12주간 보이타 복합운동이 학령기 전 미숙아의 운동발달에 미치는 영향

조민주 · 정주하 · 박정준 · 양점홍*

부산대학교

ABSTRACT

Min-Joo Jo · Joo-Ha Jung · Jung-Jun Park · Jum-Hong Yang. Effects of Vojta Combined Exercise for 12 Weeks on Gross Motor Ability in Premature Preschoolers. *KINESIOLOGY*, 2015, 17(3): 35-47. **[PURPOSE]** The purpose of this study was to investigate the effects of Vojta combined exercise program on improvements in motor development, physical activity, and trunk muscle activity in premature children who were born without neurologic abnormality, but have delayed motor development. **[METHODS]** Three children aged between 59 and 79 months participated in this study. They were born prematurely without neurological abnormality, but currently have delayed motor development. Vojta combined exercise program consisted of Vojta exercise and aerobic exercise by using a video game. All participants performed exercise 50 min/day, 3 days/week at 11-13 RPE intensity for 12 weeks. Test of gross motor development(TGMD) and physical activity volume was measured by pedometer. Trunk muscle activity was measured by surface electromyogram (sEMG) at median frequency. **[RESULTS]** After 12 weeks of Vojta combined exercise, all subjects increased gross motor skills. Physical activities were also increased in all subjects. There were no overall increases in trunk muscle activities, but differences between right and left were decreased. **[CONCLUSIONS]** These results indicate that Vojta combined exercise is an effective treatment for premature children born without neurologic abnormality, but with delayed motor development. It seems that Vojta combined exercise may be applied to other children with delayed motor development.

Key words : premature, developmental exercise, physical activity, muscle activity, preschoolers vojta combined exercise
주요어 : 미숙아, 운동발달, 신체활동량, 근활성도, 학령기 전 보이타 복합운동

서론

최근 우리나라에서 출생하는 신생아 수는 감소하는 반면 발달장애로 진단받는 아동의 수가 증가하고 있다(Hong, 2001; Korea National Statistics Office, 2007). 발달장애를 일으키는 요인은 여러 가지가 있지만 제태 기간이 37주 미만 혹은 마지막 월경일에서 259일 미만에 태어난 아기인 미숙아는 저출생 체중아의 약 2/3에 해당하며, 조산으로 인해 전체적인 장기 및 신체 기능이 완전히 성숙하지 못하여 각종 질병 및 발달장애를 일으키는 높은 요인 중 하나이다(levene et al., 2006). 그런 가운데 미숙아 출생은 2000년 3.8%에서 2006년 4.4%로 약 15.7% 증가하는 추세이다(Korea National Statistics Office, 2007).

의학적 진단으로 인지적, 운동발달장애의 위험이 없는 경우 미숙아는 초기에는 정상아의 체중이나 운동발달이 뒤처지나 곧 따라잡는 경향을(catch up tendency) 보인다(Kim et al., 2007). 그러나 정상으로 진단된 미숙아들 중에서 운동능력이 같은 연령보다 떨어지는 아동들이 생겨났다(Goyen & Lui, 2002; Burns et al., 1999). 이들은 신생아기(출생4주), 영아기(4주-1세), 유아기(1세-2세)를 거쳐 아동기로 들어서는 시기에(Callahue & Ozman, 2009), 독립적 보행을 달성했으나 그 다음 단계에서부터 잘 넘어지거나 불안한 뛰기 등을 보였다. 이러한 이유로 연구에 앞서 pilot test를 실시한 결과 이들은 오래 집단들에 비하여 떨어지는 운동능력을 보여 6개월 경과 후 운동기능이 만회되길 기다렸으나 자세 틀어짐의 증가와 기능적 변화가 없음을 관찰하

* 교신저자: 98doc@hanmail.net

게 되었다. 학부모들은 자녀들의 운동능력의 향상을 위하여 운동센터 및 어린이 집을 찾아가 여러 가지 운동 방법을 시도했으나 오히려 자세가 틀어지고, 운동능력은 발전이 없었다. 또한 병원에 찾아가 보았지만 의학 적 진단 상 장애가 없고 운동발달평가에서 정상으로 보 여지기에(Rosenbaum et al., 1990; Paliano, 1995; Goyen & Lui, 2002) 병원중재 대상에 포함되지 않았다.

이러한 경계선급의 미숙아들의 운동발달 선행연구에 따르면 정상으로 진단을 받은 미숙아들에 관한 큰 근육 위주의 움직임을 통칭한 대근육 운동(Cratty, 1979), 소근 육 발달의 경향은 출생시 몸무게가 1,500 g 미만의 VLBW(very low birth weight, 극소 저체중아)와 출생 시 몸무게가 1,000 g 미만의 ELBW (extremely low birth weight, 초극소저체중아)의 경우에서 운동기능 및 수행능 력이 정상아동에 비하여 떨어짐을 보였다(Marlow et al., 1989; Goyen & Lui, 2002).

중재 프로그램을 설정하기에 앞서 이뤄진 선행연구 는 부족한 실정이었고 또한 이를 중재하고자 하더라도 운동프로그램은 대상자의 특징 인 학령기 전 시기의 연령과 미숙아에 맞는 운동 형태, 운동 강도가 고 려해야만 하기에 쉽지 않았다.

운동형태는 Scammon의 발육곡선을 참고할 때 체간 근육의 근력운동보다 신경 발달적 협응운동형태가 적절 할 것이고(Kim et al., 2007), 운동강도는 어린아동을 대 상으로 하는 운동에서는 ACSM에서 정하는 기준을 볼 때에 정확한 의사전달의 부족과 RPE(rating of perceived exertion)와 HRR(heart rate reserve) 모두 기준을 정하기 가 어렵다. 또한 이 대상의 경우 동기부여가 되지 않으면 운동수행능력이 현저히 떨어지거나 수행이 불가능하 기에 이에 대한 고려도 필요할 것으로 생각된다.

아동운동프로그램에는 기본운동능력 항목을 기본으로 놀이형태나 체육교육적인 운동방법이 많이 추천되고 있 으나(Kim, 2010) 재미를 우선시한 놀이로 인한 운동효과 에 대한 신뢰성은 회의적인 결과를 보이고 있다(Choi, 2007). 그리고 최근 발달지연아동을 대상으로 한 연구를 볼 때 신체활동량 부족을 원인으로 보고 있지만(Williams & Pfeiffer, 2008) 부족한 신체활동량을 채우기 위하여 개개인에 해당하는 운동강도보다 상회하거나 낮 게 적용하게 된다면 운동으로 인한 상해나 운동수행 이 실패할 경우가 있어 주의가 요구된다. 최근 신체활

동량을 증가시키기 위한 운동으로서 Video exercise game 프로그램에 관한 연구가 있는데(Shih et al., 2011), 이 운동프로그램은 체감형 전자게임으로서 아동에게 흥 미를 유발하여 쉽게 참여시킬 수 있고 다양한 프로그램 으로 기본운동능력 운동발달에 필요한 요소를 증가시킬 수 있다. 현재 미숙아 중재 운동프로그램으로 사용되는 운동중재법은 여러 가지가 있지만 뇌손상진단이 있는 경우를 대상으로 한 병원에서 실시하는 신경 발달치료 형태가 일반적이다. 그 중에서 보이타 운동은 고유수용 성 자극으로 체간근육의 활성화를 일으키고 정상발달 움직임의 패턴을 이끌어 뇌성마비 및 미숙아 조기운동 중재에 효과가 있으며(Yang, 2001; Böhme & Futschik, 1995; Vojta, 1986; Vojta, 1987; Vojta, 2000) 특히 호흡 근육을 활성화 시켜 인큐베이터에서 호흡관련 증후군이 있는 VLBW에 대한 산소포화도를 증가시켰다고 알려져 있고(Giannantonio et al., 2010), 또한 자세교정에도 효 과가 있다고 알려져 있다. 그러나 이 운동은 주로 병원 에서 장애아들을 대상으로 실시되기에 정상의 범위에 있는 학령기 전 시기의 운동능력이 떨어지는 미숙아들 에 대하여 적용할 기회가 없었다.

그러므로 학령기 전 미숙아의 운동능력을 효과적으 로 중재하기 위하여 본 연구에서는 보이타 운동과 학 령기 전 시기에 맞는 기본운동형태의 요소와 놀이적 요소가 프로그램 되어있는 Video exercise game 운동 프로그램을 복합운동의 형태로 만들어 12주간 추적연 구를 시행했다.

본 연구는 또래 집단에 비하여 운동능력이 떨어지 는 미숙아를 대상으로 12주간 보이타 복합운동 프 로그램을 실시하여 대근육 운동능력의 운동 전과 후의 변화와 운동능력이 떨어지는 미숙아의 신체 활동량을 분석하여 이들에게 필요한 적절한 운동강도와 운동능 력에 미치는 영향, 운동프로그램에 의한 대근육 운동 발달검사와 신체활동량의 증감이 미숙아 운동능력 이 상의 원인으로 여겨지는 자세근육의 기능에 영향을 주었는지를 대하여 규명하는데 목적이 있다.

연구방법

연구대상

B시에 거주하는 59개월에서 96개월 사이의 미숙아 중에 사전운동검사결과, 뇌신경학적으로 장애진단이 없는 운동능력 지연을 보인 대상으로 부모가 본 연구에 참여를 수락한 자들로 모집하였다. 대상자는 연구 초기 6명을 대상으로 비교연구를 진행하려 하였으나 대상자들의 해외이민과 입원의 이유로 3명이 탈락하여 모두 3명으로 진행하였다.

본 연구에서는 소수를 대상으로 종속변인을 여러 회기로서 나누어 관찰할 수 있고 운동중재기간 중 연구방법의 수정이 가능한 단일대상연구 방법을 선택하였다. 또한 연구목표행동의 변화가 중재에 의해서 발생했다는 사실을 확실하게 결론을 내릴 수 있는 반전 설계(withdrawal design, reversal design)중 ABA 설계를 선택하였다. 이 설계법은 아무 중재를 하지 않은 기간을 baseline(A1)라 하고 운동이 실시되는 운동중재기간을 (B) 그리고 중재를 제거한 후 종속변인이 안정세를 보인 후 유지되는 기간을 follow up(A2)라 하여 중재전(A1), 중재(B), 중재후(A2)로 구성되었고, 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

측정항목 및 방법

대근육 기능 평가

생후 59개월에서 96개월에 해당하는 아동으로 baseline에서 66개월 미만의 운동능력을 보이는 아동을 대상으로 하였다. 대근육 운동발달 검사는 기본운동단계에 발생하는 운동능력을 검사하기 위한 목적으로 Park(2001)이 Gallahue & Ozman(1998)의 연구와 국내연구에서 사용된 종목을 수정 보완한 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 한발뛰기, 무릎들며 뛰기, 말뛰기, 뛰어내리기, 뛰어 넘기, 공 던지기, 공받기, 공튀겨받기, 앞구르기, 거꾸로 서기로 총 10가지 검사종목으로 구성되었다. 이 연구에는 국내 아동을 대상으로

만 3세에서 5.5세까지의 기본운동능력을 검사하여 이때 나온 검사결과를 분석 시 참고하였다.

검사항목별 척도는 운동수행이 전혀 이루어지지 않는 단계, 운동수행이 가능해지는 단계, 운동수행이 잘 이루어지는 단계로 나누고 다시 각 수준을 상하로 구분하여 6점 척도로 수행을 평가하고 baseline, 중재 4주, 8주, 12주, follow up(1주 후)을 대근육 운동발달 검사를 하여 사전과 사후의 변화량과 유지정도를 비교하였으며, 채점 시 3회 체크하고 값의 평균을 내어 자료를 수집하였다.

신체 활동량

신체활동량을 측정하기 위하여 보수계(Yamax, Korea)를 이용하여 운동 전, 1주일동안, 개인별 신체 활동량을 보수(steps)로 3회 측정하고 이것을 baseline으로 하고 운동시 12주 동안 주 3회, 총 36회 연속 측정하여 각 아동의 신체 활동량을 운동 전후 아동의 신체 활동량 증감과 유지정도를 비교하였다. 측정은 벨트 부착식으로 된 보수계를 연구자가 학부모를 대상으로 사용방법을 교육한 뒤, 집에서 직접 착용하고 데이터를 기록하였고 총 측정시간은 운동 전 오전 9시부터 오후 4시, 운동 시간을 포함하여 총 8시간 동안 측정하였고 운동기간 내 따로 시행되는 운동에 대하여는 통제하였다(Figure 1).

Figure 1. Pedometer(Yamax. Korea)

체간근 활성도

미숙아의 운동능력에 미치는 영향에 관해 체간의

Table 1. Physical characteristic of subjects

variables participants	gender	age (month)	height (cm)	weight (kg)	birth weight(kg)	gestational age(week)	physical activity (step)	complications	gross motor ability
A	M	59	108	19.2	1.4	31	1529	CLD *	delayed
B	M	72	123	20.3	1.1	31	1806.66	CLD *	delayed
C	M	96	131	30	2.2	33	1689	-	delayed
M ± SD		75.66±18.77	120.66±11.67	23.16±5.94	1.56±0.56	31.66±1.15	1674.88±139.36		

*CLD(chronic lung disease)

안정화 정도를 확인하여 자세근육과의 연관성을 알아보기 위해 표면 근전도(Telemyo 2400T G2, Noraxon, USA)를 이용하여 체간근 활성도를 측정하였다<Figure 2>. 측정방법은 Kim et al.(2011)의 연구방법에 따라 표면근전도 신호에 대한 피부저항을 감소시키기 위해 체모와 각질을 제거하고, 의료용 알코올 솜으로 닦은 후 전극 배치를 하였다. 각각의 근섬유의 방향과 평행하게 부착하였고, 전극 간 거리는 2 cm로 하였다.

기록전극은 배곧은근, 좌·우 배측빗근, 좌·우 배바깥빗근에 전극을 부착하였고, 접지전극은 기록전극에 가까운 부위에 부착하였다. 기록전극으로 표면전극을 사용하였고, 전극을 사용하기 전에 피부저항을 최소화하기 위하여 젤을 전극 부위에 바른 뒤 전극을 피부에 부착하여 측정하였다. 측정은 baseline과 follow up 시 2번 측정하였고, 전반적인 근 활성도와 자세근육활성도의 좌우차이를 알아보기 위하여 선 자세, 왼발 들기, 오른발 들기에서 각각 5초간 3회씩 측정한 값의 평균값을 수집하였다.

운동 처방

운동협응에 문제가 있는 대상자에게 있어 운동기술 학습의 초기단계 동안에 외적인 지지를 제공하는 것이 중요할 수 있으므로(Kim, 2009) 운동프로그램의 중재 시 중재자가 1대 1로 보조하며 프로그램에 임하였다.

또한 이동의 효율적인 동기부여를 위해 video exercise game 프로그램을 이용하여 Gallahue와 Ozman(1998)의 fundamental movement skill에 있는 운동항목을 고려, 유산소운동 및 균형운동을 시켜 신경발달운동의 반사적 운동형태가 적절한 운동학습으로 발달을 돕고자 하였다. 그리고 아동의 운동능력은 아동의 신체활

동량과 많은 관계가 있으므로(Williams & Pfeiffer, 2008), 대근육 운동능력이 떨어지는 본 연구의 대상아동은 신체활동량이 떨어질 것으로 예측하여 운동시 강도를 설정할 때 보수계를 이용한 사전 신체활동량을 조사하고, RPE를 적용할 때 이를 참고하고(ACSM, 2010) 이로서 운동의 계속 및 중지를 결정하여 운동이 조기 종결되거나 과부하로 인한 안전에 대한 문제를 고려하여 운동프로그램을 구성하였다.

운동형태

운동형태는 미숙아의 자세근육발달과 학령기 전 아동의 운동프로그램 적용을 위하여 보이타 운동과 Video exercise game 운동의 복합형태로 구성하였다.

보이타 복합운동

본 연구에서의 보이타 운동은 체간근의 활성화를 위하여 보이타 전문치료사(경력 5년 이상)가 보이타 자극점을 이용하여 20분간 reflex turning과 reflex creeping을 실시하였다<Figure 3>.

① reflex turning을 시행할 때 바로 누운 자세에서 팔과 다리는 그대로 둔 상태에서 치료사의 방향으로 머리를 30° 회전시키고 각 자극점을 자극하여 체간근의 활성화를 유도하고 척추신전 및 머리회전을 유도하였다.

② reflex creeping을 시행 시 엎드려 누운 자세에서 머리는 팔이 올라간 쪽으로 30° 회전되어야 하고 앞이마가 닿도록 했다. 머리가 돌아간 얼굴 측 팔의 견관절에서 120-130° 구부리고 손목은 30° 정도 바깥으로 돌려진 상태이며 후두측 팔은 몸통 옆에 둔다. 후두측 다리는 일반적으로 유아들은 개구리처럼 무릎내측이 바닥에 닿는다.

결국 발과 어깨, 고관절이 일직선상에 있게 되며,

Figure 2. sEMG

Figure 3. Vojta exercise program

이러한 자세를 만들어 놓고 보이타 자극점을 이용하여 체간근과 척추신전 및 머리회전을 유도하였다.

체감형 모션운동 프로그램

체감형 모션운동 프로그램은 동기부여를 위한 전자게임방식을 기반으로 Callahue & Ozman (1998)이 제시한 기본 움직임에 포함되는 요소(skipping, one leg standing)를 선별하여 balance exercise 프로그램으로 구성하였고, 이것을 지속하는 능력을 키우기 위하여 aerobic exercise (hula-huping, running) 프로그램을 구성하였다<Figure 4>.

운동강도

본 연구에서는 아동에게 사용하기 까다로운 운동강도를 위하여 다음과 같이 적용하였다.

아동의 유산소능력이 성인의 유산소 능력보다 낮을 것을 예상하여 본 연구의 대상범위인 8세 미만 아동의 유산소능력에 대한 문헌을 조사하였지만 이에 관련된 문헌은 나이가 어린 연구대상의 제한적인 검사 환경 및 최대노력유도 등이 어려운 이유로 많지 않기에(Callahue & Ozman, 2009) 본 연구에서는 유산소 운동 권장 구성표(ACSM, 2010)에 따라 성인의 운동 수준 중-고허약을 기준시 평균을 내어(45분 시행시 3,500보) 분당 77.7보 임을 참고하여, 본 연구의 대상

이 아동임을 고려, pedometer를 착용 후, 20분간, RPE 11-13(가볍다-다소 힘들다)의 강도로 pilot test를 실시한 결과 원활히 운동수행을 하여, 이때 나온 보수인 분당 약 50보의 활동량으로 20-30분(지속시간)당 1,000보로 설정하였다. 운동강도는 아동에 대한 운동 강도의 적용이 어려움으로 RPE 11-13(가볍다-다소 힘들다)을 기준으로 하되 복합운동 프로그램에서 유산소 운동 프로그램에서 첫 운동시 1,000보의 활동량을 제시한 뒤, 유지시켰고, 운동 중 RPE 측정시 아동이 운동참여를 기피하려 하거나, 운동을 중지해야 함에도 계속하려고 할 때 측정 시 사전 신체활동량을 참고하여 운동의 중단 및 계속 등을 결정하였다.

운동 지속시간, 빈도 및 기간

1회 총 운동시간은 50-60분 (준비운동 5분, 본 운동 40-50분, 정리운동 5분), 주 3회, 12주간 실시하였다.

운동프로그램

운동프로그램은 <Table 2>와 같다.

balance exercise

aerobic exercise

Figure 4. Video exercise program

Table 2. Exercise Program

order		type	intensity	time	frequency
warm-up		stretching	RPE 9-11	5 min	
	Vojta exercise	reflex turning 1,2 (Rt) reflex turning 1,2 (Lt) reflex creeping (Rt) reflex creeping (Lt)		20 min	
main exercise	Video exercise game program	balance exercise aerobic exercise skipping hopping balance walking running * hula-hooping *	RPE 11-13	20-30 min	3days /week
cool-down		slow walking	RPE 9-11	5 min	

* intensity: > 1,000 steps, Rt : right, Lt :left

자료 처리

수집된 자료는 SPSS Ver. 14.0을 사용하여 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다.

연구결과

대근육 운동발달 검사

12주간 운동 후 대근육 운동평가를 위한 각 아동에 대한 대근육운동발달 검사의 측정결과는 <Table 3>과 같다. 대근육 운동평가에서 대상자 A와 B와 C는 baseline보다 운동중재 4주, 8주, 12주의 기간 동안 전 반적인 운동능력의 증가를 보였다. 그리고 운동중재 후 참가자 모두 follow up시의 운동능력의 증감은 없었다.

신체활동량

대상자 A, B, C의 baseline, follow up에서 신체활동량은 1주 동안, 운동중재가 포함된 신체활동량은 12주 동안의 각각 4주 간 평균변화이며 그 내용은 <Table 4>와 같다. 대상자 A, B, C의 신체활동량은 baseline의 평균보다 4주, 8주, 12주 증가하였고 follow up측정에서는 baseline보다는 증가, 12주보다는 감소한 평균을 보였다.

체간근 활성화도

모든 자세에서 대상자 A, B, C의 근활성도 증감은

일관성 없는 패턴으로 나타났다. 그러나 자세의 편향 정도를 나타내는 좌우근 활성화도 차이에서 변화를 보였다. 표면근전도의 측정결과 활성화도의 변화는 <Table 5>와 같다.

대상자 A

좌우 근육의 활성화도에서 baseline에 측정한 활성화도는 follow up의 선 자세에서 RA(-2.71), IO(-7.33)에서 차이가 감소하였고 EO(1.8)에서는 차이가 증가하였다. 오른발 서기에서는 RA(-4.6), EO(-7.4)에서 감소하였고 IO(1.5)에서는 증가하였다. 또한 왼발 서기에서 RA(-10.42), EO(-0.1) 차이가 감소하였고, IO(28.35)에서 차이가 증가하였다.

대상자 B

좌우 근육의 활성화도에서 baseline에 측정한 활성화도는 follow up의 선 자세에서 RA(-5.6), EO(-1.68)에서 차이가 감소하였고 IO(24.5)에서는 차이가 증가하였다. 오른발 서기에서는 RA(-13.5)에서 차이가 감소하였고, EO(7.1), IO(25.33)에서는 차이가 증가하였다. 또한 왼발 서기에서 RA(-28.9), IO(-10.57)에서 차이가 감소하였고, EO(30.3)에서는 차이가 증가하였다.

대상자 C

좌우 근육의 활성화도에서 baseline에 측정한 활성화도는 follow up의 선 자세에서 RA(-7.78)에서 차이가 줄었고 EO(0.9), IO(6.61)에서는 차이가 증가하였다.

오른발 서기에서는 EO(-3.1), IO(-1.6)에서 차이가 감소하였고 RA(3.2)에서는 차이가 증가하였다. 또한

왼발 서기에서 RA(-11.4)에서 차이가 감소하였고,
IO(4.35), EO(33.6)에서는 차이가 증가하였다.

논의

대근육 운동능력

학령기 전 시기에 적절한 대근육운동능력 검사는

Table 3. Test of gross motor development (score)

participants	variables	baseline	4-week	8-week	12-week	follow up
A	hopping	1	2	2	3	3
	skipping	2	2	3	4	4
	galloping	1	2	2	3	3
	jump down	1	1	3	3	3
	jumping	1	2	2	2	2
	throwing	1	2	2	2	2
	catch a ball	2	2	3	3	3
	catch bounce	2	2	3	3	3
	front roll	2	2	3	4	4
	handstands	1	1	2	3	3
	M±SD	1.4±0.52	1.8±0.42	2.5±0.53	3±0.67	3±0.67
B	hopping	2	2	4	5	5
	skipping	3	2	3	4	4
	galloping	2	2	3	4	4
	jump down	1	1	3	5	5
	jumping	3	3	4	6	6
	throwing	2	2	4	5	5
	catch a ball	2	2	4	5	5
	catch bounce	2	2	3	4	4
	front roll	2	3	4	4	4
	handstands	1	2	3	4	4
	M±SD	2±0.67	2.1±0.57	3.5±0.53	4.6±0.70	4.6±0.70
C	hopping	4	4	5	5	5
	skipping	4	4	4	5	5
	galloping	5	5	5	6	6
	jump down	5	5	6	6	6
	jumping	5	5	5	6	6
	throwing	5	5	5	6	6
	catch a ball	5	5	6	6	6
	catch bounce	5	5	6	6	6
	front roll	4	4	5	5	5
	handstands	4	4	5	5	5
	M±SD	4.6±0.52	4.6±0.52	5.2±0.63	5.6±0.52	5.6±0.52

Table 4. Physical activities (steps)

participants	variables	baseline	4-week	8-week	12-week	follow up
A		1529±179	2318±939(51.60%)	3351±328(119.16%)	4307±677(181.69%)	3228±159(111.12%)
B		1806±90	2449±1183(35.60%)	3973±500(119.99%)	4736±610(162.24%)	3724±146(106.20%)
C		1689±185	3950±381(133.87%)	4358±832(158.02%)	5007±533(196.45%)	4108±162(143.22%)
M±SD		1673±183	2905±1152(73.64%)	3894±712(132.76%)	4683±660(179.92%)	3687±405(120.38%)

(%) is a increase rate being based on the baseline.

Table 5. trunk muscle activities

(%mean)

participants	variables	S			Rs			Ls		
		base-line	follow up	diff	base-line	follow up	diff	base-line	follow up	diff
A	RA	6.1	3.39	-2.71	9.36	4.76	-4.6	14.7	4.28	-10.42
	EO	0.6	2.4	1.8	8.2	0.8	-7.4	3.1	3	-0.1
	IO	15.50	8.17	-7.33	23	24.5	1.5	40.08	11.71	28.37
B	RA	8.2	2.6	-5.6	23.5	10	-13.5	37.5	8.6	-28.9
	EO	8.6	6.92	-1.68	7.1	14.2	7.1	1.6	69.6	68
	IO	5.84	30.34	24.5	15.9	41.23	25.33	18.51	7.94	-10.57
C	RA	8.56	0.78	-7.78	7.2	10.4	3.2	14.5	3.1	-11.4
	EO	21.4	22.3	-0.9	48.9	45.8	-3.1	25.2	58.8	33.6
	IO	4.89	11.50	6.61	40.95	39.35	-1.6	24.42	28.77	4.35

(RA: rectus abdominis, EO: externus obliquus, IO: internus obliquus S: standing position, Rs: right standing, Ls: left standing.)

기본운동능력을 체크하기 위하여 개발되었고, 운동발달 검사의 항목은 hopping, skipping, galloping, jump down, jumping, throwing, catch a ball, catch bounce, front rolling, handstands로 구성되었다. 이 항목들은 대략적인 시작연령이 만 18개월부터 만 6세 정도에 성숙하게 된다(Gallahue & Ozman, 2009).

본 연구에 참가한 대상자들은 그동안 실시해왔던 자발적인 노력으로 운동능력의 향상이 일어나지 않았다. 그러나 이후 실시한 12주간 보이타 복합운동을 통하여 전 대상자들에게 모두 운동능력의 증가가 일어났다. 운동중재가 실시되기 전 모든 대상자들의 baseline은 자신의 역연령상의 운동능력보다 낮은 점수를 보였고, 4주, 8주, 12주까지 모두 증가추세를 보였으며 1주 이후 follow up에서는 증감을 보이지 않았다.

이는 운동중재 전 대상자 A, B, C는 서울과 경기 지역의 약 90명의 3, 4, 5세의 아동의 운동능력을 연구한 Park(2001) 결과로 비교할 때, 만 6세(72개월)시 6점이 성숙을 보여야 하는 대근육 운동평가에 54개월과 66개월의 평균이 4.38점과 4.54점을 나타내었다. 대상자의 역연령이 A(59개월), B(72개월), C(96개월)임에도 3점과 4.6점 및 5.6점으로서 자신보다 낮은 연령에 못 미치는 결과를 나타내었다.

특히 대상자 A와 B는 baseline의 운동결과에서 초보적 성향이 두드러졌는데, 신체적 특성을 볼 때에 특별한 이상이 없었으나, 출생 시 체중이 1.5 kg 이하인 극소체중아(VLBW)로서 재태기간 또한 31주로 같았고 출생 시에 미숙아 관련 만성폐질환이 있었다. 또한 미숙아 만성폐질환(chronic lung disease; CLD)은 이환된 영아의 호흡기 증상과 기능 부전은 청소년과 성인

이 되어서도 지속되며 미숙아 만성폐질환이 없는 경우에도 학령기 및 성인기의 폐 기능 또는 운동능력이 저하될 수 있고(Ju, 2008) 자세근육과 호흡근육과의 관련성을 볼 때 이들의 대근육 운동발달 지연현상은 이와 같은 미숙아관련 특징과 연관되어 생각할 수 있다.

본 연구에서 문제를 보이는 기본움직임을 평가할 때 쓰인 기본 운동항목은 다양한 안정성과 이동성, 조작성 움직임들을 어떻게 수행 하는지를 알 수 있다. 이들에게 나타난 낮은 단계의 운동능력이 운동중재 후 개선된 것은 이를 중재하기 위하여 본 연구에서 실시한 보이타 복합운동이 학령기 전의 시기에 발생되는 불안정한 기본 움직임에 대하여 체간근육의 안정성의 문제가 어느 정도 해결된 것으로 보여진다.

운동을 할 때 아동은 도식이론에서 말하는 새로운 운동을 계획하는 회상도식, 피드백 정보를 통하여 잘못된 동작을 평가하고 수정하는 기억상태를 가정하게 된다 (Kim 2009). 즉 대상자들이 그동안 여러 가지 신체활동에도 불구하고 운동능력의 증가가 없었던 이유로서 운동을 계획하는 단계에서 잘못된 근육의 움직임으로 인하여 운동을 함으로서 회상도식의 왜곡이 일어나고 피드백이 일어날 때 수정하는 능력을 상실해서라고 생각된다. 이것을 해결하기 위해서는 먼저 고정된 아동들의 잘못된 운동패턴이 교정되고 이것으로 인한 운동능력의 증가가 일어나야 하는데, 이 아동들의 점수상의 변화는 체간근의 활성화를 증명할 수는 없으나 보이타 복합운동 프로그램이 고정된 패턴을 수정하고 기본움직임에 대한 운동학습이 원활히 이뤄지도록 하였다는 것을 보여준다.

따라서 본 연구에서 실시하게 된 이 운동들의 복합

운동의 형태가 이들의 신체적 특성에 대한 부분을 보완되어 운동능력의 증가를 이뤄낸 것으로 생각할 수 있다. 운동중재 후 본 연구의 대상자들은 모든 대상자가 아직 자신의 연령의 수준에는 미치지 못하였다. 또한 이들의 운동능력이 운동중재로 인하여 증가경향을 보였지만 1주 이후의 유지정도를 보았을 때 자신들의 역연령에는 도달하지 못하였다. 이는 독립보행이후 학령기 전 아동의 걷기, 던지기, 뛰기, 오르기, 달리기 등과 같은 운동능력의 발달양상은 만 2-3세에서 6세까지 완성되는 경향을 보이는데(Gallahue & Ozman, 2009) 모두 독립 보행 시 필요한 운동적 요소가 기본적인 바탕이 된 후에 점차적으로 출현하게 된다. 운동중재가 끝날 때까지 운동능력이 증가하는 경향을 보였으나 운동중재 초기에 A, B, C의 운동능력 증가경향은 둔하였고, 오히려 B의 경우엔 skipping에서 점수가 낮아지는 현상을 보였다. 이것은 운동 강도와 운동 형태에 대하여 적응하는 기간이 필요함을 보여주며 운동 처방 시 연구대상이 이 부분에 민감함을 보여준다. 또한 이것은 여러 회기를 거쳐 실시한 연구 설계의 특성상 확인할 수 있는 부분으로서 잘 알려지지 않은 대상을 운동처방 시 좋은 방법이 될 수 있으리라 생각된다.

신체활동량

신체활동이란 에너지소비의 결과로 골격근에 의해 일어나는 모든 신체 움직임이며 이러한 활동량이 부족할 경우 아동의 정상적인 운동발달에 악영향을 준다고 알려져 있다(Green et al, 2011). 본 연구에서는 신체활동량이 많을수록 운동능력이 좋다는 선행연구에 기초하여(ACSM, 2010; An, 2007; Kim, 2010) 신체활동량을 증가시키려는 노력이 어떤 변화가 생기는데 대하여 구명하였다. 그러나 본 연구에서는 대상자들의 체간근 불안정성이 교정되지 않을 경우 단순히 신체활동량의 증가노력에 따라서는 운동능력을 증가시키지 못하고 비효율적인 움직임을 수행할 것을 예측하여 사전에 측정된 신체활동량을 기준으로 운동강도를 고려하여 이러한 운동중재이후 신체활동량이 얼마나 많아지는지에 주목하였다.

3명의 아동들은 baseline에서 각각 평균 1,529, 1,806, 1,689의 보수를 기록하였다. 신체적 특성상 C가

가장 높은 연령임에도 A와 B보다 낮은 신체활동량을 보인 것은 미숙아의 특징으로 인한 것도 있겠으나 학령기에 근접할수록 학습활동이 많아져 신체활동이 감소할 수도 있을 것이라 생각된다.

운동중재가 시작된 1주차에 3명 모두에게 약 1,000보의 활동량을 50분간 운동 중에서 실시하였고, 운동이 끝날 무렵 대상자 A는 '조금 힘들다', B와 C는 '가볍다'라고 응답 하였으나, A와 B는 근육통을 호소하며 다음 운동시간에 불참하였고 C는 별다른 이상이 없어서 그 활동량을 유지한 채 계속 운동을 실시하였다. A와 B의 근육통은 운동중재 후 바로 나타나지 않았으며 다음날 오전에 아동이 통증을 호소하였다. 이들은 이틀간의 휴식 후 회복될 정도로서 근육통이 심한 상태는 아니었다. 초기 운동중재기간 동안 대상자 A, B들이 부적응 현상을 일으킨 것을 볼 때에 운동중재로 인한 자극이 현재 생활에 지장을 줄 정도의 강도였음을 의미하고, 또한 RPE에 의해 통제되었던 운동강도가 본인의 능력을 상회하는 자극으로 보여졌다.

이들에게 사용된 운동중재 방법으로서 보이다 운동과 video exercise game 프로그램의 복합형태는 효율적인 체간근의 사용과 그에 따른 적응을 원활히 이끌어 내서 그 결과로 신체활동량을 증가시키기 위하여 실시되었다. 연구 시 적용된 운동강도를 살펴볼 때 RPE상에서 중강도를 넘어서는 상황은 없었다. 모든 프로그램의 진행시 대상자들이 운동강도에 대하여 불편함을 호소하지는 않았으나 한발 지탱을 짧은 시간 동안 반복적으로 수행하거나, 좌우로 번갈아 균형을 맞추는 동작에서 이들의 체간이 과도하게 쏠리는 현상이 초기에 심하게 나타났다. 또한 연구자가 교정해주거나 지시하지 않았을 경우 스스로 조정을 못하고 운동수행이 몇 번이나 중단되었다.

이에 연구자는 아동이 자세가 틀어지거나 운동선상에서 이탈되었을 때 연구대상을 보조하여 자세를 수시로 교정해 주었는데 여기서 보여지는 과한 체간의 비대칭 현상은 체간근육의 좌우 조절력이 떨어지는 것을 반영한다. 이러한 움직임은 대상자가 의학적 진단 상 신경학적 이상이 없으므로 균형과 협응에 부정적 요소를 주는 다른 요인이 있음을 보여준다.

운동중재 전 pilot study에서 문제가 없었던 같은 강도의 운동중재를 적용하였음에도 A와 B가 적응하

지 못한 것은 일회성이 아닌 지속적으로 중재됨으로 그들에게 계속적인 조절되지 못한 체간근에 운동수행을 할 수 없는 문제를 유발시킨 것으로 생각할 수 있다. 따라서 이들의 운동강도를 설정하기 위해서는 일회성이 아닌 일정한 기간을 두고 지속적인 운동수행을 하면서 그 순간의 운동수행능력뿐이 아닌 근피로도에 관한 평가도 하는 것이 좋을 것 같다.

연구 외적인 영향에 대하여는 부모 면담 시 평소 활동량을 상회하는 움직임과 일상의 행동과 특이한 사항은 사전 통제하기로 하였고 매주 확인했으므로 이에 대한 연관성은 낮다고 볼 수 있다. 부적응 현상이 있는 후 대상자 A와 B는 다음 운동시간부터 500보(초기의 절반)의 활동량으로 재설정하여 이를 유지한 채 12주간 운동중재를 한 결과 활동량은 각각 증가하였다.

신체활동량의 증가에 관한 긍정적인 연구들(Williams & Pfeiffer, 2008)은 운동중재로서 이것을 증가시키는 것은 운동능력의 증가에 일반적으로 도움을 준다고 말하고 있다. 그러나 본 연구결과로 볼 때 체간근육이 약한 미숙아의 경우 운동량의 증가는 좌우 근육의 불균형을 야기하고 체간안정성을 떨어뜨려 근육의 비효율적인 작용을 야기하여 근육통으로 인한 운동수행력 저하와 지속적 운동중재의 중단 및 지연으로 운동능력을 저하시킬 수 있기 때문에 세밀한 운동강도의 제공이 필요하다고 보인다.

즉 운동을 적용 시 운동초기에는 이들의 체간근육이 약함을 고려해서 체간근육의 안정성을 위하여 충분히 적용할 시간이 필요할 것으로 보인다.

또한 본 연구에서 RPE만을 사용하였다면 계속된 운동프로그램에서 RPE와 대상자들이 느끼는 강도의 일관성의 차이를 보여 신뢰하기가 어려웠다. 그러므로 본 연구에서는 RPE신뢰도를 증가시키기 위하여 운동강도를 설정하기 위해 pedometer를 사용하여 운동중재 전 baseline, 중재 시, follow up 신체활동량을 측정 후 RPE와 비교하여 운동강도에 반영하였는데, 이는 이들에게 평소 신체활동량을 기준으로서 pilot study에서 설정한 유산소 운동 시 부하로 적용되는 step수를 비교하여 적용한 것으로서 개인별 상대적 차이가 존재하였다. 즉 이와 같은 대상에게 적용되는 운동강도는 개인차가 크기에 표준화되기 어렵고 개인적 표준을 설정하는 것이 필요하다고 생각된다.

강도에 대한 민감성이 극복될 때에 비로소 참가자들은 본 연구의 운동 프로그램의 결과로 신체활동량은 전반적인 증가를 보여주었고, 운동중재를 중지한 이후에도 초기 신체활동량보다 증가된 상태를 유지하였다. 또한 대근육 운동발달 검사 시 신체활동량이 증가함에 따른 운동능력의 증가가 일어났음이 나타났다.

이상을 종합해 볼 때 운동조절능력이 떨어지는 학령기 전의 미숙아들이 운동 강도에 대한 반응의 변화가 민감하게 나타난 연구결과에서 볼 수 있듯이 운동처방을 할 때 운동강도에 대한 기준을 좀 더 명확하게 하기 위하여 이들에 대한 운동강도의 적용은 개인별 차이가 큰 것을 감안할 때 표준화되기가 어렵기에 개인별 신체활동량과 더불어 개인적 특성에 주목하여 이뤄져야 할 것으로 보인다. 따라서 추후의 연구에서 민감한 운동 강도에 대한 고려를 위하여 개개인의 pilot study에서 1회성이 아닌 일정한 기간을 지속적으로 적용한 후 강도를 설정한 후 점진적 운동부하를 적용하는 것이 바람직 할 것으로 보인다. 또한 운동능력이 떨어지는 미숙아를 대상으로 한 보이타 복합운동의 중재 후 결과적으로 신체활동량의 증가는 운동능력의 증가에 긍정적인 결과로서 생각되지만, 운동중재 시 강도로서 개인의 활동량을 넘어서는 신체활동량은 운동능력을 방해할 수 있다고 생각된다.

체간근 활성화

체간의 안정성에 기여하는 근육들을 분석하는 방법으로 근육내 근전도(intramuscular electromyography)가 사용되어 왔다. 이 방법은 초음파를 이용하여 근전도 전극 침을 삽입해야 하는 방식으로 사용된다. 근육내 근전도가 정확성을 가지고 있지만 절차상 복잡성과 침습적인 방법으로 인해 임상에서 사용하기에는 적합하지 않고 실용적이지 못하다(Vasseljen et al, 2006). 따라서 임상과 연구자와 접근성을 고려할 때 표면 근전도는 비용이 적게 들고 실용적이며 근활성도를 측정하는데 널리 사용되고 있다.

본 연구에서 검사하려고 하는 체간의 안정성에 관여하는 근육은 조직으로 크게 포괄적 안정성 조직과 국소적 안정성 조직으로 분류할 수 있고 (Bergmark 1989), 광역 근육계로는 표층에 위치하여 배곧은근

(rectus abdominalis: RA), 배바깥빗근(external oblique: EO), 척추세움근(erector spinae: ES)이 있으며, 국소적 안정성 체계근육은 복벽 심부에 내재하는 근육으로 배가로근(transverse abdominalis: TA), 배속빗근(internal oblique: IO), 뭇갈래근(multifidus)으로 구성되는데, 본 연구에 사용한 표면 근전도 기기로는 심부의 근육까지 측정이 어려워 본 연구에서는 이러한 체간의 안정성에 관여하는 근육들 중 복직근, 내복사근, 외복사근만을 선택하여 체간근 활성도에 어떠한 변화가 있는지 알아보았다.

측정에 사용되는 체간의 근육들의 기능을 살펴보면은 복직근을 몸통의 가운데로 두고 좌우로 나뉘어져 부착되어 있는데 이들의 작용은 양측성과 일측성 작용으로 나눌 수가 있다. 양측성 작용시 신체의 어느 분절이 더욱 안정적이거나 따라 복근의 수축은 흉곽과 상위요추부의 굴곡, 골반의 후반경사, 또는 두 움직임 모두를 유발할 수 있다. 즉 측굴이 아닌 전후방의 움직임이 일어난다. 또한 일측성 작용에서는 측굴이 일어나는데 한쪽 측면에서 일어나는 일측성 작용시 내복사근과 외복사근은 특히 체간의 측회선에 가장 효과적인 측회선근으로서 작용한다(Kim, 2001; Neumann, 2004; Kim et al., 2010).

학령기 전 아동들의 자세근육의 활성화를 일으키기 위한 목적으로 사용된 보이타 운동 중재방법의 효과를 나타내기 위하여 기본움직임에서 기본이 되는 자세인 바로서기와 한발지탱(왼발, 오른발서기)시 근 활성도를 측정하였다.

이 근육들에게 있어서 자세는 주어진 활동에 따라 요구되는 토크가 달라지는데 걷기 및 기립자세에서는 요구가 매우 작기 때문에 단거리 달리기, 레슬링과 같은 경우에서보다 토크가 작게 나타난다. 그리고 걷기나 서기에서는 측회전이 수평면에서 일어나기 때문에 중력에 의해서 발생하는 외적인 토크를 극복할 필요가 없다(Neumann, 2004).

본 연구에서 운동중재 후 자세근육의 패턴을 측정한 결과 전반적인 활성도 증감에서는 일관적인 변화가 없었으나 전반적으로 대상자들에게서 좌우 근육활성도에 변화에 있어서 좌우차이의 감소가 일어났다. 이는 보이타 복합운동시 좌우측에 대한 동일한 운동중재는 근 활성도의 전반적인 증가보다 체간근 활성도의 좌우

차이를 줄여 한발지탱과 같은 균형을 유지하는 항목들로 구성된 대근육 발달검사 시 증가된 결과에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한 홀라후프 운동시 골반을 왼쪽으로 돌릴 때 어려움을 겪었다. 이것은 근 활성도로 볼 때 전반적으로 사전 왼쪽 배속빗근의 활성도가 모든 대상자에게서 낮게 나타난 원인으로서 체간을 우측에서 좌측으로 움직일 경우 왼쪽 체간의 안정성이 떨어짐으로 왼쪽으로 체중심을 옮길 때 골반 회전 하는 각도가 틀어져 다른 외적 토크가 발생된 결과로 생각된다. 연구대상자들은 모두 신경학적 진단상 정상(Paliano, 1995)이며, 정형외과적인 선천적 고관절이상 질환이 없는 상태로서 선천적인 문제가 아니다(Goyen, & Lui, 2002 ; Geuze, 2005 ; Marlow et al., 1989; Anjo et al, 2009; Fallang, & Hadders, 2005).

운동의 초보적 학습단계 시 자세근육을 조절력이 떨어질 경우 지탱하려는 쪽의 관절 자유도를 상실시켜 움직임으로 발생한 요동에 안정성을 확보하려한다(Kim, 2009). 이러한 관점으로 볼 때 자세근 조절이 잘 되지 않는 미숙아가 반사적운동기를 거치며 현재나이에 이를 때까지 겪어온 상황 속에서 자세근의 조절력이 약함으로 움직임에 대한 안정성을 확보하기 위하여 자유도를 포기하며 관절을 잠궤 한쪽으로 약간씩 치우치는 경향이 현재의 모습을 만들어 내었다고 생각할 수 있다.

운동 후에도 왼쪽의 내복사근의 활성도에는 큰 변화가 없었음을 볼 때 baseline의 측정에서 보여진 결과에서 좌우차이가 왼쪽이 많이 떨어졌었고, 운동기간과 시간에서 임상에서 쓰는 보인 운동시간이 30분임으로 운동특성상 어린영아보다 반응이 일어나는 시간이 실험 20분의 시간동안엔 부족하였을 것이며, 운동기간 내에 운동능력과 활동량이 증가되는 추세였으므로 추가적인 중재기간을 두었다면 좀 더 개선되었으리라 보인다.

결론

보이타 복합운동은 학령기 전 운동능력이 떨어지는 미숙아들에게 대근육 운동발달과 신체활동량을 개선시키고 체간근 활성도에 있어서 좌우차이를 교정해주는 데에 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 실시한 보이타 복합 운동프로그램을 학령기 전 운동능력이 떨어지는 미숙아에게 적용시킬 수 있

을 것이며, 대근육 운동능력이 증가하고 있었으나 아직 자신의 연령수준에는 도달하지 못하여 이후의 연구에서는 추가적인 운동중재기간을 고려해야할 것이다. 또한 본 연구를 통하여 나타난 동기부여와 운동강도에 관한 적용의 어려움은 앞으로 더욱더 연구해야 할 과제로 보인다.

참고문헌

- ACSM (2010). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription* 8ed. Seoul: Hanmi book.
- An, Y. D. (2007). Compare to physical activity amounts of men and girls elementary school students. *Journal of Korea Sport Research*, 18(5): 707-718.
- Anjo J., Janssen W. M., Maria W. G. Nijhuis-van der Sanden, Reiner P. Akkermans, Joke Tissingh, Rob A B., Oostendorp, Louis A., & Kollee A. (2009). A model to predict motor performance in preterm infants at 5years. *Early Human Development*, 85: 599-604.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavica Supplementum* 230: 1-54.
- Burns, Y. R., Emsbey, R., & O'Callaghan, M. (1999). Motor Abilities at Eight to Ten Yers of Children Born Weighing Less than 1,000g. *Physiotherapy*, 85(7): 360-369.
- Böhme, B., & Futschik, M. (1995). Verbesserte Lungenfunktion nach Vojta- Brustzonen-Reiz bei bronchopulmonaler Dysplasie, *Monatsschr Kinderheilkd* 143: 1231-1234.
- Choi, J. R. (2007). Study on problems and solutions of physical education in infants. *Korean Society for Early Childhood Physical Education*, 8: 63-82.
- Cratty, B. J. (1979). *Perceptual and Motor Development in Infants and Children*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Fallang, B., & Hadders, A. M. (2005). Postural behavior in children born preterm. *Neural Plasticity*, 12(2-3): 175-182.
- Gallahue, D. L., & Ozman, J. C. (1998). *Understanding Motor Development*. New York: McGraw-Hill.
- Gallahue, D. L., & Ozman, J. C. (2009). *Understanding Motor Development: Infants Adolescents, Adults*, 5th Edition. Seoul: Rainbowbooks.
- Geuze, R. H. (2005). Posutral Control in Children with Developmental Coordination Disorder. *Neural Plasticity*, 12: 2-3.
- Giannantonio, C., Papacci1, P., Ciarniello, R., Ghennet, M., Tesfagabir1, Purcaro, V., Cota, F., Semeraro, C. M., & Romagnoli, C. (2010). Chest physiotherapy in preterm infants with lung diseases, *Italian Journal of Pediatrics*, 36: 65.
- Goyen, T. A., & Lui, k. (2002). Longitudinal motor development of "apparently normal" high-risk infants at 18 months 3 and 5 years, *Early Human Development*, 70: 103-115.
- Green, D., Lingam, R., Riddoch, C., Ness, N., & Ermond, A. (2011). The risk of reduced physical activity in children with probable Developmental Coordination Disorder: A prospective longitudinal study. *research in Developmental Disabilities*, 32: 1332-1342.
- Hong, C. E. (2010). *Pediatricscience* seoul; daehan media.
- Ju, H. O. (2008). Growth and development of premature infants registered at public health center in G city. *Academy of Child Health N*, 14(1): 44-52.
- Kim, C. Y., Choi, J. D., Kim, S. Y., Oh, D. W., & Kim, J. K. (2011). Reliability and validity of ultrasound imaging and sEMG measurement to external abdominal oblique and lumbar multifidus muscles. *Korean Research Society of Physical Therapy*, 18(1): 37-46.
- Kim, H. S. (2010). Physical activity to improve basic

- fitness in infant. *Korean Society for Early Childhood Physical Education*, 11(1): 21-44.
- Kim, S. J. (2009). *Motor Learning and control*. Seoul: Daehan media.
- Kim, S. W. et al. (2007). *Growth and development*. Seoul: Daehan media.
- Kim, S. Y. (2001). Lumbar stabilization exercises using stem. *Korean Academy of Orthopaedic Manual Physical Therapy*, 7: 23-39.
- Kim, U. S., Pyoen, H. Y., & Yoon, B. C. (2010). Pattern of left-right trunk muscles activity by sudden trunk perturbation. *Korean society of sport and leisure studies*, 40: 689-698.
- Korea National Statistical Office (2007). www.nso.go.kr/search/totalSearch2.jsp.
- Levene, M. I., Tudehope D. I., & Sinha, S. (2008). *Essential Neonatal Medicine* 4th Edition, Blackwell publishing, 77.
- Marlow, N., Roberts, B. L., & Cooke, R. W. (1989). Motor skills in extremely low birthweight children born weighting less than 1000g. *physiotherapy*, 85(7): 360-369.
- Neumann, D. A. (2004). *Kinesiology of the musculoskeletal system* Seoul: Jungdam media.
- Paliano, R. j. (1995). *Neuromotor and developmental assessment in early infancy*, 173-224.
- Park, D. G. (2001). Research of gross motor development trends in 3, 4, 5 year olds. *Early Childhood Education Research & Review*, 5(2): 131-160.
- Rosenbaum, P. L., Russell, D. J., & Cadman, D. T. (1990). Issues in measuring changes in motor function in children with cerebral palsy: a special communication, *Physical Therapy*, 70: 125-219.
- Shih, C. H., Chen, C. L., Chung, C. C., & Shih, T. S. (2011). Enabling people with developmental disabilities to actively follow simple instructions and perform designated physical activities according to simple instructions with Nintendo Wii Balance Boards by controlling environmental stimulation. *research in developmental disabilities*, 32: 2780-2784.
- Vasseljen, O., Dahl, H. H., & Mark, P. J. (2006). Muscle activity onset in the lumbar multifidus muscle recorded simultaneously by ultrasound imaging and intra muscular *electromyography*, 21(9): 905-13.
- Vojta, V. (1986). Is there any therapy for cerebral palsy children? Result of the reflex locomotion therapy in 328 children with cerebral palsy. *Korea Academy of Rehabilitation Medicine*, 10(2): 87-95.
- Vojta, V. (1987). Zur Prognose der spätbehandelten cerebral paetischen Kinder. *Z Kinderarz*, 18: 1161-1172.
- Vojta, V. (2000). *Das Vojta-Prinzip* Seoul: Daihakseolim.
- Williams, H., & Pfeiffer, K. A. (2008). Motor skill performance and physical activity in preschool children, *Obesity*, 16: 1421-1426.
- Yang, W. J. (2001). Effects of Vojta therapy early appliance in infants with cerebral exercise development disabilities. *The Korean Society Physical Therapy*, 13(1): 46-59.
- Korea National Statistical Office (2007). www.nso.or.kr/search/totalSearch2.jsp.