

A Literature Review Study on Rehabilitation of Rapid Recovery for COVID-19(Focus on Exercise mode & Exercise Intensity)

COVID-19의 빠른 회복을 위한 재활운동방법 고찰(운동형태 및 운동강도 중심으로)

Young Il Kim¹

¹ Associate Professor, Department of Healthcare, Young-San University, Republic of Korea, kyi0234@ysu.ac.kr

Abstract: This study investigated the existing studies on the effect of exercise rehabilitation following COVID-19. Thesis data search was analyzed through PubMed. The search terms were analyzed using the [MeSH] tool, and 15 related literatures were selected. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) is the direct cause of infection for COVID-19, and ACE2 acts as a major receptor. Currently, Covid-19 continues to develop through delta and omicron mutations, and the number of infected is rising again in China as well. Since COVID-19 patients show various sequelae after infection, the role of exercise rehabilitation is very important. Through the selected literature study, the following results were shown. Regarding COVID-19, exercise has been shown to have various benefits, such as weakening the inflammatory response, strengthening immune function, and improving physical and mental functions. Plays an important role. In addition, exercise rehabilitation has a positive effect on various fields and complications such as fatigue, weakening of immunity, mental psychology, and quality of life. Therefore, these results suggest the importance of rehabilitation exercise for rapid healing and return to daily life during and after infection in Covid-19 related exercise rehabilitation, and provide desirable aerobic and resistance rehabilitation exercise methods.

Keywords: COVID-19, Exercise Rehabilitation, Exercise Method, Aerobic, Resistance

요약: 본 연구는 COVID-19 에 따른 운동재활의 효과에 대해 기존연구들을 조사하였다. 논문 데이터 검색은 PubMed 를 통하여 분석하였다. 검색어는 [MeSH] 틀을 사용하여 분석하고 관련문헌 15 편을 선정하였다. COVID-19 는 중증급성호흡기증후군 코로나바이러스 2 (SARS-CoV-2) 가 직접적인 감염 원인이며 ACE 2 가 주요 수용체로 작용한다. 현재 COVID -19 는 델타 및 오미크론 돌연변이를 통해 계속 발전하고 있으며 중국에서도 감염자 수가 다시 증가하고 있습니다. COVID-19 환자는 감염 후에도 다양한 후유증을 보이기 때문에 운동재활의 역할이 매우 중요하다. 선택된 문헌연구를 통해 다음과 같은 결과를 나타냈다. COVID-19 와 관련하여 운동은 염증 반응 약화, 면역 기능 강화, 신체 및 정신 기능 향상 등 다양한 이점이 있는 것으로 나타났고 특히 유산소 운동과 근력 운동은 대부분의 COVID-19 환자가 경험하는 호흡 기능과 근육 손실에 매우 중요한 역할을 한다. 또한 운동재활은 피로, 면역력 약화, 정신심리, 삶의 질 등 다양한 분야와 합병증에 긍정적인 영향을 미친다. 따라서 이러한 결과는

Received: December 20, 2022; 1st Review Result: February 02, 2023; 2nd Review Result: March 02, 2023
Accepted: March 31, 2023

COVID-19 관련 운동재활에서 감염 중 및 감염 후 빠른 치유와 일상생활 복귀를 위한 재활운동의 중요성을 제시하고 바람직한 유산소 및 저항성 재활 운동방법을 제공한다.

핵심어: COVID-19, 운동재활, 운동방법, 유산소, 저항성

1. 서론

COVID-19는 2020년 1월 12일, 세계보건기구(WHO)에서 중국 우한에서 처음 발생한 2019년 신종 코로나바이러스(2019-nCoV)로 명명한 후에 국제 바이러스 분류 위원회에서 이를 중증 급성호흡기증후군 코로나바이러스2(SARS-CoV-2)로 분류했고 WHO는 공식적으로 SARS-CoV-2로 인한 질병을 COVID-19로 명명했다[1]. 이러한 COVID-19는 국제적으로 사회 및 경제, 정치 등 다양한 분야에 영향을 미쳤고 현재까지도 종식되지 않고 2023년 1월, 다시 중국에서 활성화되고 있다. 현재 세계의 각 국가에서는 COVID-19에 따른 지침을 구축하고 예방과 완치를 위한 관리에 총력을 기울이고 있다. 미국은 COVID-19 신체 및 정신 건강, 간호 서비스를 포함한 원격재활 테스트 시스템을 구축했고[2], 일본은 TV 및 인터넷, 비디오 등의 기술을 사용하여 일반적인 노인의 신체기능 운동처방 비디오를 제작했다[3]. 또한 영국에서는 운동처방을 통해 국민들의 건강 상태 치료 및 관리를 위한 국가가 데이터베이스 작업을 강화하며[4], 네덜란드의 Han 대학에서는 COVID-19 대유행 동안 최신 운동처방 및 프로그램 지원을 제공하기 위해 온라인 서비스 플랫폼을 구축했다[5]. 우리나라도 2013년 보건복지부에서 발간된 한국인을 위한 신체활동 지침서를 기초로 한 “COVID-19 동안 사회적 거리 두기에 따른 신체적 지침”을 제시[6]하고 있지만, 예방과 치료 차원에 얼마나 효과가 있는지는 알 수 없다. COVID-19에 감염된 환자들은 대부분 완치 후에도 다양한 후유증을 가지고 있으며 재감염되는 사례도 늘고 있다. 중국의 경우에도 완치되어 퇴원하였지만, 장기기능은 아직 정상으로 돌아오지 않아 회복에 지속적인 주의를 기울이며 정기적인 재활 운동이 필요하다고 강조했다[7]. 또한 COVID-19로 인한 장기적인 증상과 치료를 다룬 최근의 메타분석 연구에 따르면 47,910명의 환자(17-87세)를 포함한 COVID-19의 장기적인 영향은 피로(58%)와 두통(44%), 주의력 장애(27%), 탈모(25%), 호흡곤란(24%) 증상을 나타내었고[8], 급성 감염 후, 6개월이 되면 COVID-19 생존자들은 주로 피로 또는 근육 약화(63%), 수면 장애(26%), 불안 또는 우울증(23%)으로 어려움을 나타냈다[9]. 위에 언급한 내용으로 볼 때, 감염 초기 호흡곤란에서 시간이 지남에 따라 근육약화가 동반되고 심리적 불안도 동반됨을 알 수 있다. 따라서 이러한 이유로 전문 재활 운동의 도입이 요구된다. 재활 운동을 실시함으로 인한 효과를 나타낸 연구로 북경대학에서 재활운동의 실시로 인해 급성 호흡기환자의 폐 확산 기능이 크게 개선되었으며 회복 기간 호흡 기능은 같은 기간 재활운동을 실시하지 않은 그룹에 비해 유의하게 개선되었음을 나타냈다[10]. 한편 최근 COVID-19를 경험한 사람들을 대상으로 한 추적 연구[11]에서는 퇴원 후, 3개월이 지난 다음 COVID-19 생존자의 절반이 주로 하지의 다리의 근육 손실로 인한 심폐 기능이 유의하게 감소한 것으로 보아 앞서 언급한 여러 합병증 및 근 손실을 막기 위해서도 운동 재활의 필요성은 COVID-19의 치료 후에도 몇 번을 강조해도 부족하지 않다고 생각된다. 하지만 아직 우리나라에서 COVID-19 감염 후, 일상생활로 복귀를 위한 재활 운동 부분은 체계적이거나 중요시되지 않고 있으며 이와 관련된 지식도 많이 부족한 상태이다. 따라서 본 연구는 COVID-19와 관련된 운동

재활과 관련된 문헌조사를 통해 COVID-19 감염 증과 치료 후의 재활 운동의 효과를 제시하고 바람직한 운동 형태 및 운동강도를 제시하여 올바른 재활 운동 방법을 제공하는데 목적이 있다.

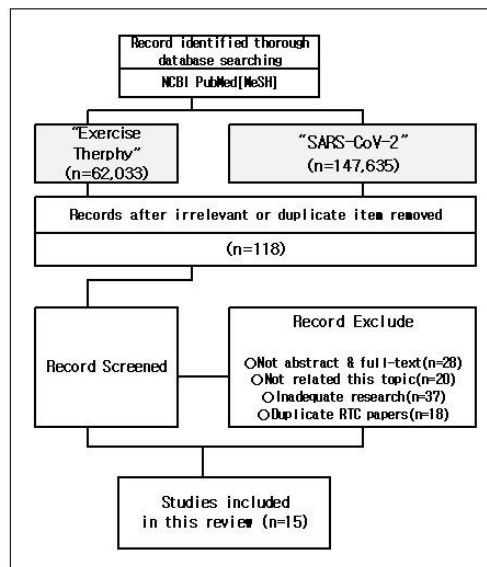
2. 연구방법

2.1 문헌조사

본 문헌 연구를 위한 검색은 Pub med Database를 통해 자료수집 되었고 검색 도구는 [MeSH] tool을 사용하였다. 검색어(Keyword)로는 각각 “Exercise therapy”와 “SARS-CoV-2” 사용하였다. Exercise therapy의 경우, 62,033편의 연구가 검색되었으며 SARS-CoV-2에게서는 147,635편의 연구가 검색되었다. 이를 다시 합산 검색하여 118편의 관련 연구가 검색되었다. 이에 문헌 선정 방법을 통해 15편의 연구가 최종 선택되었다.

2.2 문헌 선정방법

문헌 선정은 다음과 같은 절차를 통해 선정되었다. 문헌을 선택하기 위해 우선 논문 제목과 초록을 검토하고 문헌 선정에 부합되는지 판단하기 어려운 경우는 전문을 검토해서 선정 여부를 결정하였다. 선정 기준은 관련 운동생리학 분야 교수 1명과 운동생리학 전공 박사 1명으로 구성된 전문가 회의의 통계를 수립한 기준은 다음과 같다. 첫째, COVID-19 환자를 대상으로 한 연구는 최근 3년 이내의 연구로 한정하였으며, 대상자의 연령 제한은 두지 않았으며 재활 운동 중재의 효과와 운동 강도 및 운동 빈도, 운동 기간의 제시가 선정의 우선이었다. 둘째, COVID-19 환자의 재활 운동 중재는 치료 증과 치료종료 후, 1년 이내로 한정하였다. 치료 증과 치료 후의 약물복용 및 합병증은 제외되지 않았다. 셋째, 선정 연구는 검색에서 중복되는 RTC(randomized trial control) Research와 본 연구와 부합되지 않는 연구, 주제와 관련 없는 연구, 초록과 전문이 없는 연구는 연구 선정에서 배제하였다. 또한 Review는 Meta-Analysis, Systemic Review를 포함하였다. 또한 문헌조사 방법[그림 1]과 주요 문헌조사 항목은 다음과 같다[표 1], [표 2].



[그림 1] 문헌 조사절차

[Fig. 1] Review Research Procedure

[표 1] 주요 문헌 조사 목록

[Table 1] List of Major Literature Reviews

Author (year)	Study design	Title	Exercise/Rehabilitation characteristic	Key finding
1 Alawna et al. (2020)	Systemic Review	Aerobic exercises recommendations and specifications for patients with COVID-19: a systematic review	These previous parameters could safely enhance immune functions without producing any exhaustion.	The mainly increased immunological biomarkers included leukocytes, lymphocytes, neutrophils, monocytes, eosinophils, IL-6, CD16-56, CD16, CD4, CD3, CD8, and CD19
2 Amro et al. (2021)	Review	Effects of increasing aerobic capacity on improving psychological problems seen in patients with COVID-19: a review	Increasing the aerobic capacity is a recommended treatment for decreasing the psychological problems commonly seen in people with COVID-19.	Increasing the aerobic capacity can decrease psychological problems commonly seen in people with COVID-19 and increase immune functions by modulating the levels of glucocorticoid, oxytocin, insulin, thyroid hormones.
3 Barbara et al. (2022)	Review/ Meta-analysis	Effects of exercise rehabilitation in patients with long COVID-19	Exercise rehabilitation in which combined aerobic and resistance exercises are performed in the same training session for eight weeks increased Markedly both cardiorespiratory and musculoskeletal fitness.	These results may highlight the importance of regular exercise rehabilitation to be added to the continuum of post-care of long COVID-19 patient
4 Chaabene et al. (2021)	Systemic Review/Meta-analysis	Home-based exercise programs improve physical fitness of healthy older adults: A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis with relevance for COVID-19	Home-based exercise appears effective to improve components of health- (i.e., muscle strength and muscular endurance) and skill-related (i.e., muscle power, balance) physical-fitness.	Home-based exercises constitute an alternative to counteract physical inactivity and preserve/improve the health and fitness of healthy older adults
5 Cui et al (2021)	Review	Literature Review of the Implications of Exercise Rehabilitation Strategies for SARS Patients on the Recovery of COVID-19 Patients	Provided comprehensive exercise guidance and intervention strategies for COVID-19 patients for rehabilitation	Which has guiding significance for exercise intervention and scientific fitness of COVID-19 patients after recovery during epidemic prevention period.
6 Gentil et al. (2020)	Qualitative Review	Resistance Training Safety during and after the SARS-Cov-2 Outbreak: Practical Recommendations	Resistance training (RT) might be an effective tool to counteract these adverse consequences. RT is considered an essential part of an exercise program due to its numerous health and athletic benefits.	RT can be adapted to allow its performance with measures adopted to control coronavirus outbreak such that the benefits would largely overcome the potential risks.
7 Gentil et al. (2022)	Qualitative Review	Resistance Training before, during, and after COVID-19 Infection: What Have We Learned So Far?	RT can be adapted to be performed in many different situations, even with limited space and equipment, and is easily adapted to an individual's characteristics and health status.	The current narrative review aims to provide insights into how RT can be used in different scenarios to counteract the negative effects of COVID-19.

8	Goodwin et al, (2021)	Systemic Review	Rehabilitation to enable recovery from COVID-19: a rapid systematic review	Rehabilitation interventions can bring hope and confidence to individuals but there is a need for an individual approach and the use of behavior change strategies.	Exercise, early mobilization and multicomponent programmers may improve recovery following ICU admission for severe respiratory illness that could be generalizable to those with COVID-19..
9	Halabchi et al (2022)	Systemic Review	The effect of exercise rehabilitation on COVID-19 outcomes: a systematic review of observational and intervention studies	Exercise rehabilitation generally could have a beneficial role in improvement of both physical and psychological related outcomes.	The reported outcomes in almost all studies, disclosed the overall beneficial role of exercise rehabilitation in improving the outcomes.
10	Marino et al, (2022)	Qualitative Review	Metabolic and inflammatory health in SARS-CoV-2 and the potential role for habitual exercise in reducing disease severity	The potential medium-to-long-term strategy of habitual exercise and its relationship to targeted comorbidities and underlying inflammation as a protective mechanism against SARS-CoV-2 disease severity.	Habitual physical activity and exercise could be a strategy to mitigate the development of comorbidities and improve the response of the immune system, potentially reducing the risk of symptoms and life-threatening complications
11	Nieman, D.C. (2021)	Review	Exercise Is Medicine for Immune Function: Implication for COVID-19	Physical activity improves immune surveillance and has the potential to counter COVID-19 infection and symptomatology at three prevention levels.	Physical training and rehabilitation (tertiary prevention level) can be directed toward improvement in physical fitness, quality of life, and immune health.
12	Song et al. (2020)	Review	Benefits of Exercise on Influenza or Pneumonia in Older Adults: A Systematic Review	Training in traditional Asian martial arts was also found to be beneficial	Prolonged moderate aerobic exercise may help to reduce the risk of influenza-related infection and improve the immune responses to influenza or pneumonia vaccination in older adults.
13	Van Iterson et al, (2021)	Review	Cardiac Rehabilitation Is Essential in the COVID-19 Era: DELIVERING UNINTERRUPTED HEART CARE BASED ON THE CLEVELAND CLINIC EXPERIENCE	COVID-19 pandemic has challenged how and whether patients with heart disease are able to safely access center-based exercise training and cardiac rehabilitation (CR).	This commentary provides an experience-based overview of how one health system quickly developed and applied inclusive policies to allow patients to have safe and effective access to exercise-based CR.
14	Wittmer et al, (2021)	Systemic Review	Early mobilization and physical exercise in patients with COVID-19: A narrative literature review	Early mobilization and physical exercise are beneficial for individuals with COVID-19.	32 articles met the established criteria and the main findings were summarized and described, The literature suggests that early mobilization and physical exercise are beneficial for individuals with COVID-19
15	Yang et al, (2021)	Review	Traditional Chinese exercise potential role as prevention and adjuvant therapy in patients with COVID-19.	According to medical experience, traditional Chinese exercises (TCE) have been applied for COVID-19 prevention, adjuvant treatment or rehabilitation, and achieved some curative effects.	This review proposed the TCE plan by visiting clinical and practice experts, so as to provide some references for the prevention and treatment of COVID-19 with TCE in the world.

[표 2] 주요문헌 조사 목록(메타분석과 체계적 문헌고찰 특성)

[Table 2] List of Major Literature Reviews (Meta-Analysis & Systemic Review Characteristic)

Author (year)	Study design	Sample size	Exercise mode/Duration/Intensity
Alawna et al. (2020)	Systemic Review	11 studies met the inclusion and exclusion criteria of this search.	Exercise prescriptions: walking, cycling, or running. Duration exercise ranged: 18 to 60 min Intensity: 55% to 80% of VO ₂ max or 60%-80% of maximum heart rate. Frequency range: 1 to 3 times/week. The mainly immunological biomarkers increased (leukocytes, lymphocytes, neutrophils, monocytes, eosinophils)
Barbara et al. (2022)	Review/ Meta-analysis	According to a recent meta-analysis including 47,910 patients (age 17-87) more than 50 long-term effects of COVID-19 were recognized.	Exercise prescriptions: Aerobic & Resistance training Intensity: Defined as the value below 85% of predicted peak aerobic capacity (VO ₂ peak), a controlled exercise-based rehabilitation, Resistance training prescription load was defined as 40% of 1RM, 2 sets (3 sets for last two weeks) and 12 repetitions for each muscle group.
Chaabene et al. (2021)	Systemic Review/Meta-analysis	Healthy older adults (age 65-83), 17 randomized-controlled trials (RTC) were included with a total of 1,477 participants.	Irrespective of the training type, >3 weekly sessions produced larger effects on muscle strength (SMD = 0.45) and balance (SMD = 0.37) For session-duration: Only ≤30 min per-session produced small effects on muscle strength (SMD = 0.35) and balance (SMD = 0.34).
Goodwin et al. (2021)	Systemic Review	Total 43 studies(24 systematic reviews, 11 RCTs and eight qualitative studies were included)	Exercise prescriptions: Aerobic(Walking) & Strength training Duration exercise ranged: 20 to 90 min, 6 week to 6 Month Frequency range: 3 to 5 times/week.
Halabchi et al (2022)	Systemic Review	A total number of 469, and 957 patients were included in 9 intervention studies, and 14 observational studies, respectively.	Exercise prescriptions: Tai-chi, Badujin, Breathing exercise, Respiratory exercise, etc. Duration exercise ranged: 7days to 6weeks Intensity: Mild + Moderate Intensity
Wittmer et al, (2021)	Systemic Review	32 articles met the established criteria and the main findings were summarized and described	Represented by Borg category ratio (CR) 10 < 3 or MET values < 3. A single study advised low to moderate intensities (Borg CR 10 score ≤ 3) to mild COVID-19 patients, since the value 3 in the Borg CR 10 scale Corresponds to moderate intensity. Exercise prescriptions: Breathing exercises, Tai-chi, or square dancing, Breathing exercises, square dancing, mild exercise training, trying to walk, bedside bicycling, sitting and standing, resistance training, balance training

2.3 자료처리 방법

선정된 주요 문헌조사 목록 15편의 연구는 연구 저자, 연구 게재 연도, 연구 대상, 재활 운동 관련 특징, 주요 발견으로 구성하였다[표 1]. 또한 메타분석(Meta-Analysis)과 체계적 문헌 연구(Systemic Review)는 별도로 사용된 연구 편수와 운동 강도 및 운동 시간, 운동 빈도를 추가하여 구성하였다[표 2].

3. 연구결과

선정된 주요 문헌조사 목록 15편의 연구를 통해 COVID-19 감염 중과 감염 후의 재활 운동 증체가 효과가 있는 것으로 나타났다. 11편의 연구를 통해 유산소성 저 강도에서 중 강도 운동이 면역 물질의 증가를 가져올 수 있음을 나타냈으며[12], 노인(65~83세)을 대상으로 한 17편의 메타분석 연구에서는 주 3회 이상의 운동이 근력과 평형성에 효과가

있었다[13]. 또한 총 43편의 연구(24편의 Systemic Review와 11편의 RTC, 8편의 질적 연구)를 분석한 결과 중환자 입원 후의 유산소 운동과 저항성 운동은 COVID-19의 중증 호흡기 질환 회복을 개선할 수 있었으며[7][14]. 이와 유사한 연구로 조기 동원과 운동은 입원 기간과 후유증 감소에 영향을 미쳤다[14][15]. 이외에도 유산소성 능력의 향상은 정신적인 문제 감소와 면역기능을 증가시킬 수 있다고 보고하였고[10][16], 습관적인 운동의 중요성을 강조하였다[17]. 규칙적인 운동과 재활은 체력, 삶의 질 및 면역 건강의 향상을 가져오고[18], 장기간의 적당한 유산소 운동은 인플루엔자 관련 감염의 위험을 줄인다[19]. 이러한 결과들로 알 수 있는 점은 대부분의 재활 운동은 COVID-19 감염에 따른 입원 중과 퇴원 후의 신체적 및 생리적 면역, 정신, 삶의 질 등에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4. 논의

4.1 COVID-19에 따른 운동 재활의 효과

COVID-19는 지속적인 변이를 통하여 종식되지 않고 있으며 지금도 지속해 감염자를 늘리고 있다. 이러한 부분에 있어 운동 재활은 감염으로부터 더욱 효과적인 자연적인 치료 및 회복 수단이라 생각된다. 운동 재활은 크게 COVID-19 감염 중과 감염 후로 나눌 수 있는데 감염 후에도 빠른 회복을 위해 정기적인 운동 재활의 실행이 필요하다[7]. 하지만 최근 완치 후에도 후유증과 여러 합병증이 발생하는 관계로 운동 재활의 필요성과 중요성은 아무리 강조해도 무리가 없다고 생각된다. COVID-19에 따른 재활 운동의 효과를 살펴보면 규칙적인 유산소 운동으로 COVID-19 환자의 면역학적 Biomarker인 백혈구, 림프구, 호중구, 단핵구, 호산구 등의 면역 물질 생성이 증가함을 나타냈으며[12], 총 1,477명을 대상으로 한 17편의 무작위 대조실험(RTC)을 포함한 메타분석 연구에서는 홈 트레이닝이 노인의 체력 증진에 효과가 있는 것으로 나타났다[13]. 또한 총 43편의 중증 호흡기질환 환자를 대상으로 한 문헌 연구에서도 재활 운동은 입원 후에도 회복에 도움을 줄 수 있음을 나타냈으며[14], 경증과 중증의 COVID-19 환자에서 조기 동원과 운동은 입원 기간을 단축시키며 기능적 후유증을 감소할 수 있다고 보고했다[15]. 그뿐만 아니라 11편의 인간(Human)과 5편의 동물(Animal)을 대상으로 유산소적 능력 향상은 COVID-19에 따른 정신적 문제들을 감소시켰고 면역기능을 높일 수 있음을 증명했다[16]. 또한 습관적인 신체활동과 운동은 면역체계의 반응을 개선하고 잠재적인 합병증으로 발전할 수 있는 위험을 줄일 수 있는 하나의 치료 전략이 될 수 있다고 보고했다[17]. 이와 유사한 역학적 연구로 규칙적인 신체 활동이 COVID-19 위험 감소와 관련이 있음을 6편의 코호트(Cohort) 연구로 나타냈고[18], 노인을 대상으로 장기간의 중강도 운동이 Influenza 감염을 줄이고 폐렴 예방에 대한 면역반응을 증가시킬 수 있다고 13편의 무작위 대조 연구(RTC) 연구를 통해 운동재활의 효과를 보고하였다[19]. 이렇듯 여러 문헌 연구에서 대부분 일관적으로 COVID-19에 대한 운동 또는 재활의 긍정적인 효과와 필요성을 강조하였다. 다만 본 조사연구에서 1편의 문헌 연구[13]에서만 운동 재활 중재가 단일 근력에는 유의한 효과가 있었지만, 근력과 균형성(Strength & Balance)을 합친 부분에서는 통계적 유의한 효과를 나타내지 못했는데 이는 대상자가 모두 노인(65~83세)이며 운동 재활 기간이 짧게는 4주에서 26주 사이에 있었고 운동 감독이 철저히 관리되었던 연구(직접 방문)가 있는 반면, 그렇지 못한 연구(전화, 훈련일지, 운동 정보 없음)가 있어 통계적으로 유의함을

나타내지 못했다고 생각한다. 이러한 결과들로 볼 때, 운동 재활은 with COVID-19 시대에 반드시 필요한 부분으로 생각된다. 다만 고려할 점은 COVID-19 환자들 사이에서 적절한 재활 시작 시기인데 이에 대해서는 논란이 있으며 중증 및 심각한 환자는 상태가 더 안정될 때까지 호흡 재활을 연기하도록 권장한다[20].

4.2 COVID-19에 따른 재활운동방법

본문에 제시한 15편의 문헌 조사연구[표 1]를 통해 COVID-19 감염 초기 재활 운동의 효과를 증명했고[7][15][21], 감염 후에도 여러 후유증이나 합병증 증상으로 인한 운동 재활의 필요성과 운동 재활의 긍정적 중재 효과를 제시하였다[10][12-15][17-19][22]. COVID-19 감염 중, 입원 중에 대한 재활 운동 방법은 살펴보면 아래와 같다. 입원 중인 경우에는 대부분의 코로나바이러스2(SARS-CoV-2)의 재활 포커스는 우선적으로 호흡 기능에 맞춰진다. 이는 COVID-19의 가장 중요한 부분이 폐이기 때문이다. 우선적인 단계인 호흡 재활의 경우, 환기 운동은 폐 기능과 호흡곤란증상을 개선하는 데 사용되며 가장 단순한 것은 풍선이나 양초 사용하는 것이며 깊게 흡입한 후, 풍선과 양초를 붙여 느낌이 멈출 때까지 붙여 넣는 것이다. 운동 횟수와 시간은 환자 자신의 상태에 따라 결정된다[7]. 따라서 재활계획은 첫째, 환자의 심박수, 혈압, 호흡, 혈액 산소, 심장, 뇌, 폐 및 기타 기관과 환자의 의식 수준에 초점을 맞춰야 한다. 환자가 생리적으로 안정된 상태에 이르면 자세 관리(침대 옆 스윙, 눕고 앉기, 규칙적인 뒤집기 및 신체 마사지 및 기타 자세 변화 포함)와 같은 중재 및 호흡 물리치료를 수행하여 심장, 폐 및 혈관을 자극하고 환자의 혈액 산소 수송 능력을 개선하며 기도 상태와 호흡을 향상시킨다[23]. 기계적 환기 환자의 경우에는 침대에서 신체 움직임이 폐혈증 환자의 신체 상태를 효과적으로 개선하고 합병증을 개선할 수 있다. 또한 활동의 진폭과 범위는 질병 상태 및 개인차에 따라 조정돼야 하며 일반적으로 10~20분 동안 활동하는 것이 좋고, 편 마비 또는 근력 부족 환자는 간호 직원의 지도 도움을 받아 운동을 수행한다[24]. COVID-19 입원 환자는 종종 관련 기저 질환을 동반하므로 호흡기 재활 운동을 기본적으로 수행하는 것이 중요하다. 이렇듯 호흡 재활 운동을 바탕으로 중증의 호흡기 질환을 가진 COVID-19 환자를 대상으로 집중 치료 병동(ICU)에서 호흡 재활과 신체적 재활을 실시한 결과(43편의 연구 사례), 회복을 증진하는 데 기여한 연구들[14]로 보아 입원 중의 재활 운동은 반드시 필요한 것으로 생각된다. 또한 COVID-19 완치 후의 재활 운동 방법은 우리가 이미 짐작하고 있는 환자의 신체 건강과 체력 상태를 고려한 재활 운동 방법이다. 따라서 COVID-19 완치 후, 재활 운동 방법은 가장 먼저 환자의 상태에 따른 운동처방이 우선시된다고 생각된다. 다만 최근 연구에서 퇴원 후, 3개월이 지나면 COVID-19 생존자의 절반이 주로 다리의 근육 손상으로 인한 심폐 건강이 유의하게 감소한 것으로 나타났고[11], 장기간 COVID-19 환자에서 운동 능력 감소 및 기능 제한의 기초가 되는 정확한 메커니즘은 명확히 밝혀지지 않지만, 근육 손상이 중요한 결정요인으로 작용한 것으로 보인다[22]. 따라서 위의 내용으로 볼 때, COVID-19 완치 후의 재활 운동 방법은 근육 기능 강화가 재활 운동의 주된 목표로 적용돼야 한다고 생각된다[25].

4.3 COVID-19 회복에 따른 재활운동 형태 및 운동강도

먼저 재활 운동 형태를 살펴보면 본 연구에서 제시한 15편의 문헌조사를 통해 질적

연구 3편[17][25][26]을 제외한 대부분의 연구에서 유산소성 운동(걷기 및 자전거 타기)을 가장 많이 재활 운동의 형태로 선택하였고 그다음은 저항성 운동이다. 이외 연령이 증가함에 따라 Tai-Chi 과 Badujin 등의 운동강도가 강하지 않은 운동 형태를 사용하였고 COVID-19 감염 완치 후에는 다양한 재활 운동 방법과 형태를 보고하고 있다[14][17][19][27]. 본 문헌조사 연구에서 나타난 재활 운동의 운동 형태는 가장 기본적인 걷기부터 Running, Cycling, Treadmill, Resistance exercise(Weight training), Tai-Chi, Badujin, Respiratory exercise, Pulmonary exercise 등 다양하다. 또한 실내 러닝 머신 운동 및 스테핑, 쪼그리고 앉기, 로프 건너 뛰기 등 대부분이 유산소 운동이며 중국 우한의 이동식 기내 병원에서는 경증의 COVID-19 환자를 대상으로 스쿼어 댄스 및 호흡 운동, 치쿱, Tai-Chi 운동을 수행하여 심폐 기능을 개선하고 합병증 발생률을 줄이고 환자의 불안을 완화했다[28]. 따라서 재활 운동 형태는 가벼운 운동의 유산소 형태가 기본이 되며 노인과 같이 연령이 증가하면 가벼운 댄스 활동에서 Tai-Chi 같은 천천히 균형을 유지하는 신체적 활동이 적당하다고 생각된다. 11편의 COVID-19에 따른 유산소운동의 효과를 나타낸 문헌 연구에서는 대부분의 유산소 운동 형태인 걷기, Running, Cycling을 선택하였으며[12], 증가된 유산소 적 능력은 COVID-19 환자에서 정신적 문제를 개선할 수 있다고 보고했다[16]. 이외 COVID-19에 따른 근 손실이 중요한 부분으로 저항성 운동을 추천하였는데[13][25] 어느 운동 형태가 효과적이나보다는 연령과 상태에 따라 적절한 운동 형태의 선택이 중요하다고 생각된다. 운동강도 설정은 경증 환자는 최대 심박수 (HRmax)의 40%에서 60%의 저 강도에서 중 강도까지 유산소 재활 운동을 받을 수 있으며, 훈련 중에 심박수 및 혈중 산소포화도, 호흡수를 모니터링 해야 한다[7]. 일반적인 운동강도로서는 최대 심박수 (HRmax)의 60%에서 85%로 운동시간은 약 30분 정도 시행된다. 하지만 운동 강도와 시간은 환자의 상태에 따라 적절하게 조정할 수 있어야 한다. 유산소운동을 위주로 운동강도를 설정한 문헌 연구에서는 대부분 최대산소섭취량(VO₂max)의 55~80%, 최대 심박수 (HRmax)의 60%에서 80%, 운동시간 20~60분, 주당 2~3회의 범주 내에서 실시하였고[12], 장기간의 COVID-19 환자를 대상으로 한 연구에서는 유산소운동은 유산소 능력(VO₂peak)의 85% 미만으로 저항성 운동의 운동강도는 1RM의 40%, 2~3세트(12회)를 실시하였다[22]. 기존 경증과 중증의 호흡기질환을 가진 경우, 일반적인 운동강도는 Borg 범주 비율(CR) 10 기준에서 < 3 또는 MET 값 < 3의 저강도 운동 재활이 권장되었고 COVID-19 환자 3~5%가 1~2주 내 중증으로 발전되기에 운동강도는 높지 않아야 한다[15]. 운동 중에 피험자는 현기증 및 피로, 숨 가쁨, 흉부 압박감, 흉통 등의 상황을 피하기 위해 심박수 조절에 주의를 기울여야 한다. 이러한 상황이 발생하면 운동 프로그램을 즉시 중단해야 하며 심하면 나이트로글리세린 및 기타 약물을 사용한다. 운동강도는 전문가의 판단과 모니터링 되는 것이 안전하며[7], 운동 강도는 임상 상태와 질병 단계에 따라 조정되게 주위를 기울여야 하며[15], 운동강도는 첫째가 근력이 감소 되는 환자가 할 수 있도록 조화로우려 하며 둘째, SARS가 일부 경증~중등도 환자의 호흡기에 추가 압력을 가하기 때문에 운동강도는 격렬해서는 안 된다[29]. 지금까지 COVID-19 환자에게 맞는 명확한 운동강도 및 시간, 빈도, 형태(FITT)는 지침으로 정해진 것은 아니다[10]. COVID-19 환자의 재활에서 중요하게 고려해야 할 것이 하나 더 있는데 바로 혈액응고장애(Coagulopathy)이다. 아직 운동이 혈액응고장애를 개선하는지에 대한 연구는 미흡한 상태이지만 연구에서는 경증 환자에서 중등도의 운동 훈련이 COVID-19와 관련된 혈액 응고병증 문제를 개선할 수 있었으며 고강도의 운동은 반대의 효과를 나타낼 수 있다고 보고했다[30]. 마지막으로

COVID-19 환자가 유산소 운동과 더불어 반드시 시행해야 할 운동은 저항성 운동이다. 저항성 운동이 유산소 운동과 더불어 반드시 필요한 이유는 대부분의 COVID-19 환자는 급성 감염 중이나 감염 후에도 근 손실을 동반하기 때문에 저항성 운동의 중요성은 배가된다. COVID-19가 근력 손실에 미치는 영향을 살펴보면 무증상 감염 2주 만에 근력 손실이 30%에 이르며[31], 집중 치료를 받는 10일 동안의 기간에도 대퇴 직근 단면적의 약 30%를 손실 할 수 있다고 보고했다[32]. 이렇듯 근 손실은 가장 큰 위험 요인 중의 하나이며 감염 중의 운동 재활 목표는 신체 능력을 유지시키거나 증가시키면서 면역체계를 보존하는 것에 포커스를 맞춘다. COVID-19의 다양한 위험을 예방하고 치료하는 데 적합한 운동 형태 중 하나가 저항훈련(RT) 이며[25][26], 이러한 저항성 재활 운동강도를 살펴보면 노인(65~86)을 대상으로 기초체력을 측정한 연구에서 주 3회 미만의 저항성 운동이 근력과 평형성에 유의한 영향을 미쳤고 운동시간은 30분 미만이었다[13]. 또한 저항운동은 낮은 반복 횟수(6회 이하), 세트 사이의 긴 휴식(2분 이상), 최대하 노력(RPE, 7이하)을 사용하여 30분 이하로 수행하는 것이 바람직하며 이는 특히 코로나바이러스2 변종인 Delta나 Omicron 변이로 인한 감염 격리 후, 신체 활동으로 복귀하는 환자의 호흡 스트레스를 줄이는 데 도움이 된다[25]. 따라서 앞서 언급한 선행연구들로 보아 COVID-19 환자를 위한 일반적 저항성 운동강도 지침으로도 사용해도 무리 없다 생각된다. 또한 저항성 운동은 단독으로 실시하는 것보다 유산소 운동과 더불어 실시하는 것이 COVID-19로 인한 폐의 재활에 더 효과적이며 급성 및 만성 호흡기질환에서도 안전하고 실행 가능한 것으로 나타났다[33]. 이렇듯 저항운동은 운동 재활의 필수적 부분이며 대부분의 COVID-19 환자가 나타내는 폐 질환과 근 손실에 도움을 줄 수 있다고 생각된다. 추후 COVID-19 완치 대상자를 위한 저항성 운동에 대한 재활 운동 프로그램의 구성과 제안이 필요하다 생각된다.

5. 결론

본 연구는 COVID-19 감염으로 인한 회복과 빠른 일상생활의 복귀를 위해 관련 문헌조사를 통해 재활 운동 필요성을 강조하고 올바른 재활 운동 방법과 운동 형태, 운동 강도를 제시하여 효과적인 운동 재활 프로그램을 구성하는데 도움을 주기 위해 연구되었다. COVID-19 환자에 있어 운동 재활은 감염 이전의 삶으로 다시 복귀하는 데 있어 중요한 역할을 하며 특히, 호흡 기능을 활성화하고 근 손실을 줄이며 신체 및 정신적 문제해결 부분에서도 이점이 있다. 하지만 아직 COVID-19는 종식되지 않고 있으며 단계적인 변이과정을 통해 발전되며 다양한 후유증을 나타내고 있다. 따라서 COVID-19 감염 중과 감염 후의 빠른 치유와 회복, 일상생활로의 복귀 등을 위해 운동 재활의 체계적인 개입의 중요성 제시와 재활 운동을 위한 운동 형태 및 운동 강도 제시는 반드시 필요하다고 생각되며 추후의 연구에서는 장기적 COVID-19에 따른 재활 운동의 효과 제시가 필요하다 생각된다.

References

- [1] C. Huang, Y. Wang, X. Li, L. Ren, J. Zhao, Y. Hu, L. Zhang, G. Fan, J. Xu, X. ;Gu, Z. Cheng, T. Yu, J. Xia, Y. Wei, W. Wu, X. Xie, W. Yin, H. Li, M. Liu, Y. Xiao, H. Gao, L. Guo, J. Xia, G. Whang, R. Jiang, Z. Gao, Q. Jin, J. Wang, B. Cao, Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China, *Lancet*, (2020), Vol.15, No. 395, pp.497-506.

DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)

- [2] Y. H. Ma, Q. H. Li, Y. Huo, M. Pang, A Review on the Prevention and Treatment of COVID-19 by Traditional Chinese Medicine, *Phytomedicine*, (2021), No.85, pp.1-7.
- [3] D. Hughes, R. Saw, N. K. P. Perera, M. Mooney, A. Wallett, J. Cooke, N. Coatsworth, C. Broderick, The Australian Institute of Sport framework for rebooting sport in a COVID-19 environment, *Journal of science and medicine in sport*, (2020), Vol.23, No.7, pp. 639-663.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2020.05.004>
- [4] A. Quintás-Cardama, J. Cortes, Molecular biology of bcr-abl1-positive chronic myeloid leukemia, *Blood*, (2009), Vol.113, No.8, pp.1619-1630.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1182/blood-2008-03-144790>
- [5] Z. Q. Chen, H. J. Zhang, F. S. Wu, G. F. Wu, The value of cardiopulmonary exercise test in the assessment of cardiopulmonary and vascular diseases, *Chinese Journal of Cardiology*, (2018), Vol.23, pp.515-518.
- [6] K. W. Koh, Physical activity guideline for social distancing during COVID-19, *Korean journal of health education and promotion*, (2020), Vol.37, No.1, pp.109-112.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14367/kjhpe.2020.37.1.109>
- [7] W. Cui, T. Ouyang, Y. Qiu, D. Cui, Literature Review of the Implications of Exercise Rehabilitation Strategies for SARS Patients on the Recovery of COVID-19 Patients, *Healthcare*, (2021), Vol.9, No.5, p.590.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare9050590>
- [8] S. Lopez-Leon, T. Wegman-Ostrosky, C. Perelman, R. Sepulveda, P. Rebolledo, A. Cuapio, S. Villapol, More Than 50 Long-Term Effects of COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Scientific reports*, (2021), Vol.30.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1101/2021.01.27.21250617>
- [9] C. Huang, L. Huang, Y. Wang, X. Li, L. Ren, X. Gu, L. Kang, L. Guo, M. Liu, X. Zhou, J. Luo, Z. Huang, S. Tu, Y. Zhao, L. Chen, D. Xu, Y. Li, C. Li, L. Peng, Y. Li, W. Xie, D. Cui, L. Shang, G. Fan, J. Xu, G. Wang, Y. Wang, J. Zhong, C. Wang, J. Wang, D. Zhang, B. Cao, 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study, *Lancet*, (2021), Vol.397, No.10270, pp.220-232.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32656-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32656-8)
- [10] F. Halabchi, M. Selk-Ghafari, B. Tazesh, B. Mahdaviani, The effect of exercise rehabilitation on COVID 19 outcomes: a systematic review of observational and intervention studies, *Sport Sciences for Health*, (2022), Vol.18, No.4, pp.1201-1219.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11332-022-00966-5>
- [11] P. Clavario, V. De Marzo, R. Lotti, C. Barbara, A. Porcile, C. Russo, F. Beccaria, M. Bonavia, L.C. Bottaro, M. Caltabellotta, F. Chioni, M. Santangelo, A.J. Hautala, R. Griffò, G. Parati, U. Corra, I. Porto, Cardiopulmonary exercise testing in COVID-19 patients at 3 months follow-up, *International journal of cardiology*, (2021), Vol.340, pp.113-118.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2021.07.033>
- [12] M. Alawna, M. Amro, A. A. Mohamed, Aerobic exercises recommendations and specifications for patients with COVID-19: a systematic review, *European review for medical and pharmacological sciences*, (2020), Vol.24, pp.13049-13055.
DOI: http://dx.doi.org/10.26355/eurrev_202012_24211
- [13] H. Chaabene, O. Prieske, M. Herz, J. Moran, J. Höhne, R. Klieg, R. Ramirez-Campillo, D. G. Behm, T. Hortobágyi, U. Granacher, Home-based exercise programmes improve physical fitness of healthy older adults: A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis with relevance for COVID-19, *Aging research reviews*, (2021), Vol.67, pp.101265.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arr.2021.101265>
- [14] V. A. Goodwin, L. Allan, A. Bethel, A. Cowley, J. L. Cross, J. Day, A. Drummond, A. J. Hall, M. Howard, N. Morley, J. T. Coon, S. E. Lamb, Rehabilitation to enable recovery from COVID-19: a rapid systematic review, *Physiotherapy*, (2021), Vol.111, pp.4-22.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2021.01.007>

- [15] V. L. Wittmer, F. M. Paro, H. Duarte, V. K. Capellini, M. C. Barbalho-Moulim, Early mobilization and physical exercise in patients with COVID-19: a narrative literature review, *Complementary therapies in clinical practice*, (2021), Vol.43, pp.101364.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ctcp.2021.101364>
- [16] M. Amro, A. Mohamed, M. Alawna, Effects of increasing aerobic capacity on improving psychological problems seen in patients with COVID-19: a review, *European review for medical and pharmacological sciences*, (2021), Vol.25, No.6, pp.2808-2821.
DOI: http://dx.doi.org/10.26355/eurrev_202103_25443
- [17] F. E. Marino, N. T. Vargas, M. Skein, T. Hartmann, Metabolic and inflammatory health in SARS-CoV-2 and the potential role for habitual exercise in reducing disease severity, *Inflammation research*, (2022), Vol.71, No.1, pp.27-38.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00011-021-01517-3>
- [18] D. C. Nieman, Exercise Is Medicine for Immune Function: Implication for COVID-19, *Current sports medicine reports*, (2022), Vol.20, No.8, pp.395-401.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1249/JSR.0000000000000867>
- [19] Y. Song, F. Ren, D. Sun, M. Wang, J. S. Baker, B. István, Y. Gu, Benefits of Exercise on Influenza or Pneumonia in Older Adults: A Systematic Review, *International journal of environmental research and public health*, (2020), Vol.17, No.8, pp.2655.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17082655>
- [20] A. Demeco, N. Marotta, M. Barletta, I. Pino, C. Marinaro, A. Petraroli, L. Moggio, A. Ammendolia, Rehabilitation of patients' post-COVID-19 infection: a literature review, *The Journal of international medical research*, (2020), Vol.48, No.8.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0300060520948382>
- [21] E. H. Van Iterson, L. J. Laffin, M. Crawford, D. M. Mahan, L. Cho, U. Khot, Cardiac Rehabilitation Is Essential in the COVID-19 Era: DELIVERING UNINTERRUPTED HEART CARE BASED ON THE CLEVELAND CLINIC EXPERIENCE, *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, (2021), Vol.41, No.2, pp. 88-92.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0000000000000585>
- [22] C. Barbara, P. Clavario, V. De Marzo, R. Lotti, G. Guglielmi, A. Porcile, C. Russo, R. Griffo, T. Mäkikallio, A. J. Hautala, I. Porto, Effects of exercise rehabilitation in patients with long coronavirus disease 2019, *European journal of preventive cardiology*, (2022), Vol.29, No.7, pp.e258-e260.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/eurjpc/zwac019>
- [23] J. M. Chen, Z. Y. Wang, Y. J. Chen, J. Ni, The Application of Eight-Segment Pulmonary Rehabilitation Exercise in People with Coronavirus Disease 2019, *Frontiers in physiology*, (2020), Vol.29, No.11, 646.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2020.00646>
- [24] S. Katz, N. Arish, A. Rokach, Y. Zaltzman, E. L. Marcus, The effect of body position on pulmonary function: A systematic review, *BMC pulmonary medicine*, (2018), Vol.18, No.1, pp.159.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12890-018-0723-4>
- [25] P. Gentil, C. A. B. De Lira, C. A. Vieira, R. Ramirez-Campillo, A. H. Haghighi, F. M. Clemente, D. Souza, Resistance Training before, during, and after COVID-19 Infection: What Have We Learned So Far?, *International journal of environmental research and public health*, (2022), Vol.19, No.10, pp.6323.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19106323>
- [26] P. Gentil, C. A. B. De Lira, D. Souza, A. Jimenez, X. Mayo, A. L. De Fátima Pinho Lins Gryscek, E. G. Pereira, P. Alcaraz, A. Bianco, A. Paoli, J. Papeschi, L. C. Carnevali Junior, Resistance Training Safety during and after the SARS-Cov-2 Outbreak: Practical Recommendations, *BioMed research international*, (2020), Vol.23, pp.3292916.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2020/3292916>
- [27] S. Yang, T. Liu, J. Xiong, Y. Teng, Y. Guo, S. Yu, F. Zeng, Traditional Chinese exercise potential role as prevention and adjuvant therapy in patients with COVID-19, (2021), Vol.43, pp.101379.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ctcp.2021.101379>
- [28] P. Sun, S. Qie, Z. Liu, J. Ren, K. Li, J. Xi, Clinical characteristics of hospitalized patients with SARS-CoV-2

infection: A single arm meta-analysis, *Journal of medical virology*, (2020), Vol.92, No.6, pp.612-617.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jmv.25735>

- [29] M. Vitacca, M. Carone, E. M. Clini, M. Paneroni, M. Lazzeri, A. Lanza, E. Privitera, F. E. Pasqua, F. Gigliotti, G. Castellana, P. Banfi, E. Guffanti, P. Santus, N. Ambrosino, Joint statement on the role of respiratory rehabilitation in the COVID-19 crisis: the Italian position paper, *Respiration*, (2020), Vol.99, No.6, pp.493-499.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000508399>
- [30] E. K. Zadow, D. W. T. Wundersitz, D. L. Hughes, M. J. Adams, M. I. C. Kingsley, H. A. Blacklock, S. S. X. Wu, A. C. Benson, F. Duthiel, B. A. Gordon, Coronavirus (COVID-19), coagulation, and exercise: interactions that may influence health outcomes, *Seminars in thrombosis and hemostasis*, (2020), Vol.46, No.7, pp.807-814.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0040-1715094>
- [31] J. D. Trinity, J. C. Craig, C. C. Fermoyle, A. I. McKenzie, M. T. Lewis, S. H. Park, M. T. Rondina, R. S. Richardson, Impact of presymptomatic COVID-19 on vascular and skeletal muscle function: A case study, *Journal of applied physiology*, (2021), Vol.130, No.6, pp.1961-1970.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00236.2021>.
- [32] M. C. De Andrade-Junior, I. C. D. de Salles, C. M. M. de Brito, L. Pastore-Junior, R. F. Righetti, W. P. Yamaguti, Skeletal Muscle Wasting and Function Impairment in Intensive Care Patients with Severe COVID-19, *Frontiers in physiology*, (2021), Vol.12, pp.640973.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2021.640973>
- [33] H. Rice, M. Harrold, R. Fowler, C. Watson, G. Waterer, K. Hill, Exercise training for adults hospitalized with an acute respiratory condition: A systematic scoping review, *Clinical rehabilitation*, (2020), Vol.34, pp.45-55.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0269215519877930>