

## 머리-목 굽힘 운동이 편측 뇌성마비 환자의 깊은 목 굽힘근의 두께와 보행에 미치는 영향

1 . 2+

### The Effects of Craniocervical Flexion Exercise on Deep Cervical Flexor Muscle Thickness and Gait for Children with Hemiplegic Cerebral Palsy

Yun Changkyo, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Kim HyunSung, PT, MS<sup>2+</sup>

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

#### Abstract

**Purpose** : The purpose of this study was to evaluate the effect of craniocervical flexion exercise on deep cervical flexor thickness and gait in children with hemiplegic cerebral palsy.

**Methods** : Twelve children with hemiplegic cerebral palsy were recruited for this study. All subjects performed active craniocervical flexion exercise 3times a week over the course of 6weeks. using a pressure bio feedback unit. Ultrasonography was used to assess deep cervical flexor thickness, and a 10m walking test was used to assess gait function. For the statistical analysis, a paired t-test was used to compare the differences pre- and post-value. SPSS Statistics version 20.0 was used for statistical analysis, and statistical significance was defined as a p-value less than 0.05.

**Result** : The results of this study indicate that children with hemiplegic cerebral palsy experienced statistically significant positive changes in both deep cervical flexor thickness ( $p<.05$ ). and gait( $p<.05$ ) following the intervention.

**Conclusion** : In conclusion, craniocervical flexion exercise can positively affect deep cervical flexor thickness in children with hemiplegic cerebral palsy, which in turn positively affects gait.

---

**Key Words** : cerebral palsy, gait, deep cervical flexor muscle

†교신저자 : 김현성, khs1334@naver.com

논문접수일 : 2018년 02월 28일 | 수정일 : 2018년 3월 12일 | 게재승인일 : 2018년 3월 15일

## I. 서론

뇌성마비(cerebral palsy)는 뇌의 성장 및 발달과정 중 비진행성 손상으로 인해 운동능력 및 자세유지의 장애가 특징적인 질환으로 감각장애와 인지능력 장애도 동반된다(Sankar & Mundkur, 2005). 뇌성마비의 발생빈도는 인구 1000명당 약 2~3명의 발생빈도를 보이며(Murphy와 Such-Neibar, 2003) 최근 의료기술의 발달로 인해 조산아 및 저체중아의 생존율이 증가함에 따라 뇌성마비 아동의 발생률이 증가하고 있다(Eunson, 2012).

이 중 편측 뇌성마비 아동(hemiplegic cerebral palsy)은 전체 뇌성마비 아동의 약 20% ~ 30%의 비율을 차지하며, 특징은 하지보다 상지의 편측마비 정도가 심하다. 아동은 누군가의 도움 없이 보행이 가능할 지라도 신체동요(posture sway)가 심하고, 비환측 하지(unaffected leg)에 집중되는 불균등한 체중지지와 보행패턴, 발등굽힘과 가쪽들림의 제한에 의한 발의 움직임, 사지의 감각이상, 시각영역의 결손 등으로 안정된 자세를 유지하는 능력이 감소되어 있다(Ledebt 등, 2005; Pavao 등, 2013; Sankar & Mundkur, 2005). 또한 편측의 근육상실은 자세반응, 기능적 움직임 패턴에 영향을 미치고(Ryerson과 Levit, 1997), 신체 축을 기준으로 머리의 자세와 움직임을 조절하고, 머리와 몸통의 연결을 만들어주며, 목의 근육을 발달시키는 목 정위반응의 발달지연으로 인한 머리조절의 문제가 나타난다(Hadders-Algra 등, 1996; Lacey 등, 1985).

정상적인 자세조절을 위한 선행조건으로는 중심선(line of gravity)을 기준으로 전방으로 향하는 모멘트와 후방으로 향하는 모멘트가 평행을 이루어야 하는데 이중 머리의 위치가 중요하다(Bae 등, 2001).

특히, 머리의 불안정한 위치는 자세 안정성과 관련된 근육의 활성화에 부정적인 영향을 미치는데(Choi 등, 2014; Seo 등, 2014) 목의 심부근육인 긴목근(longus colli)과 긴머리근(longus capitis)의 경우 목뼈의 안정성 유지에 주도적인 역할을 하는 근육으로써 중립자세를 유지하는데 기여하는 것으로 보고되어 지고 있으며(Boyd-Clark 등, 2002), 결과적으로 편측 근육의 발달지연으로 인한 머리의 안정성결여는 편측 뇌성마비 아동의 올바른 자세 및 균형유지를 어렵게 한다(Bobath, 1990).

최근에 목의 심부근육을 강화시키기 위해 일반적으로 많이 적용되고 있는 치료적 압력 바이오 피드백 기구를 이용한 머리-목 굽힘 운동(cranio-cervical flexion exercise)은 낮은 강도로 긴머리근과 긴목근 같은 깊은 목 굽힘 근육을 강화하기 위한 운동뿐만 아니라 근육의 강직성 유지 능력을 평가하는 방법으로도 사용되고 있다(Woo, 2013). 또한 목 안정성에 깊은 목 굽힘 근육의 크기가 중요한 지표로 제공된다(Zito 등, 2006). 따라서 머리-목 굽힘 운동은 목 안정성에 매우 필요한 운동으로 보여진다. 여러 연구에서 머리-목 굽힘 운동이 정상인, 뇌성마비 환자, 뇌졸중 환자의 깊은 목 굽힘근의 두께 변화에 영향을 미친다는 연구들이 보고되고 있다(Jesus 등, 2008; Falla 등, 2003; Kim, 2013; Woo, 2013; Yun & Kim, 2013). 이러한 측면으로 보았을 때 주어진 환경에서 적절한 조절과 목표지향적이며 동기부여를 필요로 하는 뇌성마비 아동의 재활에 압력 바이오 피드백을 이용한 머리-목 굽힘 운동이 적절한 것으로 사료된다(Sakzewski 등, 2014). 여러 선행연구에서 깊은 목 굽힘 운동의 적용이 뇌성마비 아동의 정적균형에 미치는 효과를 확인한 연구는 있으나(Kim, 2013; Ryu, 2015), 깊은 목 굽힘 운동이 뇌성마비 아동 중에서 선별적으로 편측 뇌성마비 아동의 보행에 미치는 영향에 관한 연구는 매우 부족하다.

이에 본 연구의 목적은 능동적인 머리-목 안정화 운동의 적용이 편측 뇌성마비 아동의 깊은 목 굽힘근의 두께와 보행에 미치는 효과를 확인하는 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 편측 뇌성마비 아동을 대상으로 하였다. 오른쪽 편측 뇌성마비 아동 6명, 왼쪽 편측 뇌성마비 아동 6명으로 총 12명의 대상자를 대운동 기능 분류 체계(gross motor function classification system)에서 I~II 단계의 아동, 연구자의 지식내용에 따라 실행하며 이해할 수 있는 아동, 독립적으로 앉기가 가능하며 연구에 동의하고 적극적으로 참여하는 아동을 선정 조건으로 하였다. 그리고 최근 6개월 이내에 수술 및 시술 처치를 받은

아동은 제외하였다. 실험을 진행하기 전 보호자에게 연구의 방법과 목적에 대하여 설명 후 자발적으로 동의서에 승인을 얻었다.

## 2. 측정 및 실험 도구

중재 전과 중재 후의 깊은 목 굽힘 근육의 두께분석을 위하여 초음파 진단 영상 장비(Accuvix V10, Samsung Medicine, KOREA)를 사용하였다. 측정에는 10 MHz의 선형 탐촉자(linear transducer)를 사용하였고, 근육의 단면적을 측정할 수 있도록 B-mode 스캔으로 두께를 측정하여 자료를 수집하였다.

대상자는 깊은 목 굽힘 근육의 두께 측정을 위하여 이마, 턱, 얼굴을 일렬로 배치하여 바로누운 자세를 취하게 하였고, 양팔은 배 위에 편하게 위치하였다. 측정 동안 머리와 목은 몸과의 직선을 유지할 수 있도록 조절하였다(Abaspour 등, 2015).

기관의 중심부에서부터 평행하게 오른쪽과 왼쪽 외측 5 cm의 위치에 펜을 이용하여 표시를 하였고, 초음파 탐촉자를 이용하여 수직(vertically)과 종축(longitudinally)의 방향으로 표시 지점을 확인한 후 영상을 살펴보았다(Fabianna 등, 2011). 초음파 영상을 동일한 상태에서 최대한 측정하기 위하여 대상자의 호흡 동안 호기의 끝에서 초음파를 측정하였고(Cagnie 등, 2008), 중재 전에 오른쪽과 왼쪽을 각각 3번 측정하여 6장, 중재 후에 오른쪽과 왼쪽을 각각 3번 측정하여 6장, 총 12장의 초음파 이미지를 얻었다.

중재 후 측정에서는 중재 전과 동일한 위치에서 초음파 이미지를 얻기 위하여 중재 전 초음파 측정 이미지와 중재 전 환자의 자세와 측정 위치를 찍은 사진을 비교하여 중재 후 측정을 시행하였다.

깊은 목 굽힘 근육의 두께는 목뼈 4번과 5번 사이에 기준선을 중심으로 3개의 선을 0.5 cm의 간격으로 측정 한 뒤 3개의 선의 깊은 목 굽힘 근육의 위아래 길이를 계산하여 두께를 측정하였다(Jesus 등, 2008). 왼쪽, 오른쪽 각 3장의 이미지에서 두께의 평균을 계산하였다.

급내 상관 계수(intraclass correlation coefficient)를 사용하여 측정자 내 신뢰도를 알아 본 결과, 오른쪽 깊은 목 굽힘근 두께 측정은  $r=0.94$ , 95 % CI=0.88~0.97, 왼쪽 깊

은 목 굽힘근 두께 측정은  $r=0.99$ , 95 % CI=0.99~0.99로 나타났다으며, 매우 높은 신뢰도를 가지고 있음을 확인하였다.

보행능력 변화 측정을 위해 10미터 보행검사를 실시하였다. 대상자는 도움 없이 13 미터의 거리에서 가속 및 감속을 제외한 중간 10 미터의 거리를 이동하는데 필요한 시간을 초시계로 측정하는 검사방법이다. 세 번의 측정 후 평균을 계산하였다(Wolf 등, 1999).

머리-목 굽힘 운동 시 사용한 도구는 Jull 등(2009)이 연구에서 사용한 압력 바이오 피드백(pressure bio-feedback unit, chattanooga, USA)를 사용하여 깊은 목 굽힘 근육의 강화 운동을 하였다.

## 3. 실험 방법

본 연구에서 머리-목 안정화 운동은 Jull 등(2009)의 목 안정화 운동을 참고로 하여 시행하였다. 대상자는 무릎을 굽히고 천장을 보고 누운 자세(crook lying)에서 압력 바이오 피드백 기구를 머리-목 뒤에 위치하고, 지시에 따라 대상자는 스스로 턱을 당기면서 머리-목 뒤에 위치한 압력 바이오 피드백 기구를 누르게 하여 압력을 높이면서 기구를 압박하게 하는 운동이다. 이때 대상자는 목 빗근 등과 같은 표층 근육이 수축이 일어나지 않도록 하여야 한다. 대상자 스스로 최초 20 mmHg의 압력으로 시작하여 30 mmHg까지 2 mmHg간격으로 누르는 압력을 높여나가도록 한다. 대상자들은 압력의 시각적 피드백을 받으며 능동적으로 시행하였다. 각각의 목표 압력에 도달 시 5초의 유지를 지시하였고 각 수축 사이에 5초의 휴식을 가졌다. 최종의 압력에 도달을 목표를 하여 총 10번을 시행하였다. 중재 기간은 주 3회 6주간 시행하였다(그림 1).



그림 1. 머리-목 안정화 운동

4. 자료 분석

깊은 목 굽힘 근육의 두께의 평균 자료는 SPSS 20.0 for window를 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였고, 대상자의 일반적 특성은 기술 통계(descriptive statistics)를 사용하여 통계 처리하였다.

초음파 영상의 두께측정에 대한 신뢰도를 확인하기 위하여 급내 상관계수(intra correlation coefficient)를 측정하였고, 대상자 12명의 이환측/비 이환측 깊은 목 굽힘 근육두께와 10미터 걷기 검사는 Shapiro-Wilk 검정을 실시해 정규성의 만족함을 확인하여 Paired-T test를 실시하였다.

본 연구는 오른쪽 편측 뇌성마비 아동 6명, 왼쪽 편측 뇌성마비 아동 6명 총 12명을 대상으로 실시하였다. 성별, 나이, 신장, 체중 등에서 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p>.05$ ). 대상자의 일반적 특징은 표 1과 같다( $p>.05$ ).

2. 머리-목 굽힘 운동에 따른 깊은 목 굽힘 근육의 두께 변화

편측 뇌성마비 아동의 깊은 목 굽힘근육의 두께는 중재 전 보다 중재 후에 이환측 및 비이환측 모두 통계적으로 유의하게 증가하였다( $p<.05$ )(표 2).

3. 머리-목 굽힘 운동에 따른 보행 능력의 변화

편측 뇌성마비 아동의 보행능력은 중재 전 보다 중재 후 통계적으로 유의하게 증가하였다( $p<.05$ )(표 3).

Ⅲ. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

표 1. 대상자 일반적 특징

Measurement	RHCP (n=6)	LHCP (n=6)	<i>p</i>	Total(n=12)
Age (years)	14.3±3.91	15.0±3.18	0.75	14.6±3.41
Gender(male/female)	1/5	2/4	0.55	3/9
Height(cm)	155.7±17.19	151.0±13.91	0.62	153.3±15.11
Weight(kg)	51.3±13.67	44.5±9.09	0.33	47.9±11.63
GMFCS( I / II )	5/1	5/1	1.0	10/2

Values are mean±standard deviation.

RHCP: right hemiplegic cerebral palsy, LHCP: left hemiplegic cerebral palsy,

GMFCS: gross motor Function classification system.

표 2. 중재에 따른 깊은 목 굽힘근육 두께의 변화

Measurement	Pre(n=12)	Post(n=12)	<i>p</i>
Affected side(cm)	0.62±0.17	0.69±0.18	0.00*
Unaffected side(cm)	0.64±0.19	0.69±0.20	0.00*

Values are mean±standard deviation.

\* $p<.05$

표 3. 중재에 따른 10미터 걷기 검사의 변화

Measurement	Pre(n=12)	Post(n=12)	p
10M walking test(sec)	10.28±2.47	8.56±1.52	0.00*

Values are mean±standard deviation.

\*p<.05

#### IV. 고찰

본 연구에서는 편측 뇌성마비 아동을 대상으로 머리-목 굽힘 운동의 적용이 깊은 목 굽힘근과 보행에 미치는 효과를 확인 하고자 하였다.

초음파를 이용한 긴목근의 두께 측정의 측정자 내 신뢰도는  $r=0.71$ , 95 % CI=0.57~0.81로 보고되고 있으며 (Cagnie 등, 2007), 본 연구의 측정자 내 신뢰도의 경우 오른쪽 깊은 목 굽힘근 두께 측정은  $r=0.94$ , 95 % CI=0.88~0.97이고 왼쪽 깊은 목 굽힘근 두께 측정은  $r=0.99$ , 95 % CI=0.99~0.99의 결과가 나타났으므로 매우 높은 신뢰도를 가지고 있음을 확인하였다.

깊은 목 굽힘근의 두께 변화에서 이환측 및 비이환측 모두 유의한 증가를 보였다. 즉, 편측 뇌성마비 아동에게 머리-목 굽힘 운동 적용이 중재 이전에 비해 깊은 목 굽힘근의 근육 두께를 모두 증가시킬 수 있음을 확인하였다. Kim(2013)의 연구에는 본 연구의 결과와 유사하게 경직형 뇌성마비 아동에게 머리-목 굽힘 운동이 깊은 목 굽힘 근육의 정적근력과 근지구력이 유의한 증가를 보였다고 보고하였다. 이와 같은 선행연구의 결과를 근거로 본 연구에서 실시한 중재방법이 깊은 목 굽힘근의 활성화에 긍정적인 영향을 미쳤으며 편측 뇌성마비임에도 불구하고 편측의 독립적인 과사용이 아닌 양측의 사용에 효과가 있다고 사료된다.

체중부하 동작을 수행할 때 머리의 불안정한 위치는 신체 안정성에 부정적 영향을 미치며 비정상적인 자세 조절을 초래하기 때문에(Kim, 2016) 머리-목 굽힘 운동에 의한 깊은 목 굽힘근의 활성화는 머리에 안정성을 제공하였고 시각적 고정에 영향을 미쳤으므로 보행능력의 향상에 긍정적인 요인으로 작용한 것으로 해석할 수 있다. 신체균형 유지를 위해 고유수용성 감각과 같은 다양

한 몸 감각과 시각 및 전정기관의 적절한 상호작용에 의해 자세조절이 이루어 지고(Lieber와 Friden, 2000), 이러한 구심성 신호들이 전정신경 핵에 전달되어 정상적인 균형의 반사적 조절이 이루어진다(Wilson & Jones, 1979). 뇌성마비 아동의 경우 정상 아동에 비해 고유수용성 감각의 발달 지연을 보이게 되는데 이러한 결손이 자세유지나 보행에 있어 어려움을 일으킨다(Wingert 등, 2009). 특히 다른 신체근육에 비해 목의 근육들은 움직임이나 위치 정보를 파악하는 근육방추(고유수용성 감각)의 비율이 높기 때문에(Hunt, 1990) 본 연구에서 실시한 목의 안정화 운동은 편측 뇌성마비 아동에게 목의 근육에 위치하는 고유수용기의 적절한 감각수용을 가능하게 하고, 전정기관 및 시각의 안정적인 정보수집을 도운 것으로 사료된다.

Lazar(2014)은 목뼈의 기능장애를 가지고 있는 60명의 대상자들에게 목뼈 부분의 단일 중재가 보행에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 보행속도(velocity), 보행률(cadence) 등 시공간적 보행변수들에서 유의한 효과가 있었다고 보고하였다. 더불어, Ledebt 등(2005)은 편측 뇌성마비 아동에게 시각적 피드백을 이용한 시각의 안정화 획득이 자세동요의 개선 및 환측과 비환측 사이의 불균형적인 보장(step length)의 감소에 효과적이라고 보고하고 있다. 이와 같은 선행연구들의 결과들을 바탕으로 목의 안정화 및 이를 통한 시각 안정화의 획득이 보행에 효과적이라고 볼 수 있고, 본 연구에서 실시한 중재가 편측 뇌성마비 아동의 깊은 목 굽힘근의 활성화 및 머리의 안정화에 영향을 미쳤으며, 이러한 안정성의 증가가 뇌성마비 아동의 시각, 전정기관, 고유수용감각이 활성화되었고 결과적으로 보행에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

결과적으로 압력 바이오 피드백 기구를 이용한 자발

적 머리-목 굽힘 운동이 뇌성마비 환자의 약화된 목 심부근육의 약화 및 소실된 보행기능을 보완할 수 있는 효과적인 운동방법이라고 할 수 있다.

본 연구의 제한점은 대상자가 총 12명으로 적은 수로 제한되었기 때문에 편측 뇌성마비 환자에 대해 일반화하기에는 어렵다고 볼 수 있다. 또한 연구종료 후 사후연구가 실시되어 지지 않아 중재방법의 지속성에 대해 검증할 수 없었다. 추후 연구에서는 대상자수의 증원 및 통제집단과의 비교, 중재결과의 긍정적인 변화에 있어 다른 요소들의 영향여부를 판단하여 보다 효과적인 중재의 접근방법이 이루어져야 할 것이다.

### V. 결론

본 연구는 능동적인 머리-목 안정화 운동을 편측 뇌성마비 아동에게 적용하여 깊은 목 굽힘근의 두께와 보행의 변화를 확인하기 위하여 12명의 대상자에게 6주간 머리-목 안정화 운동을 시행하였다.

연구 결과는 초음파를 이용하여 확인한 깊은 목 굽힘근의 두께는 중재 전보다 중재 후에 편측 뇌성마비 아동의 이환측과 비이환측 모두 통계적으로 향상되었으며, 10미터 보행검사를 통한 보행능력 또한 통계적으로 유의하게 향상되었다.

즉, 머리-목 안정화 운동은 편측 뇌성마비 아동의 깊은 목 굽힘근의 활성화와 보행능력에 긍정적 효과가 있음을 확인하였고, 또한, 비이환측의 과사용이 아니라 이환측을 포함한 양측 사용에 효과가 있음을 확인하였다. 이 결과를 바탕으로 하여 일상적으로 편측 뇌성마비 아동의 머리-목 안정화 운동을 적극적으로 권고하여야 한다. 향후 더 많은 편측 뇌성마비 아동을 대상으로 하여 중/장기적인 연구가 이루어지길 기대한다.

### 참고문헌

Abaspour O, Javanshir K, Amiri M, et al(2015). Relationship between cross sectional area of longus colli

muscle and pain laterality in patients with cervicogenic headache. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 28(2), 393-399.

Bae SS, kim BJ, Lee KH(2001). A study of muscle imbalance of head, cervical and shoulder region. *J Korean Soc Phys Ther*, 13(3), 769-776.

Bobath B(1990). *Adult hemiplegia: evaluation and treatment*. 2ed, London, William Heinemann Medical Books.

Boyd-Clark LC, Briggs CA, Galea MP(2002). Muscle spindle distribution, morphology, and density in longus colli and multifidus muscle of the cervical spine. *Spine*, 27(7), 694-701.

Cagnie B, Danneels L, Van Tiggelen D, et al(2007). Individual and work related risk factors for neck pain among office workers: a cross sectional study. *Eur Spine J*, 16(5), 679-686.

Cagnie B, Dickx N, Peeters I, et al(2008). The use of functional MRI to evaluate cervical flexor activity during different cervical flexion exercises. *J Appl Physiol*, 104(1), 230-235.

Choi SJ, Bang DH, So HJ, et al(2014). Characteristics of the abdominal and neck flexor muscles of children with cerebral palsy. *J Kor Phys Ther*, 26(6), 453-458.

Eunson P(2012). Aetiology and epidemiology of cerebral palsy. *Paediatr Child Health*, 22(9), 361-366.

Fabianna MR, Paulo H, Manuela L, et al(2011). Ultrasonographic measurement of neck muscle recruitment: a preliminary investigation. *J Manual Manipulative Ther*, 16(2), 89-92.

Falla D, Jull G, Dall'Alba P, et al(2003). An electromyographic analysis of the deep cervical flexor muscles in performance of craniocervical flexion. *Phys Ther*, 83(10), 899-906.

Hadders-Algra M, Brogren E, Forssberg H(1996). Ontogeny of postural adjustments during sitting in infancy: variation, selection and modulation. *J Physiol*, 493(1), 273-288.

Hunt CC(1990). Mammalian muscle spindle: peripheral

- mechanism. *Physiol Rev*, 70(3), 643-663.
- Jesus FM, Ferreira PH, Ferreira ML(2008). Ultrasonographic measurement of neck muscle recruitment: a preliminary investigation. *J Man Manip Ther*, 16(2), 89-92.
- Jull GA, Falla D, Vicenzino B, et al(2009). The effect of therapeutic exercise on activation of the deep cervical flexor muscles in people with chronic neck pain. *Man Ther*, 14(6), 696-701.
- Kim SE(2013). Effect of deep neck flexor strength training and bridge exercise on sitting balance of children with spastic cerebral palsy. Daegu University, Dissertation of Master's Degree.
- Kim YJ(2016). The effects of variation of kinematics and kinetics on trunk and lower extremities based on flexion and extension of head postures during weight-bearing tasks. Daegu Catholic University, Dissertation of Doctorate Degree.
- Lacey JL, Henderson-Smart DJ, Edwards DA, et al(1985). The early development of head control in preterm infants. *Early Hum Dev*, 11(3-4), 199-212.
- Lazar HM(2014). The immediate effects of a cervical spine adjustment on gait in individuals with asymptomatic cervical facet joint dysfunction. University of Johannesburg, Dissertation of Master's Degree
- Ledebt A, Becher J, Kapper J, et al(2005). Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: Effect on stance and gait. *Motor Control*, 9(4), 459-468.
- Lieber RL, Friden J(2000). Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve*, 23(11), 1647-1666.
- Murphy N, Such-Neibar T(2003). Cerebral palsy diagnosis and management: the state of the art. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*, 33(5), 146-169.
- Pavão SL, dos Santos AN, Woollacott MH, et al(2013). Assessment of postural control in children with cerebral palsy: a review. *Res Dev Disabil*, 34(5), 1367-1375.
- Ryerson S, Levit K(1997). Functional movement reeducation: a contemporary model for stroke rehabilitation. New York, Churchill Livingstone.
- Ryu HJ(2015). Effects of core exercise and neck stabilizing exercise on proprioception and balance in children with cerebral palsy due to premature birth. Daegu University, Dissertation of Doctorate Degree.
- Sankar C, Mundkur N(2005). Cerebral palsy—definition, classification, etiology and early diagnosis. *Indian J pediatr*, 72(10), 865-868.
- Sakzewski L, Ziviani J, Boyd RN(2014). Efficacy of upper limb therapies for unilateral cerebral palsy: a meta-analysis. *Pediatrics*, 133(1), 175-204.
- Seo HJ, kim JH, Son KK(2014). The effect of different head positions with whole body vibration on muscle activation related to postural stability in standing. *J Kor Phys Ther*, 26(3), 156-162.
- Wilson VJ, Jones GM(1979). Mammalian vestibular physiology. New york, Plenum Press.
- Wingert JR, Burton H, Sinclair RJ, et al(2009). Joint-position sense and kinesthesia in cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(3), 447-453.
- Wolf SL, Catlin PA, Gage K, et al(1999). Establishing the reliability and validity of measurements of walking time using the Emory Functional Ambulation Profile. *Phys Ther*, 79(12), 1122-1133.
- Woo HS(2013). The effects of cranio-cervical flexion on activation of swallowing-related muscles in stroke patients and age-matched healthy adults. Yonsei University, Dissertation of Doctorate Degree.
- Yun KH, Kim K(2013). Effect of craniocervical flexion exercise using sling on thickness of sternocleidomastoid muscle and deep cervical flexor muscle. *J Korean Soc Phys Med*, 8(2), 253-261.
- Zito G, Jull G, Story I(2006). Clinical tests of musculoskeletal dysfunction in the diagnosis of cervicogenic headache. *Man Ther*, 11(2), 118-129.