



■ 신화경, 김혜수, 이옥분¹

■ 대구가톨릭대학교 의료과학대학 물리치료학과, ¹대구사이버대학교 언어치료학과

The Effect of Seat Surface Inclination on Respiratory Function and Speech Production in sitting

Hwa-Kyung Shin, PT, PhD; Hye-Su Kim; Ok-Bun Lee, ST, PhD¹

Department of Physical Therapy, College of Medical Science, Catholic University of Daegu; ¹Department of Speech and Language Pathology, Daegu Cyber University

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the difference between respiratory function and speech production, according to the seat surface inclination while in the sitting position.

Methods: Respiratory function (FVC, FEV₁) and speech production (inspiratory frequency, unit reading time, paragraph reading time) were measured in 3 sitting conditions: horizontal seat surface, seat surface tilted forward 15 degrees, and seat surface tilted backward 15 degrees.

Results: We found that the mean values of FVC and FEV₁ were statistically significant different according to three types of sitting positions ($p < 0.05$). The following result was observed: forward tilted sitting > horizontal sitting > backward tilted sitting. There was no significant difference in speech production between the different positions. Respiratory function and speech production had a significantly negative correlation in the forward tilted condition and the backward tilted condition.

Conclusion: This finding suggests that the seat surface inclination have an effect on respiratory function. Especially, forward tilted sitting may be an effective posture that may help increases the respiratory function.

Keywords: Respiratory function, Seat surface inclination, Speech production

논문접수일: 2011년 9월 20일

수정접수일: 2012년 1월 17일

게재승인일: 2012년 1월 24일

교신저자: 이옥분, ob-lee@hanmail.net

1. 서론

구어는 인간의 감정, 욕구, 의사를 전달하고 사회 속에서 관계를 형성하는데 있어 중요한 매개체이다.¹ 전달하고자 하는 메시지를 듣고 있는 말소리의 명료성 정도는 의사소통의 효율성에 직접적인 영향을 주게 된다.

구어 산출의 메커니즘은 기본적으로 호흡계(respiratory system), 발성계(phonation system), 공명계(resonance system), 조음계(articulation system)로 구성된다. 말소리 산출은 근본적으로 호흡계에서 생성되는 기류가 원천이 되며, 이 기류는 호기와 흡기의 정밀한 조화 메커니즘에 의해 만들어진다.² 흡기와

호기의 조절과 안정성은 말소리의 흐름에 직접적인 영향을 미치게 되고 이는 말을 알아듣는 정도에 영향을 미치게 된다. 즉, 기본적인 호흡 수준과 말 산출 동안의 안정된 흡기와 호기의 지속력에 따라 전체적인 음성이나 말 명료도(speech intelligibility)에 차이가 나타나게 된다. 건강한 사람은 말을 할 때 흡기 시간이 호기 시간에 비해 극히 짧고, 한숨에 재빨리 흡입하여 그 공기를 서서히 조절하여 내뿜음으로써 자연스런 발화가 이루어진다.³ 그러나 호기량이 매우 작거나 호흡의 속도와 호흡의 길이가 의도적으로 조절되지 않을 경우에는 불규칙한 호흡패턴으로 인해 음성 산출이 불안정하거나 음질이 나빠지게 되고, 말하는 도중에 불필요한 끊김이나 전체적인 말의 길이가

짧아지게 된다. 즉, 불규칙하거나 불안정한 호흡패턴은 말소리의 명료도를 저하시키는 중요한 요인이 된다.⁴ 따라서 보다 정확하고 유창하게 말하기 위해서는 기본적으로 충분한 호흡량이 바탕이 되어야 하며, 이때 필요한 호흡량은 자세에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어 앉거나, 눕거나, 서서 말을 하게 되는 조건에서 편안한 말소리가 산출되기 위해서는 자세 변화에 따른 구어지지 호흡력이 바탕이 되어야 한다. 건강한 화자에게는 이러한 자세변화에 따른 호흡의 차이를 느끼지 못할 수 있으나 신체운동장애가 있는 언어장애인의 경우에는 이러한 차이는 현저하게 관찰된다. 예를 들어 뇌성마비 아동이나 성인의 경우 그들의 불안정한 체간과 보다 중립적인 체간을 유지한 상태에서의 음성과 말소리는 차이가 있다. 물론 구어변화에는 다양한 변인들이 있겠으나, 근본적으로 머리와 몸통의 중립자세가 유지된 경우에 흡기근과 호기근의 활동은 더욱 안정되며 그에 따른 구어산출도 보다 자연스러울 수 있다. 그렇다면 자세변화에 따른 호흡과 구어는 구체적으로 어떤 관련성이 있을까? 몇몇 선행연구들에서 자세변화와 구어호흡행동(speech breathing behaviors)의 관련성을 연구하였는데⁵⁻⁸, 그중 한 연구에서는 휴식 자세(resting position)에서의 구어호흡행동에서 다른 자세(바른 착석 자세, 대화 자세, 읽기 자세)에 비해 여러 차이점이 나타났는데, 후위 흉벽 형성이 축소되며, 즉 늑골이 커지고 복부가 작아지게 되어 호흡횟수가 다소 증가하며 폐활량 소비가 증가되는 경향이 나타났음을 보고하였다.⁵ 그리고 파킨슨병 환자를 대상으로 정상인과 비교했을 때 자세변화에 따라 그들의 구어호흡패턴의 특성을 분석하였는데, 휴식자세에서 그들의 발화동안 호흡이 빨라지면, 분당 환기량(ventilation)이 커지며, 폐활량 변화에 미치는 늑골의 활동량은 상대적으로 작았다. 이는 파킨슨병 환자들이 얇은 목소리로 몰아치는 말투(rushed speech)와 충분한 관련성을 가진다.⁶ 최근의 연구에 의하면 움직이거나 자세를 변화하는 동안 전정계가 호흡근의 활동을 변경하는데 기여한다는 결과가 있다.⁹ 정상인을 대상으로 폐활량을 측정하는 연구에서는 서있는 자세와 누운 자세 사이의 폐활량은 선 자세에서 7.5% 증가하며, 서있는 자세·앉은 자세·누운 자세에서의 폐활량 변화에 대해 비교한 연구에서 앉은 자세가 폐활량이 가장 좋다는 결과가 있었지만, 한 가지 자세에서 체간과 골반의 자세에 따른 폐활량의 차이에 대한 연구는 부족한 실정이었다. 또한 폐활량의 변화와 구어산출의 관련성을 직접적으로 연구한 자료들도 제한적이다.¹⁰ 폐활량은 구어산출이 가능하도록 하는 음원(sound source) 형성을 위해 성문하압(subglottal pressure)에 필요한 기류를 만든다. 이에 폐활량의 변화는 구어 산출에 영향을 미친다고 볼 수 있다.

여러 연구자들이 좌면의 형태가 자세에 미치는 영향 특히 요추에 미치는 영향에 대해 연구하였으며 편평한 수평의 좌면

(neutral tilt seat)과 뒤로 기운 좌면(posterior-tilt seat)은 요추의 전만을 감소시키게 하는 경향이 있다고 하였다. 그에 반하여 앞으로 기운 의자(anterior-tilt seat)는 요추부의 전만을 유지시켜준다고 하였다.¹¹ 기존의 좌면 형태에 관한 연구는 척추와 커브의 골반 움직임, 좌면의 형태에 따른 압력 분포, 부종의 정도, 편안함의 척도, 인종의 특성에 따른 척추의 변화, 허리 근육에 가해지는 부하 등이었다. 그러나 좌면의 형태에 따른 호흡과 구어 산출의 관계에 관한 연구는 드문 부족한 실정이다. 따라서 건강한 화자들을 대상으로 자세변화에 따른 구어산출의 변화를 보다 객관적으로 분석하는 것은 이와 관련한 언어치료 및 물리치료의 팀접근이 요구되는 대상자들을 진단하고 중재하는 데 있어서 중요한 임상적 데이터를 제공할 것으로 사료된다. 이에 따른 구체적인 연구목적은 다음과 같다. 첫째, 앉기 자세에서 의자 경사도에 따른 폐활량의 차이를 알아본다. 둘째, 앉기 자세에서 의자 경사도에 따른 구어산출의 차이를 알아본다. 셋째, 폐활량과 구어산출의 상관관계를 알아본다. 이를 통하여 의자 경사도에 따른 앉기 자세가 폐활량과 구어산출 특성에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 건강한 남자 10명, 여자 10명 총 20명을 대상으로 하였으며, 실험은 대상자의 동의 하에 이루어졌다. 연구 대상의 선택 기준은 다음과 같다. 만성 심장 질환 및 호흡기 질환이 없고, 6개월 이내에 급성 심장 질환 및 호흡기 질환을 앓은 경험이 없는 자, 신경 근육 질환 또는 척추의 관절염 등 폐 기능에 영향을 끼칠 만한 질환이 없는 자, 인지 및 언어장애가 없는 자, 일상적인 대화상에서 음성문제, 미약한 한 발음장애로 인한 말소리 명료도에 문제가 없는 자로 정하였다.⁸

2. 실험 기기 및 방법

1) 실험 의자와 경사판

실험 의자는 발이 닿는 높이 정도의 등받이 없는 의자와 좌면 형태의 변화를 위한 경사판(Tilt board)을 사용하였으며, 경사판의 각도는 15°로 정하였다. 전방경사자세와 후방경사자세, 경사판을 제거한 중립자세에서 실시되었다. 후방 경사판을 사용할 때는 90°의 무릎 각도를 위해 발 받침대를 사용하였다.

2) 호흡 기능 검사

호흡기능 검사의 측정도구는 CardioTouch 3000S (Bionet, Seoul, 한국)를 이용하여 노력성 폐활량(forced vital capacity,

FVC)과 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at one second, FEV1)을 잰 자세에서 실시하였다. 모든 측정은 호흡 기능에 미칠 영향을 배제하기 위하여 식사 또는 흡연 시에는 2시간 이상 경과 후 실시하였다. 자세를 취할 때 대상자가 그 자세에 대해 안정감을 느끼고 규칙적인 호흡 형태를 가질 수 있도록 하기 위해 5분간의 적응 기간을 두었으며, 복부가 압박되거나 호흡근에 미칠 영향을 배제하기 위해 허리가 고무줄로 된 편안한 하의로 갈아입게 하였다.¹³ 3회씩 측정하였으며, 측정 간에는 1~2분의 휴식 시간을 두었다.¹⁴

3) 구어 산출 검사

구어 녹음과 분석을 위하여 TF32 (Milenkovic, 2002, 미국) 프로그램을 이용하였다. 이 프로그램은 말소리를 녹음하고 말소리를 음향학적 데이터로 전환하여(예, 스펙트로그램 재현) 소리의 속성을 객관적으로 분석할 수 있는 프로그램이다. 이 프로그램에 제시된 스펙트로그램을 통해 말 전체 속도, 구문읽기 속도, 발화 내 흡기수를 객관적으로 측정할 수 있다. 구어산출 검사에서는 대상자에게 미리 말 샘플을 주어 숙지하게 하였는데, 이는 익숙하지 않은 문장으로 인해 구어 산출에 영향을 미칠 것을 염려해서였다. 검사 시 대상자가 편안함을 느낄 수 있는 분위기에서 실시하였으며, 최대한 소음이 없는 조용한 방에서 녹음하였다. 보다 정확한 검사를 위해 검사자 두 명이 동시에 검사자용 종이에 표시를 하도록 하였다. 구어 산출은 실험대상자에게 말 샘플 <산책> 문단을 읽게 하여 검사하였다.

2. 자료 분석 및 통계

호흡 기능은 3회에 걸쳐 측정하였으며 강제폐활량, 1초 강제호기량의 최대값을 택하여 분석하였다.

구어산출 평가는 전체적인 말속도와 어절속도 그리고 읽기 동안의 흡기 수를 계산이 포함된다. 자세 변화에 따라 동일하게 평가하였다. 읽기 동안의 흡기 수 계산은 실험대상자가 <산책> 문단을 읽는 동안 흡기 한 빈도수(inspiration frequency, IF)를 계산하였다. 문장 내 어절단위 읽기속도는 하나의 어절을 읽는데 소요된 시간(unit reading time, URT)을 측정하였으며, 전체 말속도는 문장을 처음부터 끝까지 읽는 데 소요된 시간(paragraph reading time, PRT)을 측정하였다.

자세에 따른 호흡 기능과 구어 산출 능력을 비교하기 위하여 반복 요인이 1개인 반복 측정 분석을 각각 실시하였다. 또한 각각의 자세에서 호흡 기능과 구어 산출 능력의 상관관계를 알아보기 위하여 피어슨 상관 분석(Pearson's correlation)을 실시하였다. 유의성을 검증하기 위하여 유의수준 α 는 0.05로 정하였다. 자료의 통계처리는 상용통계프로그램인 윈도우용 SPSS 14.을 사용하였다.

III. 결과

1. 자세에 따른 호흡기능 비교

각 자세에 따른 강제폐활량과 1초 강제호기량은 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$)(Table 1).

Table 1. Comparison of FVC and FEV1 as the postures

	Neutral position	Anterior tilt	Posterior tilt	P
FVC (L)	3.31	3.43	3.23	0.02*
FEV1 (L)	2.94	3.04	2.80	0.00*

* $p < 0.05$

FVC: Forced vital capacity

FEV1: Forced expiratory volume in 1 second

2. 자세에 따른 구어산출 특성의 비교

구어산출에서 어절 읽기 소요시간, 전체 문장 읽기 소요시간은 중립자세, 전방경사자세, 후방경사자세 순으로 짧았으며, 읽기 동안 흡기한 수는 후방경사자세, 전방경사자세, 중립자세 순으로 높은 값을 보였으나 통계학적으로는 유의한 차이가 없었다 (Table 2).

Table 2. Comparison of speech production as the postures

	Neutral position	Anterior tilt	Posterior tilt	P
IF	15.37	15.84	16.63	0.17
URT	355.45	366.08	370.04	0.17
PRT	66361.37	67341.63	68435.79	0.06

IF: Inspiration frequency

URT: Unit reading time (ms)

PRT: Paragraph reading time (ms)

3. 호흡과 구어산출 간의 상관관계

전방경사자세에서 어절 읽기 소요시간은 FVC ($r = -0.60$), FEV1 ($r = -0.65$)와 유의한 음의 상관관계가 나타났다. 후방 경사자세에서 어절 읽기 소요시간은 FVC ($r = -0.56$), FEV1 ($r = -0.58$)와 유의한 음의 상관관계가 나타났다(Table 3).

IV. 고찰

본 연구는 앉기 자세에서 의자 표면 경사도가 호흡과 구어 산출에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

폐활량은 최대한 깊게 들이 마신 후 완전히 숨을 내뿔었을

Table 3. Correlation between capacity of the lungs and language accuracy

	Neutral position			Anterior tilt			Posterior tilt		
	IF	URT	PRT	IF	URT	PRT	IF	URT	PRT
FVC	r=0.08 p=0.75	r=-0.18 p=0.47	r=-0.07 p=0.78	r=-0.31 p=0.20	r=-0.60 p=0.01*	r=-0.41 p=0.08	r=-0.31 p=0.20	r=-0.60 p=0.01*	r=-0.41 p=0.08
FEV	r=0.05 p=0.84	r=-0.22 p=0.37	r=-0.25 p=0.31	r=-0.40 p=0.09	r=-0.65 p=0.00*	r=-0.47 p=0.04*	r=-0.4 p=0.09	r=-0.65 p=0.00*	r=-0.37 p=0.11

r: Pearson correlation coefficient

*p< 0.05

FVC: Forced vital capacity (L)

FEV1: Forced expiratory volume in 1 second (L)

IF: Inspiration frequency

URT: Unit reading time (ms)

PRT: Paragraph reading time (ms)

때 호기량으로 사람의 최대 호흡능력을 의미한다.¹⁶ 호흡에 관여하는 주요 근육은 횡경막, 외측 늑간근이 있으며 이 근육들은 평상시호흡에서 동원되고, 부수적 근육은 복직근, 복횡근, 내·외측 복사근, 내측 늑간근이 있으며 깊거나 또는 강한 호흡에서 활동한다.^{17,18} 호흡근의 자세 긴장은 내부 지지력으로 작용함으로써 호기 시 중요한 역할을 하는데 이러한 지탱은 내장이 안정 될 시 이완된 가로막을 미는 역할을 하고, 강제 호기시 호흡근의 수축으로 가슴 안에서 가로막이 좀 더 쉽게 위로 밀려 올라가고 속갈비사이근의 수축으로 갈비뼈가 아래로 내려오므로 호흡이 좀 더 원활하게 되도록 작용한다.² 본 연구에서는 후방경사자세와 전방경사자세에 비해 중립자세에서 강제폐활량과 1초 강제호기량이 많았다. 구어산출 면에서는 통계적으로 유의하지는 않았으나, 흡기수가 적었고, 어절 및 문장 전체 읽기 속도 값이 적게 나타났다. 이는 중립자세가 전방경사자세와 후방경사자세에 비해 체간이 신전되어 있고 안정성을 갖춘 상태이기 때문에 호흡근의 활동이 더 효율적으로 이루어진 결과라 생각된다. 즉 중립자세에서 발화를 지속해 나갈 수 있는 호기지속력(호기비축량이 다소 높은 편)이 다른 자세에 비해 좋은 편이므로 결과적으로 발화 내 흡기수가 적었다는 점과 그로 말속도가 다른 자세에 비해 빠르게 나타났다는 점이 이를 상호증명하는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 뇌성마비 환자에서 다리를 곧게 펴고 머리와 체간을 일직선으로 유지하여 바로 누운 자세, 45° 뒤로 기울여 앉은 자세, 90° 앉은 자세에서 폐활량을 실험했을 때 바로 누운 자세에서 가장 좋은 폐활량을 보였으며, 이는 바로 누운 자세의 경우 체간이 굴곡되어 있는 다른 두 자세에 비해 복근이 신장되어 있기 때문에 강제호기와 관련된 호흡기능이 높게 나타난 것으로 보고된 연구결과를 다소 뒷받침하는 것으로 해석할 수 있다.¹⁹ 전방경사자세, 중립자세에서 구어산출이 폐활량의 평균 값과 순서의 차이를 보이는 것은 전방경사자세의 경우 인위적으로 만든 자세이기 때문에 대상자의 불편한 심리가 반영되어 좀 더 편안함을 느꼈을 중립자세에서 가

장 좋은 값이 나온 것이라 생각된다.

발성을 하는데 있어 호흡은 중요한 원동력이며, 충분한 발성을 위한 호기는 충분한 흡기가 이루어진 다음에 가능하다.¹ 호흡과 구어산출 간의 상관관계는 전방경사자세와 후방경사자세에서 폐활량과 1초 강제 호기량이 어절 읽기 소요 시간과 유의한 음의 상관관계가 나타났다.

뇌성마비의 경우 안정된 호흡의 기초가 되는 머리와 몸통의 중립을 유지할 수 있는 체간조절능력의 발달이 제한되고 비정상적인 근 긴장과 움직임에 의해 불안정한 호흡패턴이 초래된다.¹⁹ 뇌졸중 환자는 중추신경계 손상으로 인해 비정상적인 운동 패턴과 불규칙적인 근 긴장도가 나타나고 이차적인 근육 불용과 제한된 움직임으로 인해 심폐 조절의 약화와 산소 부족이 초래되고, 척수손상 환자에서 호흡기계문제는 환자의 40~67%에서 합병증을 나타냈으며, 특히 경부 신경손상 환자에서는 호흡부전이 사망원인 가운데 가장 큰 원인이다.²⁰⁻²³ 이렇듯 뇌성마비, 뇌졸중, 척수손상 환자에게서는 공통적으로 호흡기능의 약화가 나타난다. 요부 안정화 운동은 체간 근육을 활성화시켜 선행적 자세조절이 이루어지게 함으로써 균형능력을 향상시키고, 흉곽저항운동은 폐기능의 향상과 피로도를 감소시킨다.^{24,25} 이러한 운동과 더불어 골반을 전방경사 자세로 유지할 수 있도록 함으로써 더욱 체간의 안정성을 확보하여 호흡기능을 증진시킬 수 있을 것이고 몸통이나 골반의 자세에 적당한 도움을 주어 상체 기능 수행력의 증가에도 영향을 미칠 것이다.^{25,26} 물론 본 연구에서는 자세변화에 따라 평균적인 차이를 보였으나 통계적으로 유의하지 않았기에 추후 연구에서 보다 많은 수와 다양한 연령대의 대상자를 비교해야 할 필요가 있다. 모든 유형의 뇌성마비에서는 구어장애가 나타나는데,²⁷ 뇌성마비 아동에게 호흡근 강화 운동을 적용했을 때 최대 연장발성시간이 유의하게 길어진다고 보고된 바에 따라²⁸ 호흡근 강화 운동과 더불어 전방경사자세의 유지에 초점을 둔 중재가 이루어질 때 어느 정도의 구어산출에서도 긍정적인 효과가 나타날 수 있을 것

로 사료된다. 본 연구는 20명을 대상으로 하였기 때문에 연구 결과를 일반화하기에는 제한이 있다. 앞서 언급한 바와 같이 다양한 연령층에서 보다 많은 수의 대상군이 필요하다. 그리고 구어산출 과제에서 자세 변화에 따른 차이가 없었기에 추후 연구에서는 호흡량의 변화에 따라 변화할 수 있는 구어산출과제를 구성하고, 발성 및 발화 분석을 다양한 관점에서 실시해야 할 것이다. 임상적인 측면에서 연구의의를 강화하기 위해서는 호흡장애로 인해 말소리 명료도가 저하되어 의사소통의 어려움을 겪을 수 있는 대상자, 즉 척수 손상 환자, 뇌성마비 환자 및 뇌졸중 환자군과의 비교연구를 통해 보다 심층적인 호흡변화에 따른 구어특성의 비교가 필요할 것이다. 호흡은 구어산출과 밀접한 관련성을 가지고 있기 때문에 신체운동 장애환자가 구어 장애를 동반하게 되는 사례들이 빈번하다. 이런 사례들의 효과적인 재활은 특정 영역의 집중된 재활서비스도 중요하지만 삶의 질적 및 복지 향상을 위해서는 관련 재활분야의 전문가의 체계화된 팀협력 중심의 임상연구들이 활발하게 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 앉기 자세에서 의자 표면 경사도가 호흡 기능과 구어 산출에 미치는 영향에 관하여 연구하였다. 의자 표면 경사도에 따라서 호흡 기능은 유의한 차이가 있었으며, 전방 경사 자세가 호흡 기능을 높이는데 가장 효과적인 것으로 나타났다. 반면, 구어산출 평가에서 전체 읽기 속도와 읽기 시 흡기 빈도 수에서는 유의한 차이가 없었다. 그러므로 앉기 자세에서 기능 훈련을 실시할 경우 의자 표면 경사도가 고려되어야 할 것으로 사료된다.

Author Contributions

Research design: Shin HK, Lee OB

Acquisition of data: Kim HS

Analysis and interpretation of data: Shin HK, Lee OB

Drafting of the manuscript: Shin HK, Kim HS, Lee OB

Administrative, technical, and material support: Shin HK, Lee OB

Research supervision: Shin HK

Acknowledgements

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20119040).

참고문헌

- Lee HM. The effect of the breathing training program on utterance of children with cerebral palsy. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2008.
- Ju JY, Shin HS. The effects of respiratory muscle strengthening exercise on the respiratory and phonation capacity in spastic cerebral palsy child. *Kor J Sports Med.* 2010; 20(3):285-92.
- Im IH. Investigation on the vital capacity after breathing exercise in children with cerebral palsy. *New Med J.* 1995; 38(10):23-6.
- Jung JJ. The effect of motor training on language ability in children with cerebral palsy. *JSHD.* 1998;7(2):27-46.
- Hodge MM, Rochet AP. Characteristics of speech breathing in young women. *JSHR.* 1989;32(3):466-80.
- Solomon NP, Hixon TJ. Speech breathing in Parkinson's disease. *JSHR.* 1993;36(2):294-310.
- Murdoch BE, Chenery HJ, Bowler S et al. Respiratory function in parkinson's subjects exhibiting a perceptible speech deficit: a kinematic and spirometric analysis. *JSHD.* 1989;54(4):610-26.
- Manifold JA, Murdoch BE. Speech breathing in young adults: effect of body type. *JSHR.* 1993;36(4):657-71.
- Mori RL, Bergsman AE, Holmes MJ et al. Role of the medial medullary reticular formation in relaying vestibular signals to the diaphragm and abdominal muscles. *Brain Research.* 2001;902(1):82-91.
- Allen SM, Hunt B, Green M. Fall in vital capacity with posture. *Br J Dis Chest.* 1985;79(3):267-71.
- Bridger RS. Postural adaptations to a sloping chair and work surface. *Human factors.* 1988;30(2):237-47.
- Song JY, Sim HV, Current ME et al. A comparison of vital capacity values with healthy subjects in standing and head-down positions. *KAUTPT.* 1996;3(1):40-7.
- Marini JJ, Tyler ML, Hudson LD et al. Influence of head-dependent positions on lung volume and oxygen saturation in chronic air-flow obstruction. *Am Rev Resp Dis.* 1984; 129(1):101-5.
- Troyer AD. Mechanical role of the abdominal muscles in relation to posture. *Respir Physiol.* 1983;53(3):341-53.
- Kwon DH, Seok DI, Kwang SG et al. Assessment of communication disorder. Korea, Korean Speech-language & Health Association. 1994:15-65.
- Kim YR, Lee JW. A comparison of vital capacity value with spinal cord injury following changing positions. *KAUTPT.* 1998;5(3):48-55.
- Kisner C, Collby LA. Therapeutic exercise: foundations and

- techniques. 5th ed. Philadelphia, F. A Davis Co, 2007:852-3.
18. Cameron MH, Monroe LG. Physical rehabilitation: evidence based examination, evaluation and intervention. Philadelphia, Elsevier Health Sciences, 2007:689-732.
 19. Song JY. The changes of respiratory functions following postures in cerebral palsy: spastic diplegia. J Kor Soc Phys Ther. 2004;16(4):115-128.
 20. An SH, Lee JH. Reliability and validity of the postural assessment scale for stroke in chronic stroke patients. J Kor Soc Phys Ther. 2009;21(1):9-17.
 21. Frownfelter D, Dean E. Cardiovascular and pulmonary physical therapy: evidence and practice. 4th ed. Philadelphia, Mosby, 2006:569-93.
 22. Walker J, Cooney M, Norton S. Improved pulmonary function in chronic quadriplegics after pulmonary therapy and arm ergometry. Paraplegia. 1989;27(4):279-83.
 23. Carter RE. Respiratory aspects of spinal cord injury management. Paraplegia. 1987;25(3):262-6.
 24. Kim JH, Park SK, Kang JI et al. Effects of lumbar stability exercise program on trunk, lower extremity of muscle activity and balance in soccer player. J Kor Soc Phys Ther. 2010; 22(5):25-31.
 25. Kang JI, Jeong DK, Park SK et al. Effects of chest resistance exercise on forced expiratory volume in one second and fatigue in patients with copd. J Kor Soc Phys Ther. 2011; 23(2):37-43.
 26. Geytenbeek J. Prevalence of speech and communication disorders in children with CP. Dev Med Child Neurol. 2011;53(1):10-1.
 27. Bax M, Tydeman C, Flodmark O. Clinical and mri correlates of cerebral palsy: The european cerebral palsy study. J Am Med Assn. 2006;296(13):1602-8.
 28. Kim HK, Kwon DH. The effect of respiratory muscles training program on improvement of speech production mechanism in children with spastic cerebral palsy. JSHD. 2005;14(2):89-109.