

## 마스크 필터가 만성 뇌졸중 환자의 호흡기능에 미치는 영향

이윤희<sup>1</sup> · 김동민<sup>2</sup> · 신원섭<sup>3#</sup>

<sup>1</sup>대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과 학생, <sup>2</sup>대전대학교 일반대학원 물리치료학과 학생,  
<sup>3</sup>대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과 교수

### Effect of Mask Filter on Respiratory Function in Chronic Stroke Patients

Yun-Hee Lee, PT, MSc<sup>1</sup> · Dong-Min Kum, PT, MSc<sup>2</sup> · Won-Seob Shin, PT, Ph.D<sup>3#</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, Daejeon University, Student

<sup>2</sup>Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Daejeon University, Student

<sup>3#</sup>Dept. of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, Professor

#### Abstract

**Purpose** : This study investigated the effects of wearing a mask and different mask filters on the respiratory function of stroke patients.

**Methods** : A total of 15 stroke patients were selected according to the inclusion and exclusion criteria. The respiratory functions were compared between participants with and without masks and among respiratory functions with three different mask filters. The order of using masks was non-wearing masks, Dental masks, KF80 masks, and KF94 masks; the difference in respiratory volumes among these conditions were measured. For accuracy of the measurement, sufficient education on the respiratory measurement method was provided to the researcher, and the heart rate of the participants was estimated to confirm their stability before the measurements. To ensure accuracy, the subjects were educated on the researchers' respiratory measurement methods. Each measurement was followed by 10 min breathing stability before replacing the next mask.

**Results** : The results of this study showed that the difference in respiratory functions, including forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in the first second (FEV<sub>1</sub>), and maximal voluntary ventilation (MVV), in stroke patients was statistically significant among different masks ( $p < .05$ ). Afterwards, the values of FVC, FEV<sub>1</sub>, and MVV in stroke patients wearing masks were significantly lower than those of the non-masked control group ( $p < .05$ ). The difference in respiratory functions with different mask filters showed no statistical significance ( $p < .05$ ).

**Conclusion** : This study showed that participants wearing any of the masks presented a lower respiratory function than that of those without using masks; additionally, no difference in respiratory functions was observed with differences in mask filters. Therefore, wearing a mask for a prolonged period is confirmed to affect breathing in stroke patients with weak respiratory function.

---

**Key Words** : mask filter, respiration, stroke

\*교신저자 : 신원섭, shinws@dju.kr

제출일 : 2022년 1월 24일 | 수정일 : 2022년 2월 14일 | 게재승인일 : 2022년 2월 25일

## I. 서론

뇌졸중은 뇌혈관 내에 허혈이나 출혈로 인하여 뇌 기능이 국소적 혹은 전반적으로 소실되는 것으로, 뇌의 병변 부위나 손상 정도에 따라 여러 신경학적 장애가 발생하는 질환이다(Kang & Kim, 2016; Kelley & Borazanci, 2009). 뇌졸중으로 인한 반마비는 근육의 약화와 위축, 강직을 발생시킬 수 있으며(Duncan 등, 2002), 뇌졸중에 의한 근육의 제한된 움직임은 근육의 미사용으로 인한 약화와 호흡근 약화로 인한 호흡 조절 능력을 감소시킨다(Jo 등, 2014; Kolb & Gibb, 2007). 이러한 손상은 자세 제어에 영향을 받는 흉곽의 움직임 저하 및 체간, 호흡근에 영향을 끼치며(Choi 등, 2016) 특히, 집중적인 재활이 필요한 급성기 환자들은 호흡기능 저하에 의한 잦은 피로감을 호소하고 있고, 이는 재활 운동프로그램 시행 시 큰 제한 사항으로 작용하고 있다.

뇌졸중 환자들은 최대 산소 섭취량, 걷기 속도와 지구력 정도가 연령대의 건강한 사람들과 비교 할 때 약 50 % 정도를 보이고 이는 기본적인 일상생활 정도를 수행하는 데 필요한 최소의 정도를 보이기 때문에 기능적인 신체 활동이나 움직임을 하는데 어려움을 보이며(Kelly 등, 2003), 폐 기능 검사에서는 제한성 폐 질환의 모양을 가지고 있는 환자의 40 % 정도가 횡격막 전위에 감소를 보였고, 노력성 폐활량(forced vital capacity; FVC)과 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at one second; FEV<sub>1</sub>) 그리고 최대 날숨 속도(peak expiratory flow; PEF)가 성인 예측치의 50 % 밖에 되지 않는다. 만성 뇌졸중 환자는 들숨근이 쉽게 피로해지고 호흡기 합병증에 감염될 확률이 높게 되는데, 이는 호흡근의 마비로 인해 기침 기능과 가래 제거 능력이 저하되어 기도 내에 분비물이 생겨 폐렴 등 여러 가지 호흡기 합병증을 일으킬 수 있다(Lanini 등, 2002).

2019년 12월 초 전 세계적으로 확산된 코로나 바이러스(SARS-CoV-2, 이하 COVID-19)가 보고되었고, 세계보건기구(WHO)에 의해 2020년 3월에 세계적 대유행(Pandemic)을 선언하였고, 수많은 확진자와 사망자가 발생되며 여전히 진행 중이라 보고하였다(Li 등, 2020).

이에 무분별한 확산 방지를 위해 한국 정부는 2020년

2월에는 감염병 위기경보를 ‘심각’ 수준으로 상향시키고 전염병 예방을 위한 행동 수칙을 발표하였고, 3월에는 2주 간의 강력한 사회적 거리 두기를 권고하는 등 확산 방지를 위한 다양한 정책들을 제시하였다(Ryu & Kim, 2021). 백신 접종으로 COVID-19 종식이 요원한 현재, 소독과 손 씻기와 같은 소독과 마스크 착용을 통한 예방 방법과 봉쇄(containment), 억제(suppression)를 통한 완화 방법이(Park, 2020) 최선으로 여겨지고 있다.

국내 식약청의 보건용 마스크 기준은 분진 포집 효율 시험과 안면부 흡기저항 시험, 누설률 시험이며, 이중 분진 포집 효율은 마스크 내에 외부입자 차단 정도를 측정하여 KF80(평균 0.6  $\mu\text{m}$  미세입자 80 % 이상 차단), KF94(평균 0.4  $\mu\text{m}$  미세입자 94 % 이상 차단), KF99(평균 0.4  $\mu\text{m}$  미세입자 99 % 이상 차단)의 총 세 가지로 구분되어 있는데(Jung 등, 2020), 2018년 10월부터 ‘임산부, 호흡기·심혈관 질환자, 어린이, 노약자 등은 마스크 착용으로 호흡이 불편하면 사용을 중지하고, 필요하면 의사 등 전문가와 상의하라’라는 경고 문구가 표기되어 있다. 해외의 여러 국가에서는 보건용 마스크 판매 시 호흡 곤란 가능성이 적힌 주의사항을 적어놓았으며, 미국의 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention, 2020)는 만 2세 이하의 영유아, 만성 호흡기 질환 등 호흡이 어려운 사람, 주위의 도움 없이 스스로 마스크 착용이 어려운 사람들은 보건용 마스크를 착용하면 안 된다고 하였다. 따라서 마스크의 착용이 감염확산을 방지할 수 있으나 마스크 착용이 익숙하지 않은 사람 등이 마스크 착용하면 건강에 좋지 않거나 위험할 수 있다는 우려를 낳고 있다(Scheid 등, 2020). 이러한 마스크 사용이 일상생활이 된 사정에서 최근 국내외에서는 마스크 착용이 인체에 끼치는 영향에 대한 선행 연구들이 발표되고 있다. Ryu와 Kim(2020)은 유산소 운동 시 충분한 사회적 거리 두기와 KF80 이상의 필터를 가진 마스크 착용을 권장하고 있고, 해외에서는 N95 마스크 위에 Dental 마스크를 착용하여 인체에 생리 부담을 초래하는지 알아보았으나 착용자의 활동량이 증가하면 의사소통 시 언어 전달성이 낮아짐과 호흡 곤란, 일부사람(천식환자, 공황장애 밀실공포증의 병력이 있는 사람)에게 부정적인 요인이 발생하였고(Roberge & Roberge, 2020), 마스크 착용 후 운동 시 혈관 확장으로 두통을 보

고한 연구와 마스크를 착용한 10대의 청소년이 달리기 를 하다 사망한 사고가 보고되며(Chandrasekaran & Fernandes, 2020), 장시간의 마스크 착용이 인체에 부정적인 영향을 끼칠 수 있음이 보고되고 있다(Haischer 등, 2020). 선행연구에서 10대에서 40대의 일반인을 대상으로 마스크의 착용이 호흡기능에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구는 있으나(Kum & Shin, 2021), 최근 코로나로 인한 마스크 착용이 일상화된 시기에 호흡기능이 저하된 뇌졸중 환자에게 마스크의 착용이 환자에게 어떠한 영향을 끼치는지에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 마스크 착용하기 전과 착용 후의 호흡 능력과 필터의 종류에 따른 마스크의 착용이 환자의 호흡능력에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 대전광역시 W병원에서 입원 중인 30~70대의 뇌졸중 환자를 대상으로 실시하였다. 대상자의 선정 기준은 뇌졸중으로 진단을 받은 후 6개월 이상 경과 한 성인, 현재와 과거에 심폐 관련 병증이 없는 자, 연구자의 연구 내용을 잘 이해하고 실행할 수 있는 인지능력이 있는 자로 선정하였다. 제외 기준으로는 뇌졸중 이외의 다른 신경학적 또는 정형외과적 문제가 있는 자, 폐 및 심장에 문제가 있는 자, 특별한 폐 기능 치료를 받는 자로 하였다. 대상자 수는 Kum과 Shin(2021)의 선행연구를 참고하였고 Cohen의 표본 추출 공식에 따른 표본 수 계산 프로그램인 G \* Power 3.1.9.2 프로그램을 이용하여 효과 크기 0.4, 유의수준 .05, 검정력 .8으로 설정한수 최소 표본 크기 12명으로 산출되었고, 탈락률을 고려하여 총 15명이 연구 대상자 선정하였다. 실험 전 모든 연구 대상자들에게 본 연구의 목적을 충분히 설명하였고 자발적으로 실험에 동의하여 연구를 진행하였다. 본 연구는 대전대학교 생명윤리위원회의 승인을 받은 후 연구가 진행되었다(1040647-202112-HR-007-03).

### 2. 연구절차

본 연구는 선정 기준과 제외 기준을 통해 선정된 총 15명을 대상으로 마스크 미착용 상태와 3 종류의 다른 필터가 적용된 마스크를 각각 착용하여 호흡기능을 평가하였다. 본 연구에서는 마스크 미착용, Dental 마스크, KF80 마스크, KF94 마스크 착용을 무작위 순서로 마스크 필터의 종류를 변경하며 호흡기능을 측정하였다. 대상자의 측정 전 안정 상태를 확인하기 위해 혈압을 측정하였다. 대상자는 측정의 정확도를 위해 연구자의 호흡량 측정 방법에 대하여 충분한 교육을 받았으며, 호흡 측정 3시간 전 카페인이나 든 음료와 식사를 금지하고, 측정 전 48시간 전 음주와 과격한 운동을 피하도록 설명하였다. 측정 후 마스크 교체 동안 10분의 호흡 안정 기간을 두고 재측정 하였다. 소요시간은 대기시간 포함 약 30분이며 호흡기 오염을 위하여 개인별로 마스크를 제공하고 평가도구는 소독 후 사용하였다.

### 3. 평가도구 및 방법

호흡 평가는 스마트 폐활량 측정기(Spirobank Smart™, MIR, ITA)를 사용하여 측정하였다. 이 측정 장비는 30 mm의 일회용 깔때기를 사용하여 호흡의 지속시간과 크기를 측정해 분석해 주는 장비이다. 호흡 평가 중 마스크로 인해 호흡이 밖으로 새지 않고 정확하게 측정될 수 있도록 마스크 위에 실리콘 폴 페이스 마스크(Sil-Flex Mask, Galemed, Taiwan)를 착용하였다. 대상자는 바로 선 자세에서, 코마개로 코를 막은 후에 평상시와 같이 호흡을 2회 반복하게 하였다(Fig 1). 이후 약 2초간 빠르게 숨을 들이마시고 약 6초 동안 남은 호흡이 없도록 숨을 내쉬도록 하였다(An & Shin, 2018; Han 등, 2015). 총 3회씩 측정하였고 중간에 10분간 휴식을 취하였으며 총 3회 측정된 값 중 최댓값을 사용하였다. 측정 전 대상자에게 충분한 설명 후 치료사의 시범 후에 측정하였다. 폐 기능은 노력성 폐활량(forced vital capacity; FVC), 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at one second; FEV<sub>1</sub>), 최대 수의적 환기량(maximal voluntary ventilation; MVV)을 측정하였고, 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량은 폐의 기능을 알아보기 위한 지표이며, 최대 수의

적 환기량은 흡기 시 흡기근의 지구력을 평가하는 지표로 이용된다(Park 등, 2016). FVC는 성인의 경우 남자 3 L 이상 여자의 경우 2 L 이상의 기준을 가지고, FEV<sub>1</sub> 은 폐활량의 3초 동안 95 % 이상 배출할 수 있어야 하며, MVV는 약 160~180 L/min을 환기량을 할 수 있는지에 대한 기준을 가진다(Kum & Shin, 2021).



Fig 1. Pulmonary function measurement posture while wearing a mask

#### 4. 분석방법

본 연구의 자료 분석은 IBM SPSS version 21.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA)을 사용하였다. 호흡기능에 대한 실험 결과에 대해 각 마스크 조건별 평균과 표준편차를 산출하여 비교 분석하였다. 마스크의 종류에 따른 호흡기능의 차이는 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)법으로 검증하였고, 사후 분석은 Bonferroni correction으로 진행하였다. 통계적 유의수준  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

### Ⅲ. 결과

#### 1. 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 만성 뇌졸중 대상자는 총 15명으로 일반적 특성과 의학적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics

(n=15)

Variables	
Sex (male/female)	6 / 9
Age (year)	61.73 (12.62)
Height (cm)	164.60 (8.93)
Weight (kg)	61.33 (10.43)
Stroke type (Infraction/Hemorrhage)	11 / 4
Hemi side (Left/Right/Quadri)	9 / 4 / 2
Duration (month)	19.27 (9.19)

The values are presented as mean (SD)

#### 2. 마스크 종류에 따른 호흡기능의 차이

본 연구의 결과, 뇌졸중 환자들의 마스크 종류에 따른 호흡기능의 차이는 FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV에서 모두 통계적으로 유의하게 나타났다( $p < .05$ ). 사후 분석에서는 마스크

를 착용하지 않은 미착용 군에 비해 마스크의 종류에 상관없이 마스크를 착용한 FVC, FEV<sub>1</sub>, MVV 값이 유의하게 낮게 나타났다( $p < .05$ ). 마스크의 종류에 따라서는 호흡기능의 차이가 통계적으로 유의하지 않았다( $p < .05$ )(Table 2).

Table 2. Difference in respiratory according to mask type

(n=15)

Variables	No mask	Dental	KF80	KF94	F
FVC (ℓ )	3.12 (1.08)	2.17 (.84) <sup>†</sup>	1.89 (.94) <sup>†</sup>	1.81 (1.00) <sup>†</sup>	17.689*
FEV <sub>1</sub> (ℓ /sec)	2.21 (.92)	1.25 (.61) <sup>†</sup>	.95 (.63) <sup>†</sup>	1.01 (.69) <sup>†</sup>	30.706*
MVV (ℓ /min)	77.40 (32.18)	43.75 (21.51) <sup>†</sup>	33.34 (22.13) <sup>†</sup>	35.37 (24.14) <sup>†</sup>	43.504*

The values are presented as mean(SD), \*p<.05, <sup>†</sup>significant difference compared to control. FVC; Forced Vital Capacity, FEV<sub>1</sub>; Forced Expiratory Volume. 1 second, MVV; Maximal Voluntary ventilation

#### IV. 고 찰

본 연구에서는 마스크 착용이 뇌졸중으로 심폐기능이 약한 환자에게 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 부족한 상황이기 때문에 마스크 필터별로 뇌졸중 환자의 호흡에 끼치는 영향을 알아보는 데 목적이 있다. 연구 대상자는 뇌졸중 진단을 6개월 이상 진단받은 성인남녀 15명으로 마스크 미착용, Dental 마스크, KF80 마스크, KF94 마스크를 무작위 순서로 호흡 능력을 평가하였다. 정확한 평가를 위해 환자가 안정된 심박수를 유지하는지 확인하였고 뉴욕심장학회(New york Heart association classification)의 기준에 따라 76 beat/ min 미만 시 안정된 상태로 확인하고 실험을 진행하였다(Hsia 등, 2009).

연구의 결과, 뇌졸중 환자들의 마스크 착용 유·무에 따라 마스크 미착용군에서의 호흡평가는 FVC 성인의 기준인 3 L를 넘지만 마스크 착용군의 호흡 평가 시 Dental, KF80, KF94 마스크 각각 2.17 L, 1.89 L, 1.81 L로 기준보다 현저히 낮은 수준임이 나타났다. 이와 같은 결과를 통해 뇌졸중 환자들의 마스크 착용 시간에 대한 조절이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 하지만 마스크 필터의 종류에 따라서는 유의미한 호흡기능의 차이가 나타나지 않았다. 그러나 Kum과 Shin(2021)의 일반인을 대상으로 한 마스크 필터 별 호흡능력에 대한 연구에서는 Dental 마스크와 KF94에서 FEV<sub>1</sub>과 FVC 값의 차이를 나타났다. 이러한 차이는 대상자들의 연령대 차이, 뇌졸중 환자의 폐 기능 약화(Jo 등, 2014; Kolb & Gibb, 2007), 호흡근 약화와 조절 능력 감소로 인한 호흡 능력의 전체적인 감소(Kim 등, 2019)로 인하여 발생된 것이라고 생각

된다.

현재는 코로나19로 인하여 일반인 뿐만이 아닌 뇌졸중 환자에게도 마스크 착용이 일상화가 되었다. 본 연구의 결과에서처럼 마스크 필터가 뇌졸중 환자에게 호흡 기능에 영향을 주는 것으로 나타났고, 이러한 영향은 심혈관 기능에도 영향을 줄 것이라고 예상된다. 또한 뇌졸중으로 인한 운동 능력과 심폐 능력의 감소는 재활 프로그램 지연시키며, 활동성 또한 저하되는 것으로 보고되어(Roth, 1994) 마스크 착용 시간 조절이 필요하다고 사료된다. 마스크 미착용 군보다 마스크 착용 군이 호흡 저항이 증가에 따라 호흡 근육에 더 많은 작업이 필요하며 산소 소비가 높아진다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 원심실 압력이 증가하여 심장의 압력 차이를 만들게 되어 심장 부하가 증가하게 되고(Cheyne 등, 2020), 이런 심장의 압력의 차이는 심방 수축상태에 영향을 나타나게 되며, 이는 원심실의 기능 장애의 이유가 된다(Hur 등, 1997). 따라서 심폐기능이 약한 뇌졸중 환자의 마스크 착용은 심폐 매개 변수에 영향을 미칠 수 있기 때문에 다양한 운동 부하에 대한 연구가 필요하다.

뇌졸중 환자는 운동기능과 감각기능의 장애가 발생하며 신체 활동에 제약을 받고 있다(Kolb & Gibb, 2007). 뇌졸중 환자의 호흡기능 저하가 만성적으로 진행되는 폐 기능이 빠르게 회복되지 않고 있음을 알 수 있고, 일상생활과 재활 중재로 인한 뇌졸중 환자의 폐 기능 회복과 증진은 제한적이다(Park, 2009). 집중적인 재활이 필요한 뇌졸중 환자들에게서 호흡기능의 저하는 흔히 관찰될 수 있다. 이러한 호흡기능의 저하는 피로도와 밀접한 관계가 있다고 할 수 있고(Kang 등, 2011), 지구력이 필요한 유산소 운동 시 피로감을 발생시키고, 피로감으

로 인하여 일상생활 동작 수행 능력의 저하를 만들어 독립된 생활의 어려움을 만들 수 있으며, 지속적인 재활을 진행하는데 방해 요소로 작용함에 따라 기능적 회복을 더디게 한다고 하였다(Estienne 등, 1993).

본 연구에서의 제한점은 뇌졸중 환자의 정적 상태 호흡기능만을 평가하여 마스크 착용 후 활동과 운동 시에 대한 효과는 알 수 없는 점과 6개월 이상의 만성 뇌졸중 환자에 국한되어 급성기나 아급성기의 뇌졸중 환자에 대한 차이는 알 수 없다는 점이다. 이에 추후 연구에서는 뇌졸중 환자의 운동재활 시 마스크를 착용하여 이러한 마스크가 환자의 호흡능력에 어떠한 영향을 끼치는지와 만성이 아닌 급성기, 아급성기 환자의 호흡능력에 마스크가 어떠한 영향을 끼치는지 알아보아야 할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 마스크의 필터에 따른 뇌졸중 환자들의 호흡기능에 미치는 영향을 알아보려고 실시하였다. 그 결과 마스크 미착용 군과 비교해 모든 마스크에서 호흡기능의 저하를 가져왔고 마스크 간 차이는 없는 것으로 나왔다. 따라서 마스크를 장시간 착용 시 호흡기능이 약한 뇌졸중 환자의 호흡에 영향을 줄 수 있음을 확인하였다. 이를 통해 뇌졸중 환자들의 장시간 마스크 착용이 필요한 경우 호흡에 무리를 주지 않도록 충분한 휴식 시간을 제공하기를 권장한다.

## 참고문헌

An SK, Shin WS(2018). Effect of air stacking training on pulmonary function, respiratory strength and peak cough flow in persons with cervical spinal cord injury, *Phys Ther Rehabil Sci*, 7, 147-153. <https://doi.org/10.14474/ptrs.2018.7.4.147>.

Chandrasekaran B, Fernandes S(2020). Exercise with facemask; Are we handling a devil's sword?-A

physiological hypothesis. *Med Hypotheses*, 144, Printed Online. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110002>.

Choi HS, Shim YJ, Shin WS(2016). Comparison on postural control between abdominal draw-in maneuver abdominal expansion maneuver in persons with stroke. *Phys Ther Rehabil Sci*, 5, 113-119. <https://doi.org/10.14474/ptrs.2016.5.3.113>.

Cheyne WS, Harper MI, Gelinac JC, et al(2020). Mechanical cardiopulmonary interactions during exercise in health and disease. *J Appl Physiol*, 128(5), 1271-1279. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00339.2019>.

Estienne M, Gevenois PA, Kinnear W, et al(1993). Lung volume restriction in patients with chronic respiratory muscle weakness: the role of microatelectasis. *Thorax*, 48(7), 698-701. <https://doi.org/10.1136/thx.48.7.698>.

Haischer MH, Beilfuss R, Hart MR, et al(2020). Who is wearing a mask? gender-, age-, and location-related differences during the COVID-19 pandemic. *Plos One*, 15(10), Printed Online. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240785>.

Han JT, Go MJ, Kim YJ(2015). Comparison of forced vital capacity and maximal voluntary ventilation between normal and forward head posture. *J Korean Soc Phys Med*, 10(1), 83-89. <https://doi.org/10.13066/kspm.2015.10.1.83>.

Hsia J, Larson JC, Ockene JK, et al(2009). Resting heart rate as a low tech predictor of coronary events in women: prospective cohort study. *BMJ*, 338, Printed Online. <https://doi.org/10.1136/bmj.b219>.

Hur SH, Kim KS, Han SW, et al(1997). Diastolic dysfunction of left ventricle during transient myocardial ischemia: usefulness of color M-mode doppler echocardiography. *Korean Circ J*, 27(11), 1096-1109. <https://doi.org/10.4070/kcj.1997.27.11.1096>.

Jo MR, Kim NS, Jung JH(2014). The effects of respiratory muscle training on respiratory function, respiratory muscle strength, and cough capacity in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med*, 9(4), 399-406. <https://doi.org/10.13066/kspm.2014.9.4.399>.

- Jung JY, Kang C, Seong Y, et al(2020). Effects of wearing COVID-19 protective face masks on respiratory, cardiovascular responses and wear comfort during rest and exercise. *Fashion Textile Res J*, 22(6), 862-872. <https://doi.org/10.5805/SFTI.2020.22.6.862>.
- Kang KY, Kim TY(2016). Effects of a combined functional electrical stimulation with action observation training for balance and gait performance in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med*, 11(2), 93-102. <https://doi.org/10.13066/kspm.2016.11.2.93>.
- Kang JI, Jeong DK, Park SK, et al(2011). Effects of chest resistance exercise on forced expiratory volume in one second and fatigue in patients with COPD. *J Korean Phys Ther*, 23(2), 37-43.
- Kelley R, Borazanci A(2009). Stroke rehabilitation. *Neurol Res*, 31(8), 832-840. <https://doi.org/10.1179/016164109X12445505689689>.
- Kelly JO, Kilbreath SL, Davis GM, et al(2003). Cardiorespiratory fitness and walking ability in subacute stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(12), 1780-1785. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00376-9](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00376-9).
- Kolb B, Gibb R(2007). Brain plasticity and recovery from early cortical injury. *Dev Med Child Neurol*, 49(2), 107-118. <https://doi.org/10.1002/dev.20199>.
- Kim BS, Park SH, Park HJ, et al(2019). The effects of whole body vibration stimulation training combined with respiratory resistance on respiratory and balance function in stroke patients. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(10), 234-243. <https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2019.9.10.234>.
- Kum DM, Shin WS(2021). How does the filter on the mask affect your breathing?. *Phys Ther Rehabil Sci*, 10(4), 438-443. <https://doi.org/10.14474/ptrs.2021.10.4.438>.
- Lanini B, Gigliotti F, Coli C, et al(2002). Dissociation between respiratory effort and dyspnoea in a subset of patients with stroke. *Clin Sci*, 103(5), 467-473. <https://doi.org/10.1042/cs1030467>.
- Li Q, Guan X, Wu P, et al(2020). Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. *N Eng J Med*, 382, 1199-1207. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>.
- Pang MY, Eng JJ, Dawson AS(2005). Relationship between ambulatory capacity and cardiorespiratory fitness in chronic stroke. *Chest*, 127(2), 495-501. <https://doi.org/10.1378/chest.127.2.495>.
- Park EC(2020). Post coronavirus disease 2019. *Health Policy and Management*, 30(2), 139-141. <https://doi.org/10.4332/KJHPA.2020.30.2.139>.
- Park JW(2009). Longitudinal motor function recovery in stroke patients with focal pons infarction: report of 4 cases. *J Korean Phys Ther*, 21(4), 111-115.
- Park SH, Cha YJ, Choi YH(2016). Effects of treadmill walking training with randomized walking speed on pulmonary function in persons with chronic stroke. *J Korean Soc Phys Med*, 11(4) 71-78. <https://doi.org/10.13066/kspm.2016.11.4.71>.
- Roberge RJ, Roberge MR(2020). Cloth face coverings for use as facemasks during the coronavirus (SARS-Cov-2) pandemic: what science and experience have taught us. *Disaster Med Public Health Prep*, First View, 2020, Printed Online. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.354>.
- Roth EJ(1994). Heart disease in patients with stroke. Part II: Impact and implications for rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*, 75(1), 94-101. [https://doi.org/10.1016/0003-9993\(94\)90344-1](https://doi.org/10.1016/0003-9993(94)90344-1).
- Ryu JS, Kim JG(2021) Effects of wearing face masks on cardiopulmonary exercise performance. *Korean J Phys Edu*, 60(2), 355-365.
- Scheid JL, Lupien SP, Ford GS, et al(2020). Commentary: physiological and psychological impact of face mask usage during the COVID-19 pandemic. *Int J Environ Res Public Health*, 17(18), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186655>.
- Centers for Disease Control and Prevention. Considerations for wearing masks, 2020. Retrieved December, 28, 2020. Available at <http://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/cloth-face-cover-guidance.html>.