

뇌성마비 환자의 자세 차이가 호흡 기능에 미치는 영향

윤창교[‡]

대구대학교 일반대학원 물리치료전공

Effects of Posture Difference on the Respiratory Function of Cerebral Palsy Patients

Yun Changkyo, PT, Ph.D[‡]

Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Graduate School, Daegu University.

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to investigate the effect of posture difference on respiratory function in cerebral palsy patients.

Methods : Twenty-two cerebral palsy childrens were recruited this study. Respiratory Function test was measured with Cardio Touch 3000 and Micro Respiratory Pressure Meter. Cardio Touch 3000 was used to assess cerebral palsy childrens' forced vital capacity and forced expiratory volume at one second. Micro Respiratory Pressure Meter was to assess Maximum inspiratory pressure and Maximum expiratory pressure. Subjects had four respiratory functions measured in supine, slouched sitting, and elected sitting postures. Statistical analysis was used Paired t-test for within-group comparisons and Independent t-test for between-group comparisons. SPSS statistics Ver 20.0 was used for statistical anlysis and statistical significance was defined as a p-value less than 0.05.

Result : The subjects' respiratory function according to posture showed significant difference in Forced Vital Capacity(FVC), Maximum Expiratory Pressure(MEP) and Maximum inspiratory pressure(MIP)($p < .05$). Elected sitting posture had a positive effect on respiratory function than slouched sitting, supine.

Conclusion : In conclusion, We could see that change of posture in children with cerebral palsy affects respiratory function and Elected sitting can be a positive help for the respiratory function of children with cerebral palsy.

Key Words : cerebral palsy, posture, respiratory function

[‡]교신저자 : 윤창교 puhaha1116@naver.com

I. 서 론

뇌성마비는 움직임과 자세발달에 장애가 발생하는 비진행성 병변으로 활동의 제약, 언어, 감각, 행동과 근골격계의 문제를 가지며, 일상생활을 제한하는 운동 질환이 아니라 비슷한 특징을 가진 증후군을 통칭한다(Bass, 1999; Rosenbaum 등, 2007). 또한 뇌성마비와 관련된 장애가 뇌의 발달이 활발해지는 초기에 발생하여 발달이 늦어지고, 이상반사가 계속되면서 정상발달이 어려워져 정상적인 신경발달의 경험을 충분히 가지며 성장하지 못하게 된다(Jahnsen 등, 2004; Woolacott 등, 1998).

결국 간질, 척추측만증, 삼킴 장애와 감각, 인지, 소통, 행동의 장애 등의 다발적인 문제를 가지게 되고, 이와 같은 손상과 장애의 수준에서 여러 질환을 갖고 평생을 살아가게 된다(Rosenbaum 등, 2007). 최근 40년 동안 뇌성마비의 문제를 해결하기 위해 약물, 수술, 치료적 중재 등의 많은 개선책에도 불구하고 뇌성마비의 생존률은 개선되지 않고 있다(Himmelman & Sundh, 2015; Reid 등, 2012).

특히 폐렴과 관련한 호흡의 문제는 뇌성마비 아동의 생존률을 낮추는 주요한 요인이다(Reddiough 등, 2001). 뇌성마비 환자의 흡기와 폐렴으로 야기되어지는 호흡 부전은 사망자의 53 %에 이를 정도로 사망의 가장 흔한 요인이다(Himmelman & Sundh, 2015). 뇌성마비 아동의 호흡 질환에 관한 요인은 충분히 이해되지 않고 복잡하지만, 침의 흡인을 야기하는 연하장애, 영양결손, 운동 기능 손상, 삼킴과 같은 보호 반응의 감소 또는 소실 그리고 근력 및 호흡 근육의 협응 손상 등이 다양한 잠재적 위협 요인으로 제시되고 있다(Blackmore 등, 2016). 정상 호흡은 흡기와 호기의 지속적인 교대로 이루어지며, 이와 같은 움직임은 폐 조직, 흉벽 그리고 폐의 공기흐름에 대한 저항과 같은 부하를 이겨내는 근육의 활동이 요구된다(Wang 등, 2012). 하지만 뇌성마비 아동의 호흡의 문제는 뇌성마비 병변 자체로 발생하는 문제는 아니지만 충분하지 못한 호흡 근력으로 인하여 흉벽의 유연성을 감소시키게 되고 흉벽의 비정상적 구조를 동반하게 되어 더욱 악화되어 지며(Ersöz 등, 2006; Park 등, 2006), 결국 일상생활의 개인위생 및 사회 기능 수행의 능력에 영향을 미치게 된다(Wang 등, 2012). 대부분의 호흡 훈련은 만성 폐쇄성 폐질환

(COPD) 등의 폐질환 환자를 중심으로 한 피드백 호흡 훈련, 호기 양압 운동 등의 호흡 중재법들이 쓰여져 왔으며(Kooper 등, 2006; McIlwaine 등, 2001), 최근에는 이와 같은 호흡법 일부와 다양한 운동 중재방법을 뇌성마비 환자에게 적용하여 호흡 근력 및 폐 기능의 호흡 기능에 긍정적인 효과를 본 연구들이 발표되었다(강민수, 2015; 이혜영, 2013).

호흡 기능은 자세와 매우 밀접한 관계를 가지고 있으며 호흡 재할에 있어서 신체의 자세 결정은 매우 중요하고, 호흡 기능에 자세의 변화는 영향을 미치게 된다(Kera & Maruyama, 2005; Yoo 등, 2006). 하지만 뇌성마비 환자의 자세와 관련된 호흡 기능에 대한 연구는 매우 부족한 편이다. 일상생활의 독립을 위해서는 자세를 조절하는 능력은 매우 중요한 요소이지만, 뇌성마비 아동의 자세조절의 결함은 매우 크다.

뇌성마비 아동은 활동의 대부분을 앉은 자세에서 수행하게 되며, 주로 몸통을 굽혀진 자세로 앉게 되고 몸통을 바르게 유지하기 어렵다(Brogren 등, 2001; Brogren 등, 1998; Tecklin, 2008).

이 자세는 신경근의 반응 타이밍, 팔의 사용 등에서 문제를 발생시켜 일상생활 기능을 제한하게 된다(Butler, 1998; Brogren 등, 2001; Woolacott 등, 1998).

정상인을 대상으로 한 선행 연구들에서도 몸통이 굽혀진 자세보다는 직립하여 앉은 자세가 신체 안정 근육인 배가로근의 두께에 긍정적인 영향이 있음을 보고하였고(Reeve와 Dille, 2009; Watanabe 등, 2014), 직립하여 앉은 자세가 배가로근의 두께 및 균형의 향상에 영향이 있음을 보고 한 연구도 있었다(Yun & Kim, 2014). 즉, 앉은 자세의 자세 결정에 따라 안정근의 두께 및 균형과 같은 신체 기능의 효율성에 변화를 줄 수 있음을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 호흡 기능과 밀접한 자세 결정을 뇌성마비 환자의 일상적인 자세인 앉은 자세에서 비교하여 호흡 기능에 더 효과적인 자세를 찾고자 하였으며, 뇌성마비 환자의 호흡 기능에 효과적 자세에 대한 근거를 제시하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 8세 이상의 학령기 경직성 뇌성마비(spastic cerebral palsy) 아동을 대상으로 하였다. 경직성 편마비 아동 13명, 양하지 마비 7명, 사지 마비 2명, 총 22명으로 연구자의 지시를 이해하고 실행할 수 있고, 도움 없이 독립하여 앉을 수 있으며, 연구 내용에 동의 및 적극적 참여가 가능한 아동을 대상으로 하였다. 대상자들은 대운동 기능 분류 체계(Gross Motor Function Classification System)에서 I~III 단계로 최근 6개월 이내에 수술 및 시술 처치를 받은 아동은 제외하였다. 실험 시작 전 보호자와 대상자에게 연구의 방법 및 목적을 설명한 후 자발적인 동의서 승인을 얻었다.

2. 실험 도구 및 방법

폐 기능 검사인 노력성 폐활량(forced vital capacity: FVC)과 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at one second: FEV₁) 측정은 폐기능 측정 도구(Cardio Touch 3000, BIONET, Korea)를 사용하였고, 호흡 근력을 측정하기 위해 최대 흡기압(Maximum inspiratory pressure: MIP)과 최대 호기압(Maximum expiratory pressure: MEP)은 미세 호흡 압력 측정기(Micro Respiratory Pressure Meter, Micro Direct, USA)를 사용하여 대상자의 각 자세에서 측정하였다. 대상자는 바로 누운 자세, 구부정하게 앉은 자세, 직립하여 앉은 자세로 모두 3가지 자세에서 폐 기능 검사와 호흡 근력을 측정하였다. 바로 누운 자세는 대상자가 무릎을 90° 굽혀서 양팔은 배 위에 위치시켜 누운 자세에서 측정되었고, 구부정하게 앉은 자세는 고관절과 무릎관절을 90° 굴곡하여 의자에 앉아 요추 등의 척추를 굽혀 뇌성마비 환자가 일상적으로 편하게 취하는 몸통이 굽혀진 상태에서 측정되었으며, 직립하여 앉은 자세는 고관절과 슬관절을 90° 굴곡하여 의자에 앉은 후 몸통을 신전시켜 중립적인 요추와 천추 자세를 취하면서 과하게 신전되지 않도록 대상자에게 자세를 가르친 후 측정하였다(Reeve 등, 2009; Yun & Kim, 2014)(그림 1).



그림 1. 2가지 앉은자세

폐 기능 검사는 대상자에게 충분히 기기에 대한 설명과 시범을 보여준 후 시행하였고, 코에 코마개를 부착하고, 마우스피스에 입술을 최대한 밀착시켜 측정하였다. 자세별로 3회씩 반복 측정하여 평균값을 계산하였다. 또한 호흡 근력 측정 시에도 대상자에게 기기에 대한 설명과 시범을 보여준 후 코마개를 부착하고 마우스피스에 입술을 최대한 밀착시켜 '시작'의 신호와 함께 2초 이상 흡기와 호기를 최대한 빠르고 깊게 지속하도록 하였다. 자세별로 3회씩 반복 측정하였고, 3회 평균값을 계산하였다.

3. 자료 분석 및 통계

본 연구에서 측정된 자료는 SPSS 20.0 for window를 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였고, 기술 통계(descriptive statistics)를 사용하여 대상자의 일반적 특성을 처리하였다.

3가지 자세에 따른 폐 기능 검사(FVC, FEV₁)와 호흡 근력(MIP, MEP)의 차이를 알아보기 위하여 일원배치 분산 분석(one-way ANOVA)를 사용하였고, 사후 검정은 LSD를 사용하여 각 자세의 차이를 알아보았다. 통계학적 유의수준 알파는 0.05로 정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구는 편측 뇌성마비 아동 13명 경직성 양하지 마비 7명, 사지마비 2명 총 22명을 대상으로 실시하였다. 일반적 특징은 표 1과 같다($p>.05$)(표 1).

표 1. 대상자 일반적 특징

Measurement	Mean±SD (n=22)
Age (years)	14.90±3.12
Gender(male/female)	14/8
Height(cm)	149.22±15.38
Weight(kg)	46.50±11.98
GMFCS(I / II /III)	12/4/6
Type(hemiplegia/diplegia/quadruplegia)	13/7/2

GMFCS, Gross Motor Function Classification System

2. 자세에 따른 폐 기능 검사(FVC, FEV1)와 호흡 근력(MEP, MIP)의 차이

본 연구에 참여한 아동의 3가지 자세에 따른 폐 기능 검사(FVC, FEV₁)와 호흡 근력(MEP, MIP)의 차이에 따른 비교는 표 2와 표 3에 나타내었다. FVC에서 직립된 앉은 자세가 누운 자세와 구부정한 앉은 자세보다 통계적으로 유의하게 개선되었지만($p<.05$), FEV₁에서는 직립된 앉은

자세에서 두 자세보다 수치에서의 개선은 있었으나, 통계적 유의성은 나타나지 않았다.

또한 MEP와 MIP에서는 직립된 앉은 자세가 누운 자세보다 통계적으로 유의하게 개선되었으나($p<.05$), 구부정하게 앉은 자세와의 비교에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았고($p>.05$), 모든 검사에서 누운 자세와 구부정하게 앉은 자세에서의 통계적 유의성은 없었다($p>.05$)(표 2)(표 3).

표 2. 자세에 따른 호흡 기능 비교

Measurement	Supine (n=22)	Slouched Sitting (n=22)	Erected Sitting (n=22)	p value
FVC	1.30±0.44	1.27±0.48	1.62±0.56	0.04*
FEV1	1.10±0.40	1.12±0.47	1.35±0.53	0.17
MEP	27.67±12.41	31.30±13.16	38.98±17.08	0.03*
MIP	26.39±16.86	31.02±16.89	38.05±20.50	0.11

FVC, forced vital capacity; FEV₁, forced expiratory volume at one second; MEP, maximum expiratory pressure; MIP, maximum inspiratory pressure

* $p<.05$

표 3. 자세에 따른 호흡 기능 사후 검정 비교

Measurement	Posture	Posture	MD	p value
FVC	Erected Sitting	Supine	0.32	0.04*
		Souched Sitting	0.35	0.02*
	Slouched Sitting	Supine	-0.03	0.85
		Erected Sitting	-0.35	0.02*
FEV1	Erected Sitting	Supine	0.24	0.09
		Souched Sitting	0.22	0.12
	Slouched Sitting	Supine	0.02	0.91
		Erected Sitting	-0.22	0.12
MEP	Erected Sitting	Supine	11.32	0.01*
		Souched Sitting	7.68	0.08
	Slouched Sitting	Supine	3.64	0.40
		Erected Sitting	-7.68	0.08
MIP	Erected Sitting	Supine	11.65	0.04*
		Souched Sitting	7.03	0.20
	Slouched Sitting	Supine	4.62	0.40
		Erected Sitting	-7.03	0.20

FVC, forced vital capacity; FEV1, forced expiratory volume at one second; MEP, maximum expiratory pressure; MIP, maximum inspiratory pressure; MD, mean difference

*p<.05

IV. 고 찰

본 연구는 뇌성마비 환자의 호흡 기능에 효과적인 자세를 찾기 위하여 누운 자세, 구부정한 앉은 자세, 직립된 앉은 자세에서 최대 들숨 압력, 최대 날숨 압력, 1초간 노력성 날숨량, 노력성 폐활량을 각각 측정하였다. 수치상으로도 4가지 검사 영역 모두에서 직립된 앉은 자세가 나머지 두 자세에 비하여 상당히 개선된 수치를 나타내었다. 직립된 앉은 자세와 두 가지 자세와의 통계적 유의성은 FVC, MEP에서 나타났으며, 또한 사후 검정을 통해 누운 자세와의 비교에서 직립된 앉은 자세가 구부정하게 앉은 자세 보다 FVC, MEP, MIP에서 통계적 유의성이 효과적으로 나타났지만, 반면에 구부정하게 앉은 자세와 누운 자세와의 비교에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았다. 그리고 FVC에서 직립된 앉은 자세가 구부정하게 앉은 자세 보다 통계적으로 유의한 효과가 있음을 확인하였다. 이것은 직립된 앉은 자세가 다른 두 자세에서 비하여 뇌성마

비 아동의 호흡 기능에 보다 긍정적인 효과가 있음을 나타낸 것이다.

호흡 근력을 나타내는 MIP와 MEP의 경우는 직립된 앉은 자세가 구부정하게 앉은 자세와 누운 자세에 비하여 몸의 안정근인 배가로근의 두께가 증가하였음을 보고한 연구와 직립하여 앉은 자세가 구부정하게 앉은 자세 보다 몸통의 근육을 더욱더 증가하였다는 연구에서 유추할 수 있었다(Reeve 등, 2009; Watanabe 등, 2014). 배가로근, 바깥배빗근, 속배빗근, 배곧은근을 포함한 복부근육들은 몸통의 움직임과 자세 뿐 아니라 호흡에도 중요한 역할을 담당한다(Essendrop 등, 2002; Hodges & Gandevia, 2000). 즉 직립하여 앉은 자세는 다른 두 자세보다 더 몸의 안정근인 배가로근의 효과적 활성화뿐 아니라, 호흡 근육의 활성화에도 영향을 미쳤음을 알 수 있으며, 정상인을 대상으로 한 호흡 연구에서 바로 누운 자세보다 90°로 대상인을 세웠을 때, 누운 자세 보다 90°의 자세가 복벽을 신장시키고 기능적인 잔기 용량과 흡기 용적에 긍정적인 영향을 미쳤

다고 하였고(Barret 등, 1994), 뇌졸중을 대상으로 한 호흡 연구에서 누운 자세와 45° 기대어 앉은 자세, 90° 앉은 자세에서 피드백 호흡훈련을 적용한 결과, 90° 앉은 자세 실험군에서 전반적인 호흡의 기능 향상이 나타났으며, 이것은 90° 앉은 자세가 횡격막등의 호흡 근육의 수축으로 흉곽 용적을 증가시켜 호흡 보조근을 더욱 사용하게 하고, 흡기에 긍정적 영향을 미친다고 보고하였다(김경과 서교철, 2010). 이와 같은 연구를 바탕으로 직립된 앉은 자세의 신체 역학적 효율성이 호흡 기능에 긍정적인 역할을 하였다고 생각된다.

또한 폐 기능 검사의 FEV₁에서 통계적 유의성은 나타나지 않았으나, 수치상의 개선이 보여 지고 FVC의 경우는 직립하여 앉은 자세가 나머지 두 가지 자세 모두에서 보다 통계적 유의성이 개선되어 나타났다. FVC와 비교하여 비교적 짧은 시간 측정되어지는 FEV₁의 경우는 뇌성마비 환자의 오랜 시간 동안의 호흡 기능 약화를 자세의 변화만으로 수치화시키기에는 어려움이 있었던 것으로 보여진다. 비록 통계적 유의성이 나타나지는 않았지만, 자세의 변화만으로 수치상의 개선을 나타난 것은 분명 직립하여 앉은 자세와 같은 효율적인 자세 변화로도 FEV₁에 영향을 미칠 수 있었음을 유추 할 수 있었다. 복부 근육의 활동은 일반적으로 휴식시의 호흡에는 잘 관찰되지 않지만, 운동이나 노력성 호기에는 활동이 관찰 되게 된다(Kera & Maruyama, 2005).

본 연구에서의 폐 기능 측정은 노력성 호기 방법(forced expiratory maneuver)을 통해서 측정되어진다. 즉 FVC의 긍정적 변화 또한 자세로 인한 복부근의 긍정적 활성화가 노력성 호기 방법인 폐 기능 측정에 영향을 준 것으로 보여진다.

결론적으로 본 연구를 통하여 나타난 직립하여 앉은 자세에 따른 호흡 기능의 긍정적 영향은 생활의 대부분을 앉은 자세에서 보내고 있는 뇌성마비 아동의 일상적 자세에 대한 근거가 될 것으로 보인다. 즉, 보호자 및 치료사들은 뇌성마비 아동 호흡 기능의 긍정적 효과를 위하여 휠체어 생활 또는 앉기 활동에서 직립하여 앉은 자세로 생활할 수 있도록 하여야 한다.

본 연구의 제한점은 대상자의 수가 22명으로 뇌성마비 환자에게 일반화의 어려움이 있으며, 또한 단면 연구이기 때문에 장기간의 효과나 지속적인 차이를 검증하지 못하

였다. 또한 뇌성마비의 GMFCS단계와 운동마비 형태가 다양한 대상자들로 이루어져 있어 본 연구의 효과를 구체적으로 설명하는데 한계가 있었다. 이와 같은 제한점을 바탕으로 향후 보완된 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 뇌성마비 아동의 자세에 따른 호흡 기능의 변화를 알아보기 위하여 22명의 대상자에게 누운 자세, 구부정하게 앉은 자세, 직립하여 앉은 자세를 취하게 한 후 호흡 기능인 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량, 최대 흡기압, 최대 호기압 검사를 시행하였다.

연구 결과는 직립하여 앉은 자세가 누운 자세와 구부정하게 앉은 자세에 비하여 1초간 노력성 호기량을 제외한 노력성 폐활량, 최대 흡기압, 최대 호기압에서 통계적 유의성이 나타났다. 즉, 직립하여 앉은 자세가 다른 두 자세보다 호흡 기능에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 이와 같은 연구 결과를 바탕으로 뇌성마비 아동의 일상적 앉기 생활에서 직립하여 앉기 자세를 유지할 것을 권고 하여야 한다. 또한 앞으로 직립하여 앉기 자세가 호흡에 미치는 영향에 대하여 장기적 추적에 따른 연구가 이루어지길 기대한다.

참고문헌

김경, 서교철(2010). 자세변화에 따른 피드백 호흡훈련이 뇌졸중 환자의 흉곽용적과 폐기능에 미치는 영향. 특수교육재활과학연구, 49(3), 57-74.

강민수(2015). 운동중재 방법이 뇌성마비아의 횡격막 움직임과 호흡 기능에 미치는 영향. 용인대학교 대학원, 박사학위 논문.

이혜영(2013). 호흡 훈련이 경직성 뇌성마비아의 폐 기능 및 호흡 근력에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 박사학위 논문.

Bass N(1999). Cerebral palsy and neurodegenerative disease. Curr Opin Pediatr, 11(6), 504-507.

- Barrett J, Cerny F, Hirsch A, et al(1994). Control of breathing patterns and abdominal muscles during graded loads and tilt. *J Appl Physiol*, 76(6), 2474-2480.
- Blackmore AM, Bear N, Blair E, et al(2016). Factors associated with respiratory illness in children and young adults with cerebral palsy. *J Pediatr*, 168, 151-157.
- Brogren E, Forssberg H, Hadders-Algra M(2001). Influence of two different sitting positions on postural adjustments in children with spastic diplegia. *Dev Med Child Neurol*, 43(8), 534-546.
- Brogren E, Hadders-Algra M, Forssberg H(1998). Postural control in sitting children with cerebral palsy. *Neurosci Biobehav Rev*, 22(4), 591-596.
- Butler PB(1998). A preliminary report on the effectiveness of trunk targeting in achieving independent sitting balance in children with cerebral palsy. *Clin Rehabil*, 12(4), 281-293.
- Ersöz M, Selcuk B, Gündüz R, et al(2006). Decreased chest mobility in children with spastic cerebral palsy. *Turk J Pediatr*, 48(4), 344-350.
- Essendrop M, Schibye B, Hye-Knudsen C(2002). Intra-abdominal pressure increases during exhausting back extension in humans. *Eur J Appl Physiol*, 87(2), 167-173.
- Himmelmann K, Sundh V(2015). Survival with cerebral palsy over five decades in western sweden. *Dev Med Child Neurol*, 57(8), 762-767.
- Hodges PW, Gandevia SC(2000). Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *J Appl Physiol*, 89(3), 967-976.
- Jahnsen R, Villien L, Aamodt G, et al(2004). Musculoskeletal pain in adults with cerebral palsy compared with the general population. *J Rehabil Med*, 36(2), 78-84.
- Kera T, Maruyama H(2005). The effect of posture on respiratory activity of the abdominal muscles. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, 24(4), 259-265.
- Koppers RJ, Vos PJ, Boot CR, et al(2006). Exercise performance improves in patients with copd due to respiratory muscle endurance training. *Chest J*, 129(4), 886-892.
- McIlwaine PM, Wong LT, Peacock D, et al(2001). Long-term comparative trial of positive expiratory pressure versus oscillating positive expiratory pressure (flutter) physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *J Pediatr*, 138(6), 845-850.
- Park ES, Park JH, Rha DW, et al(2006). Comparison of the ratio of upper to lower chest wall in children with spastic quadriplegic cerebral palsy and normally developed children. *Yonsei Med J*, 47(2), 237-242.
- Reddihough D, Baikie G, Walstab J(2001). Cerebral palsy in victoria, australia: Mortality and causes of death. *J Pediatr Child Health*, 37(2), 183-186.
- Reeve A, Dilley A(2009). Effects of posture on the thickness of transversus abdominis in pain-free subjects. *Man Ther*, 14(6), 679-684.
- Reid SM, Carlin JB, Reddihough DS(2012). Survival of individuals with cerebral palsy born in victoria, australia, between 1970 and 2004. *Dev Med Child Neurol*, 54(4), 353-360.
- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al(2007). A report: The definition and classification of cerebral palsy april 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 109(suppl 109), 8-14.
- Tecklin JS(2008). *Pediatric physical therapy*. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- Wang HY, Chen CC, Hsiao SF(2012). Relationships between respiratory muscle strength and daily living function in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*, 33(4), 1176-1182.
- Watanabe S, Kobara K, Yoshimura Y, et al(2014). Influence of trunk muscle co-contraction on spinal curvature during sitting. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 27(1), 55-61.
- Woollacott MH, Burtner P, Jensen J, et al(1998). Development of postural responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia. *Neurosci Biobehav Rev*, 22(4), 583-589.
- Yoo TW, Kang SW, Moon JH, et al(2006). Change in forced vital capacity with postures according to neuromuscular disease. *J Korean Acad Rehabil Med*, 30(1), 80-85.

Yun CK, Kim WB(2014). Effects of different sitting postures on transverse abdominis muscle thickness and sitting

balance in children with cerebral palsy. Phys Ther Korea, 21(3), 11-19.