

COVID-19 시대 이후 재활치료: 심장호흡재활을 중심으로

신 형 익

서울대학교 의과대학, 서울대학교병원 재활의학과

Rehabilitation Therapy after the COVID-19 Era: Focused on Cardiopulmonary Rehabilitation

Hyung Ik Shin, M.D., Ph.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Seoul National University Hospital,
101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea

Abstract

In the coronavirus disease 2019 (COVID-19) era, the roles of rehabilitation to be played in medical system are more emphasized. Rehabilitation is known to help patients recover from the acute period after COVID-19 infection. In addition, studies reported that rehabilitation is required to return patients' physical function to the state before their infection. Intensive care unit rehabilitation in the acute period and cardiopulmonary rehabilitation in the recovery period have the same principles and techniques as those of applied for frail elderly. Rehabilitation therapy requiring a lot of physical contact and medical equipment is vulnerable to infection. Therefore, it is required to follow thoroughly guidelines about infection, such as wearing a mask, making a two-meter distance between patients, sterilization of medical equipment, and limiting visitors. And after the COVID-19 era, the operation of rehabilitation therapy and its details will be changed; firstly, to reduce complexity of a therapy room, rehabilitation therapy in wards will be enhanced; secondly, more medical equipment for enhancing rehabilitation therapy in wards will be developed and increased; thirdly, in a therapy process, the direct contact will be minimized, and therapy guides using smart equipment will be increased; fourthly, particularly, in the cardiorespiratory rehabilitation area, non-contact tele-rehabilitation techniques, rather than outpatient based rehabilitation therapy, will be developed and applied; fifthly, in order to execute rehabilitation therapies that may cause a high concern over droplet infection, it will be required to consider special therapy facilities like negative pressure isolation room when a rehabilitation hospital or ward will be designed.

Key Words

COVID-19, Rehabilitation, Cardiopulmonary rehabilitation, Pandemic

서론

코로나(severe acute respiratory syndrome coronavirus, SARS-CoV-2) 감염은 국가의 보건의료시스템뿐만 아니라 사회 문화적인 시스템에도 영향을 주고 있고 그 영향은 감염이 조절된 이후에도 지속될 것이다. coronavirus disease 2019 (COVID-19) 팬데믹은 재활치료의 제공 방식과 운영 방식에도 영향을 주고 있으며 향후 그 영향은 COVID-19 이후에도 지속될 가능성이 높다. 본 리뷰에서는 COVID-19 시대에 재활치료와 관련된 주요한 이슈들을 검토하고 이를 바탕으로 향후 재활치료의 제공 방식이 어떻게 변화될 것인지 예측해보고자 한다.

본론

1) COVID-19 시대의 재활치료 관련 이슈

(1) 감염관리

재활치료실에서는 치료 자체도 밀접 접촉에 의하여 이루어 지지만 공동으로 사용하는 기구들도 감염원이 될 수 있기 때문에 이에 대한 감염관리도 필요하다. 기구 소독에 대한 매일매일의 루틴이 필요하지만 재활치료기구의 소독에 대한 지침이 일반적인 의료장비에 대한 소독관리 지침과 별도로 구분되어 제시된 바는 없다[1]. 그렇지만 진찰실(consultation/examination areas)을 기준으로 한 일반적인 기구소독 지침은 다음과 같다[2].

첫째, 하루에 2회 이상 소독

둘째, 손이 많이 닿는 부분과 그렇지 않은 부분을 구분(예를 들어 손이 잘 닿지 않는 부분은 1주에 1회 소독을 할 수 있음)

셋째, 하루의 마지막 소독 시에 전체 바닥을 중성세제로 소독

넷째, 깨끗한 부위부터 더러운 부위 순서로 소독

다섯째, 높은 위치에서부터 낮은 위치 순으로 소독

여섯째, 소독 걸레는 소독액에 완전히 적시고 소독액에 걸레는 한 번만 담그고 소독액을 교체함.

국내에서는 바닥, 손잡이 등의 소독을 위해서는 액체 형태의 락스나 정제 형태의 바이오스팟(sodium dichloroisocyanurate)을 희석하여 쓰고 재활치료 기구는 티슈 형태의 ED Wipe (benzalkonium chloride)나 소독용 에탄올을 흔히 사용한다.

이와 아울러 치료자와 환자는 밀접 접촉을 할 수밖에 없지만 환자와 환자 간의 거리는 2미터(6피트) 이상의 간격을 유지하도록 한다. 또한 환자와 치료자 모두 반드시 마스크를 착용하고 치료를 시행하며 적절한 방법으로 마스크를 사용하도록 한다.

치료실의 밀집도를 낮추기 위하여 기능이 좋은 환자는 치료실 밖의 복도를 이용할 수 있고 침상에서 재활치료 프로그램이 가능한 경우 최대한으로 활용하도록 한다. 코디네이터, 사회복지사 등이 밀집한 사무공간에서 근무하지 않도록 재택 근무 등을 활성화할 수 있다[3]. 또한 방문자를 최소화하거나 금지하여야 하며 외래 대기공간 등을 최소화하여 밀집하여 진료나 치료를 대기하는 상황이 발생하지 않도록 해야 한다.

(2) 재활치료의 효과성

COVID-19 환자에 대한 재활치료는 생체 징후가 불안정한 시기, 즉 중환자 단계에서의 재활치료, 뇌병변, 말초신경병증 등 합병증에 대한 재활치료, 퇴원 후 생체 징후가 안정된 상태에서 회복을 위한 재활치료 등으로 구분할 수 있다[4]. 심장호흡재활은 이 세 가지 단계에 모두 해당이 된다고 볼 수 있다.

가) 중환자실 단계에서의 재활치료

중환자실 단계에서의 재활치료는 급성 호흡기 증후군(acute respiratory distress syndrome, ARDS)에서의 재활치료와 기술적으로 매우 유사하다[5]. 중환자실에서라도 지시따르기가 부분적으로 가능하다면 근력운동, 앉은 자세 유지 등의 기능 훈련 등을 시행할 수 있다. 또한 중환자실 침상에서 사용하는 폐달형 운동기구(cycle ergometry)나 전기자극기 등을 사용할 수는 있으나 기구를 통한 감염이 발생하지 않도록 매 치료 후마다 소독제를 사용한 감염관리가 필수적이다.

일반적인 중환자실에서의 재활치료와 또 다른 중요한 점은 비말(droplet)을 통한 감염을 차단하기 위하여 기침유발기(mechanical in/ex-sufflator)를 통한 객담배출 재활치료를 시행할 수 없다는 점이다. 또한 보조적 기침법이나 횡경막 호흡, 호흡근력 운동 등을 시행할 수 없다.

나) COVID-19 합병증에 대한 재활치료

COVID-19에 의한 뇌경색이 빈번히 보고되고 있으며 이는, SARS-CoV-2 감염이 혈액응고적(prothrombotic) 경향을 유발하기 때문인 것으로 추정하고 있다[6]. 연령과 중증도를 보정하여도 COVID-19에 의한 뇌경색은 그렇지 않은 뇌경색보다 회복에의 예후가 나쁜 것으로 보고되었는데, 이는 동반된 기저질환 등의 차이에 의한 것으로 추정하고 있다[7]. COVID-19

에 의한 뇌경색은 신경가소성(neuroplasticity)에 의한 회복 잠재력이 큰 초기에 격리 상태에 있기 때문에 적절한 재활치료가 제공되기 어려울 수 있다. 그렇지만 초반에 침상에서 틸트 테이블, 페달형 운동기구(cycle ergometry) 등을 이용한 재활치료, 작업치료, 인지재활치료 등 치료실 환경에서의 재활치료와 차이가 없는 적극적인 재활치료를 시행할 것을 주장한 그룹도 있다[8].

다) 회복기 재활치료

COVID-19 감염 이후 증상이 없더라도 장기간 동안 폐 CT에서의 이상 소견이 보고된 바 있는데, 이는 ARDS에서와 유사한 현상이라고 볼 수 있다[9,10]. ARDS에서와 마찬가지로 COVID-19 감염증에 의한 급성기 중환자 치료 후에는 회복기에도 신체기능 증진을 위한 운동재활치료가 필요하다[11]. 예를 들어, Hermann 등은[12] 중환자실에서의 급성기 치료 후 2-4주간 25-30세선의 입원재활치료를 시행하여 6분간 걷기 검사의 결과가 호전되었음을 보고한 바 있다. 이 연구에서 재활치료는 고정형 자전거 운동기구(stationary ergometer), 보행 훈련, 근력 운동 등 일반적인 내용으로 구성을 하였다.

2) COVID-19 시대 이후의 재활치료 방향

재활치료는 다른 일반적인 의료적인 처치와 비교하여 치료자와 환자 간의 신체적 접촉이 많다. 예를 들어 이동 훈련 같은 경우에는 치료자와 환자의 몸이 닿을 수밖에 없다. 또한 호흡재활치료의 경우 환자의 비말이 치료자와 인근의 사람들에게 전파될 가능성이 높다.

COVID-19 팬데믹의 시기가 종식이 된 이후의 재활치료가 현재와 비교하여 어떻게 달라져야 할지 아직 논의가 부족하다. 그렇지만 다음의 주제에 대하여 검토가 진행되어야 할 것이다.

(1) 접촉을 최소화하기 위한 치료 방식의 변화

공기누적운동(air stacking exercise), 보조적 기침운동 등은 실제 치료자와 환자가 신체를 밀접하게 접촉을 하여 진행한다. 삼킴재활치료의 경우에는 아예 치료자가 손을 환자의 구강에 넣는 경우도 많다. 이와 같은 기존의 치료 방식을 완전히 바꿀 수는 없겠지만 치료자가 직접 접촉하는 시간을 최소화하고 환자가 스스로 시행을 하고 치료자는 관찰을 하면서 지도를 하는 방식이나 비디오 매체를 최대한으로 활용하는 방식을 점진적으로 늘려야 할 것이다[13]. 신경근육계 질환에서 침습적/비침습적 호흡보조기를 사용하는 경우 단일(single limb) 서킷을 사용하기 때문에 호기(exhalation) 밸브를 통하여 비말이

전파될 수밖에 없다. 중환자실 등에서 이중(double limb) 서킷을 쓸 때와는 달리 가정용 호흡보조기를 사용하는 상태에서 재활치료를 시행할 때에는 비말감염에 대한 개인 보호구를 착용한 상태에서 재활치료를 시행하여야 할 것이다.

(2) 병실에서의 재활치료 활성화

특정 시간에 운동치료실이 많은 환자, 치료사, 보호자 등으로 붐비는 경우가 있는데, 이는 꼭 COVID-19가 아니더라도 각종 접촉, 비말 감염의 위험을 높이는 상황으로 볼 수 있다.

특히 국내에서는 ‘중추신경계 발달 재활치료’의 행위 정의에 ‘치료실에서’라는 공간에 대한 규정이 있다. 그렇기 때문에 좀 더 적극적인 재활치료를 위하여서는 치료실에서 재활치료를 시행하고 침상에서는 간단한 관절 운동 정도만 시행하는 이분법적인 재활치료 관행을 따르고 있다.

그렇지만 최근의 중환자실에서의 재활치료 프로그램은 환자의 내과적, 외과적 상태가 안정적이지 않더라도 침상에서 기립 훈련, 매트 운동, 일상생활 동작 훈련 등을 포함한다. 뿐만 아니라 중환자실 침상에서 틸트 테이블, 자전거형 운동기구(cycle ergometer) 등의 치료기구를 이용한 재활치료를 적극적으로 시행한다[14]. 이러한 기법을 뇌졸중, 척수손상 재활, 소아재활 등의 영역에도 적용할 수 있을 것이다. 심장재활 1기, 급성 호흡기 질환 이후 회복기에서의 재활 등에서도 같은 방식으로 적용할 수 있을 것이다. 또한 침상에서 자전거형 운동기구(cycle ergometer)와 연계하여 기능적 전기자극 치료를 시행하기도 한다. 예를 들어 Woo 등은[15] 침상에서의 자전거형 운동기구(Letto 2; MOTOmed, Betzenweiler, Germany)에 전기자극기를 연동시켜서 대퇴사두근을 20분간 자극하는 재활치료를 시도하였다. 또한 침상에 누워있는 환자를 의자(stretcher chair)로 옮긴 후 전동장치를 이용하여 앉은 자세에서 기립자세로 변환하는 장비(Sara Combilizer(R), ArjoHuntleigh, Addison, IL, USA)를 사용하기도 한다. McWilliams 등은[16] 이러한 장비를 이용하여 중환자실에서 신체활동수준을 높였음을 보고한 바 있다. 또한 전동장치 없이 침상에서 비교적 간단한 장비를 이용하여 기립 운동을 할 수 있도록 하는 기구들이 상품화되어 있다[17].

작업치료의 경우 국내에서는 침상에서는 거의 시행되지 않는데, 일상생활동작 훈련을 실제 병실에서 환자 자신의 생활용품들로 시행해 볼 수 있으며 삼킴재활치료의 경우도 실제 병원에서 식사를 하는 공간에서 시행을 할 수 있을 것이다. 이러한 재활치료 행위 양상에 대한 적극적인 검토와 수가화 작업이 필

요하다고 볼 수 있다.

(3) 원격 재활(tele-rehabilitation)

다른 분야의 재활과 마찬가지로 심장재활 및 호흡재활은 전통적으로 환자가 의료기관을 방문하는 방식으로 운영되어왔다. COVID-19 팬데믹으로 인하여 원격 재활(tele-rehabilitation)에 대한 논의가 활발해졌지만 사실 이전부터 심장호흡재활 분야에 있어서 원격 재활(tele-rehabilitation)에 대한 연구 성과는 누적되어 왔다[18]. 원격 재활은 IT 기반의 비디오 컨퍼런스 시스템, 가상현실, 휴대용 스마트기기 등의 장비 인프라가 필요할 수 있다[19]. 그렇지만 원격에서 전화를 이용하거나 녹화된 동영상을 확인하면서 원격에서 평가하는 등 별도의 인프라 없이도 시행이 가능하다. 또한 가정뿐만이 아니라 병원은 아니지만 인근의 보건/체육시설에서의 원격 재활 적용도 가능하다[20]. COVID-19 팬데믹에 의하여 원격 재활이 더욱 강조가 되고 있으나 원격 재활을 통한 개입이 통상적인 재활과 비슷한 결과를 낼 수 있거나 동등한 또는 더 높은 수준의 비용효과성을 보일 수 있다면 COVID-19 팬데믹 이후에도 원격 재활은 계속 강조되고 확대될 수 있을 것이다. 예를 들어 흉부에 착용형 의복(wearable harness) 센서를 부착하여 센서에서 발생하는 심박수 생체신호를 스마트폰과 연동하여 실시간 원격으로 12주간 심장재활치료를 시행한 군과 전통적인 심장재활을 시행한 군에서의 운동 효과 및 비용의 비교에 대한 연구가 시행 중이다[21]. Hansen 등은 [22] COPD 환자군을 대상으로 비디오 컨퍼런스 시스템을 이용하여 주당 3일, 10주간의 원격 재활을 시행하였을 때 통상적인 외래기반의 호흡재활을 시행한 군과 6분간 걷기 검사의 결과에서 차이가 없음을 보고한 바 있다. Godfredsen 등도[23] 이와 유사한 결과를 보고하기도 하였다. 심장 및 호흡재활은 재활프로그램에 대한 참여도 및 순응도가 중요한 이슈인데, 향후 원격 재활을 통하여 프로그램 참여도 및 순응도를 높일 수 있을 가능성이 있어 이에 대한 임상적 경험 축적 및 관련된 연구가 필요하다.

심장 및 호흡재활 영역 이외에도 물리치료, 작업치료, 언어치료 등을 원격 의료 기반으로 하거나 대면치료와 병행하고자 하는 노력은 기존부터 지속되어 왔으며 COVID-19 팬데믹 이후 더욱 가속화되었다고 볼 수 있다. 그렇지만 수가 도입 등을 포함하여 국내에서 이러한 발전이 제도적으로 도입되거나 시범적으로 시행된 바는 없다.

(4) 재활치료 공간 및 인력 기획

병원급 의료기관에서 4인실에 입원할 경우 본인부담금이 1만 원 이내로, 기존의 5-6인실과 차이가 크지 않다. 또한 4인실의 경우 기존 5-6인실에 있었던 가운데 자리가 없어 환자 4명이 4개의 모서리에 위치하기 때문에 병실에서의 재활치료를 시행하기가 좀 더 유리하다.

또한 병실 안에서뿐만 아니라 개별 병동에 재활치료실을 설치하여 한 개의 재활치료실에 몰려서 재활치료를 받는 사례를 최소화하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 부피가 크거나 복잡한 기구를 사용하지 않을 경우 병동에 비교적 간단한 매트와 테이블만 설치하고 재활치료를 시행할 수 있을 것이다. 또한 공간을 많이 사용하는 보행 훈련과 같은 치료는 치료실 내보다는 병원 내에 왕래 인원이 적은 공간을 찾아서 시행할 수도 있을 것이다. 이와 같은 방식을 도입하지 않는다면 일반적으로 비말 전파 거리라고 볼 수 있는 2미터(6 피트)의 거리를 유지하기 어려울 것이다[3].

특히 비말에 의한 감염에 취약하다고 볼 수 있는 삼킴재활치료, 언어치료, 호흡재활치료 등을 위한 공간은 새로운 재활병원이나 재활유니트를 설계할 때 음압병상 구조로 설계 단계부터 고려해 볼 수 있을 것이다. 국내에서는 '건축물의 설비기준 등에 관한 규칙'이 2020년 4월부터 개정 및 강화되었는데 이러한 개정은 감염이라기보다는 미세먼지에 대한 대책으로 볼 수 있다. 이 규칙에서는 기계환기설비 공기여과기 성능을 규정하는데, 상기와 같은 치료실에서는 좀 더 엄격한 기준을 적용해야 할 가능성이 있다. 또한 국내에서는 규정되어 있지 않은 시간당 공기교환 비율 기준 도입 등도 검토할 사항이다. 예를 들어 미국 질병관리본부의 일반 건물 공기 교환 비율은 시간당 6-15회, 10분에 최소 1회이다[24].

향후 재활병원의 공간을 기획함에 있어서 동선을 구분하는 것이 중요한 이슈가 될 전망이다. 예를 들어 외래 재활치료실과 입원 환자를 위한 재활치료실의 동선은 분리시키는 것이 향후 감염 관리에 유리할 것이다. 심장호흡재활 분야의 경우 외래 기반 재활치료가 많기 때문에 입원환자의 재활치료를 위한 동선과 분리되는 것이 적절할 것이다.

한국의 문화에서 재활병원 입원 중 방문객을 제한하는 것은 쉽지 않을 수 있지만 감염관리를 위하여 반드시 달성해야 할 과제이다. 또한 배달 음식을 금지하는 것은 감염관리의 차원을 넘어서 일반적인 위생 및 영양 관리의 측면에서도 달성해야 할 과제라고 볼 수 있다.

결론

재활의료는 보건의료시스템의 중요한 구성 요소이다. 감염병증의 유행 시 재활의료는 두 가지 측면에서 도전을 받게 되는데, 첫째는 재활의료 자체가 감염에 취약하다는 것이며 둘째는 보건의료시스템이 급성기 치료에 중점을 두게 되면서 아급성기, 유지기 재활에 대한 사회적 관심과 투자가 줄어든다는 것이다. COVID-19 팬데믹이 종료된 이후에도 또 다른 감염증의 유행이 발생할 가능성이 높은 상황이다. 재활의료는 병실에서의 재활치료 활성화, 원격 재활의 활성화, 재활치료 공간의 다각화 등을 통하여 변화된 환경에서도 보건의료시스템에서의 필수적인 역할을 계속 수행해 나갈 수 있을 것이다. 특히 심장호흡재활 영역에서는 다양한 수준의 원격 재활 기법을 통한 비대면 치료가 단계적으로 도입되어야 할 것이다.

REFERENCES

1. Kim UJ, Lee SY, Lee JY, Lee A, Kim SE, Choi OJ, et al. Air and environmental contamination caused by COVID-19 patients: a multi-center study. *J Korean Med Sci* 2020;35:e332.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Environmental cleaning in resource-limited settings. [Internet]. Available from: <https://www.cdc.gov/hai/prevent/resource-limited>.
3. McNeary L, Maltser S, Verduzco-Gutierrez M. Navigating coronavirus disease 2019 (Covid-19) in psychiatry: A CAN report for inpatient rehabilitation facilities. *PM R* 2020;12:512-5.
4. Iannaccone S, Castellazzi P, Tettamanti A, Houdayer E, Brugliera L, de Blasio F, et al. Role of rehabilitation department for adult individuals with COVID-19: The experience of the San Raffaele Hospital of Milan. *Arch Phys Med Rehabil* 2020;101:1656-61.
5. Simpson R, Robinson L. Rehabilitation after critical illness in people with COVID-19 infection. *Am J Phys Med Rehabil* 2020;99:470-4.
6. Herman C, Mayer K, Sarwal A. Scoping review of prevalence of neurologic comorbidities in patients hospitalized for COVID-19. *Neurology* 2020;95:77-84.
7. Ntaios G, Michel P, Georgiopoulos G, Guo Y, Li W, Xiong J, et al. Characteristics and outcomes in patients with COVID-19 and acute ischemic stroke: The global COVID-19 stroke registry. *Stroke* 2020;51:e254-8.
8. Pincherle A, Johr J, Pancini L, Leocani L, Dalla Vecchia L, Ryvlin P, et al. Intensive care admission and early neuro-rehabilitation. Lessons for COVID-19? *Front Neurol* 2020;11:880.
9. Zha L, Shen Y, Pan L, Han M, Yang G, Teng X, et al. Follow-up study on pulmonary function and radiological changes in critically ill patients with COVID-19. *J Infect* 2021;82:159-98.
10. You J, Zhang L, Ni-Jia-Ti MY, Zhang J, Hu F, Chen L, et al. Anormal pulmonary function and residual CT abnormalities in rehabilitating COVID-19 patients after discharge. *J Infect* 2020;81:e150-2.
11. Stam HJ, Stucki G, Bickenbach J, European Academy of Rehabilitation M. Covid-19 and post intensive care syndrome: A call for action. *J Rehabil Med* 2020;52:jrm00044.
12. Hermann M, Pekacka-Egli AM, Witassek F, Baumgaertner R, Schoendorf S, Spielmanns M. Feasibility and efficacy of cardiopulmonary rehabilitation after COVID-19. *Am J Phys Med Rehabil* 2020;99:865-9.
13. Fritz MA, Howell RJ, Brodsky MB, Suiter DM, Dhar SI, Rameau A, et al. Moving forward with dysphagia care: Implementing strategies during the COVID-19 pandemic and beyond. *Dysphagia* 2021;36:161-9.
14. Kho ME, Martin RA, Toonstra AL, Zanni JM, Manthey EC, Nelliott A, et al. Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit. *J Crit Care* 2015;30:1419 e1-5.
15. Woo K, Kim J, Kim HB, Choi H, Kim K, Lee D, et al. The effect of electrical muscle stimulation and in-bed cycling on muscle strength and mass of mechanically ventilated patients: A pilot study. *Acute Crit Care* 2018;33:16-22.
16. McWilliams D, Atkins G, Hodson J, Snelson C. The

Sara Combilizer((R)) as an early mobilisation aid for critically ill patients: A prospective before and after study. *Aust Crit Care* 2017;30:189-95.

17. Arjo. Standing and raising and slings [Internet]. Available from: <https://www.arjo.com/int/products/patient-handling/slings/standing-and-raising-aid-slings>.
18. Tsutsui M, Gerayeli F, Sin DD. Pulmonary rehabilitation in a post-COVID-19 world: Telerehabilitation as a new standard in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2021;16:379-91.
19. Finkelstein J, Jeong IC, Doerstling M, Shen Y, Wei C, Karpatkin H. Usability of remote assessment of exercise capacity for pulmonary telerehabilitation program. *Stud Health Technol Inform* 2020;275:72-6.
20. Prvu Bettger J, Resnik LJ. Telerehabilitation in the age of COVID-19: An opportunity for learning health system research. *Phys Ther* 2020;100:1913-6.
21. Gao L, Maddison R, Rawstorn J, Ball K, Oldenburg B, Chow C, et al. Economic evaluation protocol for a multicentre randomised controlled trial to compare Smartphone Cardiac Rehabilitation, Assisted self-Management (SCRAM) versus usual care cardiac rehabilitation among people with coronary heart disease. *BMJ Open* 2020;10:e038178.
22. Hansen H, Bieler T, Beyer N, Kallemose T, Wilcke JT, Ostergaard LM, et al. Supervised pulmonary tele-rehabilitation versus pulmonary rehabilitation in severe COPD: a randomised multicentre trial. *Thorax* 2020;75:413-21.
23. Godtfredsen N, Frolich A, Bieler T, Beyer N, Kallemose T, Wilcke T, et al. 12-months follow-up of pulmonary tele-rehabilitation versus standard pulmonary rehabilitation: A multicentre randomised clinical trial in patients with severe COPD. *Respir Med* 2020;172:106129.
24. United States Environmental Protection Agency. Ventilation and Air Quality in Offices Fact Sheet [revised July 1990]. Available from: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/ventilation-and-air-quality-offices>