

# 기능적인 저항훈련이 운동이상형 뇌성마비 아동의 대동작과 균형능력에 미치는 영향 : 단일사례설계

권해연<sup>†</sup>  
동의대학교 물리치료학과

## Effects of Functional Resistance Training on Gross Motor and Balance Abilities in Children with Dyskinetic Cerebral Palsy : Single Case Design

Kwon Haeyeon, PT, Ph.D<sup>†</sup>  
*Dept. of Physical Therapy, Dong-Eui University*

### Abstract

**Purpose** : The purpose of this research is to find clinical effects of functional resistance training using weighted vest on gross motor and balance abilities of children with dyskinetic cerebral palsy.

**Methods** : This study selects 3 subjects for 8~12 years old who were diagnosed with children with dyskinetic cerebral palsy. The Design is ABA design of single-subject research design. Baseline(A) and TypeII Baseline(A : 12weeks) phases were received with NDT treatment, Intervention(B : 12weeks) phase provided with 40 minute functional resistance training using weighted vest in a session twice a week. In order to analyze the measure results of gross motor function and performance, balance abilities in children dyskinetic cerebral palsy during baseline, intervention and typeII baseline phase.

**Result** : A statistically significant differences in the total GMFM including walking/running/jumping during baseline, intervention, typeII baseline, but no significant differences in the lying/rolling, sitting, crawling/kneeling and standing. A statistically significant differences in the total GMPM including dissociated movement, coordination, weight shift, stability during baseline, intervention, typeII baseline, but no significant differences in the body alignment domains. A statistically significant differences in the length and surface area ellipse of center of pressure during baseline, intervention, typeII baseline.

**Conclusion** : The intervention method to facilitate multi-joint and closed kinematic chain movement equipped weighted vest applied functional resistance training on children with dyskinetic cerebral palsy effectively improve on gross motor function and performance, balance abilities.

---

**Key Words** : functional resistance training, dyskinetic cerebral palsy, gross motor, balance

†교신저자 :  
권해연 sunlotus75@deu.ac.kr

## I. 서론

임상 치료사와 연구원들은 뇌손상으로 인한 근육 긴장도와 운동장애 형태(우세한 비정상적 움직임)에 따라서 뇌성마비 아동을 경직형 60~70%, 운동이상형 또는 곰지락형 20~30%, 운동실조형 5~10%로 분류하였다(Sinha 등, 1997). 운동이상형 뇌성마비는 바닥핵에서 피라미드바깥길 병변(extrapyramidal lesions)이 주된 원인으로 출생 시 질식과 관련이 있다(MacLennan, 1999). 이 유형은 원시 반사의 성숙 지연을 포함하는 다양한 임상적 징후뿐만 아니라 머리와 몸통의 낮은 긴장도, 자세유지의 어려움이 발생하는데 이는 뇌 병변 기간과 부위, 그리고 손상 원인에 따라 달라진다(Yokochi 등, 1993). 또한, 비틀림 경련(torsion spasm), 근육긴장이상(dystonia), 무도병(chorea), 느린비틀림운동(athetosis) 등과 같이 근육 긴장도 변화가 크고 과도한 불수의적 움직임으로 인한 심한 운동장애가 나타나므로 임상에서 치료하기 매우 힘든 유형이다(Hou 등, 2006). 즉, 이러한 운동장애로 인해 목적 있고, 선택적인 움직임이 어려우므로 대동작 운동에 제한이 유발되고, 심한 불수의적 움직임은 자세유지 능력을 감소시키므로 항중력적 균형조절에 장애를 초래한다. 또한, 근육긴장도 변화와 불수의적 움직임이라는 임상양상이 아동의 정서에 영향을 주므로 심리적인 동요로 이어지게 된다.

감각통합치료 접근법에서 감각조절장애의 무의미한 과잉행동을 감소시키고, 목적 있는 활동에 대한 기능적인 집중력을 향상시키는 중재방법으로 심부압박 자극을 사용할 수 있다(Miller 등, 1999). 임상현장의 치료사와 특수교사들은 장애아동에게 심부압박 감각을 적용하기 위한 중재도구로 모래주머니로 무게저항을 제공하는 무게조끼를 사용하고 있다. 무게조끼는 아동이 안정된 각성수준을 유지하게 하고, 집중력을 향상시키며 일상생활 동작에 변화를 촉진시킬 뿐만 아니라 발달단계와 심리적 상태에 적합하게 제공할 수 있다(Fertel-Daly 등, 2001). 따라서 불수의적 움직임으로 목적적이고 선택적인 움직임이 어려운 운동이상형 뇌성마비 아동에게 모래주머니를 넣은 무게조끼를 착용시켜 기능적인 움직임 양상을 촉진하는 저항훈련을 실시하면 몸통과 팔다리 관절에 고

유수용성 및 운동감각을 더 많이 제공하고(Snow 등, 2000), 몸통 안정성을 향상시킬 수 있을 것이다.

뇌성마비 아동의 운동성 제한은 걷는 속도와 지구력 또는 계단 오르기과 같은 보행의 어려움을 초래하고, 균형문제는 향후 가동성, 일상생활동작 및 참여를 손상시켜 결국에는 낙상 발생률을 증가시키게 된다(Gan 등, 2008). 또한, 학령기에 혼자 걸을 수 있더라도 또래의 비장애아동과 비교하면 정상 보행으로 간주할 수 없고, 나이가 들수록 보행 능력이 악화되게 된다. 뇌성마비 아동의 운동성 제한은 근력 약화와 매우 관련이 있으며(Ross와 Engsberg, 2007) 특히, 다리 근력은 기능적인 활동과 높은 상관성을 가지므로(Damiano와 Abel, 1998) 근력 향상을 위한 저항훈련에 관심이 높아지고 있다(Lee 등, 2008; Unger 등, 2006). 과거에는 뇌성마비 아동에 대한 저항훈련이 금기되었지만 체계적 고찰연구에 따르면 저항훈련이 경직의 증가나 관절가동범위 감소와 같은 부작용 없이 뇌성마비 아동의 근력을 향상시키는데 효과적이라고 하였다(Anttila 등, 2008; Dodd 등, 2002). 그러나 뇌성마비 아동의 저항훈련이 효과적이지 않다는 연구결과도 있으며(Scianni 등, 2009) 보행을 포함한 기능적인 능력의 향상에 대한 효과는 논란의 여지가 있다(Anttila 등, 2008; Mockford & Caulton, 2008).

최근 들어 무게조끼를 이용한 다관절과 달린 운동사슬의 기능적인 움직임 패턴을 촉진하는 저항훈련이 경직형 뇌성마비 아동의 근력과 운동성을 향상시키는데 효과적이라는 연구결과가 있지만(Liao 등, 2007; Peng 등, 2011; Scholtes 등, 2012) 운동이상형이나 운동실조형을 포함한 뇌성마비 아동의 일반화된 중재방법으로 임상에서 적용되기에는 객관적인 근거가 매우 부족하며 현재 무게조끼를 이용한 연구의 대상자 대부분이 전반적으로 인지 및 사회성 발달장애 아동(Davis 등, 2013; Hodgetts 등, 2011; Lee와 Song, 2015; Lin 등, 2014) 국한되어 있는 실정이다. 따라서 몸통과 팔다리의 근육긴장도 변화와 과도한 불수의적 움직임으로 대동작 운동에 장애를 유발하고, 불안정한 자세와 정서 상태, 감각 사이의 충돌로 균형을 유지하기 어려운 운동이상형 뇌성마비 아동을 대상으로 무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈련이 유용한 중재방법으로 사용될 수 있는지에 대한 연구가 필요하다고 본다. 이에 본 연구는 운동이상형 뇌성마비 아동에게 모래

주머니를 넣은 무게조끼를 착용한 상태에서 다관절과 단한 운동사슬의 기능적인 움직임 패턴을 촉진하는 저항훈련이 대동작 기능과 수행력, 균형능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 재활의학과/신경(외)과 전문의에게 운동이상형 뇌성마비로 진단받은 아동 3명을 대상으로 실시하였다. 연구 대상자는 연구자의 지시에 대한 과제 수행과 적절한 의사소통이 가능한 만 8~12세 이하의 대동작 기능 분류체계(Gross Motor Function Classification Scale; GMFCS) II 단계 아동을 선정하였다. 단, 불안정한 발작이 있거나 진정제를 복용하는 아동은 제외하였다. 연구 대상자의 일반적 특성과 임상 양상은 다음과 같다(표 1과 2).

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성

Variables		Frequency(%), Mean±SD
Gender	Male	2(66.66%)
	Female	1(33.33%)
Age(years)		10.33±0.58
Height(cm)		126.23±3.66
Weight(kg)		27.30±5.88
Gestational age(weeks)		40.00±2.00
Birth weight(g)		3,673.33±80.83g
Delivery type	Normal spontaneous vaginal delivery	1(33.33%)
	Cesarian section	1(33.33%)
	Induced delivery	1(33.33%)
Etiology	Asphyxia	1(33.33%)
	Ischemic hypoxia	1(33.33%)
	Jaundice	1(33.33%)

표 2. 연구 대상자의 임상적 특성

Variables	Clinical features
Behavior features	Very asymmetrical posture. Very poor head control and Grimacing. Insufficient grading movement : especially in mid-range. Often seen in form of involuntary movements.
Speech and Breathing	Often dysarthria. Speech often explosive. Speak on inspiration.
Hearing	Can hear but not listen.
Vision	Difficulties with focussing. Eye movements not independent of head movements.
Emotional	Unstable emotion. Changeable threshold to excitation. Cannot grade emotions.

### 2. 연구 설계 및 절차

본 연구는 단일사례 연구설계 중 ABA설계를 사용하여 총 24주 동안 실험을 진행하였다. A는 기초선 단계로 본 연구의 중재 프로그램을 적용하기 전 신경발달치료만 실시하여 기초자료를 수집하였고, B는 중재선 단계(12주)로 신경발달치료 후에 무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈

련을 적용하였으며 두 번째 A는 중재를 중단하는 제2 기초선 단계(12주)로 신경발달치료만 실시하였다. 모든 연구 대상자(법정 대리인 포함)는 연구 목적과 의의, 실험 방법 그리고 위험이나 불편사항에 대해 자세한 설명을 들은 후 자발적인 의사로 본 연구에 참여할 것을 동의하였다. 무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈련은 중재선 단계 12주 동안 1회 40분, 주 2회, 총 24회에 걸쳐서 진행하였

다. 연구 대상자의 대동작 기능과 수행력, 균형능력은 기초선, 중재선, 제2기초선 단계에서 총 3회 측정하였으며 반드시 보호자(법정 대리인)가 참관하도록 하였다.

본 중재 프로그램을 적용하기 전 준비운동으로 운동이상형 뇌성마비 아동의 몸통과 양쪽 다리에 5~10분간 관절가동범위운동과 허리 펴기, 엉덩관절 모음근, 뒤넙다리근, 장딴지근 등을 포함한 신장운동을 실시하였다. 기능적인 저항훈련을 실시할 때 중재도구로 적용한 무게조끼(홍익무역, HSI3228)는 X-small(가슴둘레 56~64cm)과 Small(가슴둘레 66~74cm) 크기를 사용하였다. 이 무게조끼에는 주머니에 넣을 수 있는 227g, 318g, 454g의 모래주머니가 각각 4개씩 제공되므로 대상자별로 무게저항을 적절하게 조정할 수 있다. 기능적인 저항훈련 첫 주에는 무게저항 없이 반복 횟수를 증가시키거나 전체 훈련 횟수를 증가시켜 다관절과 닫힌 운동사슬의 기능적인 움직

임을 습득하도록 하였고, 둘째 주부터 Vandenberg(2001)의 선행 연구를 참고로 아동 체중의 약 5% 무게저항에 해당하는 모래주머니를 넣은 무게조끼를 착용시키고, 몸에 꼭 맞도록 벨크로를 조절해 불편함이 없도록 하였다.

무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈련은 Scholtes 등(2012)의 선행 연구를 참고로 다관절과 닫힌 운동사슬의 기능적인 움직임을 촉진할 수 있도록 표 3의 내용으로 구성하였다. 운동이상형 뇌성마비 아동은 물리치료사의 지도와 감독에 따라서 각 단계별 훈련을 8~10회 반복해서 실시하며 훈련단계 사이에는 약 3분간 휴식하도록 하였다. 무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈련은 임상경력 5년 이상의 물리치료사가 실시하였고, 대상자의 안전과 보호를 위해서 훈련방법에 대해 사전 교육을 받은 보조원이 감독과 보조를 하였다.

표 3. 운동이상형 뇌성마비 아동의 기능적 저항훈련

Resistive training program	
First stage,	Sit on bench to stand and stand to sit.
Second stage,	Kneeling and Half-kneeling to stand without using hand, stand up into left/right foot forward.
Third stage,	Lower limb step-up and step-down in front, left/right side on step box during standing.
Fourth stage,	Independent walks forward 10 steps, turns 180° and returns.
Fifth stage,	Kicking ball with left/right low limb, single leg stance on opposite leg.

### 3. 측정도구 및 방법

#### 1) 대동작(Gross motor)

대동작 기능은 뇌성마비 아동의 양적인 운동기능을 평가하는 대동작 기능평가-88(Gross Motor Function Measure; GMFM-88)로 측정하였다. 이 평가도구는 5개월에서 16세 뇌성마비 아동의 치료 결과나 시간경과에 따른 운동발달과 대동작 기능의 변화를 측정하는데 매우 유용하다(Damiano와 Abel, 1996). 뇌성마비 아동에 대한 대동작 기능평가 타당도 계수는 0.91로 보고되었고(Palisano 등, 2000), 검사자 간 신뢰도 0.997, 검사-재검사 신뢰도 0.998로 유용한 측정도구라고 하였다(Nordmark 등, 1997). 대동작 수행력은 뇌성마비 아동의 대동작 수행의 질적인 양상과 특성을 평가하는 대동작 수행평가(Gross Motor Performance Measure; GMPM)로 측정하였

다. 이 평가도구는 대동작 기능평가에서 선정한 20개 항목(정적 움직임 3개와 동적 움직임 17개)을 통해 5개월에서 12세 뇌성마비 아동의 시간 경과에 따른 부가적인 기술, 발달 단계 및 협응성을 측정할 수 있다. 뇌성마비 아동에 대한 대동작 수행평가의 타당도 계수는 0.74~0.84로 유용한 측정도구라고 하였다(Boyce 등, 1995). 연구결과 측정은 임상경력 5년 이상의 물리치료사가 측정하였으며 사전에 측정방법을 충분히 숙지한 학생이 보조를 하였다. 대상자의 이해를 위해 측정자가 직접 시범을 보이면서 각 문항을 상세히 설명하였고, 검사도구 사이에는 최소한 15분간의 휴식시간을 제공하여 피로를 예방하였다.

#### 2) 균형능력(Balance abilities)

균형능력은 BioRescue 균형분석 시스템(RM Ingenierie

### Ⅲ. 연구결과

Marseille, France)으로 대상자의 안전을 위해 눈을 뜨고 선 자세에서 수직 안정성에 대한 정적-동적 분석(동요 검사)을 실시하였다. 대상자에서 눈을 뜨고 기준자세(뒤꿈치 간격 3cm, 두 발 사이의 15° 각도)로 균형측정 감압플랫폼 위에 선 상태에서 정면에 시선을 고정해 유지하도록 하였다. 대상자가 두 발에 체중을 부하해서 60초간 유지하는 동안에 압력중심(center of pressure) 위치가 이동한 길이(cm)와 면적(mm<sup>2</sup>)을 측정하였다. 균형능력 검사는 되도록이면 조용한 환경에서 3회 측정 후 평균 값을 산출하였으며 측정 사이에 근 피로를 예방하기 위하여 5분간의 휴식을 제공하였다.

#### 4. 자료처리 및 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 22.0 for windows (IBM Corp, USA) 프로그램을 이용해 분석하였고, 통계적 검증을 위한 유의수준( $\alpha$ )는 0.05로 하였다. 연구 대상자의 대동작 기능과 수행력, 균형능력에 대한 측정결과가 정규분포를 가정하지 않으므로 비모수적 방법을 사용하였다. 무계조끼를 이용한 기능적인 저항훈련을 실시하였을 때 대동작 기능과 수행력, 균형능력의 기초선, 중재선, 제2기초선 단계에 대한 3회 측정결과를 프리드만 검정(Friedman test)으로 분석하였다.

#### 1. 대동작(Gross motor)

대동작 기능평가와 수행평가의 기초선, 중재선, 제2기초선 단계에 대한 평균 변화는 다음에 제시하였다(표 4). 전체 대동작 기능평가 점수는 기초선 단계에는 76.70±5.91점 이었으나 중재선 단계에는 83.44±8.39점으로 증가하였으며 제2기초선 단계에서는 78.99±7.17으로 감소하였다. 대동작 기능평가의 하위영역 중에서 눕기와 구르기, 앉기, 네발기기와 무릎서기 그리고 서기는 기초선, 중재선, 제2기초선 단계에 따른 유의한 차이가 없었지만 걷기/달리기/점프하기를 포함한 전체 대동작 기능평가는 통계적인 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

전체 대동작 수행평가 점수는 기초선 단계에는 47.15±4.85점 이었으나 중재선 단계에는 51.49±4.33점으로 증가하였으며 제2기초선 단계에서는 49.46±4.16으로 감소하였다. 대동작 수행평가의 하위영역 중에서 신체정렬은 기초선, 중재선, 제2기초선 단계에 따른 유의한 차이가 없었지만 분리 움직임, 협응성, 체중이동, 안정성을 포함한 전체 대동작 수행평가는 통계적인 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

표 4. 체중지지 트레드밀 훈련기간 동안의 대동작 기능평가와 수행평가의 변화

	Baseline	Intervention	Type II Baseline	X <sup>2</sup>	p
Gross motor function					
Lying & Rolling	84.25±10.48	91.08±7.96	85.25±11.48	5.636	.060
Sitting	83.71±8.82	86.96±9.90	85.48±9.91	5.636	.060
Crawling & Kneeling	78.07±8.66	86.01±8.53	79.74±8.14	5.600	.061
Standing	73.06±13.30	79.85±15.37	75.35±16.96	5.636	.060
Walking, Running, Jumping	64.42±8.79	73.27±13.35	69.13±11.84	6.000	.050*
Total GMFM	76.70±5.91	83.44±8.39	78.99±7.17	6.000	.050*
Gross motor performance					
Dissociated movement	40.61±14.93	44.34±14.04	42.99±14.45	6.000	.050*
Coordination	45.29±8.33	48.86±8.57	46.42±7.60	6.000	.050*
Alignment	39.50±7.92	40.94±9.01	69.69±7.72	5.000	.082
Weight shift	52.73±19.64	59.40±17.73	56.89±17.98	6.000	.050*
Stability	57.60±20.18	63.89±15.36	61.29±16.41	6.000	.050*
Total GMPM	47.15±4.85	51.49±4.33	49.46±4.16	6.000	.050*

Values are Mean±SD(scores), \*  $p<0.05$

**2. 균형능력(Balance abilities)**

균형능력에서 압력중심 위치가 이동한 거리와 면적에 대한 기초선, 중재선, 제2기초선 단계에 대한 평균 변화를 다음에 제시하였다(표 5). 압력중심 이동거리는 기초선 단계에는 17.91±0.80 mm이었으나 중재선 단계에는 7.59±0.90 mm으로 증가하였으며 제2기초선 단계에서는

14.38±1.53 mm으로 감소하였다. 압력중심 이동면적은 기초선 단계에는 66.05±7.94 mm<sup>2</sup>이었으나 중재선 단계에는 60.38±8.14 mm<sup>2</sup>으로 증가하였으며 제2기초선 단계에서는 62.90±7.15 mm<sup>2</sup>으로 감소하였다. 압력중심 이동거리와 이동면적 모두 기초선, 중재선, 제2기초선 단계에 따른 통계적인 유의한 차이가 있었다(p<0.05).

표 5. 체중지지 트레드밀 훈련기간 동안의 균형능력의 변화

	Baseline	Intervention	Type II Baseline	X <sup>2</sup>	p
Length of COP	17.91±0.80	7.59±0.90	14.38±1.53	6.000	.050*
Surface area ellipse of COP	66.05±7.94	60.38±8.14	62.90±7.15	6.000	.050*

Values are Mean±SD : Length(mm) and Surface area ellipse(mm<sup>2</sup>), COP : Central of pressure

\* p<0.05

**IV. 고 찰**

본 연구는 운동이상형 뇌성마비 아동을 대상으로 무게조끼를 착용한 상태에서 다관절과 닫힌 운동사슬의 기능적인 움직임 패턴을 촉진하는 저항훈련을 적용했을 때 대동작 기능과 수행력, 균형능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 선행 연구와 본 연구 대상자의 일반적인 특성, 임상 양상 및 활동 능력은 물론 연구 기간이나 방법의 차이로 정확한 비교는 한계가 있겠지만 주로 중재방법과 측정결과의 유사성에 관해서 고찰하고자 한다.

Liao 등(2007)은 5~12세 대동작 기능분류체계 I 단계나 III단계 경직형 양마비 아동을 장애정도와 연령에 따라 계층화하여 두 집단으로 분류하였다. 두 집단 모두 전통적인 물리치료를 받았고, 실험군은 무게조끼를 착용하고 앉아서 일어서기 운동을 주 3회 6주간 시행한 결과 대동작 기능평가(서기와 걷기/달리기/점프하기 영역)는 훈련 전 보다 훈련 후 증가하였고, 대조군은 훈련 전 보다 훈련 후에 감소하였으며 두 집단 간의 유의한 차이가 있다고 하였다. 또한, Peng 등(2011)의 연구에서도 무게조끼에 의한 부하된 앉아서 일어서기 운동이 뇌성마비 아동의 동기부여를 향상시키므로 기능적인 근력과 운동

기능을 강화시키는데 도움이 된다고 하였다.

본 연구의 실험군에서도 서기와 걷기/달리기/점프하기 영역을 포함한 대동작 기능평가의 경우 신경발달치료만 실시한 기초선 단계와 제2기초선 단계 보다는 무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈련을 실시한 중재선 단계의 평균 점수가 증가한 것으로 나타났다. 무작위-대조군 설계를 실시한 선행연구와 단일사례설계를 적용한 본 연구가 유사한 결과가 나온 이유는 선행연구의 실험군의 아동은 6주간 무게조끼를 착용한 상태에서 앉아서 일어서기 운동 한 가지만 실시하였지만 본 연구의 경우 선행연구와 비슷한 연령대인 운동이상형 뇌성마비 아동의 기능적인 능력을 향상시킬 수 있도록 충분한 훈련기간인 12주의 중재선 단계 동안에 흥미를 가지고 참여할 수 있도록 일상생활에 필요한 기능적인 움직임으로 구성된 저항훈련을 적용하였으므로 때문이라고 사료된다. 이는 저항훈련이 효과적이기 위해서는 비슷한 나이대의 연구 대상자, 4~8주 이상의 긴 훈련기간 그리고 훈련방법의 다양성이 필요하다는 Anttila 등(2008)의 체계적인 고찰연구와 일치하는 결과이다.

Scholtes 등(2012)은 평균 10세의 특수학교에 재학 중인 대동작 기능분류체계 I ~ III단계 경직형 뇌성마비 아동을 대상으로 8RM(최대 반복)에서 무게저항을 점진적으

로 증가시키는 기능적인 점진적 저항훈련을 실시하였다. 근력은 훈련 12주후에 일반적인 치료군 보다 기능적인 점진적 저항훈련군이 유의하게 증가하였지만 10m 걷기, 1분간 빠르게 걷기 그리고 계단걷기 등 보행능력은 유의한 차이가 없었다고 하였다. 본 연구에서는 대동작 기능평가의 걷기/달리기/점프하기 영역이 기초선 단계 보다는 무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈련을 실시한 중재선 단계에서 증가하였고, 신경발달치료만 실시한 제2기 초선 단계에서 감소하였으며 유의한 차이가 있었다. Faigenbaum 등(2009)은 아동에 대한 저항훈련의 경우 정상발달이나 성장 보다는 근력강화에 중점을 두기 때문에 훈련의 강도와 기간에 대한 설정이 매우 중요하므로 근력이 증가할 수 있는 충분한 기간 동안 훈련 프로그램을 유지하기 위해서 적은 수의 반복(일반적으로 8~13회)으로 피로가 발생하기 전에 운동을 마칠 수 있는 적절한 무게저항을 제공해야 한다고 하였다. 따라서 본 연구자가 생각할 때 12주라는 훈련기간과 다리의 압력계를 사용한 것을 제외하고는 가정에서 반복되는 기능적인 동작으로 프로그램을 구성한 것도 선행연구와 비슷하였는데 이러한 차이는 기능적인 저항훈련 프로그램의 훈련 강도의 설정 때문이라고 생각된다. 체중의 약 5% 무게저항에 해당하는 모래주머니를 넣은 무게조끼를 착용시킨 후 12주간 동일한 무게에서 기능적인 저항훈련을 실시한 본 연구에 비해 선행 연구의 경우 8RM(최대 반복)에서 무게저항을 12주간 점진적으로 시키면서 세 가지 기능적인 동작을 각 8회씩, 총 3세트를 실시하였기 때문에 평균 연령 10세 5개월의 뇌성마비 아동이 수행하기에는 무게저항과 반복 횟수 등 훈련 강도가 너무 강해서 다리 근력의 증가에도 불구하고 기능적인 움직임과 보행능력이 개선되지 못했다고 사료된다.

뇌성마비 아동은 임상적으로 근육긴장도 동작패턴의 다양한 특성이 나타나고, 작업 성취에 대한 문제뿐만 아니라 질적 움직임에도 손상이 있으므로(Sordahi 등, 2008) 중재의 결과에 대한 운동의 성질이나 활동수행 방법(Gowland 등, 1995)을 평가하는 것이 필요하다. 하지만 무게조끼나 저항훈련에 관한 어떤 선행 연구에서도 운동 수행력에 대한 측정을 하지 않았으므로 본 연구의 대동작 수행력에 대한 결과를 위주로 고찰하고자 한다. 본 연구의 대동작 수행평가의 하위영역 중 신체정렬 영역은

유의한 차이가 없었지만 분리 움직임, 협응성, 체중이동, 안정성 영역을 포함한 전체 대동작 수행평가 점수는 신경발달치료만 실시한 기초선과 제2기초선 단계 보다 신경발달치료 후에 무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈련을 12주간 실시한 중재선 단계에서 통계적으로 유의하게 증가하였다. 뇌성마비 아동은 근육 활성화에 대한 불충분한 선택적인 조절로 분리움직임이 제한되며(Boyd 등, 1999) 특히, 운동이상형 뇌성마비의 경우 동시수축의 부족으로 자세유지가 어렵고, 모로와 갈란트 반사의 지속으로 인한 강한 비대칭적인 자세가 발생한다(Yokochi 등, 1993). 이처럼 비정상적으로 제한된 움직임의 반복으로 인해 근육-힘줄 길이의 단축, 몸통과 팔다리의 구축과 변형이 일어나므로 신체정렬이 불량해지고, 체중이동 능력에도 제한을 받게 된다. 따라서 뇌성마비 아동의 신경근육과 근육뼈대계 손상에 대한 영향을 최소화시키기 위해서 적응 기능을 활성화시키고, 에너지 효율을 극대화시키기 위한 운동조절 전략을 학습하도록 권장해야 한다(Valvano와 Newel, 1998; Latash와 Anson, 1996). 본 연구 결과로 볼 때 모래주머니를 넣은 무게조끼 착용이 관절의 압축력을 증가시키므로 정적 안정성이 증가되었고, 특정한 기능적인 움직임을 반복적으로 수행하는 동안의 몸통의 동적인 안정성이 향상될 수 있었다. 즉, 몸통 부위가 흔들리지 않아 골반이 안정되므로 팔다리의 선택적인 분리 움직임을 만들 수 있으므로 신체 면쪽에서 섬세한 움직임을 시도할 때 협응력이 향상되었다. 특히, 체중이동의 경우 획일적으로 왼쪽/오른쪽으로만 이동하는 것이 아니라 각 방향으로 머리와 몸통의 돌림과 함께 일어나므로 안정성과 운동성의 정교한 조정이 필요하고, 골반 움직임과 양쪽의 분리 움직임이 요구되게 된다. 본 연구의 경우 특정 근육군에 대한 선택적 근력강화가 아닌 무게조끼를 이용한 기능적인 훈련을 통해 해부학적인 면이나 대각선 면 등 다각도의 움직임 연습을 통해서 각 방향으로 체중이동 능력이 향상될 수 있었다고 생각된다. 이처럼 운동 프로그램에 가벼운 부하의 무게저항을 사용한 기능적인 저항훈련은 관절과 연부조직에서 발생하는 자극을 최소화하면서 고유수용성감각에 대한 압축력을 제공할 수 있으므로 운동이상형 뇌성마비 아동의 안전하고 정확한 운동 수행기술을 향상시키는데 효율적인 중재방법으로 고려될 수 있다고 사료된다.

김진(2013)은 혼자 걸을 수 있는 경직형 양마비 아동을 대상으로 무게조끼를 이용한 선 자세 체중부하이동훈련이 경도 뇌성마비 아동의 기립균형에 미치는 영향을 연구한 결과 정적균형을 나타내는 낙상지수와 체중분산지수는 대조군과 실험군의 유의한 차이가 없었지만 동적균형을 나타내는 일어서서 걸어가기 검사와 아동용 균형척도는 대조군 보다 실험군에서 유의한 증가가 나타났다고 하였다. 본 연구에서도 균형능력에서 압력중심 이동거리와 면적이 기초선 보다 무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈련을 실시한 중재선 단계에서 감소하였고, 다시 신경발달치료만 실시한 제2기초선 단계에서는 증가하였으며 통계적인 유의한 차이가 있었다. 위팔과 손에서 섬세한 운동을 하거나 움직임을 방해하는 흔들림이 나타날 때에는 균형을 유지하기 위한 몸통의 안정성이 필요하고 (Granata 등, 2005), 이를 위해서는 몸통과 팔다리의 근력뿐만 아니라 순간적인 자세 전환과 다양한 속도에서 움직임, 척추에 부하되는 변화에 대해 몸통 앞/뒤/옆면에 있는 근육들의 협력수축과 협응적인 활동에 의한 안정성이 요구된다(McGill 등, 2003). 따라서 본 연구의 경우 모래주머니를 넣은 무게조끼의 착용이 몸쪽 관절의 작용근과 대항근의 동시수축을 촉진하여 관절의 정적 안정성을 증가시켰고, 목적적이고 기능적인 측면을 강조하는 신체면쪽의 다관절과 닫힌 운동사슬의 저항훈련을 통해 안정성 한계 안에서 동적인 자세 흔들림 활동을 반복적으로 연습할 수 있었기 때문에 균형 능력이 향상되었다고 사료된다.

연구 대상자가 뇌성마비는 아니지만 감각조절장애를 가진 자폐성 장애아동에게 무게조끼를 이이용한 양손 협응훈련을 실시한 김소영과 송병호(2010)의 연구에서도 일반적인 감각통합훈련을 실시한 대조군 보다 무게조끼를 착용한 후 감각통합훈련을 적용한 실험군에서 아동장애평가의 과제수행에 대한 기능적인 기술이 증가하였고, 보호자의 도움 정도도 감소한 것으로 나타났다. 또한, 5명의 감각조절장애를 가진 자폐성 장애아동에게 무게조끼를 적용한 Fertel-Daly 등(2001)의 연구에서도 심부압박 자극이 산만행동과 자기자극 행위의 감소, 집중시간 향상 등 일상생활을 독립적으로 수행하는데 긍정적인 영향을 미쳤다고 하였다. 본 연구에서는 운동이상형 뇌성마비 아동에게 신경발달치료만 실시한 기초선과 제2 기초

선 단계 보다는 무게조끼를 이용한 기능적인 저항훈련을 적용한 중재선 단계에서 유의하게 증가하였다. 선행연구의 자폐성 장애아동과 본 연구의 운동이상형 뇌성마비 아동의 경우 장애 원인과 전체적인 임상양상은 근본적으로 다르지만 움직임과 행동에 있어서 유사한 점이 있다. 자폐성 장애아동은 지속적이고 반복적으로 몸을 앞뒤로 흔들거나 손을 계속 움직이는 등의 형태인 자기자극 행동이 나타나며 운동이상형 뇌성마비 아동의 경우 움직임을 시도하려고 할 때 원하지 않는 근육군이 함께 움직이는 불수의적 움직임과 입, 손발에 움직이는 경련(mobile spasm)이 나타난다는 점이다. 또한, 근육긴장도 동요로 인한 불안정성으로 흥분의 역치가 변하기 쉽고, 단계적인 감정조절이 어렵기 때문에 운동이상형 뇌성마비 아동도 기능적인 주의집중에 있어서 어려움이 나타난다. 따라서 전반적 발달장애, 과잉행동, 주의력 결핍 등 감각조절장애 아동과 마찬가지로 심부압박 자극을 줄 수 있는 무게조끼의 적용은 과민성 때문에 쉽게 흥분하는 운동이상형 뇌성마비 아동의 과도한 흥분과 동작을 감소시켜 집중력을 증가시키고, 몸통에서 안정성을 향상시켰기 때문에 다양하고 기능적인 신체 움직임을 촉진하는데 도움이 되었다고 사료된다. 이것은 무게조끼에 의한 심부압박 자극이 주의력 결핍과 과잉행동 아동의 과제 수행력 (Vandenberg, 2001)에 긍정적인 영향을 미친다는 연구와 일치하는 결과이다.

선행연구와 본 연구를 비교 검토한 결과 임상에서 무게조끼의 적용은 감각조절장애 아동의 경우 심부압박 자극을 통해 기능적인 주의집중을 향상시킬 수 있었고, 경직형 뇌성마비 아동은 모래주머니로 무게저항을 제공하여 근력과 기능적인 운동성을 강화시키는 저항훈련 프로그램으로 사용될 수 있었다. 본 연구 대상자인 운동이상형 뇌성마비 아동은 무게조끼 착용이 관절의 고유수용성 감각과 운동감각에 대한 더 많은 정보를 제공하고, 몸통 근육의 동시수축을 촉진하므로 자세유지 능력이 증가되었고, 불수의적인 움직임이 감소될 수 있으므로 대동작 기능과 수행력, 균형능력이 향상될 수 있었다고 생각된다. 하지만 본 연구는 운동이상형 뇌성마비 아동을 3명을 대상으로 실시한 단일사례 연구이고, 중재방법의 효과를 비교하기 위한 통제집단을 설정하지 않았기 때문에 연구 결과를 일반화시키기에는 한계가 있다. 따라서 향



후 본 연구 결과를 토대로 다양한 병인, 많은 표본 그리고 무계조끼의 여러 가지 적용을 통해서 장애아동이 독립적인 일상생활을 영위하는데 더욱 체계적이고 효율적인 훈련임을 검증하는 다방면의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 만 8~12세 이하 운동이상형 뇌성마비 아동 3명을 연구 대상으로 기초선과 제2 기초선 단계(12주)에는 신경발달치료만 실시하였고, 중재선 단계(12주)에는 모래주머니를 넣은 무계조끼를 착용한 후 다관절과 닫힌 운동사슬의 기능적인 움직임 패턴을 촉진하는 저항훈련을 주 2회, 1회 40분, 12주간 총 24회 걸쳐서 진행하였다. 무계조끼를 이용한 기능적인 저항훈련을 실시한 결과 운동이상형 뇌성마비 아동의 대동작 기능과 수행력, 균형능력이 향상되었다. 하지만 본 연구는 통제집단을 설정하지 않았고, 3명의 연구 대상자를 대상으로 실험한 단일사례 연구이므로 중재방법의 일반화를 증명할 수 있는 다방면의 연구가 진행된다면 운동이상형 뇌성마비 아동의 대동작과 균형능력을 향상시키는데 중재방법의 하나로 고려될 수 있을 것이라 사료된다.

## 참고문헌

김소영, 송병호(2010). 무계감 있는 조끼(weighted vest)의 착용이 취학 전 자폐성 장애 아동의 일상생활활동에 미치는 효과. *자폐성 장애연구*, 10(1), 143-161.

김진(2013). 무계조끼를 이용한 선 자세 체중부하이동훈련이 경도 뇌성마비 아동의 기립균형에 미치는 영향. *단국대학교 특수교육대학원 석사학위 논문*.

Anttila H, Autti-Rämö I, Suoranta J, et al(2008). Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: A systematic review. *BMC Pediatr*, 24, 8-14.

Boyce WF, Gowland C, Rosenbaum PL, et al(1995). The

gross motor performance measure: validity and responsiveness of a measure of quality of movement. *Phys Ther*, 75(7), 603-613.

Boyd R, Fatone S, Rodda J, et al(1999). High-or low-technology measurements of energy expenditure in clinical gait analysis? *Dev Med Child Neurol*, 41(10), 676-682.

Damiano DL, Abel MF(1996). Relation of gait analysis to gross motor function in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 38(5), 389-396.

Damiano DL, Abel MF(1998). Functional outcome of strength training in spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 79(2), 119-125.

Davis TN, Dacus S, Strickland E, et al(2013). The effects of a weighted vest on aggressive and self-injurious behavior in a child with autism. *Dev Neurorehabil*, 16(3), 210-215.

Dodd KJ, Taylor NF, Damiano DL(2002). A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(8), 1157-1164.

Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, et al(2009). Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res*, 23(5 Suppl), S60-79.

Fertel-Daly D, Bedell G, Hinojosa J(2001). Effects of a weighted vest on attention to task and self-stimulatory behaviors in preschools with pervasive developmental disorder. *Am J Occup Ther*, 55(6), 629-640.

Gan SM, Tung LC, Tang YH, et al(2008). Psychometric properties of functional balance assessment in children with cerebral palsy. *Neurorehabil Neural Repair*, 22(6), 745-753.

Gowland C, Boyce WF, Wright V, et al(1995). Reliability of the gross motor performance measure. *Phys Ther*, 75(7), 597-602.

Granata KP, Lee PE, Franklin TC(2005). Co-contraction recruitment and spinal load during isometric trunk flexion and extension. *Clin Biomech*, 20(10), 1029-1037.

Hodgetts S, Magill-Evans J, Misiaszek JE(2011). Weighted

- vests, stereotyped behaviors and arousal in children with autism. *J Autism Dev Disord*, 41(6), 805-814.
- Hou M, Zhao JH, Yu R(2006). Recent advances in dyskinetic cerebral palsy. *World J Pediatr*, 1, 23-28.
- Latash ML, Anson JG(1996). What are normal movements in atypical populations? *Behav Brain Sci*, 19(1), 55-68.
- Lee HS, Song CS(2015). Effects of therapeutic climbing activities wearing a weighted vest on a child with attention deficit hyperactivity disorder: a case study. *J Phys Ther Sci*, 27(10), 3337-3339.
- Lee JH, Sung IY, Yoo JY(2008). Therapeutic effects of strengthening exercise on gait function of cerebral palsy. *Disabil Rehabil*, 30(19), 1439-1444.
- Liao HF, Liu YC, Liu WY, et al(2007). Effectiveness of loaded sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegia: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(1), 25-31.
- Lin HY, Lee P, Chang WD, et al(2014). Effects of weighted vests on attention, impulse control, and on-task behavior in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Am J Occup Ther*, 68(2), 149-158.
- MacLennan A(1999). A template for defining a causal relation between acute intrapartum events and cerebral palsy: international consensus statement. *BMJ*, 319(7216), 1054-1059.
- McGill SM, Grenier S, Kavcic N, et al(2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol*, 13(4), 353-359.
- Miller A, Olsen L, Moncayo Z, et al(1999). Children with autism using weighted vests: Two single subject studies. In annual conference of the American Occupational Therapy Association; Indianapolis, Indiana.
- Mockford M, Caulton JM(2008). Systematic review of progressive strength training in children and adolescents with cerebral palsy who are ambulatory. *Pediatr Phys Ther*, 20(4), 318-333.
- Nordmark E, Hagglund G, Jarnlo GB(1997). Reliability of the gross motor function measure in cerebral palsy. *Scand J Rehabil Med*, 29(1), 25-28.
- Palisano RJ, Hanna SE, Rosenbaum PL, et al(2000). Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. *Phys Ther*, 80(10), 974-985.
- Peng YC, Lu TW, Wang TH, et al(2011). Immediate effects of therapeutic music on loaded sit-to-stand movement in children with spastic diplegia. *Gait Posture*, 33(2), 274-278.
- Ross SA, Engsberg JR(2007). Relationships between spasticity, strength, gait, and the GMFM-66 in persons with spastic diplegia cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(9), 1114-1120.
- Scholtes VA, Becher JG, Janssen-Potten YJ, et al(2012). Effectiveness of functional progressive resistance exercise training on walking ability in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*, 33(1), 181-188.
- Scianni A, Butler JM, Ada L, et al(2009). Muscle strengthening is not effective in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review. *Aust J Physiother*, 55(2), 81-87.
- Sinha G, Corry P, Subesinghe D, et al(1997). Prevalence and type of cerebral palsy in a british ethnic community: the role of consanguinity. *Dev Med Child Neurol*, 39(4), 259-262.
- Snow CM, Shaw JM, Winters KM, et al(2000). Long-term exercise using weighted vests prevents hip bone loss in postmenopausal women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(9), M489-491.
- Sordahi AB, Moe-Nilssen R, Strand LI(2008). Observer reliability of the gross motor performance measure and the quality of upper extremity skills test, based on video recordings. *Dev Med Child Neurol*, 50(2), 146-151.
- Unger M, Faure M, Frieg A(2006). Strength training in adolescent learners with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 20(6), 469-477.
- Valvano J, Newell KM(1998). Practice of precision isometric grip-force task by children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 40(7), 464-473.
- Vandenberg NL(2001). The use of a weighted vest to increase on-task Behavior in children with attention

difficulties. Am J Occup Ther, 55(6), 621-628.  
Yokochi K, Shimabukuro S, Kodama M, et al(1993).

Motor function of infants with athetoid cerebral palsy.  
Dev Med Child Neurol, 35(10), 909-916.