

협응이동훈련이 아동의 자세 불균형과 보행에 미치는 영향 : 단일사례설계

이정아 · 김진철[†]
온몸연구소

Effect of Coordinative Locomotor Training on Postural Imbalance and Gait in Children : A Single Subject Design

Jeong-A Lee PhD · Jin-Cheol Kim PhD[†]
Onmomlab

Received: March 13, 2019 / Revised: March 19, 2019 / Accepted: May 21, 2019

© 2019 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study was examined the effects of coordinative locomotor training (CLT) on the postural imbalance and gait in children.

METHODS: Four children were sampled as subjects. A single subject study (A-B-A') was conducted by measuring the following: baseline five sessions, intervention phase, 15 sessions, and postline (A') five sessions. The research period was eight weeks. The CLT program consisted of warming-up exercise, main exercise, and finishing exercise, and it was performed for one hour per day. A oneleg standing test (OLST) was performed determine the static balance. A functional reach test (FRT) was performed determine the reactionary balance. To determine the dynamic balance, the

time up and go test (TUG) was performed. A 10m walking test (10 MWT) was performed to determine the walking ability. A statistical test was performed through descriptive statistics to present the average and standard deviation, and the variation rate was compared using a visual analysis method with graphs.

RESULTS: As a result of CLT application, all four subjects improved the OLST, FRT, TUG, and 10 MWT compared to the intervention period baseline, and postline period.

CONCLUSION: CLT appeared to improve the posture imbalance and gait in children.

Key Words: Balance, Children, Coordinative locomotor training, Gait, Postural imbalance

I. 서론

최근 아동은 과중한 학업으로 인해 신체활동의 기회가 줄어들고, 앉은 자세의 생활이 증가하여 자세 이상의 문제를 보인다. 장시간 앉은 자세는 양쪽 어깨의 비대칭적인 높이 차이를 만들고 머리가 전방으로 나오게 된다. 이는 책상이나 컴퓨터 앞에 앉아서 좋지 못한

[†]Corresponding Author : Jin-Cheol Kim

kjebboy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4375-9239>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

자세로 학습 활동을 수행하기 때문에 과도하게 목을 앞으로 숙이는 자세에서 불균형이 나타난다. 이러한 비대칭적인 자세는 머리, 몸통, 허리 근육의 과 긴장을 유발하고 척추의 생역학적인 기능을 감소시킨다[1].

척추의 생역학적인 기능 감소는 근육 불균형을 초래하여 특정 근육의 과사용과 저사용으로 인해 머리와 가슴, 복부와 허리 근육에 교차 증후군(cross syndrome)이 나타난다[2]. 앞쪽 머리 자세는 구조적으로 해부학적 중심선에서 머리가 앞으로 돌출되어 목의 굽힘근을 약화(weakness) 시키고, 목의 펴근을 단축(shortening) 시킨다. 둥근 어깨(round shoulder) 자세의 가슴근육은 단축(shortening) 되고, 어깨 올림 근육은 약화된다. 몸통은 하나의 기능적 단위로 연결되어 있기 때문에 복부 근육은 약화되고, 허리 근육은 단축된다[3].

인간은 일상생활을 영위할 때 올바른 자세를 유지하는데 균형이 필수 요소로 작용한다[4]. 자세와 균형은 매우 밀접하게 상호작용하며 불안정성을 피하도록 예측하고 적응하여 자가 회복한다[5]. 올바른 자세란 중력 및 외력에 대해 신체의 중심선을 유지하여 최소의 스트레스가 가해지도록 역학적으로 정렬되어 있는 상태이다[6]. 일상생활의 모든 동작 수행은 최적의 자세 정렬 상태를 만들고 다양한 반응에 대해 신체의 자세 변화를 지속적으로 유지해 가는 과정이다. 그러나 좋지 않은 자세 습관은 신체의 올바른 자세 정렬을 무너뜨린다[7].

올바른 자세와 균형을 유지하기 위해 시각, 전정기관, 고유수용성감각, 신경근골격 시스템이 서로 상호작용한다[8]. 하지만 아동의 운동 발달은 각 개인의 성장 수준마다 다르게 발달한다. 그래서 올바른 자세를 학습하지 못한 아동은 균형 유지와 관련된 고유수용성감각이 저하되고 자세 유지에 관여하는 근력이 감소한다. 이에 자세 동요가 크게 증가하므로 균형 유지에 어려움이 나타난다[9].

인간의 걷기는 신경·근골격시스템이 총체적으로 상호작용하는 복잡한 과정으로서 한 다리가 입각기 시 안정된 상태를 유지하는 동안 동시에 다른 쪽의 다리가 몸을 앞으로 이동하는 반복적이고 연속적인 활동이다[10]. 그러나 불균형을 보이는 아동은 전형적으로 보폭이 짧고 보행속도가 불규칙하다. 또한 단하지 지지 기간

(single limb support)이 매우 감소되어 있어, 발을 들어 올려 내딛는 하지의 전진 진행이 빠르게 나타난다[11].

비대칭적인 자세 정렬과 보행의 문제를 해결하기 위해 기존의 전통 운동프로그램은 아동의 신체능력만을 강조하는데 초점을 두었다. 또한, 대부분의 선행연구에서 제시한 운동프로그램은 자세 정렬, 보행을 향상시키기 위해 각각 개별적으로 접근한 훈련 방법이었다[12]. 이러한 개별적인 움직임의 하나하나 분리시켜 연습하는 것은 아동의 운동 발달과 운동 학습을 고려했을 때 굉장히 비효율적이다. 그래서 단일 운동프로그램이 아닌 복합적이고 통합적인 운동프로그램이 필요하다.

협응이동훈련(coordinative locomotor training; CLT)은 독일의 Britta가 창안한 운동방법이다. CLT는 인간의 가장 기본적이고 협응적인 움직임을 단순화시켜 패턴화하였다[13]. 달리는 사람을 형상화 한 스프린터(sprinter)와 스케이터 선수를 형상화한 스케이터(skater)는 인간의 전형적인 이동 활동이다. 인체는 움직임을 실행할 때 기능적으로 서로 연결되어 하나의 자유도로 작용한다. 이 움직임의 자유도는 근육들이 조화롭게 함께 묶여 작용한다. 이를 근육반응시너지(muscle response synergy) 또는 협응 구조(coordinative structure)라고 한다[14]. 이 협응 구조는 움직임의 자유도에 관여하여 각 관절과 근육에 존재하는 수많은 자유도를 하나로 제어한다. 이 패턴화된 움직임은 인체의 자세 조절과 보행을 개선하는데 효과적이라고 보고하였다[15].

지금까지 CLT 프로그램을 적용한 연구들은 측만증, 뇌졸중 등 다양한 대상자에게 신체기능과 활동 개선을 위해 적용되었지만[16,17], 아동에게 적용한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 CLT가 아동의 자세 불균형과 보행에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 대상자

본 연구는 광주광역시에 소재한 C 태권도에 다니는 아동 4명을 대상으로 하였다. 연구 참여 대상자가 미성년자임을 고려하여 대상자와 보호자에게 연구의 목적을 상세히 설명하고, 서면으로 된 연구 동의서를 작성

Table 1. General Characteristic of the Subjects (n=4)

Characteristic	Children 1	Children 2	Children 3	Children 4
Sex	Male	Male	Male	Male
Age	11	11	10	16
Weight (kg)	38	46	38	68
Height (cm)	142	145	136	182
Posture Type	Lordosis	Lordosis	Lordosis	Flat back

하였다. 본 연구에 동의하고, 보호자가 서명한 대상자 4명에 한하여 연구를 진행하였다.

전체적인 자세 정렬을 평가하기 위해 선 자세에서 신체 중심선을 체크하고 뒷면, 옆면, 앞면을 관찰하여 평가지에 기록하였다. 뒷면은 머리의 위치, 양쪽 어깨의 대칭성, 어깨뼈 아래각의 위치, 양쪽 골반의 PSIS 높이, 양쪽 무릎과 발목의 위치를 관찰한다. 옆면은 머리 위치, 턱과 목의 각도, 귀와 어깨선의 위치, 양쪽 골반의 ASIS 높이, 무릎, 발목의 위치를 관찰한다. 앞면은 머리의 위치, 가슴근육의 크기, 몸통과 팔의 거리, 배벽의 크기, 골반경사, 무릎과 발목의 위치를 관찰한다. 이 자세 검사는 후만증, 전만증, 굽은등, 편평등을 분류할 수 있다.

대상자 1은 11세 남자 아동으로 허리에 전만을 보이는 자세 이상이 있었다. 잘못된 자세로 일상생활과 학업을 수행하고 있어, 보호자는 바른 자세 유지와 보행 형태 개선을 희망하였다. 대상자 2는 11세 남자 아동으로 허리에 전만이 있었다. 책상에 장시간 앉아 있는 시간이 많고, 걸을 때 팔자걸음을 보였다. 대상자 3은 10세 남자 아동으로 허리에 전만을 보였다. 또래 아동보다 유독 배가 많이 나왔고, 평상시 허리 통증(VAS 2점)을 호소하였다. 대상자 4는 16세 남자 아동으로 편평등을 가지고 있었다. 등뼈와 허리가 편평하여 머리가 가슴 위치에서 앞으로 나오는 일자목이었다. 앞쪽 머리 자세로 기인한 활동 시 목 통증(VAS 3점)이 있었다(Table 1).

2. 연구설계

본 연구는 단일 사례 설계 A-B-A'로 디자인하였다. A와 A'는 각각 초기 기초선과 후기 기초선 기간이었으

며, B는 협응이동훈련을 적용한 중재 기간이었다. 총 연구 기간은 8주 동안 진행하였다. 1주 차는 대상자 선정 기준에 의거하여 대상자를 모집하고, 연구에 대한 충분한 설명과 서면으로 된 동의서를 작성하였다. 2주 차는 초기 기초선 기간이었다. 3~7주 차는 중재 기간이었다. 8주 차는 후기 기초선 기간이었다. 초기 기초선(A)과 후기 기초선(A') 기간은 중재를 실시하지 않고 동일한 평가를 1주일간 5회 반복 측정하였다. 중재 기간은 총 15회로 주 3회 1시간씩 5주 동안 협응이동훈련을 실시하였다. 중재가 끝난 후기선 기간은 5일 동안 동일한 평가를 반복 측정하였다.

1) 초기 기초선

초기 기초선은 대상자의 기초선 패턴을 조사하는 기간이었다. 대상자의 정적과 동적 균형을 알아보기 위하여 FRT와 OLST, TUG를 측정하였다. 대상자의 보행 능력을 알아보기 위하여 10 MWT를 측정하였다. 측정은 1주일 동안 총 5회 매일 반복적으로 실시하고 변화량을 기록하였다. 기초선의 변화량이 안정성을 확보할 경우 기초선 기간의 객관화를 증명할 수 있다.

2) 중재 기간

중재 기간은 CLT 프로그램을 대상자에게 적용하여 균형과 보행이 향상되었는지 조사하는 기간이다. CLT 준비 운동은 10분 동안 CLT gym 체조를 시작하였다. 본 운동은 CLT 체조가 끝나면 40분 동안 4가지 자세에서 sprinter, skater 패턴을 운동 절차에 맞게 실시하였다. 마무리 운동은 10분 동안 CLT 보행 훈련을 연속적인 움직임 선상에서 수행하였다. 중재 기간은 3주 동안 주 5회, 1시간, 총 15회를 실시하였다. 중재를 종료하면

측정을 실시하여 변화량을 기록하였다.

3) 후기 기초선

후기 기초선은 대상자의 후기 기초선 패턴을 조사하는 기간이었다. 초기 기초선과 동일하게 FRT, OLST, TUG, 10 MWT를 측정하였다. 측정은 1주일 동안 총 5회 매일 반복적으로 실시하고 변화량을 기록하였다. 후기 기초선의 변화량이 유지성을 확보할 경우 초기 기초선과 비교하여 중재 효과를 입증할 수 있다.

3. 측정도구

1) 한발 서기 검사(one leg standing test; OLST)

대상자의 정적 균형을 알아보기 위하여 한발 서기 검사를 실시하였다. 한발 서기 검사는 다른 외부의 도움이나 지지 없이 한 발로 오래 서 있는 방법이다. 치료실 내 바닥에 가로 50 cm, 세로 50 cm 정사각형을 표시하였다. 대상자는 표시해둔 정사각형 안에서 오른발과 왼발을 각각 한발은 지면에 지지하고, 또 다른 발은 직각으로 들고 유지하였다. 한발을 들고 서있는 시간을 유지할 때 한발이 휘청거리거나 들어 올려져 있는 발이 땅에 닿으면 종료하고, 시간을 기록하였다. 각각 3회 반복 측정하고 평균 값을 구하였다. 한발 서기 검사는 급내상관계수 .82로 높은 신뢰도를 가지고 있다[18].

2) 기능적 손 뻗기 검사(functional reach test; FRT)

대상자의 반 동적 균형을 알아보기 위하여 FRT를 실시하였다. 균형 평가를 하는 동안 대상자의 안전을 위하여 항상 평가자가 옆에 대기하였다. FRT 시작 자세는 대상자가 벽에 옆으로 붙어 똑바로 선 자세에서 팔꿈치를 펴고 어깨 관절을 90도로 굽힌 상태이었다. 한쪽 팔이 수평을 유지한 채 평행하게 팔을 앞으로 뻗도록 지시하고, 시작 자세의 세번째 손허리뼈관절(metacarpophalangeal joint) 끝에서부터 최대한 앞으로 뻗은 거리를 측정하였다. FRT 평가에 신뢰성과 타당성을 낮추는 엉덩관절 둔부의 후방전위 및 무릎 굽힘이 발생되지 않도록 하였다. 측정자는 대상자가 시작 자세에서 팔을 뻗은 거리의 끝 범위에 대해 3회 반복 측정하여 평균값을 제시하였

다. FRT의 검사 재검사 신뢰도는 $ICC=.92$ 이었으며, 측정자간 신뢰도는 $ICC=.98$ 로 높은 신뢰도를 보였다[19].

3) 앉고 일어서 걷기 검사(time up and go test; TUG)

대상자의 동적 균형을 알아보기 위하여 TUG를 실시하였다. 치료실 바닥의 3 m 구간을 표시하여 체크하였다. 출발선에 의자를 비치해 두고 반환점에 삼각대를 두었다. 대상자에게 팔걸이가 있는 의자에 앉은 상태에서 '시작'이라는 구두 지시에 일어나 3 m 거리의 반환점을 돌아와 의자에 앉으라고 지시하였다. 측정자는 중간 지점에서 초시계를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균 값을 제시하였다. TUG의 측정자내 신뢰도 $r=.99$, 측정자간 $r=.98$ 이었다[20].

4) 10미터 걷기 검사(10m walking test; 10 MWT)

대상자가 걷는 동안 보행 속도를 측정하기 위하여 10 m 걷기 검사를 실시하였다. 치료실 바닥의 14 m 구간을 표시하여 체크하고, 대상자에게 평소 걷는 속도로 정해진 거리를 걷도록 지시하였다. 가속과 감속을 고려하여 처음 2 m와 마지막 2 m 거리를 제외한 10 m 거리를 3회 반복 측정하여 평균값을 제시하였다. 10 MWT는 측정자간, 측정자 내 신뢰도 $r=.89\sim 1.00$ 이었다[21].

4. 훈련방법

본 연구는 대상자에게 CLT 준비운동, 본 운동, 마무리 운동으로 제시하였다. CLT 프로그램은 CLT A, B, C 코스를 이수한 임상 8년 차 선생님이 중재하였다. CLT 준비운동 10분, 본 운동 40분, 마무리 운동 10분을 적용하여 중재는 1일 1시간씩 실시하였다(Table 2).

준비 운동은 CLT 체조로 시작하였다. CLT 체조는 경쾌한 음악에 맞춰 CLT 코스를 이수한 선생님의 움직임 따라 하게 하였다. 4명의 대상자는 일정한 간격을 두고 일렬로 선 상태에서 리듬에 맞춰 선생님의 동작을 모방하여 실시하였다. 체조가 시작되면 대상자들에게 움직임을 상세히 알려주고 익숙해지도록 지도하였다. 대상자가 잘못된 움직임을 할 경우 구두 지시로 수정하게끔 하였다. 5분짜리 음악을 틀어놓고 2회기로 나누어 10분 동안 실시하였다.

Table 2. CLT Program

Progress	Program			Time
Warm up	CLT Gym			10 min
Main Exercise	Position	Pattern	Activating Process	
	Supine	Sprinter, Skater	Securing, Linking	10min
	Side-lying	Sprinter, Skater	Securing, Linking	10min
	Long Sitting	Sprinter, Skater	Controlling	10min
	Standing	Sprinter, Skater	Controlling	10min
Cool Down	Sprinter -> Skiing -> Skater			10min

본 운동은 4가지 자세에서 스프린터(Sprinter), 스케이터(Skater) 패턴을 운동 절차에 맞게 실시하였다. 스프린터(sprinter) 패턴은 오른쪽 팔의 어깨관절과 팔꿈관절을 90도 굽힘하고, 몸의 중심으로 모으면서 손바닥이 눈에 보이게 가쪽돌림한다. 왼쪽 팔의 어깨관절과 팔꿈관절은 펴고 벌림되면서, 엄지손가락이 엉덩관절 옆으로 안쪽돌림한다. 오른쪽 다리의 엉덩관절과 무릎관절은 펴, 벌림, 안쪽돌림한다. 왼쪽 다리의 엉덩관절과 무릎관절은 90도 굽힘하고, 몸의 중심으로 모음하여 발등 굽힘체로 바깥돌림된다. 스케이터(Skater) 패턴은 오른쪽 팔의 어깨관절과 팔꿈관절은 펴고 벌림되고, 엄지손가락이 가쪽돌림된다. 왼쪽팔의 어깨관절과 팔꿈관절은 펴하여 모음되고, 엄지손가락이 안쪽돌림된다. 오른쪽 다리의 엉덩관절과 무릎관절은 펴고 모음되어 가쪽돌림된다. 왼쪽 다리의 엉덩관절과 무릎관절은 굽힘하고 벌림되어 발은 발등굽힘체로 안쪽돌림된다.

마무리 운동은 CLT 보행훈련을 실시하였다. CLT 보행훈련은 스프린터, 스키, 스케이터 패턴을 조합하여 연속적으로 진행하였다. 4명의 대상자는 일정한 간격을 두고 일렬로 선 자세에서 보행훈련을 실시하였다. 중재자는 대상자 바로 앞에 위치하여 훈련을 진행하면서 대상자의 움직임을 안내한다. 잘못된 움직임을 할 경우 구두 지시로 수정하였고, 움직임을 정확하게 따라 하게 하였다.

5. 분석 방법

각 변수들의 통계 검정은 윈도우용 SPSS 22.0 버전을 이용하여 분석하였다. 초기 기초선과 후기 기초선 기간

동안 자료의 안정성과 경향을 비교하기 위하여 그래프를 이용한 시각 분석 방법을 사용하였다. 각 변수들은 기술 통계 검정을 이용하여 기간 내 평균값을 제시하고, 세 시점에서 변화율을 비교하였다.

III. 결과

1. OLST의 변화

대상자의 정적 균형 변화율을 기록한 두 번의 기초선 기간과 중재 기간 동안 OLST 결과를 나타내었다. 대상자 1, 2, 3의 경우 왼쪽 하지의 체중지지가 감소하였고, 대상자 4의 경우 오른쪽 하지의 체중지지가 감소하였다. 감소된 발을 기준으로 대상자 1의 기초선 평균 시간은 6.63초이었다. 중재 기간 평균 시간은 11.77초로 기초선 기간보다 5.14초 증가하였다. 후기선 평균 시간은 15.42초이었고, 기초선 보다 8.79초 증진된 시간을 유지하였다. 대상자 2의 기초선 평균 시간은 5.48초이었다. 중재 기간 평균 시간은 13.71초로 기초선 기간보다 8.23초 증가하였다. 후기선 평균 시간은 13.83초이었고, 기초선 기간보다 8.35초 증진된 시간을 유지하였다. 대상자 3의 기초선 평균 시간은 8.48초이었다. 중재 기간 평균 시간은 14.23초로 기초선 기간보다 5.75초 증가하였다. 후기선 평균 시간은 17.73초이었고, 기초선 기간보다 9.25초 증진된 시간을 유지하였다. 대상자 4의 기초선 평균 시간은 9.42초이었다. 중재 기간 평균 시간은 15.33초로 기초선 기간보다 5.91초 증가하였다. 후기선 평균 시간은 17.75초이었고, 기초선 기간보다 8.33초 증진된 시간을 유지하였다(Fig. 1).

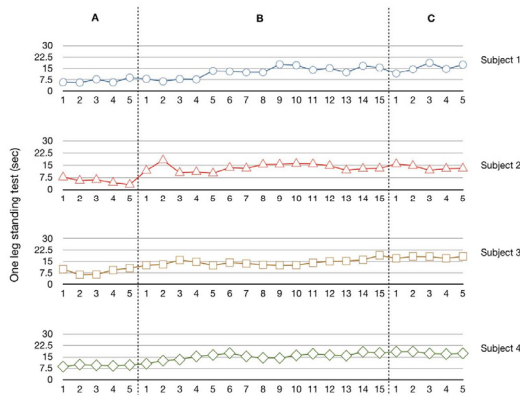


Fig. 1. Result of OLST after coordinative locomotor training

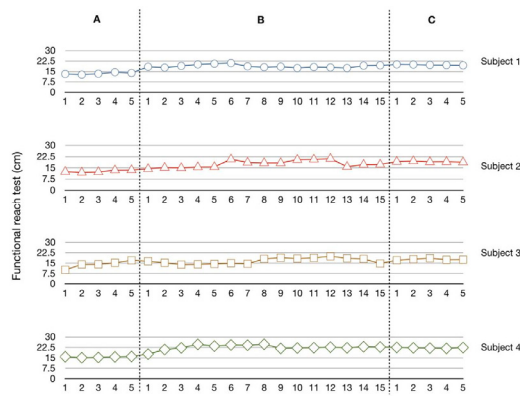


Fig. 2. Result of FRT after coordinative locomotor training

2. FRT의 변화

대상자의 반 동적 균형 변화율을 기록한 두 번의 기초선 기간과 중재 기간 동안 FRT 결과를 나타내었다. 대상자 1의 기초선 평균은 13.54 cm이었다. 중재 기간 평균 팔 뻗기 거리는 17.73 cm로 기초선 보다 4.19 cm 늘어났다. 후기선 평균은 19.76 cm이었고, 중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 6.22 cm 늘어난 뻗기 거리를 유지하였다. 대상자 2의 기초선 평균은 12.78 cm이었다. 중재 기간 평균 팔 뻗기 거리는 17.64 cm로 기초선 보다 4.86 cm 늘어났다. 후기선 평균은 19.14 cm이었고, 중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 6.36 cm 늘어난 뻗기 거리를 유지하였다. 대상자 3의 기초선 평균은 14.18 cm이었다. 중재 기간 평균 팔 뻗기 거리는 16.63 cm로 기초선 보다 2.45 cm 늘어났다. 후기선 평균은 17.76 cm이었고,

중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 3.58 cm 뻗기 거리를 유지하였다. 대상자 4의 기초선 평균은 15.44 cm이었다. 중재 기간 평균 팔 뻗기 거리는 22.61 cm로 기초선 보다 7.17 cm 늘어났다. 후기선 평균은 22.18 cm이었고, 중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 6.74 cm 늘어난 거리를 유지하였다(Fig. 2).

3. TUG의 변화

대상자의 동적균형 변화율을 기록한 두 번의 기초선 기간과 중재 기간 동안 TUG 결과를 나타내었다. 대상자 1의 기초선 평균 시간은 7.41초이었다. 중재 기간 평균 시간은 6.99초로 기초선 기간 보다 0.42초 감소하였다. 후기선 평균 시간은 6.41초이었고, 중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 1초 감소된 시간을 유지하고 있었다. 대상자 2의 기초선 평균 시간은 7.34초이었다. 중재 기간 평균 시간은 6.98초로 기초선 기간 보다 0.36초 감소하였다. 후기선 평균 시간은 6.54초이었고, 중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 0.8초 감소된 시간을 유지하고 있었다. 대상자 3의 기초선 평균 시간은 7.57초이었다. 중재 기간 평균 시간은 7.21초로 기초선 기간 보다 0.36초 감소하였다. 후기선 평균 시간은 6.40초이었고, 중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 0.81초 감소된 시간을 유지하였다. 대상자 4의 기초선 평균 시간은 7.10초이었다. 중재 기간 평균 시간은 6.54초로 기초선 기간 보다 0.56초 감소하였다. 후기선 평균 시간은 6.17초이었고, 중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 0.93초 감소된 시간을 유지하였다(Fig. 3).

4. 10 MWT의 변화

대상자의 보행 속도 변화율을 기록한 두 번의 기초선 기간과 중재 기간 동안 10 MWT 결과를 제시하였다. 대상자 1의 기초선 평균 시간은 8.29초이었다. 중재 기간 평균 시간은 7.86초로 기초선 기간 보다 0.43초 감소하였다. 후기선 평균 시간은 7.25초이었고, 중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 1.04초 감소된 시간을 유지하고 있었다. 대상자 2의 기초선 평균 시간은 8.32초이었다. 중재 기간 평균 시간은 7.81초로 기초선 기간 보다 0.51초 감소하였다. 후기선 평균 시간은 7.34초이었고, 중재

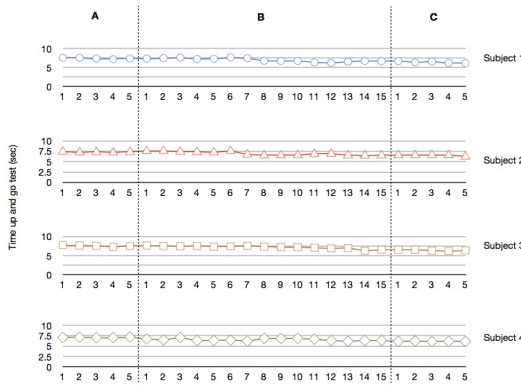


Fig. 3. Result of TUG after coordinative locomotor training

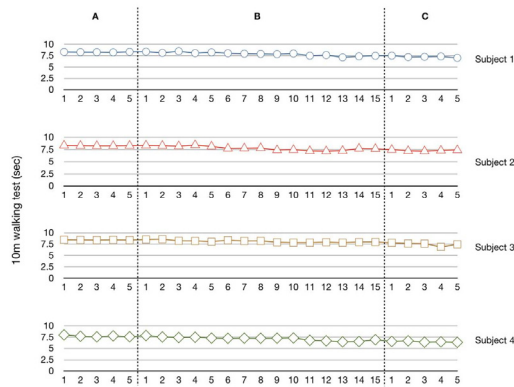


Fig. 4. Result of 10 MWT after coordinative locomotor training

가 끝난 기간에도 기초선 보다 0.98초 감소된 시간을 유지하였다. 대상자 3의 기초선 평균 시간은 8.41초이었다. 중재 기간 평균 시간은 8.10초로 기초선 기간보다 0.31초 감소하였다. 후기선 평균 시간은 7.47초이었고, 중재가 끝난 기간에도 기초선 보다 0.94초 감소된 시간을 유지하였다. 대상자 4의 기초선 평균은 7.70초이었다. 중재 기간 평균 시간은 7.13초로 기초선 기간 보다 0.57초 감소하였다. 후기선 평균 시간은 6.45초이었고, 기초선 기간 보다 0.68초 감소된 시간을 유지하였다(Fig. 4).

IV. 고찰

본 연구는 4명의 아동을 대상으로 협응이동훈련을 적용하여 자세 불균형과 보행에 미치는 효과를 알아보

고자 하였다. 인간은 일상생활에서 한발 서기 능력은 보행이나 이동(mobility)에 밀접한 연관성이 있다. 이는 일상생활 활동을 수행할 때 독립적 수준을 가늠할 수 있는 척도이다[22]. 본 연구에서 시행한 OLST 결과 기초선 기간에 비해 중재 기간 4명의 대상자 평균이 6.25초 향상되었다. 훈련이 종료된 후에도 기초선 기간 보다 평균 8.68초 향상된 시간을 유지하였다. 특히 대상자 2의 경우는 3명의 대상자 보다 한발로 서기 능력이 향상되었고, 그 기능 수준을 유지하였다. Hwang 등[23]은 CLT 운동프로그램을 3명의 암 환자에게 적용하여 하지 근력, 균형 및 삶의 질을 알아보았다. 선행 연구의 OLST 결과 정적 균형능력이 기초선 기간에 비하여 평균 30.30% 향상되었고, 후기선에서도 평균 19.46% 향상된 기능을 유지하였다. 이는 선행연구 결과와 일치하였다. CLT 운동의 스프린터 패턴은 족부 압력분포와 근활성도를 비교한 선행연구 결과에서 앞정강근과 가자미근의 활성도가 증가됨을 보고하였다[24]. 이처럼 본 연구의 정적 균형 향상의 주요 원인은 sprinter와 skater 패턴을 하는 동안 닫힌사슬 쪽의 지지발이 발목 주변의 근육을 더 많이 동원하여 하지의 지지기능이 향상된 것으로 판단된다.

체간 조절을 위해서 인간은 적절한 감각 및 운동 능력이 요구된다. 이때 체간의 근육은 몸을 똑바로 세워 앞과 뒤, 옆으로 움직임을 조절할 수 있어야 한다[10]. 이는 반 동적인 자세에서 체중이동을 하는 동안 기저면을 유지해야 하며, 제자리에 서서 물체에 팔을 뻗는 일상생활 활동에서 흔하게 요구된다. 본 연구에서 시행한 FRT 결과 기초선 기간에 비해 중재 기간 4명의 대상자 평균이 4.67 cm 뻗기 거리가 늘어났다. 특히 대상자 4의 경우 3명의 대상자 보다 팔 뻗기 거리가 늘어났고, 뻗기 기능을 유지하였다. Lim [25]은 sprinter와 skater를 이용한 고유수용성신경근축진법 패턴이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행기능에 미치는 효과를 알아보았다. 선행 연구의 FRT결과 실험군이 대조군 보다 중재 전 보다 중재 후 유의한 차이를 보였다. 이는 선행연구 결과와 일치하였다. 이처럼 팔 뻗기 거리가 늘어나고 체간 조절 능력이 향상된 것은 스프린터와 스케이터 패턴을 운동절차에 맞게 수행하는 동안 자세정렬을 유도하는 지시와 되먹

임이 영향을 준 것으로 판단된다.

동적 균형은 움직이는 동안 중력중심을 기저면 내에 위치시켜 원하는 자세를 유지하는 것이다. 일상생활에서 과제를 수행할 때 다양한 환경에서 동적 균형을 유지하고 발달시키는 것은 필수 요소이다. 본 연구에서 시행한 TUG 결과 기초선 기간에 비해 중재 기간 4명의 대상자 평균이 0.43초 감소하였다. 훈련이 종료된 후에도 기초선 기간보다 평균 0.89초 감소된 시간을 유지하였다. 특히 대상자 4의 경우는 3명의 대상자 보다 동적 균형이 향상되었고, 그 기능 수준을 유지하였다. Kim 등[16]은 CLT 운동 프로그램을 1명의 뇌졸중 환자에게 적용하여 걷기에 미치는 효과를 알아보았다. 선행 연구의 TUG 결과 기초선이 15.54초에서 중재 기간 10.51초로 5.03초 감소하였고, 후기선에서도 3.56초 감소된 시간을 유지하고 있었다. 이는 선행 연구결과와 일치하였다. 이러한 결과는 스프린터와 스케이터 패턴을 다양한 자세에서 반복적으로 연습한다. 반복적인 경험과 연습은 동적 움직임 학습을 유도한 것으로 판단된다.

보행 속도는 보행의 변화를 객관화하는데 중요한 요소로 작용한다. 또한, 중재의 효과를 알아볼 수 있는 표준화된 측정도구이다. 본 연구에서 시행한 10 MWT 결과 기초선에 비해 중재 기간 4명의 대상자 평균이 0.46초 감소하였다. 훈련이 종료된 후에도 기초선 기간보다 평균 0.91초 감소된 시간을 유지하였다. 특히 대상자 2의 경우 3명의 대상자보다 보행속도가 향상되었고, 그 기능 수준을 유지하였다. Kim과 Lim [26]의 연구에서 CLT 운동프로그램을 뇌졸중 환자에게 적용하여 협응과 보행에 미치는 영향을 알아보았다. 선행 연구의 10 MWT 결과 실험군과 대조군 모두 보행속도가 유의한 향상이 있었다. 이는 선행연구결과와 일치하였다. CLT 준비 운동은 CLT 체조를 실시한다. CLT 체조는 10분간 다양한 음악을 재생 시켜놓고 리듬감에 맞춰 스프린터와 스케이터 패턴을 따라 한다. 이때 리듬감에 따른 동작이 보행속도에 영향을 준 것으로 판단된다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 4명의 대상자에게 협응이동훈련을 적용하였기 때문에 중재 효과를 일반화하기 어렵다. 둘째, 단일 사례 설계는 시점 간 변화추이를 통한 결과 해석을 하였고 때문에 통계적

검정이 이루어지지 않았다. 셋째, 협응이동훈련을 적용한 연구는 성인과 뇌졸중 환자를 대상으로 주로 연구하였기 때문에 결과를 아동 그룹과 비교하기 어려웠다. 이러한 제한점을 보완할 수 있는 연구가 추후 이루어질 경우 결과를 명확하게 식별할 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구는 자세 불균형과 보행의 문제를 보이는 4명의 아동에게 협응이동훈련을 적용하여 움직임을 향상시키고자 하였다. 본 연구 결과 모든 대상자에서 기초선에 비해 중재기간 동안 균형 및 보행이 향상되었고, 후기선에서도 기능을 유지하였다. 이러한 결과는 협응이동훈련이 전통적인 재활 영역을 벗어난 환경에서도 자세 불균형과 움직임을 향상시킬 목적으로 적용 가능성을 입증하였다.

References

- [1] Negrini S, Negrini A. Postural effects of symmetrical and asymmetrical loads on the spines of schoolchildren. *Scoliosis*. 2007;2(1):8.
- [2] Moore MK. Upper crossed syndrome and its relationship to cervicogenic headache. *J Manipulative Physiol Ther*. 2004;27(6):414-20.
- [3] Page P, Frank C, Lardner R. *Assessment and Treatment of Muscle Imbalance: The Janda Approach*. Human Kinetics, 2010.
- [4] Woollacott MH, Shumway-Cook A, Williams HG. The development of posture and balance control in children. *development of posture and gait across the life span*. 1989;77-96.
- [5] Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture*. 1995;3(4):193-214.
- [6] Wade MG, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Phys Ther*. 1997;77(6):619-28.
- [7] TV Dao H, LabelleR, Le Blanc. Intra-observer variability

- of measurement of posture with three-dimensional digitization. *Ann Chir.* 1997;51(8):848-853.
- [8] Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther.* 1993;73(6):346-51.
- [9] Jankowicz-Szymanska A, Mikolajczyk E, Wojtanowski W. The effect of physical training on static balance in young people with intellectual disability. *Res Dev Disabil.* 2012;33(2):675-81.
- [10] Perry J. *Head, Trunk and Pelvis. Gait Analysis: Normal and Pathological Function.* Thorofare, New Jersey. SLACK Incorporated. 1992.
- [11] Perry J, Davids JR. Gait analysis: Normal and pathological function. *J Pediatr Orthop.* 1992;12(6):815.
- [12] Yu DH, Seo SW, Lee HS. Effects of therapeutic exercise on hip joint range of motion, manual muscle test, functional movement screen and radiological evaluation in a youth football player with football-specific anterior pelvic tilt: a case report. *J Korean Soc Phys Med.* 2018;13(4):85-94.
- [13] Dietz B. *Let's sprint, let's skate. innovationenimpnf-konzept.* Berlin. Splinger, 2009.
- [14] Tuller B, Turvey MT, Fitch HL. The Bernstein perspective: ii. The concept of muscle linkage or coordinative structure. *Human motor behavior: An introduction.* 1982;253-70.
- [15] Bruton M, O'Dwyer N. Synergies in coordination: a comprehensive overview of neural, computational, and behavioral approaches. *J Neurophysiol.* 2018;120(6):2761-74.
- [16] Kim JC, Lee MK, Lee JA, et al. The effect of coordinative locomotor training on walking in a chronic stroke patient: a single subject design. *PNF & Mov.* 2018; 16(1):7-17.
- [17] Kim JC, Kim TY, Lee JA. Effect of coordinative locomotor training on balance and plantar foot pressure in scoliosis patients : a single subject study. *PNF & Mov.* 2017; 15(3):227-36.
- [18] Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, et al. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(5):587-91.
- [19] Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990;45(6):M192-97.
- [20] Dhote SN, Khatri PA, Ganvir SS. Reliability of "modified timed up and go" test in children with cerebral palsy. *J Pediatr Neurosci.* 2012;7(2):96.
- [21] Thompson P, Beath T, Bell J, et al. Test-retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2008;50(5):370-6.
- [22] Zumbunn T, MacWilliams BA, Johnson BA. Evaluation of a single leg stance balance test in children. *Gait Posture.* 2011;34(2):174-7.
- [23] Hwang JK, Park JS, Lim JH. Effects of coordinative locomotor training program on low extremity strength, balance and quality of life in patients with cancer: Single-subject design. *J Korean Soc Phys Med.* 2017; 12(4):47-59.
- [24] Na SH. *The Difference of Foot Pressure Distributions and Muscle Activity during the Coordinated Movement Patterns.* Master's Degree. Korea University. 2010.
- [25] Lim CH. *The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) pattern exercise using the sprinter and the skater on balance and gait function in the stroke patients.* *J Korean Phys Ther.* 2014;26(4):249-56.
- [26] Kim JC, Lim JH. The effects of coordinative locomotor training on coordination and gait in chronic stroke patients: A randomized controlled pilot trial. *J Exerc Rehabil.* 2018;14(6):1010.