

강제 양압식 호흡훈련이 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자의 호흡재활에 미치는 효과

장상훈¹, 이연섭¹, 김진상^{2*}

¹대구대학교 재활과학과 대학원, ²대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

The Efficacy of Pulmonary Rehabilitation Using Mechanical In-Exsufflator in Stroke Patients with Tracheostomy Tube

Sang-Hun Jang¹, Yean-Seop Lee¹ and Jin-Sang Kim^{2*}

¹Graduate school of physical therapy, Daegu University

²Department of physical therapy, Daegu University

요 약 본 연구는 강제 양압식 호흡훈련이 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자의 호흡능력 및 기침능력에 미치는 효과에 대하여 알아보고자 실시하였다. 연구대상은 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자 10명으로 하였으며, 대상자는 강제 양압식 호흡훈련을 20분씩 주 5회 8주간 실시하였다. 훈련 전, 훈련 4주 후 그리고 8주 후 대상자의 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량, 노력성 폐활량비 그리고 도수 보조 최대 기침유량을 측정하였으며 기간에 따른 호흡능력과 기침능력을 알아보고자 반복측정 분산분석법을 이용하였다. 연구 결과 훈련기간에 따라 대상자의 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량, 도수 보조 최대 기침유량은 유의하게 증가하였다. 따라서 강제 양압식 호흡훈련은 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자의 호흡능력 및 기침능력을 증진시켜 기관절개관을 제거하는데 유용한 훈련방법이라 할 수 있다.

Abstract The purpose of this study was to investigate the efficacy of mechanical in-exsufflator (MI-E) with on pulmonary rehabilitation in stroke patients with tracheostomy tube. Methods : We studied ten stroke patients who had neither history nor radiologic finding of pulmonary disease. The pulmonary function was evaluated by measuring forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume at one second (FEV1) and forced expiratory ratio (FEV1/FVC) The capacity of cough was evaluated by measuring manual assisted peak cough flow (MPCF). Data were analyzed statistically using repeated ANOVA test. Results : The results were as follows : 1) There are significant improvement of FVC and FEV1 according to training period ($p<.05$). 2) There are significant improvement of MPCF according to training period ($p<.05$). Conclusion : These results suggest that MI-E training can be used as an effective therapeutic modality for improvement of pulmonary function and capacity of cough in stroke patients with tracheostomy.

Key Words : Mechanical in-exsufflator, Tracheostomy, Pulmonary rehabilitation

1. 서론

뇌혈관질환의 사망률은 인구 10만 명당 52명으로 사망원인의 2위를 차지하고 있으며, 연령별로 살펴보면 10만 명당 40대는 54.1명, 50대는 135.6명, 60대는 391.5명, 70대는 1514.6명 그리고 80세 이상은 2616.8명으로 연령

증가에 따라 기하급수적으로 증가하는 것으로 알려져 있다[1]. 최근 우리나라는 노인인구가 급증하고 있는 실정으로[2] 뇌혈관질환으로 인한 운동장애, 감각장애, 지각장애 그리고 언어장애를 위한 재활치료는 중요한 사회적 문제 중 하나이다[3,4]. 특히 뇌졸중 환자의 폐기능(pulmonary function)의 장애는 뇌졸중 환자의 생명 유지

*Corresponding Author : Jin-Sang Kim

Tel: +82-10-9717-1753 email: jskim0@daegu.ac.kr

접수일 12년 04월 25일

수정일 (1차 12년 05월 21일, 2차 12년 06월 07일)

게재확정일 12년 07월 12일

에 있어 가장 중요한 문제로, 근육의 무사용(disuse), 움직임의 제한 그리고 강직으로 인한 폐용적의 감소와 비정상적인 자세로 인한 호흡근육의 안정 시 길이변화 등이 뇌졸중환자의 폐기능을 악화시킨다[5,6]. 폐기능의 약화는 신체활동을 제약하며[7], 기도 내 분비물의 부적절한 제거로 인하여 호흡기계 위생에 심각한 문제를 야기시키며 폐렴과 같은 합병증을 유발한다[8].

기침은 기도 내 분비물을 외부로 배출시켜 폐렴 등의 합병증을 발생하지 않게 하는 우리 몸의 중요한 보호기능이다. 뇌졸중 환자들은 호흡근육의 약화와 최대기침유량(Peak cough flow rate, PCFR)의 감소로 기침을 할 수 있는 능력이 저하된다[9]. 특히 호흡능력이 저하되어 기관절개관(tracheostomy tube)을 삽입한 환자의 경우 기침능력이 회복되어야 성공적으로 기관절개관을 제거할 수 있다[10]. 기침은 흡입기(inspiratory phase), 압박기(compression phase), 배출기(expulsive phase)의 3단계로 구성되는데[11], 기도 내 분비물 제거를 위한 기침을 효율적으로 하기 위해서는 흡입기에서 충분한 공기의 흡입이 이루어져야 한다[12].

최근 연구에서 기침능력 증가를 위해서 기계적 기침보조기를 이용한 강제 양압식 호흡훈련(mechanical insufflation - exsufflation, MI-E) 방법이 보고되고 있는데, 이 방법은 기도 내에 양압과 음압을 번갈아 적용하는 방법으로 호흡기 내 분비물의 제거와 최대기침유량의 증가에 매우 효과적인 훈련방법으로 알려져 있다[13]. 그러나 강제 양압식 호흡훈련을 이용한 연구는 주로 신경근 질환(neuromuscular disease) 환자와 경수마비 환자(cervical cord injured patients)를 대상으로 이루어졌으며[13,14], 뇌졸중 환자 특히 호흡기능 저하로 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자를 대상으로 강제 양압식 호흡훈련 방법을 이용한 기침능력 증가에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 이 연구는 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자를 대상으로 기계적 보조기를 이용한 강제 양압식 호흡훈련 방법이 폐기능 및 기침 능력에 미치는 효과를 알아보고자 실시하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 대전광역시에 위치한 D재활병원에서 2011년 12월부터 2012년 2월까지 시행하였다. 대상자는 입원 중인 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자 10명으로 하였으며, 대상자들에게 실험과정에 대한 충분한 설명을 하였고

실험 전 자발적인 참여의사를 표시하는 동의서를 받았다. 대상자의 선별기준은 호흡기계 질환 및 손상 병력이 없으며 방사선 검사 및 흉부 이학적 소견에서 폐질환 소견이 없는 환자, 심각한 수준의 실어증이나 치매 등으로 실험에 비협조적일 것으로 예상되는 인지 기능 장애가 없는(MMSE-K 24점 이상) 자로 하였다.

2.2 연구방법

본 연구에서는 대상자의 호흡기능을 측정하기 위하여 강제 양압식 호흡훈련을 실시하기 전, 훈련 4주 후 그리고 8주 후 폐활량계와 최대기침 유량 측정기를 사용하여 폐기능과 기침능력을 측정하였다. 대상자는 관찰가동운동, 근력강화운동, 신장운동을 하루 30분, 강제 양압식 호흡훈련을 20분씩 주 5회 8주간 실시하였다. 대상자의 전반적인 체력수준이 낮은 상태로 인하여 근력강화운동은 최대반복(repetition maximum, RM)의 50%이하 수준에서 실시하였다. 강제 양압식 호흡훈련(mechanical insufflation - exsufflation, MI-E)은 Liaw(2000)의 방법을 참고하여 실시하였으며[15], 기계적 기침 보조기(Cough Assist In-Exsufflator, J H Emerson Co, Cambridge, MA, USA)를 사용하였다. 환자를 바로 누운 자세에서 병실침대의 전동 등판각도 조절장치를 이용하여 60°정도 상체를 세우고 기계적 기침보조기의 마스크(mask)를 입부위에 고정시켰다. 양압 20cmH₂O에서 40cmH₂O를 1~3초간, 음압 -20cmH₂O에서 -40cmH₂O를 1~3초간 5회 반복 1세트를 실시하였다. 환자의 과환기(hyperventilation) 상태를 피하기 위하여 세트마다 30초의 휴식을 취하고 5세트 반복하였다.

2.3 측정방법

2.3.1 폐기능 평가

폐기능은 폐활량계(Micro Spirometer, Micro Medical Ltd, UK)의 호흡기능 계산기(Pulmonary function calculator, Micro Medical Ltd, UK)를 사용하여 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC), 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at one second, FEV1) 그리고 노력성 폐활량비(forced expiratory ratio, FEV1/FVC)를 측정하였다. 환자를 바로 누운 자세에서 병실침대의 전동 등판각도 조절장치를 이용하여 60°정도 상체를 세운 후 코마개를 이용하여 입으로만 호흡하도록 지시한 다음, 환자가 스스로 들어마실 수 있는 최대한 공기를 들어마신 다음 가능한 빨리 강하게 내신 공기의 양을 노력성 호기량, 최대한 공기를 들어마신 다음 1초간 가능한 빨리 강하게 내신 공기의 양을 1초간 노력성 호기량으로 정의하였다.

2.3.2 기침능력 평가

기침능력은 최대기침 유량 측정기(Peak flow meter, cardinal Health 232 Ltd, UK)를 이용하여 측정하였으며, 기관절개관을 삽입한 환자로서 기침능력이 크게 저하되어 있어 도수 보조 최대 기침유량(manual assisted peak cough flow, MPCF)을 측정하였다. 환자의 자세는 폐기능 측정방법과 동일한 자세를 취하고 환자 스스로 들이마실 수 있는 최대한 공기를 들어 마신 후 최대한 힘차게 기침을 할 때 힘차게 복부를 밀어주면서 측정하였다.

2.4 자료분석

대상자의 각 기간에 따른 폐기능과 기침능력을 비교하기 위하여 반복측정 분산분석(repeated ANOVA test)를 실시하였다. 통계분석은 SPSS 12.0 for windows를 이용하여 분석하였으며, 유의수준은 .05로 하였다.

3. 연구결과

3.1 연구대상자의 일반적 특성

연구에 참여한 전체 대상자는 남성 6명, 여성 4명이었고 일반적 특성은 다음과 같다. 평균 연령은 49.20 ± 1.91 세, 평균 신장은 166.40 ± 3.08 cm, 평균 몸무게는 61.40 ± 3.98 kg 그리고 유병기간은 16.40 ± 3.15 개월이었다. 손상 형태는 뇌출혈 5명, 뇌경색 5명이며, 손상 부위는 오른쪽 2명, 왼쪽 8명이었다[표 1].

3.2 훈련기간에 따른 폐기능 비교

강제 양압식 호흡훈련 기간에 따른 폐기능의 비교를 위해 반복측정 분산분석을 적용하였으며, 결과는 다음과 같다.

훈련기간에 따른 노력성 폐활량의 변화는 구형성 가정을 만족하여 일변량 분석을 이용하였다. 훈련전 926.00ml,

훈련 4주후 1063.00ml, 훈련 8주후 1285.00ml로 훈련 8주후가 가장 높았으며[표 2], 훈련기간에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$)[표 3].

훈련기간에 따른 노력성 호기량의 변화는 구형성 가정을 만족하지 않아 다변량 분석을 이용하였다. 훈련전 534.00ml, 훈련 4주후 694.00ml, 훈련 8주후 792.00ml로 훈련 8주후가 가장 높았으며[표 2], 훈련기간에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$)[표 3].

훈련기간에 따른 노력성 폐활량 비의 변화는 구형성 가정을 만족하지 않아 다변량 분석을 이용하였다. 훈련전 58.48%, 훈련 4주후 66.53%, 훈련 8주후 62.91%였으며 [표 2], 훈련기간에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > .05$)[표 3].

3.2 훈련기간에 따른 기침기능 비교

훈련기간에 따른 도수 보조 최대 기침유량의 변화는 구형성 가정을 만족하여 일변량 분석을 이용하였다. 훈련전 81.00l/min, 훈련 4주후 97.00l/min 훈련 8주후 119.00l/min로 훈련 8주후가 가장 높았으며[표 2], 훈련기간에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$)[표 3].

4. 고찰

뇌졸중 환자는 마비측 호흡근육의 이상[16,17], 비정상적인 흉곽확장[18], 이산화탄소 민감성 증가그리고 수의적인 호흡감소로 비대칭적인 호흡이 나타난다[19]. 뇌졸중 환자의 마비측 호흡능력의 변화는 호흡 기능의 지표인 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량, 노력성 호기비 그리고 최대호기유속의 변화를 일으키고[20], 기침 능력의 지표인 최대기침유량의 저하를 가져온다[9].

[표 1] 대상자의 일반적 특성

[Table 1] General characteristics of subjects

Variables	MI-E (n=10)
Gender (male/female)	6/4
Paretic side (left/right)	8/2
Type of stroke (hemorrhage/infarction)	5/5
Age (Years)	49.20 ± 1.91^a
Time since stroke (month)	16.40 ± 3.15
Height (cm)	166.40 ± 3.08
Weight (kg)	61.40 ± 3.98

^aM $\pm$ SE

MI-E: mechanical insufflation - exsufflation

[표 2] 훈련기간에 따른 호흡기능 비교

[Table 2] Comparison of pulmonary function value following training periods

Variable	Pre	4 weeks	8 weeks	F
FVC(ml)	926.00±81.20 ^a	1063.00±107.68	1285.00±139.48	12.417*
FEV1(ml)	534.00±60.28	694.00±78.21	792.00±85.90	9.653*
FEV1/FVC(%)	58.48±6.10	66.53±3.75	62.91±3.17	0.999
MPCF(L/min)	81.00±4.82	97.00±7.46	119.00±8.27	35.353*

*M±SE

*p<.05

FVC : forced vital capacity

FEV1 : forced expiratory volume at one second

FEV1/FVC : forced expiratory ratio

MPCF : manual assisted peak cough flow

[표 3] 호흡기능의 개체내 효과검정

[Table 3] Tests of within-subjects contrasts on pulmonary function value

Group	Period	Type III SS	df	MS	F
FVC(ml)	pre-4weeks	187690.000	1	187690.000	9.655*
	4weeks-8weeks	492840.000	1	492840.000	22.410*
FEV1(ml)	pre-4weeks	256000.000	1	256000.000	14.066*
	4weeks-8weeks	96040.000	1	96040.000	16.260*
FEV1/FVC(%)	pre-4weeks	648.025	1	648.025	1.437
	4weeks-8weeks	131.044	1	131.044	2.240
MPCF(L/min)	pre-4weeks	2560.000	1	2560.000	16.000*
	4weeks-8weeks	4840.000	1	4840.000	24.750*

*p<.05

FVC : forced vital capacity

FEV1 : forced expiratory volume at one second

FEV1/FVC : forced expiratory ratio

MPCF : manual assisted peak cough flow

선행 연구에서 뇌졸중 환자의 호흡 기능을 개선시키기 위하여 호흡 근육 훈련, 피드백 호흡 훈련이 사용되어 왔다[21,22]. 본 연구에서는 경수 손상 환자와 신경근 질환(neuromuscular disease) 환자의 호흡 기능을 개선시키는 데 주로 사용된 기계적 기침 보조기를 이용한 강제 양압식 호흡훈련 방법을[14,23] 기관절개관을 삽입한 환자에게 적용하여 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량, 노력성 폐활량비 그리고 최대기침유량을 측정하여 뇌졸중 환자의 호흡 기능과 기침 능력에 미치는 효과를 알아보고자 하였다.

노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량은 폐활량을 나타내는 지표로[24], 김보련 등(2009)은 흡기 근육과 호기 근육 약화, 오랜 기간 침상 안정으로 인한 무기폐 그리고 흉곽 조직의 단축으로 인하여 뇌졸중 환자는 제한성 환기 장애 양상을 보이게 되고 이로 인해 노력성 호기량이 감소하게 된다고 하였다[25]. 또한 뇌졸중 환자의 마비측 저환기는 편측 환기-관류 불균형 및 저산소증을 야기시키고 이로 인해 뇌졸중 환자는 정상인에 비하여 호흡의 효율이 떨어지게 된다[26]. 김명권 등(2011)은 척수손상 환자에게 기계적 기침보조기를 이용하여 강제 양압식 호

흡훈련을 적용한 결과 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량의 유의한 증가를 보고하였다[27]. 본 연구에서 노력성 폐활량은 강제 양압식 호흡훈련 전 926.00±81.20ml, 4주 후 1063.00±107.68ml 그리고 8주 후 1285.00ml로 유의하게 증가하였고, 1초간 노력성 호기량도 호흡훈련 전, 4주 후, 그리고 8주 후 유의하게 증가하였다. 이는 강제 양압식 호흡훈련이 뇌졸중 환자의 폐활량을 증가시켜 호흡 효율을 증가시키는 유용한 훈련 방법임을 나타내는 것이다. 또한 호흡능력은 뇌졸중환자의 MBI 점수와 유의한 상관관계를 보이는데 이는 강제 양압식 호흡훈련이 뇌졸중 환자의 일상생활 동작이나 이동 능력에 도움을 줄 수 있음을 의미한다[25,28]. 노력성 호기량을 증가시키는 훈련방법으로 큰가슴근 신장기술(stretching technique of the pectoralis major), 입술 오므리기 호흡(pursed-lip breathing), 흡기근육 훈련(inspiratory muscular training) 등이 있다[21,29,30]. 최근 Kim(2011)은 피드백 호흡 훈련을 뇌졸중 환자에게 적용한 결과 노력성 호기량이 1.84에서 2.20로 1초간 노력성 호기량이 1.69에서 2.03로 각각 증가하여 피드백 호흡 훈련이 뇌졸중 환자의 호흡기능 향상에 효율적인 훈련방법이라 보고하고 있는데

[22], 이는 본 연구에서 강제 양압식 호흡훈련을 적용한 후 뇌졸중 환자의 노력성 호기량과 1초간 노력성 호기량이 증가하는 것과 유사한 결과라 할 수 있다.

노력성 폐활량 비는 1초간 노력성 호기량의 노력성 폐활량에 대한 비로 기류폐색을 진단하는 유용한 도구이다. 선행 연구에서 노력성 폐활량 비가 70% 이하일 때 폐쇄성 질환으로 보고하고 있는데[31], 본 연구에서 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자는 노력성 폐활량 비가 70% 이하로 폐쇄성 질환이 있는 것으로 나타났다. 이러한 양상은 강제 양압식 호흡훈련 적용 이후에도 지속되었는데 이는 강제 양압식 호흡훈련이 뇌졸중 환자의 기류폐색 정도를 크게 완화시키지 못한 것으로 생각된다.

기침은 기도의 점막섬모 청소(mucociliary clearance)에 매우 중요한 역할을 하며 기침능력을 나타내는 지표로서 최대기침유량이 사용된다. 최대기침유량의 정상 수치는 300l/min 이상이고 160l/min~270l/min 사이일 때 바이러스 감염이 발생하기 쉬우며, 160l/min 이하로 떨어지면 점막섬모 제거 능력이 현저하게 떨어진다[32]. 또한 기관절개관을 삽입한 환자의 경우 최소 최대기침유량이 160ml/min이 되어야 기관절개관을 제거할 수 있다[10]. 본 연구에서 뇌졸중 환자는 기관절개관을 삽입한 환자로 최대기침유량이 훈련 전 81l/min로 기침능력이 현저하게 떨어진 것을 알 수 있다. 그러나 강제 양압식 호흡훈련을 실시한 후 4주 후와 8주 후 각각 97l/min와 119l/min으로 유의하게 증가하였다. 그러므로 강제 양압식 호흡훈련이 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자의 기침능력을 향상시키는데 효율적인 훈련방법이라 할 수 있다. 그러나 8주 후 최대기침유량이 160ml/min 이하로 뇌졸중 환자의 기관절개관 제거를 위해서는 더 많은 훈련 기간이 필요할 것으로 생각된다.

강제 양압식 호흡훈련은 근위축성 측색 경화증(amyotrophic lateral sclerosis) 같은 신경근 질환 환자와 경수 손상 환자에게 주로 사용되었다[14,23]. 본 연구에서는 강제 양압식 호흡훈련을 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자에게 적용하였으며, 그 결과 환자의 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량 그리고 최대기침유량이 증가하였다. 이런 결과들을 미루어 볼 때 강제 양압식 호흡훈련은 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자의 호흡능력 및 기침능력을 증진시켜 기관절개관 제거하는데 유용한 훈련방법이라 생각된다.

본 연구에서는 대상자를 선정함에 있어 뇌졸중으로 인하여 기관절개관을 오랜 기간 삽입한 환자를 선별하여 연구를 실시해야하는 어려움이 있었다. 따라서 대상자 수가 많지 않아 모든 뇌졸중 환자의 강제 양압식 훈련의 효과를 일반화하여 해석하기 어려운 제한점이 있었다. 차후

보다 많은 대상자를 대상으로 강제 양압식 호흡훈련을 실시하고 기존의 다양한 호흡근 피드백 호흡훈련과의 비교 분석을 통하여 뇌졸중 환자의 호흡기능 향상을 위한 다각적 연구 자료가 필요할 것으로 생각된다.

5. 요약 및 결론

뇌졸중 환자의 폐기능의 감소는 일상생활 동작과 이동 동작 능력의 손상을 가져오고, 기침기능의 감소는 호흡기 합병증으로 사망에 이르게 할 수 있으며, 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자의 성공적인 기관절개관 제거에 방해 요인으로 작용한다. 따라서 본 연구는 호흡기능 및 기침능력 향상에 유용한 방법으로 알려진 강제 양압식 호흡훈련을 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자 10명을 대상으로 주 5회 8주 동안 적용하여 호흡기능과 기침기능에 미치는 효과에 대하여 알아보고자 하였다.

노력성 호기량, 1초간 노력성 호기량은 강제 양압식 호흡훈련을 실시한 이후 4주 후와 8주 후 모두 유의하게 증가하여 강제 양압식 호흡훈련이 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자에게 폐활량을 증진시키는 유용한 훈련방법으로 생각된다. 또한 도수 보조 최대기침유량 또한 4주 후와 8주 후 모두 유의하게 증가하여 강제 양압식 호흡훈련이 기관절개관을 삽입한 뇌졸중 환자에게 기침능력을 증진시켜 기도점막 청소와 성공적인 기관절개관 제거에 유용한 훈련방법으로 생각된다.

References

- [1] Statistics Korea, Cause of Death statistics, 2009
- [2] C. Y. Kwak, E. S. Yim, and A. R. Kim, "A Analysis of inappropriate reimbursement claims from the LTC insurance plan in South Korea", Journal of the Korean Data Analysis Society, 13(5), 2377-2390, 2011.
- [3] Y. J. Son, Y. S. Kim, H. M. Jung, and K. H. Shon, "Effect of the upper meridian massage of the upper extremity function and ADL in stroke patients", Journal of the Korean Data Analysis Society, 8(5), 1747-1764, 2006.
- [4] P. W. Duncan, R. Zorowitz, B. Bates, J. Y. Choi, J. J. Glasberg, G. D. Graham, R. C. Katz, K. Lamberty, and D. Reker, "Management of Adult Stroke Rehabilitation Care: a clinical practice guideline", Stroke, 36(9), e100-143, 2005.
- [5] J. H. Lee, "The effect of pulmonary function in the

- stroke patients after feedback breathing exercise", Daegu university, Dissertation of Master's Degree, 2008.
- [6] R. L. Mori, A. E. Bergsman, M. J. Holmes, and B. J. Yates, "Role of the medial medullary reticular formation in relaying vestibular signals to the diaphragm and abdominal muscles", *Brain Research*, 902(1), 82-91, 2001.
- [7] U. Agnarsson, G. Thorgeirsson, H. Sigvaldason, and N. Sigfusson, "Effects of leisure-time physical activity and ventilatory function on risk for stroke in men: the Reykjavik Study", *Annals of Internal Medicine*, 130(12), 987-990, 1999.
- [8] U. Walter, "Predictors of pneumonia in acute stroke patients admitted to a neurological intensive care unit", *Journal of Neurology*, 254(10), 1323-1329, 2007.
- [9] K. Ward, "Acute ischaemic hemispheric stroke is associated with impairment of reflex in addition to voluntary cough", *The European Respiratory Journal*, 36(6), 1383-1390, 2010.
- [10] J. R. Bach, "Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure", *Chest*, 110(6), 1566-1571, 1996.
- [11] P. Sivasothy, L. Brown, I. E. Smith, and J. M. Shneerson, "Effect of manually assisted cough and mechanical insufflation on cough flow of normal subjects, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and patients with respiratory muscle weakness", *Thorax*, 56(6), 438-444, 2001.
- [12] S. W. Kang, H. H. Ryu, J. C. Shin, Y. R. Kim, and J. E. Kim, "The relationships of coughing to the respiratory muscle strength and pulmonary compliance in tetraplegic patients", *The Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 26(6), 704-708, 2002.
- [13] A. Vianello, "Mechanical insufflation-exsufflation improves outcomes for neuromuscular disease patients with respiratory tract infections", *American Journal of Physical Medicine & rehabilitation*, 84(2), 83, 2005.
- [14] C. I. Park, J. C. Shin, S. W. Kang, B. H. Lee, Y. S. Choi, Y. R. Kim, and S. C. Jeon, "The Efficacy of pulmonary rehabilitation using mechanical in-exsufflator in cervical cord injured patients", *The Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 26(4), 403-408, 2002.
- [15] M. Y. Liaw, M. C. Lin, P. T. Cheng, M. K. Wong, and F. T. Tang, "Resistive inspiratory muscle training: it is effectiveness in patients with acute complete cervical cord injury", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81, 752-756, 2000.
- [16] E. Cohen, "Diaphragmatic movement in hemiplegic patients measured by ultrasonography", *Thorax*, 49(9), 890-895, 1994.
- [17] A. De Troyer, D. B. D. Zegers, and M. Thirion, "Function of the respiratory muscles in acute hemiplegia", *The American review of respiratory disease*, 123(6), 631-632, 1981.
- [18] S. Ogiwara, "Antero-Posterior Excursion of the Hemithorax in Hemiplegia", *Journal of Physical Therapy Science*, 13(1), 11-15, 2001.
- [19] B. Lanini, "Chest wall kinematics in patients with hemiplegia", *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 168(1), 109-113, 2003.
- [20] E. M. Khedr, "Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients", *European Journal of Neurology*, 7(5), 509-516, 2000.
- [21] R. R. Britto, "Inspiratory Muscular Training in Chronic Stroke Survivors: A Randomized Controlled Trial", *Archives of Physical Medicine and rehabilitation*, 92(2), 184-190, 2011.
- [22] K. Kim, "Feedback Respiratory Training to Enhance Chest Expansion and Pulmonary Function in Chronic Stroke: A Double-Blind, Randomized Controlled Study", *Journal of Physical Therapy Science*, 23(1), 75-79, 2011.
- [23] L. J. Miske, "Use of the Mechanical In-Exsufflator in Pediatric Patients With Neuromuscular Disease and Impaired Cough", *Chest*, 125(4), 1406-1412, 2004.
- [24] J. R. Bach, "Continuous noninvasive ventilation for patients with neuromuscular disease and spinal cord injury", *Seminars in respiratory and critical care medicine*, 23(3), 283-292, 2002.
- [25] B. R. Kim, M. H. Chun, and S. H. Kang, "Change of respiratory function following rehabilitation in acute hemiplegic stroke", *The Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 33(1), 21-28, 2009.
- [26] M. J. Walshaw, "Hypoxia in patients with acute hemiplegia", *British Medical Journal*, 288(7), 15-17, 1984.
- [27] M. K. Kim, H. H. Kim, and G. Bo Hwang, "The effects of the mechanical insufflation-exsufflation method on lung function in patients with spinal cord injury(C5, C6)", *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 13(4), 1905-1914, 2011.
- [28] J. A. Ekstrum, "Effects of a Thoracic Mobility and Respiratory Exercise Program on Pulmonary Function and Functional Capacity in Older Adults", *Physical &*

Occupational Therapy in Geriatrics, 27(4), 310-327, 2009.

- [29] R. Bianchi, "Chest Wall Kinematics and Breathlessness During Pursed-Lip Breathing in Patients With COPD", Chest, 125(2), 459-465, 2004.
- [30] M. T. Putt, "Muscle stretching technique increases vital capacity and range of motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease", Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 89(6), 1103-1107, 2008.
- [31] G. Dechman, "Evidence underlying breathing retraining in people with stable chronic obstructive pulmonary disease", Physical Therapy, 84(12), 1189-1197, 2004.
- [32] L. M. Gauld, "Relationship between peak cough flow and spirometry in Duchenne muscular dystrophy", Pediatric Pulmonology, 39(5), 457-460, 2005.

김 진 상(Jin-Sang Kim)

[정회원]



- 1987년 8월 : 서울대학교 대학원. 수의학과 (수의학석사)
- 1990년 8월 : 서울대학교 대학원 수의학과 (수의학박사)
- 1991년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>
신경해부학, 해부학

장 상 훈(Sang-Hun Jang)

[정회원]



- 2009년 8월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2010년 3월 : 대구대학교 일반대학원 재활과학과 (박사수료)

<관심분야>
신경계물리치료, 신경해부학

이 연 섭(Yeon-Seop Lee)

[정회원]



- 2009년 8월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2012년 2월 : 대구대학교 일반대학원 재활과학과 (박사수료)
- 2011년 9월 ~ 현재 : 청암대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>
신경계물리치료, 소아물리치료