

심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 효과: 문헌 고찰

박희용[‡]

[‡]중부대학교 물리치료학과 교수

Effect of Preoperative Rehabilitation in Cardiac and Lung Surgery Patients: Literature review

Hee-Yong Park, PT, Ph.D[‡]

[‡]*Dept. of Physical Therapy, Joongbu University, Professor*

Abstract

Purpose : Cardiac and lung surgery can lead to decreased physical activity, pain, reduced motion of thorax, and postoperative complications, which may prolong the length of stay in intensive care units and hospitals and increase medical costs. Preoperative rehabilitation aims to enhance postoperative recovery and rehabilitation by improving patients' physical fitness and functional capacity. This can reduce the need for long-term treatment and improve patients' ability to live independently. This study aimed to investigate the effects of preoperative rehabilitation in cardiac and lung surgery patients.

Methods : This study was conducted from January 1, 2024, to January 26, 2024, using the PubMed database to identify and analyze recent research findings on the effects of preoperative rehabilitation in cardiac and lung surgery patients. The keywords used included 'preoperative,' 'rehabilitation,' 'pulmonary rehabilitation,' 'respiratory rehabilitation,' and 'chest physiotherapy.' The review focused on studies conducted in the past five years. Seven studies were included, with a total of 267 studies.

Results : Preoperative rehabilitation in cardiac and lung surgery patients resulted in reduced length of hospital stay, shorter mechanical ventilation periods, lower complication rates, and improvements in functional capacity, exercise capacity, lung function, oxygen saturation, knee extensor strength, knee flexor strength, and quality of life.

Conclusion : Preoperative rehabilitation has demonstrated positive effects on functional capacity, exercise capacity, lung function, oxygen saturation, quality of life, length of hospitalization, duration of mechanical ventilation, and complication rates in cardiac and lung surgery patients. Therefore, incorporating preoperative rehabilitation, along with postoperative cardiac and pulmonary rehabilitation, could be clinically beneficial.

Key Words : cardiac rehabilitation, postoperative, preoperative, pulmonary rehabilitation, rehabilitation

[‡]교신저자 : 박희용, hee_yong_@naver.com

제출일 : 2024년 4월 17일 | 수정일 : 2024년 5월 30일 | 게재승인일 : 2024년 7월 12일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

심혈관계 질환은 전 세계에서 가장 흔한 사망 원인이며, 우리나라에서도 심장 질환은 단일 질환으로 인한 주요 사망 원인이다(Benjamin 등, 2017; Choi & Hwang, 2020; Nejkov 등, 2020). 심혈관계 질환의 일종인 관상동맥질환은 주로 관상동맥이 좁아지거나 막혀 심근에 산소 및 영양을 보내는 혈액의 공급이 충분히 이루어지지 않아 심장 기능 부전을 일으키는 질환이며, 심근경색, 협심증과 같은 심장 질환을 야기할 수 있다(Choi & Hwang, 2020). 관상동맥질환 치료의 주요 접근법으로 관상동맥우회술이라는 수술이 시행되며, 이러한 수술은 여러 가지의 수술 후 합병증이 발생할 수 있으며, 신체 활동의 상실과 폐 손상이 가장 흔한 증상이다(Bottio 등, 2003; Montrief 등, 2018; Shahood 등, 2022). 관상동맥우회술전 좋지 않은 신체 건강 상태는 입원 기간의 증가, 수술기주위(periooperative)의 이환율 및 사망률 증가 등과 관련성이 있다고 보고되며, 특히 노인이나 허약한 환자의 경우 입원 전, 입원 중, 입원 후 체력 및 신체 기능 저하에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Cook 등, 2001; Dronkers 등, 2013; Hulzebos & Van Meeteren, 2016; Smith 등, 2013; Steinmetz 등, 2020). 또한, 폐암 환자에게 긴 생존 기간과 효과적인 치료법을 제공하는 방법은 수술적 치료법이라고 보고되지만, 개흉술은 수술 후 통증 호소가 높은 수술 중 하나이다(Kökež 등, 2023). 수술 후, 얇은 호흡(shallow breathing) 및 통증으로 인한 흉부의 움직임 감소 등과 관련하여 환기가 제한될 수 있으며, 절제된 폐로 인하여 수술 후 호흡 능력이 감소할 수 있고 폐 합병증이 발생할 수 있다(Bastin 등, 1997; Kökež 등, 2023). 수술 후 발생할 수 있는 이러한 합병증으로 인해 환자들은 중환자실 및 병원의 입원 기간 증가와 의료비를 증가시킬 수 있다(Feltracco 등, 2012; Stéphan 등, 2000; Varela 등, 2006).

심장 재활(cardiac rehabilitation)의 주요 목표로는 심장 수술 후 정신적 및 신체적 회복 개선과 향후 심장 질환의 위험을 줄이는 것이다. 또한, 심장 수술이 예정된 환자의 심장 재활의 경우, 수술 전 재활의 목표는 폐 합병

증(pulmonary complications)을 최소화하며 예방하고, 수술 후 재활의 목표로는 폐 확장의 지속(continuation of pulmonary expansion), 입원 기간의 감소 등을 고려할 수 있다(Achttien 등, 2013; Nejkov 등, 2020). 즉, 심장 재활은 환자의 더 나은 예후에 대해 기여할 수 있다. 또한, 호흡 재활(pulmonary rehabilitation)은 수술 환자의 내성(tolerance), 분비물 배액 능력, 가로막 기능을 증진 시킬 수 있으며, 호흡 요구량(respiration need)을 감소시킬 수 있고, 그러므로, 합병증 위험과 증상을 감소 시킬 수 있으며, 삶의 질에 대해 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(Mahler, 1998; Takaoka & Weinacker, 2005). 호흡 재활은 환자가 수술 전 및 수술 후 생활에 보다 적극적으로 참여할 수 있도록 도움을 주며, 환자가 더 오래 생존할 수 있도록 하는 유익하고 중요한 재활 치료이다(Kökež 등, 2023).

수술 전 재활(preoperative rehabilitation) 또는 사전 재활(prehabilitation)은 환자의 체력과 기능적 능력을 향상시켜 수술 후 회복과 재활 치료의 효과를 향상 시키는 것을 목표로 하며, 장기적인 치료 필요성을 줄이고 환자의 독립적인 생활 능력을 개선시킬 수 있다(Cabilan 등, 2016; Le Roy 등, 2016; Levett 등, 2016; Punt 등, 2017; Steinmetz 등, 2020; Topp 등, 2002). 관상동맥우회술 수술 전 고령의 환자에 대한 단기간의 운동을 기반으로 한 사전 재활은 수술 전 기능적 능력과 삶의 질을 향상시키는데 효과적이며, 수술 후 회복을 개선하고 재활 치료의 효율성을 높이기 위해 기능적 능력 향상에 초점을 맞추는 것이 중요하다고 보고했다(Steinmetz 등, 2020). 또한, 폐암 환자의 경우 수술 후 결과를 개선하기 위하여 사전 운동 치료가 강력히 권장되고 있으며, 이러한 치료는 수술 후 폐 합병증(postoperative pulmonary complications) 위험을 감소시키며, 운동 능력을 개선시킬 수 있다고 보고된다(Batchelor 등, 2019; Granger & Cavalheri, 2022; Licker 등, 2017; Machado 등, 2024; Rosero 등, 2019; Steffens 등, 2018). 즉, 수술 전 재활 치료는 수술 전 환자의 상태를 최적화하여 수술 전 위험을 줄일 수 있으며, 수술 후 회복과 결과를 향상 시킬 수 있고, 근력 및 삶의 질 개선에 도움을 줄 수 있을 것이다(Bhatia & Kayser, 2019; Pouwels 등, 2015; Weston 등, 2016).

2. 연구의 목적

심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 치료 및 호흡 운동은 수술 후 이점이 있다고 보고되며, 그로 인해 수술 전 재활에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나, 심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활에 대한 자료는 부족한 실정이다. 수술 후 폐 합병증의 위험을 줄이며 수술 후의 회복과 결과를 개선하기 위해서 수술 전 재활 치료는 좋은 전략일 수 있을 것이다. 그러므로, 본 연구의 목적은 심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 치료에 대한 효과를 자세히 조사하고 분류하여, 수술 전 재활 치료를 수행하는데 있어 임상적으로 도움을 주고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 치료가 미치는 효과에 대한 최신 동향과 연구 결과를 자세히 확인하고 이해하는데 기여하기 위해 수행된 문헌 고찰 연구이다.

2. 연구진행

1) 검색전략

문헌 검색의 경우, 본 연구자가 검색 전략에 따라서 1차적으로 수행하여 논문을 선택하였으며, 최종 평가에 포함될 연구를 선택하여 수행하였다.

2) 문헌 검색

본 연구의 문헌 검색은 2024년 1월 1일부터 2024년 1월 26일까지 시행하였으며, 국외 학술지에 게재된 수술 전 재활 치료를 시행한 연구를 대상으로 하였다. 문헌 검색은 전자 데이터 베이스를 기반으로 수행하였으며, PubMed를 통해 출판 및 완성된 학술지 논문을 검색하였고, 출판 연도는 최근 5년으로 제한하였다. 본 연구의 키워드로는 “preoperative”, “rehabilitation”, “pulmonary rehabilitation”, “respiratory rehabilitation”, “chest

physiotherapy”를 주요 키워드로 설정하고 조합하여 사용하였다.

3) 문헌 선택 기준

본 연구의 문헌 선정 기준으로는 1) 심장 및 폐 수술 환자에 대한 연구, 2) 수술 전 재활 또는 사전 재활이 수행되어 구성된 연구, 3) 임상시험 연구, 4) 영어로 출판되며 무료로 제공하는 연구를 포함하였으며, 제외 기준으로는 원문 전체를 확인하기 어려운 연구는 제외하였다.

4) 분석 문헌 선정과정

국외 데이터 베이스에서 검색 키워드를 사용하여 문헌을 검색한 후, 분석 문헌을 선택하기 위하여 연구가 선정 기준에 부합하는지를 확인하였다. 데이터 베이스에서 주요 키워드를 활용하고 출판 연도를 설정한 결과, 총 267건이었으며, 이 중 중복되는 문헌 및 연구 제목과 초록을 확인하여 주제와 상관없는 문헌을 검토한 후, 254편의 문헌을 제외하여 13편의 문헌이 선택되었으며, 선택된 문헌의 전문을 확인한 결과 기준에 적합하지 않은 6편의 논문을 제외하여 최종 평가에는 총 7편의 연구가 포함되었다.

III. 결 과

1. 연구의 특성

본 연구에 포함된 연구는 선정 기준에 따라 총 7편이 포함되었다. 출판 연도를 기준으로 2019년은 1편, 2020년은 2편, 2021년은 0편, 2022년은 1편, 2023년은 2편, 2024년은 1편이 포함되었으며, 7편의 연구가 무작위 배정 임상연구로 구성되었다. 연구 모두 성별은 남녀를 구분하지 않았고, 성인을 대상으로 연구를 진행하였다.

2. 선정 논문의 근거 수준

선정된 연구 결과들을 연구의 디자인에 따라 4개의 수준 중 하나로 분류하였다. 각 수준을 다음과 같이 정의하였다. 수준 1: 무작위 배정 임상연구(randomized

controlled trials), 수준 2: 비무작위 배정 임상연구 (non-randomized controlled trials), 수준 3: 대조군이 없는 실험 연구(experimental studies), 수준 4: 수준 1부터 3까지에 포함되지 않는 유형의 연구로 분류하였다.

3. 중재 방법의 형태

선정된 수술 전 재활에 대한 총 7편의 연구 중 1편의 연구는 유산소 운동을 단일 수행하였으며, 2편의 연구는 유산소 운동 및 추가적인 중재(resistance training, light gymnastics)를 병행하였고, 1편의 연구는 호흡 운동을 단일 수행하였으며, 2편의 연구는 호흡 운동 및 추가적인 중재(spirometer training 및 bi-level positive airway pressure, 자세 및 환자교육)를 병행하였고, 1편의 연구는 신경근전기자극 치료를 단일 수행하였다. 연구들의 중재 기간은 약 1-4주 범위 내에서 수행되었다.

4. 종속 변수

선정된 수술 전 재활에 대한 총 7편의 연구 중 호흡 기능의 결과를 다룬 논문은 2편, 신체 기능 결과에 대해 다룬 논문은 5편, 삶의 질의 결과를 다룬 논문은 2편, 그 외의 추가적인 결과들에 대해 다루었다. 호흡 기능 변수 들로는 Forced vital capacity(FVC), Forced expiratory volume in the first second(FEV₁) 등이 있으며, 신체 기능 변수들로는 Two-minute walk test(2MWT), Incremental shuttle walk test(ISWT), Five-times sit-to-stand test(5STS), Six-minute walk test(6MWT), Timed-up-and-go test(TUG), muscle status 등이 있으며, 삶의 질 변수로는 European organization for research and treatment of cancer quality of life questionnaire C30(EORTC QLQ-C30), MacNew questionnaire가 있었고 그 외의 추가적인 결과들은 심폐 운동부하검사, 동맥혈 가스분석, 합병증 발생률, 입원 기간, 기계 환기 기간 등이 있다.

5. 연구 결과

1) 심장 수술 환자에서 수술 전 재활

본 연구 결과, Nejkov 등(2020)의 연구에 따르면, 그룹 간 비교에서 중재군의 기계 환기 기간과 전체 입원 기간

을 단축하고 기능적 능력(2MWT, Sit to stand)을 향상시키는 효과를 보이며 유의한 차이를 보였다. Steinmetz 등(2020)의 연구에 따르면, 수술 전 그룹 간 비교에서 중재군의 기능적 능력(6MWT, TUG)과 삶의 질(MacNew questionnaire)에서 유의한 향상을 보였으며, 수술 후 기능적 능력(6MWT, TUG)에서 유사한 효과를 보였다. Shahood 등(2022)의 연구에 따르면, 그룹 간 비교에서 중재군의 수술 후 폐 기능(FVC%, FEV₁%) 및 산소 포화도(oxygen saturation)의 개선, 입원 기간의 단축이 대조군에 비하여 유의한 차이를 보였다. Sumin 등(2023)의 연구에 따르면, 중재군의 무릎 펌 근력, 무릎 굽힘 근력, 6MWT가 대조군에 비하여 유의한 증가를 보였다(Table 1).

2) 폐 수술 환자에서 수술 전 재활

본 연구 결과, Bhatia와 Kayser(2019)의 연구에 따르면, 그룹 간 비교에서 중재군의 심폐 능력 및 보행 능력(VO_{2peak}, W_{peak}, 6MWT)을 향상시키는 효과를 보이며 유의한 차이를 보였다. Kökeç 등(2023)의 연구에 따르면, 그룹 간 비교에서 대조군의 수술 후 전체 합병증(total complication) 발생률이 유의하게 증가하였으며, 입원 기간도 유의하게 높은 것으로 나타났다. Machado 등(2024)의 연구에 따르면, 그룹 간 비교에서 중재군의 수술 후 삶의 질(EORTC QLQ-C30)을 개선하며 저하를 효과적으로 예방할 수 있고, 수술 전 5회 앉았다 일어서기 검사와 수술 후 운동 능력(ISWT)을 향상시키는 효과를 보이며 유의한 차이를 나타냈다(Table 1).

IV. 고찰

본 연구의 목적은 심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 치료에 대한 효과를 알아보고, 최근 5년간에 실시된 연구들의 결과를 바탕으로 수술 전 재활 치료에 대한 기초 자료를 제공하며 임상적으로 도움을 주고자 하기 위함이다. 수술 전 재활 치료에 대한 효과는 다음과 같다.

심장 수술 환자에서 수술 전 재활 효과들로는, 수술 전 물리 치료(preoperative physical therapy)가 심장 수술을 받는 환자의 수술 후 폐 합병증(무기폐 및 폐렴)을

Table 1. Characteristics of selected studies

Author (year)	Study design	Participant	Intervention	Duration	Outcome variable	Result
Nejkov et al. (2020)	RCT	IG=11 CG=8 * scheduled for cardiac surgery (CABG, aortic valve, mitral valve, or combined)	Preoperative respiratory rehabilitation 1. Diaphragmatic breathing and relaxation of the chest 2. Postural education 3. Patient education about self-care and modification of risk factors	Twice a day (Mean duration : 6.73±2.76 days)	1. ABG parameters 2. Functional capacity: 2MWT, sit-to-stand test 3. Duration of MV 4. Length of stay in ICU 5. Occurrence of PPC 6. Length of total hospitalization	Intervention group - Duration of MV and length of total hospitalization ↓ - Functional capacity ↑
Steinmetz et al. (2020)	RCT	IG=81 CG=90 * preoperative elective CABG surgery	Preoperative exercise program (cycle ergometer training) Every training session included two aerobic exercise workouts with a light gymnastics (breathing techniques and coordination exercises) in between	Two week	CPET 2. 6MWT 3. TUG 4. QoL (MacNew questionnaire)	Intervention group - Functional capacity and QoL (preoperatively) ↑ - Functional capacity (postoperatively) ↑
Shahood et al. (2022)	RCT	IG=46 CG=54 * planned open heart surgery	Preoperative chest physiotherapy Breathing exercises: patients practiced 10 deep breaths with an incentive spirometer (30 minutes daily)	One week	1. Primary outcome: respiratory function (FVC, FEV1), oxygen saturation (SpO2) 2. Secondary outcome: length of postoperative hospital stay	Intervention group - Lung function and oxygen saturation (Postoperative) ↑ - Hospital stay ↓
Sumin et al. (2023)	RCT	IG=62 CG=60 * preoperative elective cardiac surgery	Prehabilitation (NMES) Both quadriceps femoris muscle (each session: 90 min)	Least seven sessions (usually 7-10)	1. Muscle status: KES, KFS, HS 2. Functional state: 6MWT	Intervention group (NMES) - KES, KFS, and 6MWT distance ↑
Bhatia & Kayser (2019)	RCT	IG=74 CG=77 * lung cancer resection (candidates)	Preoperative HIIT HIIT program: 2×10min series of 15s sprints at peak power, interspersed with 15s pauses (upright electromagnetic cycle ergometer)	2-3 weeks (3 times a week)	Exercise testing 1. CPET 2. 6MWT	Intervention group - Aerobic capacity and peak power output (VO2peak, Wpeak) ↑ - 6MWT distance ↑
Kökez et al. (2023)	RCT	IG=30 CG=30 * undergone lung resection by thoracotomy	Preoperative pulmonary rehabilitation 1. Respiration exercise training 2. Intensive spirometer training 3. Bi-level positive airway pressure (BIPAP)	For 7 days (3 hours a day)	1. Respiratory Function Test: FEV1, FVC 2. ABG Test 3. Complication rates 4. Length of hospital stay	Control group - Total incidence rate of complications ↑ - Length of hospital stay ↑

Table 1. Characteristics of selected studies (continue)

Author (year)	Study design	Participant	Intervention	Duration	Outcome variable	Result
Machado et al. (2024)	RCT	IG=20 CG=21 * awaiting lung cancer resection	Preoperative PHET program 1. Educational session 2. Home-based aerobic plus resistance training (concurrent training) 3. Telephone-based supervision	Adjusted based on the waiting times for surgery (Mean duration : 3.6±.2 weeks)	1. Primary outcome: HRQoL (EORTC QLQ-C30) 2. Secondary outcomes: Physical performance (exercise capacity:ISWT, HS, 5STS), Postoperative LOS	Intervention group (PHET) - Prevent the decline in QoL Five-times sit-to-stand (preoperative) ↑ - Exercise capacity (postoperative) ↑

Abbreviation: RCT; randomized controlled trials, IG; intervention group, CG; control group, CABG; coronary artery bypass graft, NMES; neuromuscular electrical stimulation, HIIT; high-intensity interval training, PHET; preoperative home-based exercise training, ABG; arterial blood gas, 2MWT; two-minute walk test, MV; mechanical ventilation, ICU; intensive care unit, PPC; postoperative pulmonary complications, CPET; cardiopulmonary exercise testing, 6MWT; six-minute walk test, TUG; timed-up-and-go test, QoL; quality of life, FVC; forced vital capacity, FEV1; forced expiratory volume in the first second, KES; knee extensor strength, KFS; knee flexor strength, HS; handgrip strength, HRQoL; health-related quality of life, EORTC QLQ-C30; european organization for research and treatment of cancer quality of life questionnaire C30, ISWT; incremental shuttle walk test, 5STS; five-times sit-to-stand test, LOS; length of stay

줄일 수 있다고 보고되며(Hulzebos 등, 2012), 수술 전 흡기 근육 훈련은 수술 후 무기폐 및 폐렴 감소와 관련이 있다고 보고된다(Katsura 등, 2015). 수술 전 재활은 입원 기간에 유의미한 영향을 미쳤으며(Hulzebos 등, 2012; Nejkov 등, 2020), 수술 전 흡기 근육 훈련은 수술 후 입원 기간을 단축시킬 수 있다고 보고된다(Gomes Neto 등, 2017; Katsura 등, 2015). 또한, 수술 전 재활은 기계 환기의 지속 기간을 감소시킬 수 있으며, 기계 환기 합병증 가능성을 최소화하고 환자의 회복 속도를 개선할 수 있다(Nejkov 등, 2020; Shakouri 등, 2015). 사전 재활(호흡 및 신체 운동)은 환자의 신체 및 호흡 기능 결과를 개선시킬 수 있다고 보고되며(Nardi 등, 2019), 수술 전 재활 프로그램을 통해 삶의 질 및 기능적 능력에 긍정적인 효과를 나타냈다(Arthur 등, 2000; Nejkov 등, 2020; Steinmetz 등, 2020). 하지만, 혈액매개변수, 악력, 심폐 능력 평가(cardiopulmonary exercise test) 등에 대해서는 유의미한 결과를 나타내지 못하기도 하였다(Nejkov 등, 2020; Steinmetz 등, 2020; Sumin 등, 2023). 현재 임상에서 수행되는 심장 질환 환자의 수술 후 심장 재활은 운동 능력을 향상시킬 수 있으며, 삶의 질을 개선시키고 사망율을 줄이는데 효과적으로 보고된다(Steinmetz 등,

2020). 심장 수술 환자에서 수술 전 재활의 효과로는 입원 기간 및 기계 환기 기간 감소, 기능적 능력, 폐 기능, 삶의 질, 근력 상태 향상 등에 대한 다양한 긍정적인 영향을 미쳤으나(Nejkov 등, 2020; Shahood 등, 2022; Steinmetz 등, 2020; Sumin 등, 2023), 심장 수술 환자에서 수술 전 재활에 대한 수행과 연구는 아직 부족한 실정이다. 그러므로 수술 후의 심장 재활뿐만 아니라 수술 전 재활도 중요할 수 있으며 필요하다고 사료된다.

폐 수술 환자에서 수술 전 재활의 효과들로는, 삶의 질과 운동 능력 저하 예방, 심폐 능력과 보행 능력의 향상, 전체 합병증 발생률 및 입원 기간 등에 대한 다양한 긍정적인 효과를 보였다(Bhatia & Kayser, 2019; Kökez 등, 2023; Machado 등, 2024). 만성 폐쇄성 폐질환이 있는 비소세포폐암 환자의 수술 전 호흡 재활은 폐 기능의 개선 및 회복률을 향상시킬 수 있으며, 수술 후 폐 합병증을 감소시킬 수 있다고 보고하였으며(Saito 등, 2017), 폐암 환자를 대상으로 수술 전 재활은 대조군에 비해 중재군에서 수술 후 폐 합병증 발생률과 수술 후 입원 기간을 줄이고, 기능적 능력을 개선시킬 수 있다고 보고하였다(Skinner, 2017). 또한, 복합적으로 구성된 사전 재활 프로그램(multimodal prehabilitation program)은 기능적 능력

을 회복하는데 효과적이라고 보고된다(Ferreira 등, 2021a). 수술 전 체계적이고 고강도의 재활 치료는 폐암 환자의 입원 기간을 감소시킬 수 있으며, 수술 후 폐 합병증 발생률과 6분 보행 검사 거리 및 최대 호기 유량(peak expiratory flow)에서 유의한 차이를 보였으며, 수술 전 체계적인 고강도 호흡 운동 프로그램은 실용적인 전략이라고 보고했다(Lai 등, 2017). 그러나 혈액매개변수, 악력 등에서는 유의미한 결과를 나타내지 못하였으며, 호흡 기능의 경우 연구마다 약간의 차이를 보이며 유의한 차이를 보이지 않기도 하였다(Kökeç 등, 2023; Machado 등, 2024). 심장 재활과 마찬가지로 수술 후 호흡 재활에 대한 유의성과 필요성에 대한 여부는 많이 이루어졌다(Kökeç 등, 2023). 그러나 폐 수술 환자에서 수술 전 호흡 재활에 대한 수행과 연구는 부족하다고 사료된다. 수술 전 호흡 재활 치료는 수술 전 폐 기능 향상을 도모하고, 수술 후 발생할 수 있는 폐 합병증 발생률을 감소시킬 수 있으며, 입원 기간을 단축하고 운동 능력의 정도를 최소화 하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한, 수술 후 재활에서 통증에 대한 내성과 재활 치료에 대한 적응력이 향상 될 수 있기에 수술 후 재활뿐만 아니라 수술 전 재활 치료가 필요하다고 사료된다.

심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 프로그램으로는 다양한 방법이 포함된다. 호흡 근육 훈련, 지구력 훈련, 고강도 인터벌 훈련, 가정 기반 훈련 등이 있다. 수술 전 흡기 근육 훈련은 신경 조절(neural control)을 개선하며, 가로막 근육에 유의성을 줄 수 있다(Downey 등, 2007; Jaenisch 등, 2017). 또한, 호흡 근육 강화 훈련은 수술 후 초기 환기에 도움을 주며, 가스 교환 개선과 무기폐를 예방하는데 도움이 될 수 있다(Assouline 등, 2021; Shahood 등, 2022). 또한, 지구력 훈련을 통해 혈액량의 증가, 혈관 확장(vasodilatation) 강화, 심실 이완(ventricular relaxation) 개선 등을 통해 초기 심혈관 적응을 개선하고, 호흡 근육 내 환기 부하와 생리적 적응 변화(physiological adaptive alterations)를 높여 피로에 대해 더 높은 저항성을 부여 할 수 있다(Assouline 등, 2021; Murias 등, 2010; Roman 등, 2016; Shahood 등, 2022). 수술 전 운동 프로그램 중 고강도 인터벌 훈련(high-intensity interval training; HIIT)은 환자 치료에 점점 더 많이 활용되어진다(Mugele 등, 2019; Ross 등, 2016).

HIIT 프로토콜은 만성 심장 질환 환자에게 실현 가능하고 안전할 수 있다고 보고되었으며(Guiraud 등, 2012), 단기적 HIIT는 비소세포폐암 환자에서 수술 전 기간 안전하고 실현 가능하며 심폐 능력을 향상 시킨다고 보고하였다(Bhatia & Kayser, 2019). 또한, 수술 전 운동 프로그램은 주로 시설 기반 운동 프로그램으로 적용되어왔지만, 수술을 기다리는 환자의 경우 집에서 운동하는 것을 선호할 수 있으며 환경적 문제로 인하여 사전 재활을 실시하는데 어려움이 있을 수 있다(Bhatia & Kayser, 2019; Ferreira 등, 2018; Goldsmith 등, 2021; Licker 등, 2017; Rosero 등, 2019; Sebio García 등, 2017; Shukla 등, 2020; Waterland 등, 2021). 이러한 제한의 대안으로, 폐암 환자의 수술 전 가정 기반 운동 훈련(preoperative home-based exercise training)을 수행하였고, 연구 결과, 수술을 기다리는 폐암 환자의 건강 관련 삶의 질을 개선하며, 수술 후 악화를 예방하는데 효과적이라고 보고했으며(Machado 등, 2024), 수술 전 가정 기반 운동 훈련은 재활에 대한 접근의 장벽을 막는데 도움이 될 수 있을 것이라고 보고하였다(Ferreira 등, 2018; Machado 등, 2024).

심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 치료의 효과로는 입원 기간 및 기계 환기의 기간, 합병증 발생률 감소, 기능적 및 보행 능력, 근력 상태, 심폐 능력, 폐 기능의 향상, 삶의 질과 운동 능력 저하에 대한 예방 등의 다양한 부분에서 대부분 긍정적인 결과를 보였다. 그러나 수술 전후 치료의 발전에도 불구하고 수술 후 폐 합병증은 대수술을 받은 환자에게 이환율과 사망율의 주요 원인이다(Shahood 등, 2022). 수술 후 심혈관계 합병증을 최소화하고 예방하기 위해 수술 전후 재활은 중요할 것이다. 수술 전 재활은 환자의 현재 능력을 고려하여 중재 방법을 개인화하는 부분이 중요하며, 이는 환자의 체력 수준을 바탕으로 선호하는 운동 방법을 선택 할 수 있으며 이러한 방법은 환자의 사전 재활 프로그램에 더욱 잘 참여 할 수 있도록 할 수 있을 것이다. 또한, 다중 모드 접근(multimodal approach) 방법을 통해 영양, 심리, 운동 등의 여러가지 측면을 고려하여 환자의 근육량을 보존하며 기능적 능력 향상 시켜 입원 기간과 비용을 줄이고 환자의 삶의 질을 향상 시킬 수 있어야 할 것이다(Ferreira 등, 2021b).

본 연구의 제한점으로는 첫째, Pubmed의 경우 의학분

야에서 자주 사용되는 데이터 베이스이지만 많고 다양한 데이터 베이스를 활용하지 못하고 하나의 데이터 베이스만 활용 되어졌다. 둘째, 본 문헌 고찰 연구에서는 기존 연구들을 요약하고 종합하여 확인하였지만, 여러 연구들의 데이터를 통합하여 통계적으로 분석하지 못하였다. 그러므로, 향후 연구에서는 다양한 데이터 베이스를 활용하며, 심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 치료의 효과에 대한 객관적이고 정량적인 결론을 도출하기 위해 메타 분석을 포함한 연구가 이루어질 필요가 있다.

V. 결론

본 연구는 심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 치료 적용에 대한 효과에 대해 자세히 조사하고 분석하여, 수술 전 재활 치료에 따른 효과와 수술 전 재활 프로그램의 기초 자료로 활용하고자 하였다. 그 결과, 심장 및 폐 수술 환자의 수술 전 재활 치료 적용 시 연구 방법에 따라 약간의 차이를 보였지만 기능적 능력, 운동 능력, 폐 기능, 산소 포화도, 삶의 질, 입원 및 기계 환기 기간, 합병증 발생 등의 결과들에 대해 긍정적인 효과를 보였다. 그러므로 심장 및 폐 수술 환자에서 수술 후 재활 치료 뿐만 아니라 수술 전 재활 치료를 병행하여 실시하는 것은 임상적으로 중요할 수 있을 것이라 사료된다. 또한, 상기 고찰 결과 효과적인 수술 전 재활 프로그램을 진행하는데 있어 도움을 줄 수 있을 것이다.

참고문헌

Achtien RJ, Staal JB, van der Voort S, et al(2013). Exercise-based cardiac rehabilitation in patients with coronary heart disease: a practice guideline. *Neth Heart J*, 21(10), 429-438. DOI: 10.1007/s12471-013-0467-y

Arthur HM, Daniels C, McKelvie R, et al(2000). Effect of a preoperative intervention on preoperative and postoperative outcomes in low-risk patients awaiting elective coronary artery bypass graft surgery: a

randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*, 133(4), 253-262. DOI: 10.7326/0003-4819-133-4-200008150-00007

Assouline B, Cools E, Schorer R, et al(2021). Preoperative exercise training to prevent postoperative pulmonary complications in adults undergoing major surgery. a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *Ann Am Thorac Soc*, 18(4), 678-688. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202002-183OC

Bastin R, Moraine JJ, Bardocsky G, et al(1997). Incentive spirometry performance: a reliable indicator of pulmonary function in the early postoperative period after lobectomy?. *Chest*, 111(3), 559-563. DOI: 10.1378/chest.111.3.559

Batchelor TJP, Rasburn NJ, Abdelnour-Berchtold E, et al(2019). Guidelines for enhanced recovery after lung surgery: recommendations of the enhanced recovery after surgery (ERAS®) society and the european society of thoracic surgeons (ESTS). *Eur J Cardiothorac Surg*, 55(1), 91-115. DOI: 10.1093/ejcts/ezy301

Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, et al(2017). Heart disease and stroke statistics-2017 update: a report from the american heart association. *Circulation*, 135(10), e146-e603. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000485

Bhatia C, Kayser B(2019). Preoperative high-intensity interval training is effective and safe in deconditioned patients with lung cancer: a randomized clinical trial. *J Rehabil Med*, 51(9), 712-718. DOI: 10.2340/16501977-2592

Bottio T, Rizzoli G, Caprili L, et al(2003). Full-sternotomy off-pump versus on-pump coronary artery bypass procedures: in-hospital outcomes and complications during one year in a single center. *Tex Heart Inst J*, 30(4), 261-267.

Cabilan CJ, Hines S, Munday J(2016). The impact of prehabilitation on postoperative functional status, healthcare utilization, pain, and quality of life. *Orthop Nurs*, 35(4), 224-237. DOI: 10.1097/NOR.0000000000000264

Choi SH, Hwang SY(2020). Lifestyle and quality of life in patients with coronary artery disease: a

- propensity-matched comparison with a healthy control group. *Korean J Adult Nurs*, 32(2), 199-208. DOI: 10.7475/kjan.2020.32.2.199
- Cook JW, Pierson LM, Herbert WG, et al(2001). The influence of patient strength, aerobic capacity and body composition upon outcomes after coronary artery bypass grafting. *Thorac Cardiovasc Surg*, 49(2), 89-93. DOI: 10.1055/s-2001-11703
- Downey AE, Chenoweth LM, Townsend DK, et al(2007). Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respir Physiol Neurobiol*, 156(2), 137-146. DOI: 10.1016/j.resp.2006.08.006
- Dronkers JJ, Chorus AMJ, van Meeteren NLU, et al(2013). The association of pre-operative physical fitness and physical activity with outcome after scheduled major abdominal surgery. *Anaesthesia*, 68(1), 67-73. DOI: 10.1111/anae.12066
- Feltracco P, Serra E, Barbieri S, et al(2012). Postoperative care of patients undergoing lung resection. *J Anesthe Clinic Res*, 4, Printed Online. DOI: 10.4172/2155-6148.1000288
- Ferreira V, Agnihotram RV, Bergdahl A, et al(2018). Maximizing patient adherence to prehabilitation: what do the patients say?. *Support Care Cancer*, 26(8), 2717-2723. DOI: 10.1007/s00520-018-4109-1
- Ferreira V, Lawson C, Carli F, et al(2021b). Feasibility of a novel mixed-nutrient supplement in a multimodal prehabilitation intervention for lung cancer patients awaiting surgery: a randomized controlled pilot trial. *Int J Surg*, 93, Printed Online. DOI: 10.1016/j.ijssu.2021.106079
- Ferreira V, Minnella EM, Awasthi R, et al(2021a). Multimodal prehabilitation for lung cancer surgery: a randomized controlled trial. *Ann Thorac Surg*, 112(5), 1600-1608. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2020.11.022
- Goldsmith I, Chesterfield-Thomas G, Toghil H(2021). Pre-treatment optimization with pulmonary rehabilitation in lung cancer: making the inoperable patients operable. *EClinicalMedicine*, 31, Printed Online. DOI: 10.1016/j.eclinm.2020.100663
- Gomes Neto M, Martinez BP, Reis HF, et al(2017). Pre-and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*, 31(4), 454-464. DOI: 10.1177/0269215516648754
- Granger C, Cavalheri V(2022). Preoperative exercise training for people with non-small cell lung cancer. *Cochrane Database Syst Rev*, 9(9), Printed Online. DOI: 10.1002/14651858.CD012020.pub3
- Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, et al(2012). High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Med*, 42(7), 587-605.
- Hulzebos EH, van Meeteren NLU(2016). Making the elderly fit for surgery. *Br J Surg*, 103(2), e12-e15. DOI: 10.1002/bjs.10033
- Hulzebos EH, Smit Y, Helder PP, et al(2012). Preoperative physical therapy for elective cardiac surgery patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 11(11), Printed Online. DOI: 10.1002/14651858.CD010118.pub2
- Jaenisch RB, Bertagnolli M, Borghi-Silva A, et al(2017). Respiratory muscle training improves diaphragm citrate synthase activity and hemodynamic function in rats with heart failure. *Braz J Cardiovasc Surg*, 32(2), 104-110. DOI: 10.21470/1678-9741-2017-0002
- Katsura M, Kuriyama A, Takeshima T, et al(2015). Preoperative inspiratory muscle training for postoperative pulmonary complications in adults undergoing cardiac and major abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015(10), Printed Online. DOI: 10.1002/14651858.CD010356.pub2
- Kökeç H, Keskin H, Ergin M, et al(2023). Is preoperative pulmonary rehabilitation effective in the postoperative period after lung resection?. *Afr Health Sci*, 23(1), 646-655. DOI: 10.4314/ahs.v23i1.69
- Lai Y, Su J, Qiu P, et al(2017). Systematic short-term pulmonary rehabilitation before lung cancer lobectomy: a randomized trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*,

- 25(3), 476-483. DOI: 10.1093/iccvt/ivx141
- Le Roy B, Selvy M, Slim K(2016). The concept of prehabilitation: what the surgeon needs to know?. *J Visc Surg*, 153(2), 109-112. DOI: 10.1016/j.jvisurg.2016.01.001
- Levett DZH, Edwards M, Grocott M, et al(2016). Preparing the patient for surgery to improve outcomes. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 30(2), 145-157. DOI: 10.1016/j.bpa.2016.04.002
- Licker M, Karenovics W, Diaper J, et al(2017). Short-term preoperative high-intensity interval training in patients awaiting lung cancer surgery: a randomized controlled trial. *J Thorac Oncol*, 12(2), 323-333. DOI: 10.1016/j.jtho.2016.09.125
- Machado P, Pimenta S, Garcia AL, et al(2024). Effect of preoperative home-based exercise training on quality of life after lung cancer surgery: a multicenter randomized controlled trial. *Ann Surg Oncol*, 31(2), 847-859. DOI: 10.1245/s10434-023-14503-2
- Mahler DA(1998). Pulmonary rehabilitation. *Chest*, 113(4), 263S-268S. DOI: 10.1378/chest.113.4_Supplement.263s
- Montrief T, Koyfman A, Long B(2018). Coronary artery bypass graft surgery complications: a review for emergency clinicians. *Am J Emerg Med*, 36(12), 2289-2297. DOI: j.ajem.2018.09.014
- Mugele H, Freitag N, Wilhelmi J, et al(2019). High-intensity interval training in the therapy and aftercare of cancer patients: a systematic review with meta-analysis. *J Cancer Surviv*, 13(2), 205-223. DOI: 10.1007/s11764-019-00743-3
- Murias JM, Kowalchuk JM, Paterson DH(2010). Time course and mechanisms of adaptations in cardiorespiratory fitness with endurance training in older and young men. *J Appl Physiol*, 108(3), 621-627. DOI: 10.1152/jappphysiol.01152.2009
- Nardi P, Pellegrino A, Pisano C, et al(2019). The effect of preoperative respiratory physiotherapy and motor exercise in patients undergoing elective cardiac surgery: short-term results. *Kardiochir Torakochirurgia Pol*, 16(2), 81-87. DOI: 10.5114/kitp.2019.86360
- Nejkov S, Bokan-Mirković V, Đukić-Macut N, et al(2020). Effect of preoperative respiratory rehabilitation in patients undergoing cardiac surgery. *Acta Clin Croat*, 59(4), 597-604. DOI: 10.20471/acc.2020.59.04.05
- Pouwels S, Fiddelaers J, Tejjink JAW, et al(2015). Preoperative exercise therapy in lung surgery patients: a systematic review. *Respir Med*, 109(12), 1495-1504. DOI: 10.1016/j.rmed.2015.08.009
- Punt IM, van der Most R, Bongers BC, et al(2017). Verbesserung des prä- und postoperativen Behandlungskonzepts: Große elektiv-chirurgische Eingriffe. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 60(4), 410-418. DOI: 10.1007/s00103-017-2521-1
- Roman MA, Rossiter HB, Casaburi R(2016). Exercise, ageing and the lung. *Eur Respir J*, 48(5), 1471-1486. DOI: 10.1183/13993003.00347-2016
- Rosero ID, Ramírez-Vélez R, Lucia A, et al(2019). Systematic review and meta-analysis of randomized, controlled trials on preoperative physical exercise interventions in patients with non-small-cell lung cancer. *Cancers (Basel)*, 11(7), Printed Online. DOI: 10.3390/cancers11070944
- Ross LM, Porter RR, Durstine JL(2016). High-intensity interval training (HIIT) for patients with chronic diseases. *J Sport Health Sci*, 5(2), 139-144. DOI: 10.1016/j.jshs.2016.04.005
- Saito H, Hatakeyama K, Konno H, et al(2017). Impact of pulmonary rehabilitation on postoperative complications in patients with lung cancer and chronic obstructive pulmonary disease. *Thorac Cancer*, 8(5), 451-460. DOI: 10.1111/1759-7714.12466
- Sebio García R, Yáñez-Brage MI, Giménez Moolhuyzen E, et al(2017). Preoperative exercise training prevents functional decline after lung resection surgery: a randomized, single-blind controlled trial. *Clin Rehabil*, 31(8), 1057-1067. DOI: 10.1177/0269215516684179
- Shahood H, Pakai A, Rudolf K, et al(2022). The effect of preoperative chest physiotherapy on oxygenation and

- lung function in cardiac surgery patients: a randomized controlled study. *Ann Saudi Med*, 42(1), 8-16. DOI: 10.5144/0256-4947.2022.8
- Shakouri SK, Salekzamani Y, Taghizadieh A, et al(2015). Effect of respiratory rehabilitation before open cardiac surgery on respiratory function: a randomized clinical trial. *J Cardiovasc Thorac Res*, 7(1), 13-17. DOI: 10.15171/jcvtr.2015.03
- Shukla A, Granger CL, Wright GM, et al(2020). Attitudes and perceptions to prehabilitation in lung cancer. *Integr Cancer Ther*, 19, Printed Online. DOI: 10.1177/1534735420924466
- Skinner EH(2017). Intensive preoperative rehabilitation improves functional capacity and postoperative hospital length of stay in elderly patients with lung cancer [synopsis]. *J Physiother*, 63(3), Printed Online. DOI: 10.1016/j.jphys.2017.05.004
- Smith JL, Verrill TA, Boura JA, et al(2013). Effect of cardiorespiratory fitness on short-term morbidity and mortality after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol*, 112(8), 1104-1109. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.05.057
- Stéphan F, Boucheseiche S, Hollande J, et al(2000). Pulmonary complications following lung resection: a comprehensive analysis of incidence and possible risk factors. *Chest*, 118(5), 1263-1270. DOI: 10.1378/chest.118.5.1263
- Steffens D, Beckenkamp PR, Hancock M, et al(2018). Preoperative exercise halves the postoperative complication rate in patients with lung cancer: a systematic review of the effect of exercise on complications, length of stay and quality of life in patients with cancer. *Br J Sports Med*, 52(5), Printed Online. DOI: 10.1136/bjsports-2017-098032
- Steinmetz C, Bjarnason-Wehrens B, Baumgarten H, et al(2020). Prehabilitation in patients awaiting elective coronary artery bypass graft surgery—effects on functional capacity and quality of life: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 34(10), 1256-1267. DOI: 10.1177/0269215520933950
- Sumin AN, Oleinik PA, Bezdenezhnykh AV, et al(2023). Prehabilitation in cardiovascular surgery: the effect of neuromuscular electrical stimulation (randomized clinical trial). *Int J Environ Res Public Health*, 20(3), Printed Online. DOI: 10.3390/ijerph20032678
- Takaoka ST, Weinacker AB(2005). The value of preoperative pulmonary rehabilitation. *Thorac Surg Clin*, 15(2), 203-211. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2005.02.001
- Topp R, Ditmyer M, King K, et al(2002). The effect of bed rest and potential of prehabilitation on patients in the intensive care unit. *AACN Clin Issues*, 13(2), 263-276. DOI: 10.1097/00044067-200205000-00011
- Varela G, Ballesteros E, Jiménez MF, et al(2006). Cost-effectiveness analysis of prophylactic respiratory physiotherapy in pulmonary lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg*, 29(2), 216-220. DOI: 10.1016/j.ejcts.2005.11.002
- Waterland JL, Ismail H, Amin B, et al(2021). Patient acceptance of prehabilitation for major surgery: an exploratory survey. *Support Care Cancer*, 29(2), 779-785. DOI: 10.1007/s00520-020-05547-1
- Weston M, Weston KL, Prentis JM, et al(2016). High-intensity interval training (HIT) for effective and time-efficient pre-surgical exercise interventions. *Perioper Med (Lond)*, 5, Printed Online. DOI: 10.1186/s13741-015-0026-8