



다운증후군 아동의 T-ball 스윙 시 근육활동 규명

Muscle Activity in T-ball Swing with Down Syndrome's Children

한기훈(인하대학교) · 임비오*(서울대학교)

Han, Ki-Hoon(Inha University) · Lim, Bee-Oh*(Seoul National University)

국문요약

본 연구의 목적은 다운증후군 아동들의 T-ball 스윙 중에 작용하는 근육의 활동을 규명하는 것이다. 다운증후군을 가진 남자 아동 5명을 대상으로 T-ball 스윙 중에 중요하게 작용하는 pectoralis major, upper serratus, lat dorsi, anterior deltoid, rhomboids, infraspinatus, posterior deltoid의 근육활동을 노락슨 8채널 무선 근전도 측정시스템을 사용하여 시작-백스윙, 백스윙-임팩트, 임팩트-팔로스루 구간으로 나누어 분석하였다. 다운증후군 아동들은 정상아동 및 성인선수들보다 시작-백스윙 구간 및 백스윙-임팩트 구간에서 오른쪽 및 왼쪽 상체 부위의 근육활동이 더 두드러지게 나타났다. 반면에 임팩트-팔로스루 구간에서는 정상아동 및 성인선수들에 비해 더 적은 근육활동이 나타났다. 특히 임팩트 후 팔로스루 구간에서 어깨 수평 내전근인 pectoralis major와 견갑골 외전 및 상방 회전근인 upper serratus 근육의 활동 강도가 필요한 것으로 나타났다.

ABSTRACT

K. H. HAN, and B. O. LIM, Muscle Activity in T-ball Swing with Down Syndrome's Children. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 4, pp. 143-149, 2008. The purpose of this study was to investigate the muscle activities of pectoralis major, upper serratus, lat dorsi, anterior deltoid, rhomboids, infraspinatus, and posterior deltoid using Noraxon 8 channels EMG system during T-ball swing in children with Down syndrome. Five Down syndrome, one healthy children, and one baseball adult player were participated in the study. Down syndrome's children showed higher muscle activity than one healthy children and one baseball adult player during address to backswing and backswing to impact swing phase. While Down syndrome's children showed lower muscle activity than one healthy children and one baseball adult player during impact to follow swing phase. The strength of the pectoralis major and upper serratus muscle may help to improve T-ball swing movement during impact to follow swing phase.

KEYWORDS : DOWN SYNDROME, T-BALL SWING, MUSCLE ACTIVITY

I. 서론

다운증후군(Down syndrome)은 21번째 염색체가 2개가 아닌 3개가 됨으로써 발생한다(Cioni, 2002). 정신지체인은 전체 인구의 약 3.5%를 차지하며(Carmeli et al., 2002), 다운증후군은 정신지체인의 약 4~6%에 달하는 것으로 추정되고 있다(Patton et al., 1990). 다운증후군 출생 원인은 유전, 난산, 기타 여러 가지 건강상의 문제 등이다.

다운증후군을 가진 사람들은 독특한 외모를 지니고 있으며 심장 이상, 시각 장애, 호흡기 질환, 백혈병, 비만, 목 부위 척추 이상(Atlantoaxial instability, AAI), 근육긴장저하(hypotonia) 및 근운동감각 이상과 같은 건강상의 문제를 함께 지니고 있는 경우가 많다(Hayes & Batshaw, 1993; Jones, 1988; Morris et al., 1982). 특히, 근육긴장저하(hypotonia)와 인대의 이완(ligamentous laxity)은 다운증후군 환자들이 가지고 있는 공통적인 특징이며, 이러한 특징은 근육의 자율 조절에 영향을 주며 운동 기술 발달을 지연시키고, 관절 탈구의 가능성을 증가시킨다(유연주 등, 2008; 임비오 등, 2007; Pitetti, Climstein, Mays & Barrett, 1992).

다운증후군 환자들은 새로운 과제나 환경에 적응할 때 동작 수행이 느리며 자세를 조절하는 것이 쉽지 않다(유연주 등, 2008; Webber, Virji-Babul, Edwards & Lesperance, 2004). 다운증후군 환자의 이상 행동은 많은 학자들에 의해 연구되었는데, 이러한 행동은 비정상적인 감각운동통합(Almeida, Marconi, Tortoza, Ferreira, Gottlieb & Corcos, 2000), 제한된 인지력(Latash & Arson, 1996), 근육긴장저하(Cowie, 1970)로 인해 생긴 운동 협응력의 부족에 의한 것이다.

현재 장애인들의 신체활동의 중요성이 인식되면서 최근에는 다운증후군 아이들 및 가족들은 운동기능 개선을 통한 치료 및 삶의 질 향상을 위해 다양한 체육 활동 프로그램에 참가하고 있다. 그 중에서 야구는 다운증후군 아이들이 가장 좋아하는 인기 있는 놀이이다. 그러나 치기와 받기, 그리고 던지기와 같은 동작이 포함된 야구는 다운증후군 아이들에겐 어려운 운동기능이다. 그 중에서도 투수가 던진 볼을 치는 것은 매우 어려우므로, 볼을 T-bar 위에 올려 놓고 치는 T-ball 치기운동이 보편화되어 있다.

다운증후군 아이들에게 있어서 치기 활동이 체육교실 프로그램에서 중요한 영역을 차지하고 있음에도 불구하고, 치기 활동 연구의 첫 단계인 다운증후군 아이들이 T-ball 스윙 중에 작용하는 근육의 역할과 관련된 연구는 전무한 실정이다. 즉, 다운 증후군 아이들의 T-ball 스윙 중에 어떤 근육이 어떤 역할을 하며, 정상인과 어떤 차이가 있는지에 관한 연구는 없었다.

이에 따라 본 연구자는 다운증후군 아동들의 T-ball 스윙 중에 작용하는 근육의 기능과 역할을 규명하여 치기 기능의 향상을 위한 정당성을 높이고자 한다. 본 연구의 목적은 다운증후군 아동들의 T-ball 스윙 중에 작용하는 근육의 활동을 규명하는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 연구 대상자는 다운증후군을 가진 남자 아동 5명을 부모와 담당의사의 실험 참가 동의를 얻어 선정하였다. 이들은 현재 S대학교에서 실시하는 신체활동 프로그램에 활발히 참가하고 있는 훈련 및 교육이 가능한 아동들이다. 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

다운증후군 아동들의 T-ball 스윙 중에 작용하는 근육의 활동을 정상인 아동과 야구선수 출신 정상 성인남자와 비교하였다. 정상인 아동의 나이는 14세이며, 신장은 149.7cm, 체중은 45.1kg이다. 또한, 야구선수 출신 정상 성인남자의 나이는 33세이며, 신장은 183.7cm, 체중은 82.1kg이다.

표 1. 피험자의 신체적 특성

	나이(세)	신장(cm)	체중(kg)	장애유형	운동기능특징
D1	15	146.7	43.3	정신지체 2급	지구력, 균형 능력 부진
D2	10	124.0	34.0	정신지체 2급	운동하기 싫어함
D3	15	149.2	49.3	정신지체 2급	계단오르내리기 힘들어함
D4	10	120.5	28.7	정신지체 1급	소근육 약화, 협조절 부진
D5	15	142.0	43.8	정신지체 1급	운동하기 싫어함
평균± 표준편차	13.0 ±2.7	136.5± 13.3	39.8 ±8.3		

2. 실험 도구 및 자료 분석 도구

8채널 무선 노락슨(NORAXON MyoResearch, USA) 시스템을 사용하여 T-ball 스윙에 관여하는 상지의 근육 활동을 측정하였다. 근전도 자료는 근전도 프로그램(MyoResearch v4.0)을 사용하여 분석하였다.

3. 실험절차

본 연구의 대상자는 다운증후군을 가진 아동 5명을 부모와 담당의사의 실험 참가 동의를 얻어 선정하였다. 실험 당일 본 실험의 목적 및 주의사항, 그리고 실험 방법 등을 충분히 설명하여 연구대상자가 최대의 능력을 발휘하도록 교육시켰다.

다운증후군 T-ball 스윙 중에 중요하게 작용하는 근육들의 근육활동을 기록하기 위하여 7쌍의 표면 전극을 하지의 해당부위에 부착하였다. 7개 근육 이름과 기능은 <표 2>와 같다.

T-bar 위에 놓여진 볼의 높이는 피험자의 배꼽 높이로 조절하였으며, 왼쪽 상전장골극(anterior superior iliac spine) 앞에 위치시켰다. 충분히 스윙 연습을 시킨 후에 본 실험을 실시하였으며, 볼이 배트에 맞아 앞으로 나간 시행 수를 저장하였다. T-ball 스윙 실험 장면은 <그림 1>과 같다.

접지 전극(ground electrode)은 상전장골극(ASIS)에 부착하였으며, 전극의 각 쌍은 작용하는 근육 선에 평행하게 부착하였다. 전극이 부착 될 지점 위의 피부는 부착하기 전에 알코올로 잘 닦았다.

피부 움직임으로 인한 신호의 왜곡(signal artifacts)을 최소화하기 위해서, 프리앰프 회로(on-site preamplification

circuitry)를 가진 전극(Liberty Technology MYO115 electrode, gain = 1,000, input impedance > 1014Ω, CMRR > 90 dB, frequency response = bandpass 3dB at 90 and 500Hz, 중심 간의 거리=1.5cm)을 사용하였다.

실험 시작 전에는 주위에 험(hum), 노이즈(noise) 등이 혼입될 수 있는 전원, 형광등 등 실험과 무관한 전기 장치는 모두 제거하였다.

근전도 신호를 증폭하고, 증폭기(Biocommunication Electronics, 모델 215, input impedance > 109Ω, CMRR > 100 dB, Nonlinearity < 0.01%)를 사용하여 1,000Hz로 필터링(low-pass filtering)하였다. 필터링 후에 1,000Hz의 샘플링 비율로 아날로그-디지털 변환(Cyber Research, CYDY 4801A, 12-bit)을 하였다.

노락슨(Noraxon USA, Inc.) 사의 소프트웨어 프로그램(MyoResearch v4.0)을 통하여 근전도 데이터를 기록하였다.

스윙 국면의 중요한 시점은 시작, 백스윙, 임팩트, 팔로스루인데, 일반 비디오 캠코더를 무선 노락슨 시스템에 연결하여 근전도 신호와 동시에 비디오 영상으로 저장한 후 분석 시 이벤트를 선정하는 데 활용하였다. 시작-백스윙, 백스윙-임팩트, 임팩트-팔로스루 구간으로 나누어 분석하였다.



그림 1. T-ball 스윙 실험 장면

표 2 근육 이름 및 작용(Cram & Kasman, 1998)

근육 이름	작용
Pectoralis major(PM)	shoulder horizontal adduction
Upper serratus(US)	scapular abduction, upward rotation
Lat Dorsi(LD)	shoulder extension
Anterior deltoid(AD)	shoulder flexion
Rhomboids(RH)	scapular adduction, downward rotation
Infraspinatus(IN)	shoulder external rotation
Posterior deltoid(PD)	shoulder extension, horizontal abduction

4. 자료산출 방법

실험을 통해서 얻은 근전도(raw EMG)를 정류(full-wave rectified)하였다. 부드러운(smooth) 근전도를 얻기 위해서 정류된 근전도를 10Hz의 차단주파수(cutoff frequency)로 필터링(low-pass filtering) 하였다.

표준화된 근전도(normalized EMG)는 T-ball 스윙 동안 나타난 최대 값(100%)의 백분율로 나타내었다.

III. 연구결과

1. 다운아동의 T-ball 스윙 구간별 근육활동

<표 3>에서 시작-백스윙 구간에서 어깨 수평 내전근인 왼쪽 Pectoralis major 근육 활동이 두드러지게 나타났으며, 백스윙-임팩트 구간에서는 오른쪽 Pectoralis major 근육 활동이 두드러지게 나타났고, 임팩트-팔로우스윙 구간에서는 오른쪽 Pectoralis major 근육 활동이 두드러지게 나타났다.

시작-백스윙 구간에서 견갑골 외전과 상방으로의 회전근인 왼쪽 Upper serratus 근육 활동이 두드러지게 나타났으며, 백스윙-임팩트 구간에서는 오른쪽 Upper serratus 근육 활동이 두드러지게 나타났고, 임팩트-팔로우스윙 구간에서는 오른쪽 Upper serratus 근육 활동이 두드러지게 나타났다.

어깨 신전근인 Lat Dorsi 근육은 시작-백스윙 구간 백스윙-임팩트 구간, 임팩트-팔로우스윙 구간에서 오른쪽이 왼쪽보다 더 큰 근육 활동이 관찰되었다.

어깨 굴곡근인 Anterior deltoid 근육에서 관찰된 가장 큰 특징은 시작-백스윙 구간에서 왼쪽 근육이 오른쪽 근육보다 평균값이 훨씬 더 크게 나타난 것이다. 또한, 왼쪽 근육의 편차도 매우 크게 나타났다.

시작-백스윙 구간에서 견갑골 내전과 하방으로의 회전근인 오른쪽 Rhomboids 근육 활동이 더 크게 나타났으며, 백스윙-임팩트 구간 및 임팩트-팔로우스윙 구간에서는 왼쪽 Rhomboids 근육 활동이 더 크게 나타났다.

표 3. T-ball 스윙 구간별 근육활동 (%*s)

근육	부위	시작-백스윙 구간	백스윙-임팩트 구간	임팩트-팔로우스윙 구간
Pectoralis major (PM)	오른쪽	11.80±11.08	17.85±5.08	14.22±10.16
	왼쪽	24.17±30.63	7.28±2.59	4.97±1.13
Upper serratus (US)	오른쪽	12.17±6.07	20.88±4.73	16.43±6.59
	왼쪽	21.77±18.31	7.73±3.41	5.85±2.28
Lat Dorsi (LD)	오른쪽	24.40±18.47	19.68±5.91	16.03±5.90
	왼쪽	21.27±15.03	15.10±2.76	10.17±1.51
Anterior deltoid (AD)	오른쪽	15.28±10.14	16.03±3.59	13.55±11.81
	왼쪽	50.42±60.05	9.17±3.73	10.27±5.68
Rhomboids (RH)	오른쪽	30.82±23.05	16.80±13.39	11.33±7.36
	왼쪽	22.35±15.82	18.82±2.13	13.28±2.41
Infraspinatus (IN)	오른쪽	29.08±20.80	18.23±9.65	8.08±3.51
	왼쪽	21.03±28.09	16.10±6.52	13.58±8.88
Posterior deltoid (PD)	오른쪽	20.90±19.69	13.67±6.13	9.82±6.01
	왼쪽	34.80±73.80	18.35±12.02	9.75±14.33

시작-백스윙 구간 및 백스윙-임팩트 구간에서 어깨 외측회전근인 오른쪽 Infraspinatus 근육 활동이 더 크게 나타났으며, 임팩트-팔로우스윙 구간에서는 왼쪽 Infraspinatus 근육 활동이 더 크게 나타났다.

어깨 신전 및 수평외전근인 Posterior deltoid 근육에서 관찰된 가장 큰 특징은 시작-백스윙 구간에서 왼쪽 근육이 오른쪽 근육보다 평균값이 훨씬 더 크게 나타난 것이다. 또한, 왼쪽 근육의 편차도 매우 크게 나타났다.

2. 시작-백스윙 구간에서의 근육활동

<그림 2>와 <그림 3>에서 다운증후군 아동들은 정상 아동 및 성인선수보다 시작-백스윙 구간에서 오른쪽 및 왼쪽 상체 부위의 근육활동이 더 두드러지게 나타났다.

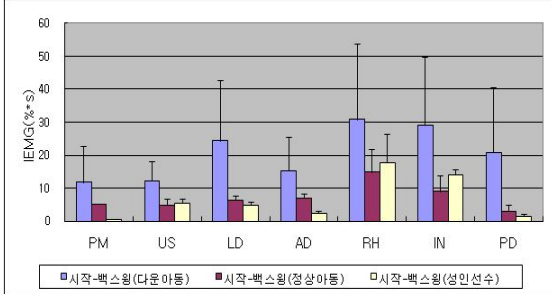


그림 2. 다운아동, 정상아동, 성인선수의 시작백스윙 구간에서의 오른쪽 부위의 근육활동

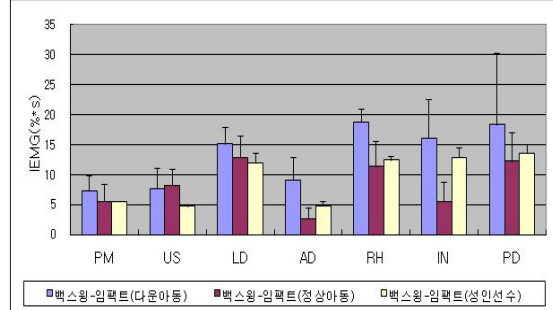


그림 5. 다운아동, 정상아동, 성인선수의 백스윙-임팩트 구간에서의 왼쪽 부위의 근육활동

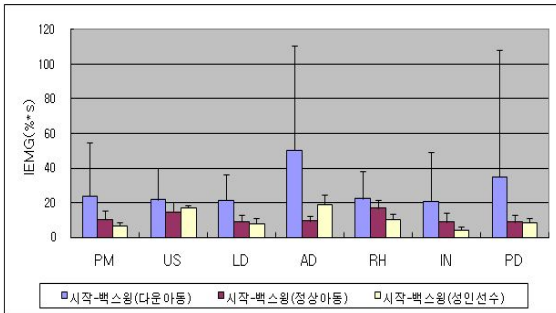


그림 3. 다운아동, 정상아동, 성인선수의 시작백스윙 구간에서의 왼쪽 부위의 근육활동

3. 백스윙-임팩트 구간에서의 근육활동

<그림 3>과 <그림 4>에서 다운증후군 아동들은 정상아동 및 성인선수보다 백스윙-임팩트 구간에서 오른쪽 및 왼쪽 상체 부위의 근육활동이 더 두드러지게 나타났다.

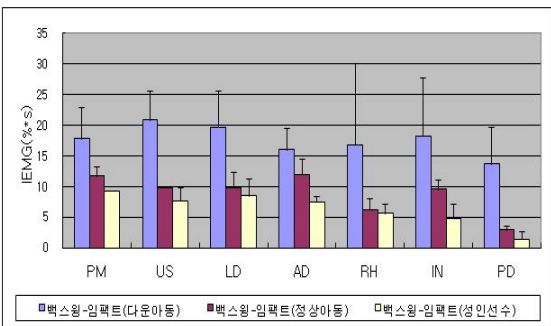


그림 4. 다운아동, 정상아동, 성인선수의 백스윙-임팩트 구간에서의 오른쪽 부위의 근육활동

4. 임팩트-팔로스루 구간에서의 근육활동

<그림 6>에서 다운증후군 아동들은 정상아동 및 성인선수보다 임팩트-팔로스루 구간에서 오른쪽 AD 상체 부위의 근육활동이 더 두드러지게 나타났다. 반면에 US, RH, IN 상체 부위의 근육활동은 정상아동 및 성인선수들에 비해 더 적은 근육활동이 나타났다.

<그림 7>에서 다운증후군 아동들은 정상아동 및 성인선수보다 임팩트-팔로스루 구간에서 왼쪽 LD 상체 부위의 근육활동이 더 두드러지게 나타났다. 반면에 PM, US, AD, RH, PD 상체 부위의 근육활동은 정상아동 및 성인선수들에 비해 더 적은 근육활동이 나타났다.

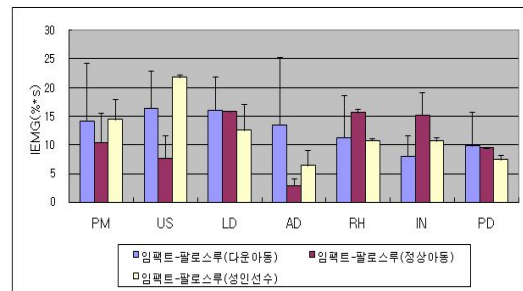


그림 6. 다운아동, 정상아동, 성인선수의 임팩트 팔로스루 구간에서의 오른쪽 부위의 근육활동

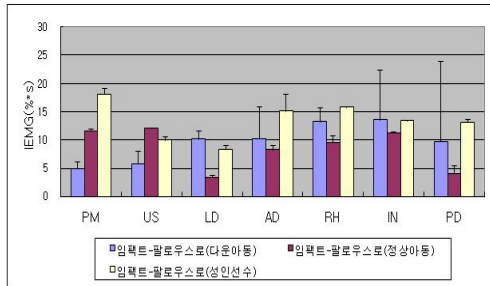


그림 7. 다운아동, 정상아동, 성인선수의 임팩트-팔로스루 구간에서의 왼쪽 부위의 근육활동

IV. 논 의

본 연구는 다운증후군 아동들의 T-ball 스윙 중에 작용하는 근육의 활동을 규명하는 것이다. 다운증후군을 가진 남자 아동 5명을 대상으로 T-ball 스윙 중에 중요하게 작용하는 Pectoralis major, Upper serratus, Lat Dorsi, Anterior deltoid, Rhomboids, Infraspinatus, Posterior deltoid의 근육활동을 시작-백스윙, 백스윙-임팩트, 임팩트-팔로스루 구간으로 나누어 분석하였다.

본 연구에서 다운증후군 아동들은 정상아동 및 성인선수보다 시작-백스윙 구간 및 백스윙-임팩트 구간에서 오른쪽 및 왼쪽 상체 부위의 근육활동이 더 두드러지게 나타났다. 반면에 임팩트-팔로스루 구간에서는 정상아동 및 성인선수들에 비해 더 적은 근육활동이 나타났다. 이는 다운증후군 아동의 대부분은 공을 강하게 때리겠다는 생각으로 준비 자세부터 몸에 힘을 많이 주고, 공을 때린 후에는 팔로스루가 없었기 때문이다. D4와 D5와 같은 피험자는 시작에서 백스윙까지의 구간 소요시간을 길게 함으로써 이 구간에서의 근육활동이 크게 나타난 것도 한 가지 이유이다. 반면에 D1과 D2와 같은 피험자는 짧은 백스윙 후에 무게중심의 이동 없이 팔로만 스윙하는 모습이 관찰되었으며, D3는 임팩트 후 오른손을 놓고 왼손만으로 스윙하였다.

본 연구에서 관찰된 특징 중의 하나는 다운증후군 아동들은 개인 간 편차가 크게 나타났다는 것이다. 다운증후군 아동의 운동 동작 수행 시 개인차는 근육의 약화 때문이다. 다운증후군 아동의 근육긴장저하는 근육이 활

동하는데 필요한 장력(tension)과 저항(resistance)을 저하시키고 이로 인해 근육이 약화되어 동작 수행 시 개인차가 발생하게 된다. 이는 운동발달을 지연시키고 움직임 시 동작의 이상패턴(abnormal pattern)을 야기한다(유연주 등, 2008; 임비오 등, 2007; Cowie, 1970; Lydic & Steele, 1979). 또한 근육경도(muscle stiffness)의 차이와 운동단위 동원 조절 능력(recruitment control ability)에도 문제를 일으킨다(임비오 등, 2007; Davis & Kelso, 1982).

이상의 연구 결과에 의하면 다운증후군 아동들이 부드럽고 자연스러운 T-ball 스윙 동작을 수행하기 위해 선 배트를 가볍게 주고, 충분한 백스윙 동작이 일어나게 해야 하며, 임팩트 후 팔로스루가 완전히 일어나도록 지도하는 것이 필요하다. 특히 임팩트 후 팔로스루 구간에서 어깨 수평 내전근인 Pectoralis major와 견갑골 외전 및 상방 회전근인 Upper serratus 근육의 활동 강화가 필요한 것으로 나타났다. 이와 같은 근육활동의 강화를 위해서 공 던지기, 풍선 치기, 배드민턴 공 맞추기, 프리스비 던지기과 같은 신체 활동이 도움이 될 것으로 판단된다. 다운증후군 아동들의 운동 기능의 저하는 신체활동 경험이 일반 아동보다 적은 것도 하나의 이유이다(한동기, 2002). 따라서 다운증후군 아동들을 대상으로 한 신체활동 프로그램을 꾸준히 실시하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

V. 결론 및 제언

본 연구를 통해 다운증후군 아동들의 T-ball 스윙 중에 작용하는 근육의 활동을 규명하였다.

연구결과, 다운증후군 아동들은 정상아동 및 성인선수보다 시작-백스윙 구간 및 백스윙-임팩트 구간에서 오른쪽 및 왼쪽 상체 부위의 근육활동이 더 두드러지게 나타났다. 반면에 임팩트-팔로스루 구간에서는 정상아동 및 성인선수들에 비해 더 적은 근육활동이 나타났다.

이 연구 결과를 바탕으로 다운증후군 아동들은 시작-백스윙 구간 및 백스윙-임팩트 구간에서 정상아동 및 성인선수들처럼 상체 부위의 근육활동을 줄이고, 임팩트-팔로스루 구간에서는 상체 부위의 근육활동을 증가

시키는 스윙 훈련을 시켜야 할 것으로 판단된다.

향후 스윙 자세 변화와 같은 운동학적 분석과 무게 중심의 이동과 같은 지면 반력 연구를 통해 다운증후군 환자들의 스윙 운동기능 향상을 위한 트레이닝의 효과와 같은 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 유연주, 임비오, 김석범, 남기정, 최범권, 김민희(2008). 다운증후군 아동의 수직점프 동작 수행 시 지면반력과 근육활동의 규명. *한국운동역학회지*, 18(1), 9-18.
- 임비오, 최치선, 최범권(2007). 다운증후군 아동의 보행 향상을 위한 근육활동 규명. *체육과학연구*, 18(1), 107-115.
- 한동기(2002). 근력 훈련이 다운증후군 아동 및 청소년의 등속성 근력과 보행 형태에 미치는 영향. 미간행 박사학위 논문. 서울대학교 대학원.
- Almeida, G. L., Marconi, N. F., Tortoza, C., Ferreira, S. M. S., Gottlieb, G. L., & Corcos, D. M. (2000). Sensorimotor deficits in down syndrome: implications for facilitating motor performance. In: Weeks, D. J., Chua, R., Elliot, D. (Eds). *Perceptual-Motor behavior in down syndrome*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- 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 syndrom. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences & Medical Scienc*, 57A(2), M106-M110.
- Cioni, M. (2002). Gait analysis of individuals with down syndrome. *Physical medicine and rehabilitation: State of the Art Reviews*, 16(2), 303-321.
- Cowie, V. A. (1970). *A study of the early development of mongols*. Oxford: Pergamon Press.
- Cram, J. R., & Kasman, G. S. (1998). *INTRODUCTION to Surface Electromyography*. AN ASPEN PUBLICATION. Aspen Publishers, Inc. : Gaithersburg, Maryland.
- Davis, W. E., & Kelso, J. A. S. (1982). Analysis of invariant characteristics in the motor control of down syndrome and normal subjects. *Journal of Motor Behavior*, 14, 194-212.
- Hayes, A., & Batshaw, M. L. (1993). Down syndrome. *Pediatric Clinics of North Amercia*, 40, 523-535.
- Jones, K. L. (1988). *Smith's recognizable patterns of human malformation*. Philadelphia, PA: Saunders.
- Latash, M. L. & Anson, J. G. (1996). What are "normal movements" in atypical populations? *Behav Brain Sci*, 19, 55-68.
- Lydic, J. S., & Steele, C. (1979). Assessment of the quality of sitting and gait patterns in children with Down syndrome. *Physical Therapy*, 59(12), 1489-1494.
- Morris, A. F., Vaughan, S. E., & Vaccaro, P. (1982). Measurements of neuromuscular tone and strength in down syndrome children. *Journal of Mental Deficiency Research*, 26, 41-46.
- Patton, J. R., Payne, J. S., & Beirne-Smith, M. (1990). *Mental retardation*(3rd ed.). Columbus, OH: Merrill.
- Pitetti, K. H., Climstein, M., Mays, M. J., & Barrett, P. J. (1992). Isokinetic arm and leg strength of adults with down syndrome: A comparative study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 73, 847-850.
- Webber, A., Virji-Babul, N., Edwards, R., & Lesperance, M. (2004). Stiffness and postural stability in adults with Down syndrome. *Exp Brain Res*, 155(4), 450-458.

투 고 일 : 10월 31일
 심 사 일 : 11월 6일
 심사완료일 : 12월 2일