볼 때, 다운증후군 아이들의 보행을 향상시키기 위해서는 보행 중에 중요하게 작용하는 근육 강화훈련 뿐만 아니라 보행에 중요한 영향을 미치는 평형성 향상 훈련, 그리고 실제 보행 동작 훈련의 필요성이 대두되었다.

본 연구의 목적은 근력, 평형성, 보행 동작 훈련이 다운증후군 아동 보행의 운동학적 특성에 미치는 효과를 규명하는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 연구 대상자는 다운증후군을 가진 남자 아동(9~12세) 9명으로 훈련 및 교육이 가능한 아동들이다. 부모, 학교장과 담당의사의 실험 참가 동의를 얻었으며, 연구위원회(Institutional Review Board)의 승인을 얻어서 본 연구를 수행하였다. 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다. 다운증후군 아동들의 운동학적 자료를 비교하기 위해서 정상 아동 7명의 보행 자료를 동일한 실험 조건 하에서 수집하였다. 정상 아동들의 나이는 13.1±2.7세, 신장은 159.4±7.9cm, 체중은 43.6±5.2kg이다.

2. 실험절차

연구 대상자를 선정한 후 사전 검사를 실시하였으며, 사전 검사 후에 근력, 평형성, 보행 훈련을 실시하였다. 12주가 경과한 시점에서 사전 검사와 동일한 방법으로 사후 검사를 실시하였다.

1) 보행의 운동학적 변인 측정

공간 좌표 설정을 위해 통제점 틀을 연구 대상자의 보행 동작을 완전히 포함할 수 있을 정도의 범위에 세웠다. 보행 시 진행 방향의 앞쪽과 뒤쪽에 각각 3대의 비디오카메라를 설치 후 보행 동작 전에 통제점 틀을 촬영하고 통제점 틀을 제거한 후 통제점 틀 공간 내에서 보행 동작을 실시하였다.

인체의 운동학적 변인을 산출하기 위해 반사 마커를 좌·우 상전장골극(Anterior Superior Iliac Spine, ASIS), 상후장골극(Posterior Superior Iliac Spine, PSIS), 좌·우 대전자(Great Trochanter), 좌·우 대퇴 중앙지

점(mid thigh), 좌·우 외측상과(Lateral Condyle), 좌·우 내측상과(Medial Condyle), 좌·우 하퇴 중앙지점(mid shank), 좌·우 외과(Lateral Malleolus), 좌·우 내과(Medial Malleolus), 좌·우 뒤꿈치(Heel), 좌·우 앞꿈치(Toe)에 부착하였다. 엉덩 관절 중심은 Tylkowsky 방식(Tylkowsky, Simon & Mansour, 1982)을 사용하여 계산하였다. 무릎과 발목 관절의 중심은 Midpoint 방식을 사용하여 계산하였다.

영상으로 촬영된 자료의 분석은 Kwon 3d 운동동작 분석 프로그램(ver 3.1, 비슬, 광명)을 사용하였다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

	나이 (세)	신장 (cm)	체중 (kg)	장애 유형	운동기능특징
Sub. A	13	142.4	51.4	정신지체 2급	줄넘기, 점프 기능 부진, 지구력 부진
Sub. B	12	148.4	53.7	정신지체 3급	소근육 약화, 운동하기 싫어함
Sub. C	11	147.4	39.8	정신지체 2급	운동하기 싫어함, 지구력 부진
Sub. D	14	159.5	47.8	정신지체 3급	지구력, 균형 능력 부진
Sub. E	13	158.7	51.4	정신지체 2급	운동하기 싫어함, 균형 능력 부진
Sub. F	14	167.5	53.4	정신지체 3급	힘조절 부진, 균형 능력 부진
Sub. G	12	158.0	47.5	정신지체 2급	계단오르내리기 힘들어함, 지구력 부진
Sub. H	11	152.9	41.4	정신지체 2급	소근육 약화, 힘조절 부진
Sub. I	13	157.3	49.5	정신지체 3급	운동하기 싫어함, 균형 능력 부진
평균± 표준편차	12.6 ± 1.1	155.8 ± 6.2	47.3 ± 4.7		

2) 근력 훈련

(1) 근력 훈련 종목

근력 훈련은 보행과 관련된 근육을 강화시키기 위해 하지 근육 강화 훈련 6종목과 복근 및 척추기립근 강화 훈련 2종목, 총 8가지 종목으로 구성하였다. 근력 훈련 종목과 종목별로 사용되는 근육군은 <표 2>와 같다.

표 2. 근력 훈련 종목과 사용 근육

근력 훈련 종목	사용 근육
스쿼트	대퇴사두근, 대둔근, 척추기립근
레그 쉐	대퇴사두근
레그 익스텐션	반건양근, 반막양근, 대퇴이두근
엉덩 내전	엉덩 내전근
엉덩 외전	엉덩 외전근
윗몸일으키기	복근
하이퍼익스텐션	척추기립근, 대둔근, 반막양근, 복근
토 레이즈	비복근, 가자미근

(2) 근력 훈련 강도

근력 훈련은 발목 중량, 덤벨, 바벨 및 웨이트 머신을 이용하여 실시하였으며, 각 종목별 반복 회수는 근력을 발달시킬 수 있는 강도인 10~15RM(repetition maximum)으로 설정하였다. 윗몸일으키기와 하이퍼익스텐션 운동은 운동 특성상 매 운동에서 근피로 지점까지 동작을 반복하는 방식으로 3세트 실시하였다.

(3) 운동 강도의 설정

1RM(one repetition maximum)은 아래 공식에 의해 계산하였다.

$$1RM = W_0 + W_1$$

$$W_1 = W_0 \times 0.025 \times R$$

- W_0 : 충분한 준비운동 후 약간 무겁다고 생각되는 중량(7~8회 반복 수축이 가능한 무게)
- R : 반복 회수(한국체육과학연구원, 1995)

이 공식에 의해 결정된 1RM을 기준으로 하여 10~15RM에 해당하는 무게를 결정한 후 <표 3>에서 제시한 방법으로 근력 훈련을 실시하였다.

표 3. 근력 훈련의 운동 강도

반복 회수	세트수	운동 빈도	세트간 휴식시간	종목간 휴식시간
10~15회 (10~15RM)	3세트	3회/주	2~3분	5분

(4) 근력훈련 순서

근력 훈련의 운동 순서는 근피로를 감안하여 반복되는 근육군을 피하여 실시하였다(운동 순서의 예 : 스쿼트 → 윗몸일으키기 → 레그 쉐 → 엉덩 내전 → 레그 익스텐션 → 하이퍼익스텐션 → 엉덩 외전 → 토 레이즈). 운동 강도의 증가는 중량(무게), 반복 회수 및 세트수를 증가시켰다.

5) 평형성 향상 훈련

평형성 향상 훈련은 일주일에 3번 12주간 실시하였다. 실시 항목으로는 30cm 너비의 균형로(balance beam)를 걸어가게 하였다. 익숙해질수록 20cm, 10cm 너비의 균형로를 걷게 하였다(Tsimaras & Fotiadou, 2004).

6) 보행 향상 훈련

보행 훈련 전에 5분간의 하지 근육 스트레칭을 하였다. 보행 훈련은 트레드밀 위에서 일주일에 3번 12주간 실시하였다. 운동시간은 처음에는 10분부터 시작하여 점진적으로 시간을 증가시키고, 운동 강도는 처음에는 천천히 시작하다가 점진적으로 속도를 증가시켰다(Carmeli, Kessel, Coleman & Ayalon, 2002). 보행 훈련 중에 올바른 보행 자세를 지속적으로 교육시켰다.

3. 통계 처리

본 연구의 통계 처리는 Window용 SPSS(Version 11.0) 프로그램을 이용하여 훈련을 독립변인으로 하는 종속 티검증(paired samples t-test)을 실시하였으며, 가설 검증을 위한 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 전후에 나타난 보행의 운동학적 변인은 다음과 같다.

1. 보행거리, 시간, 속도

12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 나타난 보행거리, 시간 및 속도 변인은 <표 4>와 같다.

표 4. 보행거리, 시간 속도 변인 단위 (도)

	근력 훈련 전	근력 훈련 후
분당보폭수 (steps/min)	107.80 ± 13.25	118.72 ± 11.23*
보폭 (m)	1.25 ± 0.10	1.15 ± 0.09*
보행시간 (s)	1.14 ± 0.12	1.02 ± 0.11*
지지시간 (s)	0.67 ± 0.09	0.62 ± 0.05
스윙시간 (s)	0.46 ± 0.08	0.40 ± 0.07
지지시간비율 (%)	59.3 ± 7.91	60.6 ± 7.79
보행속도 (m/s)	1.09 ± 0.21	1.13 ± 0.19*

*p<.05

<표 4>에서 12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 분당 보폭수 및 보행속도는 유의하게 증가하였으며 (p<.05), 보폭 및 보행시간은 유의하게 감소하였다 (p<.05).

2. 관절의 운동학적 변인

12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 나타난 관절의 운동학적 변인은 <표 5>와 같다.

표 5. 관절의 운동학적 변인 단위 (도)

	근력 훈련 전	근력 훈련 후	
골반	최대회전	12.13 ± 0.79	8.94 ± 0.83*
	운동범위	25.41 ± 10.25	17.02 ± 8.51*
	최대굴곡	26.01 ± 7.31	30.07 ± 6.84*
	최대신전	26.11 ± 8.62	13.42 ± 5.39*
	굴곡/신전 범위	52.12 ± 15.93	43.51 ± 12.23*
엉덩	최대내전	3.34 ± 1.10	7.93 ± 1.07*
	최대외전	14.62 ± 5.31	11.43 ± 4.62*
	내전/외전 범위	17.96 ± 6.41	19.32 ± 5.69
	최대내측 회전	14.83 ± 6.31	16.42 ± 5.84
	최대외측 회전	20.52 ± 10.34	6.41 ± 2.61*
무릎	회전범위	35.35 ± 16.65	22.83 ± 8.45*
	최대굴곡	50.87 ± 15.31	66.75 ± 12.94*
	운동범위	54.14 ± 16.32	66.53 ± 15.91*
	최대저측 굴곡	16.43 ± 7.62	11.52 ± 5.95*
	배측/저측 범위	27.91 ± 9.32	24.23 ± 7.36
발목	최대외전	56.75 ± 15.64	44.13 ± 10.62*
	내전/외전 범위	34.06 ± 10.64	23.89 ± 9.37*

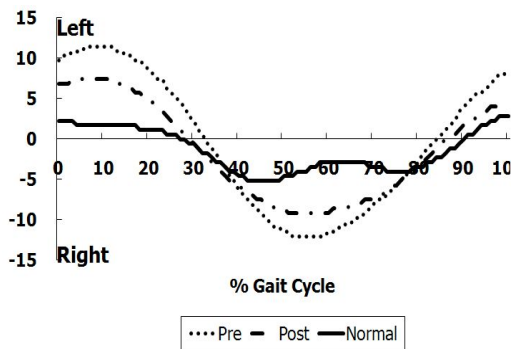


그림 1. 골반 회전각도 (12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 골반 회전 운동범위가 감소하였다.)

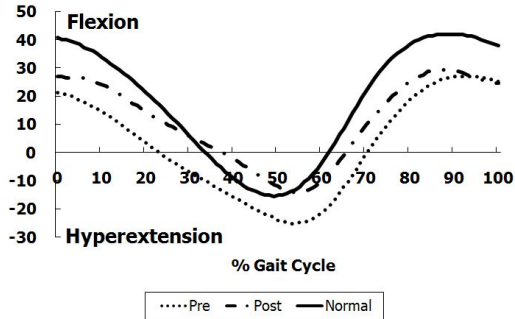


그림 2. 엉덩 굴곡/신전 각도

(12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 엉덩 굴곡/신전 운동범위가 감소하였다.)

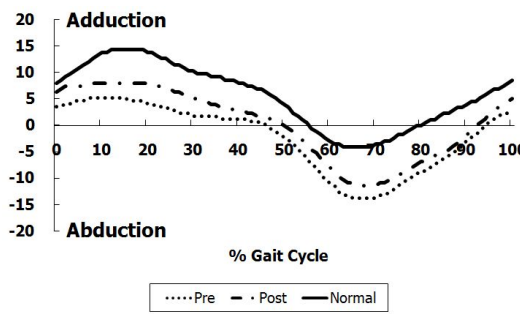


그림 3. 엉덩 내전/외전 각도

(12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 엉덩 최대 내전은 증가하고 최대 외전은 감소하였다.)

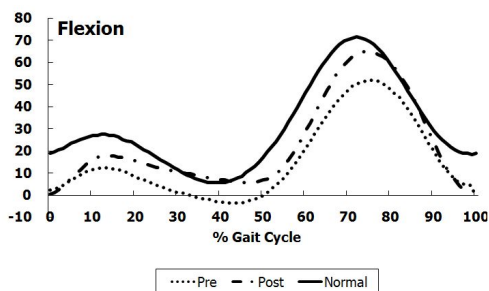


그림 4. 무릎 굴곡/신전 각도

(12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 무릎 최대 굴곡의 증가로 인하여 무릎 관절의 운동범위가 증가하였다.)

<표 5>와 <그림 1>에서 다운증후군 아동들은 정상

아동 및 훈련 전에 비해 12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 골반의 최대회전 운동범위는 감소하였다 ($p<.05$).

<표 5>와 <그림 2>에서 다운증후군 아동들은 정상 아동 및 훈련 전에 비해 12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 엉덩 관절의 굴곡 움직임의 증가와 신전 움직임의 감소로 인하여 엉덩 굴곡/신전 운동범위는 유의하게 감소하였다($p<.05$). 또한, <표 5>와 <그림 3>에서 다운증후군 아동들은 정상아동 및 훈련 전에 비해 12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 엉덩 관절의 최대 외측 회전의 감소로 인하여 엉덩 회전 운동범위가 유의하게 감소하였다($p<.05$).

<표 5>와 <그림 4>에서 다운증후군 아동들은 정상 아동 및 훈련 전에 비해 12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 무릎 관절의 최대 굴곡 움직임의 증가로 인하여 무릎 관절의 운동범위는 유의하게 증가하였다 ($p<.05$).

<표 5>에서 12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 발목 관절의 최대 저축굴곡 움직임이 감소하였다. 또한, 최대 외전의 감소로 인하여 발목 관절의 내전/외전 운동범위가 유의하게 감소하였다($p<.05$).

IV. 논 의

다운증후군 아이들은 12주간의 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 보행속도가 증가하였는데, 이는 보폭 및 보행시간의 감소로 인한 것이며 분당 보폭수의 증가를 가져왔다<표 4>. 보행속도와 관련된 선행연구에서 Bleakley(1995)는 0.97m/s(7세 다운증후군 아동), Hill(1995)은 1.02m/s(10~12세 다운증후군 아동), Ozzimo(1995)는 1.11m/s(3~6세 다운증후군 아동)로 보고하고 있는데, 본 연구의 연구 대상자들은 훈련 후에 선행 연구에서 보고된 보행 속도보다 일반적으로 빠른 보행 속도(훈련 전 : 1.09 ± 0.21m/s, 훈련 후 : 1.13 ± 0.19m/s)를 보였다. 이는 훈련을 통하여 지면을 추진할 때 저축굴곡근의 구심성 수축력이 강화된 결과이다(한동기, 2002; 임비오 등, 2007). 보행 속도는 전반적인 보

행 수행능력의 척도이며 노인 뿐 아니라 뇌졸중 환자의 운동 처지의 효과를 평가하는데 사용된다(한동기, 2002). 노인의 보행보조기구 사용 보행(윤석훈, 2007)과 12주간 수중운동이 낙상 경험 여성 노인들의 보행에 미치는 영향(김창범과 신중용, 2007)에서 보행속도의 증가가 안정된 보행의 요인이라고 제시한 선행연구와 일치된 결과를 보였다. 또한, 노인(Judge, Underwood, & Genosa, 1993), 뇌졸중 환자(Teixeira-Salmela, Nadeau & Olney, 2001) 및 파킨슨씨병 환자(Scandalis, Bosak, Berliner, Helman & Wells, 2001)를 대상으로 한 연구에서 근력 훈련이 보행 속도의 향상을 가져왔다.

다운증후군을 대상으로 한 엉덩 관절각의 범위에서 Parker & Bronks(1980)는 35.7°(7세 다운증후군), Hill(1995)은 31.3°(10~12세 다운증후군), Ozzimo(1995)는 29.3°(3~6세 다운증후군)로 보고하고 있다. 본 연구에서는 훈련 전에 52.12±15.93°, 훈련 후에 43.51±12.23°가 나타났다<표 5>. 훈련 후에 엉덩 관절각의 범위가 선행연구에 가깝게 감소하였다<그림 2>. Winter(1991)는 분당 보폭수가 증가할 때 엉덩 관절 모멘트가 증가한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 훈련 후에 분당 보폭수가 증가한 것으로 나타나(훈련 전: 107.80±13.25 보/분, 훈련 후: 118.72 ± 11.23보/분) 엉덩 관절 모멘트가 증가했을 것으로 판단된다. Kim, Bang & Kim(1995)은 다운증후군 아동이 일반 아동보다 엉덩 관절각이 작기 때문에 엉덩 관절에서의 파워생성이 적다고 지적하면서 골반과 엉덩 관절 주변의 근력과 이동성을 증가시키기 위한 운동 프로그램을 실시할 것을 추천하였다.

본 연구에서 정상 보행 시 무릎관절의 운동범위를 약 70°로 보고하고 있다<그림 4>. 다운증후군 아이들은 훈련 전에 54.14±16.32°, 훈련 후에 66.53±15.91°를 보여 훈련 후에 정상 보행의 무릎 관절각 운동범위와 비슷하게 증가하였다<표 5>.

다운증후군을 가진 사람들의 발목 움직임 범위(훈련 전: 27.91 ± 9.32°, 훈련 후: 24.23 ± 7.36°)는 일반인보다 작다<표 5>. Perry(1992)는 정상 보행 시 발목관절의 운동 범위를 30°로 보고하고 있다. 윤승호 등(1992)은 평균 연령 24.7세(23~26세)의 성인을 대상으로 하여 발목 관절각의 최대값(104.4±6.2°)과 최소값(71.9±4.8°)을 뺀 수치인 35.2±4.2°를 배측굴곡/저측굴곡의 범위라고 밝

혔다. 다운증후군 보행은 정상 보행에 비해서 발목 락 커 구간에서의 배측굴곡의 감소와 발이 지면에 떨어질 때의 저측굴곡의 감소로 인해 저측굴곡/배측굴곡 움직임이 평균적으로 감소되었다. 본 연구의 결과에서 나타난 바와 같이 다운증후군 보행에서 나타나는 비정상적인 발목 락커(발목 배측굴곡의 제한)는 첫째, 타이트한 아킬레스 건(편평 착지 원인), 둘째, 인대 불안정으로 인한 발목 불안정, 셋째, 저긴장성 근육과 인대의 탄성 요인 비정상(저측굴곡근의 신장성 수축시 기계적 에너지 저장에 영향)으로 인해 발생된다(Cioni, Cocilovo, Rossi, Paci & Valle, 2001).

이상의 연구에서 보행 시간은 단축되고 보행 속도는 증가하였으며 근력, 평형성, 보행 훈련의 효과로 인하여 보행의 운동학적 변인이 훈련 12주 후에 효과적으로 변화하였는데, 이것은 노인이나 뇌졸중 그리고 파킨슨씨병 환자와 마찬가지로 다운증후군 아동과 청소년들의 신체 재활이나 건강유지 프로그램의 일부분으로 근력, 평형성, 보행 훈련을 포함시켜야 한다는 것을 의미한다. 결국, 다운증후군 아이들의 보행을 향상시키기 위해서는 근력강화 훈련뿐만 아니라 보행에 중요한 영향을 미치는 동적 평형성 향상 훈련, 그리고 실제 보행 동작 훈련이 포함되어야 한다.

본 연구를 수행하는 과정에서 가진 연구의 제한점은 정신지체 등급별로 나누어 연구를 수행할 수 없었다는 것이다. 다운증후군 아동은 정신지체 등급별로 개인차가 많은데 계획대로 섭외할 수 없었으며, 훈련시키는 데에도 많은 어려움을 겪었다. 다행히 오랫동안 다운증후군 아이들을 지도했던 담당 교사와 5명의 특수체육 전공자들의 도움으로 무사히 본 연구를 수행할 수 있었다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 다운증후군을 가진 아동(9~12세) 9명을 대상으로 12주간의 근력, 평형성, 보행 동작 훈련이 보행과 관련된 운동학적 특성에 미치는 효과를 규명하는 것이다. 연구결과, 12주간의 근력, 평형성, 보행훈련 후에 골반의 회전이 감소하였으며, 무릎과 엉덩관절의 굴

곡이 증가하였으며, 다리를 스윙할 때 엉덩관절의 외전이 감소하였다. 또한, 분당 보폭수가 증가하였으며 보폭은 감소하였다. 결론적으로 다운증후군 아동들은 12주간의 근력, 평형성, 보행훈련 후에 보행의 운동학적 변인이 향상되었다.

본 연구에 이은 후속연구로는 정신지체 등급별로 더 많은 다운증후군의 자료를 획득하여 데이터베이스화 할 필요가 있으며, 보행속도에 영향을 미치는 엉덩굴곡근 및 엉덩신전근 파위와 엉덩과 몸통에 의해 발생하는 보상 메카니즘, 그리고 근력, 평형성, 보행 훈련 후에 변화되는 관절의 모멘트 및 지면반력에 대한 후속연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 김창범, 신준용(2007). 12주간 수중운동이 낙상 경험 여성 노인들의 보행에 미치는 영향. *한국운동역학회지*, 17(4), 9-16.
- 윤석훈(2007). 노인의 보행보조기구 사용 보행 시 보행 패턴의 변화연구. *한국운동역학회지*, 17(2), 1-9.
- 윤승호, 김봉옥, 이제운, 박상균, 김철중, 박세진(1992). 3차원 동작 분석기를 이용한 정상보행 분석. *대한재활의학회지*, 16(4), 399-406.
- 임비오, 김규원(2009). 근력, 평형성, 보행 동작 훈련이 다운증후군 아동의 보행 시 하지의 근육활동에 미치는 효과. *한국체육학회지*, 48(2), 투고 중.
- 임비오, 윤재만, 정철수, 신인식, 권영후(2006). 근력훈련이 다운증후군 청년의 발목 관절에 작용하는 회전력에 미치는 영향. *체육과학연구*, 17(3), 13-22.
- 임비오, 최치선, 최범권(2007). 다운증후군 아동의 보행 향상을 위한 근육활동 규명. *체육과학연구*, 18(1), 9-18.
- 한국체육과학연구원(1995). 1급 생활체육지도자 연수 교재. 동원사.
- 한동기(2002). 근력 훈련이 다운증후군 아동 및 청소년의 등속성 근력과 보행 형태에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 서울대학교 대학원.
- Bleakley, S.(1995). *Characteristic gait patterns exhibited by children with Down syndrome ages 7-9*. Unpublished Master's Thesis, D'Youville College, Buffalo.
- Carmeli, E., Kessel, S., Coleman, R. & Ayalon, M.(2002). Effects of a treadmill walking program on muscle strength and balance in elderly people with down syndrome. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences & Medical Science*, 57A(2), 106-110.
- Cioni, M., Cocilovo, A., Rossi, F., Paci, D., & Valle, M. S.(2001). Analysis of ankle kinetics during walking in individuals with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 106(5), 470-478.
- Hill, L.(1995). *Gait characteristics in children with Down syndrome ages 10-12*. Unpublished Master's Thesis, NY: D'Youville College, Buffalo.
- Judge, J. O., Underwood, M., & Gennosa, T.(1993). Exercise to improve gait velocity in older persons. *Archives of Physical and Medical Rehabilitation*, 74, 400-406.
- Kim, B. S., Bang, D. Y., & Kim, B. O.(1995). Gait characteristics in Down's syndrome. *Gait & Posture*, 3(2), 84.
- Oster, J.(1953). *Mongolism*. Copenhagen, Einar Munksgaard Forlag.
- Ozzimo, K.(1995). *Gait characteristics in children with Down syndrome ages 3-6*. Unpublished Master's Thesis, NY: D'Youville College, Buffalo.
- Parker, A. W., & Bronks, R.(1980). Gait of children with Down syndrome. *Archives of Physical and Medical Rehabilitation*, 61, 345-351.
- Perry, J.(1992). *Gait Analysis: Normal and pathological function*. Thorofare, NY: Slack.
- Sayers, L. k., Cowden, Jo. E., Newton, M., Warren, B.,

- & Eason, B.(1996). Qualitative analysis of a pediatric strength intervention on the developmental stepping movements of infants with Down syndrome. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13, 247-268.
- Scandalis, T. A., Bosak, A., Berliner, J. C., Helman, L. L., & Wells, M. R.(2001). Resistance training and gait function in patients with Parkinson's disease. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(1), 38-43.
- Selby-Silverstein, L.(1993). *The effect of neutral foot orthoses on the gait pattern of children with Down syndrome*. Unpublished Doctoral Dissertation, Hahnemann University, Philadelphia.
- Shumway-Cook, A., & Horak, F. B.(1986). Assessing the influence of sensory interaction on balance: Suggestion from field. *Physical Therapy*, 66, 1548-1550.
- Teixeira-Salmela, L. F., Nadeau, S., & Olney, S. J.(2001). Effects of muscle strengthening and physical conditioning training on temporal, kinematic and kinetic variables during gait in chronic stroke survivors. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 33, 53-60.
- Tsimaras, V. K., & Fotiadou, E. G.(2004). Effect of training on the muscle strength and dynamic balance ability of adults with down syndrome. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 343-347.
- Tylkowski, C. M., Simon, S. R., & Mansour, J. M.(1982). *Internal rotation gait in spastic cerebral palsy in the hip*. Proceedings of the 10th Open Scientific Meeting of the Hip Society,(Edited by Nelson, J. P.), 89-125. Mosby, St. Louis.
- Winter, D. A.(1991). *The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly, and pathological*. Waterloo: University of Waterloo Press.

투 고 일 : 01월 28일

심 사 일 : 02월 16일

심사완료일 : 03월 24일