

# COVID-19引发心肌炎治愈后患者心脏康复的研究进展

孙艳丽<sup>1,2</sup>, 魏娜<sup>1,2</sup>, 杨莉<sup>1\*</sup>, 张巧玲<sup>3</sup>, 白文娟<sup>1</sup>, 李建英<sup>1</sup>

<sup>1</sup>西安市中心医院, 呼吸与危重症医学科, 陕西 西安

<sup>2</sup>延安大学医学院, 陕西 延安

<sup>3</sup>西安市中心医院, 护理部, 陕西 西安

收稿日期: 2023年3月21日; 录用日期: 2023年4月17日; 发布日期: 2023年4月24日

## 摘要

本文对COVID-19引发心肌炎治愈后患者心脏康复的研究现状进行综述, 包括COVID-19心肌炎的相关内容、心肌炎的临床表现和作用机制、预防心肌炎的复发以及心脏康复的时机、场所、禁忌症、运动训练的方法等。旨在为COVID-19引发心肌炎治愈后患者安全、有效的开展心脏康复训练提供参考依据, 使心肌炎患者获益。

## 关键词

心肌炎, COVID-19心肌炎, 心脏康复, 运动训练, 文献综述

# Research Progress on Cardiac Rehabilitation in Patients after Myocarditis Caused by COVID-19 Is Cured

Yanli Sun<sup>1,2</sup>, Na Wei<sup>1,2</sup>, Li Yang<sup>1\*</sup>, Qiaoling Zhang<sup>3</sup>, Wenjuan Bai<sup>1</sup>, Jianying Li<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Xi'an Central Hospital, Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Medical School, Yan'an University, Yan'an Shaanxi

<sup>3</sup>Nursing Department, Xi'an Central Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: Mar. 21<sup>st</sup>, 2023; accepted: Apr. 17<sup>th</sup>, 2023; published: Apr. 24<sup>th</sup>, 2023

\*通讯作者。

文章引用: 孙艳丽, 魏娜, 杨莉, 张巧玲, 白文娟, 李建英. COVID-19 引发心肌炎治愈后患者心脏康复的研究进展[J]. 临床医学进展, 2023, 13(4): 6283-6290. DOI: 10.12677/acm.2023.134884

## Abstract

This article reviews the research status of cardiac rehabilitation in patients after the cure of myocarditis caused by COVID-19, including the relevant content of COVID-19 myocarditis, the clinical manifestations and mechanism of action of myocarditis, the timing, place, contraindications, exercise training methods to prevent myocarditis recurrence, and cardiac rehabilitation. It aims to provide a reference basis for safe and effective cardiac rehabilitation training for patients after myocarditis is cured by COVID-19, so that patients with myocarditis can benefit.

## Keywords

Myocarditis, COVID-19 Myocarditis, Cardiac Rehabilitation, Sports Training, Literature Review

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2019年12月在中国武汉市爆发了一种由严重急性呼吸综合征冠状病毒-2 (SARS-CoV-2)引起的新型冠状病毒病(COVID-19),并迅速蔓延至世界各地。COVID-19的临床表现以呼吸道症状为主,同时部分病例也伴有心血管系统的损伤[1]。研究发现,COVID-19与急性心肌损伤的发生相关,并且已经报告了心肌炎相关病例[2] [3] [4] [5] [6]。COVID-19感染患者可能出现急性心肌炎、心肌心包炎、心律失常、心源性休克等心脏受累的表现,这可能会长期损伤心脏功能能力。但是,当前的研究重点基本以COVID-19治愈后的肺康复为主,对于心脏康复特别是心肌炎患者的心脏康复研究较少[7] [8] [9],The Stanford Hall共识指出,由于COVID-19感染导致心肌炎的活跃人群,建议休息3~6个月,休息时间取决于疾病的严重程度和持续时间、发病时的左心室功能和心脏磁共振成像(CMR)的炎症程度[10]。长时间的休息以及远离社交场合,对患者的生活和工作以及心理健康都将产生较大的影响。因此,如何安全地恢复正常生活和工作,减少焦虑和抑郁,改善患者的心理健康,应该成为当前的一个关注重点。如何安全有效的进行心脏康复也成为了等待解决的新问题。本文旨在总结目前COVID-19心肌炎相关内容及心血管疾病康复的训练方法,为COVID-19心肌炎患者的心脏康复提供参考。

## 2. COVID-19 心肌炎国内外研究现状

早期关于心肌炎研究的关注对象是年轻的竞技运动员们,主要针对运动员的心脏康复以及如何快速安全重返赛场的问题进行研究。随着COVID-19住院患者心脏损伤的增加,心肌炎的研究关注重点正在转向普通的群体。最近研究结果指出,“长期COVID”已被证明与多种心脏损伤后遗症有关,并且与持续性心肌缺血以及新发心力衰竭的发展有关,因此,既往是否存在心血管疾病的患者都有发生心肌损伤的风险[11]。2021年Khalid Sawalha [12]与其同事,在相关报道的数据中检索到19条记录,共有58例继发于COVID-19感染的心肌炎/心肌心包炎病例,这些病例的心电图结果存在明显差异,并且60%的病例肌钙蛋白升高。58%进行了超声心动图检查的病例中发现81%的患者出现功能下降。史少波[13]等人在一项队列研究中发现19.7%的患者在住院期间发生心脏损伤。一项关于年轻竞技运动员的前瞻性队列研究

结果显示, COVID-19 感染康复后有可能出现概率较低的心肌损伤[14]。黄璐[15]及其同事回顾分析了 26 例 COVID-19 康复患者的 CMR 以评估康复患者的心脏受累情况, CMR 的表现包括心肌水肿、纤维化和右心室功能受损。COVID-19 心肌炎治愈后仍会出现不同程度的心脏受累情况, 心脏生物标志物的升高和 CMR 结果异常可以证明这一观点。

COVID-19 导致的心肌损伤对健康具有较大的威胁, 与此相关的病毒性心肌炎已经在多份个案病例报告及综述文章中提到, 但是由于报道病例数量较少且多以个案报道为主, 并且几乎没有措施来进行适当的对照试验, COVID-19 心肌炎幸存者出院后的康复计划没有可供参考的循证管理指南及专家共识, 这对疾病的管理以及患者的心脏康复都是不小的挑战。所以, COVID-19 心肌炎患者治愈后的心脏康复是值得深入研究的一个课题, 对患者早日恢复正常的生活和工作有一定的帮助, 因此, 对于该问题的研究具有一定的现实意义。

### 3. COVID-19 与心肌炎

#### 3.1. 心肌炎

心肌炎是一种主要由病毒感染诱发的炎症性心脏疾病[16]。最近的研究证据表明, SARS-CoV-2 病毒可能是诱发心肌炎的致病因素。

Covid-19 心肌炎的临床表现不尽相同。一部分患者可能仅发生疲劳、呼吸困难或者胃肠道表现等轻度症状, 而其他患者则报告劳累性胸痛或胸闷。也有重症病例表现出心动过速和急性发作的心力衰竭伴源性休克以及心脏骤停的症状。其中最严重的表现是暴发性心肌炎[17], 它主要特征是快速的临床进展, 可迅速引起血流动力学功能障碍和循环不稳定[18]。暴发性心肌炎发生后如果没有及时诊断、采取正确抢救措施, 死亡率非常高[19]。

#### 3.2. COVID-19 心肌炎的发生机制

关于 COVID-19 致使心血管系统损伤的机制, 在已经提出的各种假设中, 最受认可的似乎与跨膜蛋白血管紧张素转换酶 2 (ACE2) 有关[20]。

ACE2 在心血管和免疫系统中承担重要角色, 并且已被确定为冠状病毒的功能受体, 包括 SARS-CoV 和 SARS-CoV-2 [21]。SARS-CoV-2 使用 ACE2 作为细胞进入的功能受体, 刺突(S)蛋白由亚基 S1 和 S2 组成, 分别负责附着和膜融合。尖峰通过受体结合域(RBD)的 S2 亚基与细胞膜中的人 ACE2 (hACE1) 结合, hACE2 对 SARS-CoV-2 具有更强的亲和力, 这种对 hACE2 的亲和力增强可能有助于 SARS-CoV-2 的更高传染性[22]。SARS-CoV-2 病毒进入宿主细胞后出现病毒复制和免疫应答, 引起组织损伤和 COVID-19 的临床表现[23]。

ACE2 在肺组织、心血管组织(包括内皮、肾脏和肠道组织)中广泛表达。一旦病毒穿透这些组织, 就会产生多重损伤, 可能与 ACE2 激活的保护途径受到抑制有关[20]。

### 4. 心脏康复(CR)

CR 是心血管疾病二级预防的第一步, 是美国心脏协会(AHA)推荐的 IA 级[24]。综合 CR 在改善心血管功能能力、增加幸福感、提升生活质量(QoL)以及降低心血管死亡率和发病率等方面的作用已得到充分证实[25] [26]。CR 最佳计划应该是全面的, 包括所有核心组成部分, 如患者当前的身体评估和疾病相关知识掌握程度, 心血管危险因素的管理和控制, 身体活动能力和运动行为, 患者教育, 营养健康, 社会心理健康。其中, 运动训练是 CR 计划的基础[27]。CR 能够减少心血管疾病的复发, 改善心理健康和生活质量, 降低抑郁、焦虑的风险。

## 4.1. 心肌损伤患者的评估

### 4.1.1. 心肌损伤患者身体状况评估

因为对心肌功能影响的不确定，首先应该强调对患者进行整体身体状况评价以确定是否可以将患者纳入康复计划以及制定个体化的 CR 计划。包括心脏损伤的程度，心肌缺血量，持续性心室功能障碍、呼吸功能障碍模式[28]及其他系统的症状和表现。评估内容包括：肌钙蛋白、心肌酶谱、B 型利钠肽(BNP)或 N 末端 B 型利钠肽原(NT-proBNP)、C 反应蛋白等实验室检查，12/18 导联心电图、胸部 X 线/CT、超声心动图，必要时可检查心脏磁共振成像等影像学检查，血氧饱和度，呼吸困难程度，肺功能测试，心肺运动实验(CPET)，日常生活活动能力等。CR 开始和结束时记录心率、血压、血氧饱和度及临床症状和体征。

肌钙蛋白是心肌炎症最灵敏的指标，BNP 通常用来判断心功能不全及其严重程度[29]。心电图对于心脏损伤的灵敏性较高但是特异性较低，其中窦性心动过速最为常见，频发房性早搏、室性早搏，房室传导阻滞或束支阻滞可能提示预后不良；胸前导联低电压提示心肌受损广泛且严重；ST 段和 T 波改变[29][30]。胸部 CT 对观察心脏扩大以及肺部炎症有意义。超声心动图对于心肌炎患者的随访有重大意义，可观察室壁运动、心脏收缩功能，左心室射血分数的变化以及心腔的大小。

### 4.1.2. 心肌损伤患者运动能力的评估 x

评估 COVID-19 心肌炎患者运动能力是进行 CR 运动训练的前提，包括耐力评估、阻力(力量)评估、活动能力、生活质量、呼吸功能等，以此来评价患者对康复计划的耐受性以及训练的有效性。

可用日常生活活动量表[31]、短体能电池[32]来评估患者的身体机能。耐力评估临床最常用的方法是 6 分钟步行试验( $SpO_2$  + 呼吸频率 + 博格量表前后) [33]、心肺运动实验(CEPT)是评估运动能力的金标准，可以监测康复训练过程中的低氧血症、心律失常、心脏缺血等[34]。呼吸功能可用静息/夜间  $SpO_2$ 、肺活量测定法、肺功能测试。

## 4.2. CR 的时机和场所

对于 COVID-19 心肌炎患者最佳的心脏康复时间目前还没有达成共识，当前的建议是治愈出院后 3~6 个月避免运动计划。如果左心室功能和心肌损伤生物标志物正常，并且在 24 小时心电图监测和运动测试中没有相关的心律失常，可以计划适当的运动锻炼。定期对心肌炎患者进行重新评估，若患者出现疲劳、困乏、胸闷等症状应立即停止锻炼。欧洲预防心脏病学协会(EAPC)的德尔菲共识指出，原发性 COVID-19 患者在病毒性疾病的急性期有反对开始 CR 的倾向[28]。

## 4.3. CR 的禁忌症

因 COVID-19 感染引起心血管损伤治愈后再次出现急性心肌炎、心力衰竭失代偿期，不稳定性心绞痛，复杂性室性心律失常，血流动力学不稳定以及其他急性期不能耐受 CR 的疾病。

## 4.4. COVID-19 心肌炎患者再感染的预防

在已经报道的病例中，心肌炎患者治愈出院后可能会因为相同的病原体感染再次复发，并且复发时间没有明显的规律[35]。通常可能会出现肌钙蛋白、B 型利钠肽(BNP)数值升高，心电图改变以及胸闷、恶心、呕吐、不同程度的呼吸困难等表现。这对患者的生活和情绪造成非常大的压力和负担。因此，积极预防心肌炎的再复发也是 COVID-19 心肌炎在康复中的关键一环。患者在日常生活中应当有意识保护自己降低感染风险，可采取以下健康的生活方式：

#### 4.4.1. 减少病原体的接触

远离人群密集的场所，采取一定的防护措施，如佩戴口罩，以减少病原体的接触，预防感冒；适当的调整居住环境，室内早晚开窗通风，使空气有效的流通、以保证空气新鲜。

#### 4.4.2. 充足的休息睡眠时间

尽可能处在安静的空间，保证足够的休息时间以促进心肌细胞的修复。逐步恢复日常生活以及工作任务，体能较虚弱者，应当多卧床休息，减少工作。

#### 4.4.3. 注重营养健康

研究表明，植物性饮食在心血管健康中起着关键作用，对心血管危险因素的影响，特别是血脂浓度、体重和血压[36]。作为健康生活方式的一部分，可以提供大量的心血管保护措施[37]。在日常生活中应该增加坚果、水果、蔬菜、动物蛋白、全谷物和鱼类的食用量，尽量避免或者减少富含多种添加剂的脂肪类、合成肉类、功能性饮料的摄入[38]。

#### 4.4.4. 避免剧烈运动

COVID-19 心肌炎出院 3~6 个月内应该避免剧烈运动，剧烈运动可能会引起肌钙蛋白短暂升高，有炎症增加和心律失常的风险[39]。

### 4.5. COVID-19 患者心脏康复的运动方法

#### 4.5.1. 有氧连续运动

COVID-19 心肌炎治愈后患者在开始有氧连续运动之前，应该评估详细的病史、当前的身体状况、体格检查、实验室检查以及影像学检查结果，综合考虑并根据患者的意愿制定个体化的训练计划。在运动开始和结束时监督记录心率、血压、血氧饱和度及临床症状。

可以使用 6 MWT 或 CPET 来确定有氧训练的强度以及预测运动训练期间可能出现的风险，对于无法通过客观方法测试的，可以使用 Borg 评级或谈话测试。

有氧运动可以选择散步、快步走等方式。训练强度 3~5 天/周，每次 20~30 分钟，使用 Borg 量表监测运动训练的强度，运动水平得分 4~8 分更接近目标训练强度[40]。

#### 4.5.2. 间歇训练

根据一般心脏康复原则，对于运动耐力为中度至良好的患者，可以以低至中等运动强度开始有氧连续训练，在经过 10 分钟左右的热身后至少运动 10 分钟，之后有 5~10 分钟的冷却时间。Borg 量表评分应为“12~13”，运动频率 3~5 次/周[30]。随着身体的各项功能的逐步康复以及运动耐量的增加，可以适当调整运动计划，以不出现不耐受情况为宜。

COVID-19 心肌炎治愈后患者如果存在持续的疲倦、困乏、呼吸困难症状，间歇训练比有氧持续训练或许会有更好的康复效果。

#### 4.5.3. 力量训练

COVID-19 心肌炎治愈后患者的力量运动强度可以使用 1 RM 方法确定，这与经典 CR 程序中相同，1RM 方法对轻至中度左心室功能不全患者是安全的[30]。力量训练可以选择墙壁俯卧撑、椅子深蹲、哑铃肩推举等方式每周进行 2~3 天，8~12 次休息 1 分钟持续 1~5 组，每天训练 10~45 分钟[33]。进行力量训练时以不引起疼痛和不适为宜。力量训练可能会加重心脏的负荷，所以第一次的力量康复训练应该在配备急救措施的场所以及专业人员的指导下进行，不可操之过急。

#### 4.5.4. 伸展运动

对于 COVID-19 心肌炎治愈后虚弱的患者, 因为疾病本身以及长时间的卧床休息, 身体性能也会下降[41], 通常不能耐受力量训练和有氧训练, 可以进行一定的床上伸展运动, 以保持肢体及关节的活动性。

#### 4.5.5. 呼吸训练

呼吸训练可以改善吸气的肌力、耐力、运动能力, 呼吸困难, 以此提高患者的生活质量[40]。患者可以借助文字、图片、视频或其他交流方式等学习呼吸锻炼的动作方法, 熟练掌握特殊形式的锻炼。

#### 4.5.6. 其他训练方式

太极拳、八段锦、五禽戏等传统的运动方法, 也可以提高运动能力, 这些运动方法是利用灵活的身体姿势、身体肌肉与身体重量的协调伸展配合呼吸方法的调和来达到锻炼目的, 患者在经过评估之后, 可以通过视频或者在专业人员的指导下进行适度的锻炼。

### 5. 小结

COVID-19 爆发以来, COVID-19 感染并发心肌炎的病例时有报道, 但是患者出院后的康复结果很少有人去追踪, 缺乏准确的临床数据。早期、准确的评估、个性化的干预以及实时的随访记录, 能够及时了解患者的身体情况, 调整康复计划, 有利于改善心肌炎患者的运动能力和生活质量, 但目前心脏康复运动训练在心肌炎病人中的应用较少, 还没有引起足够的重视, 相关指南、文献也仅仅强调患者出院后休息, 缺乏具体的康复计划指导。目前研究中存在病例数较少, 数据不够完善等问题。建议今后对心肌炎患者进行长时间的随访, 记录完整的数据, 对心脏康复运动训练应进行更进一步的研究, 开展具有规模性的临床试验研究, 确定完善有效心脏康复计划, 以利于临床推广实施; 同时应对病人开展心肌炎早期预防以及出院后的心脏康复知识宣教, 减少心肌炎患者的再入院率和死亡率, 帮助患者早日回到正常的生活和工作。

### 参考文献

- [1] Huang, C., Wang, Y., Li, X., *et al.* (2020) Clinical Features of Patients Infected with 2019 Novel Coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*, **395**, 497-506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
- [2] Alhogbani, T. (2016) Acute Myocarditis Associated with Novel Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus. *Annals of Saudi Medicine*, **36**, 78-80. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2016.78>
- [3] Zeng, J.-H., Liu, Y.-X., Yuan, J., *et al.* (2020) First Case of COVID-19 Complicated with Fulminant Myocarditis: A Case Report and Insights. *Infection*, **48**, 773-777. <https://doi.org/10.1007/s15010-020-01424-5>
- [4] Inciardi, R.M., Lupi, L., Zacccone, G., *et al.* (2020) Cardiac Involvement in a Patient with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiology*, **5**, 819-824. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1096>
- [5] Kim, I.-C., Kim, J.Y., Kim, H.A. and Han, S. (2020) COVID-19-Related Myocarditis in a 21-Year-Old Female Patient. *European Heart Journal*, **41**, 1859. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa288>
- [6] Sala, S., Peretto, G., Gramegna, M., *et al.* (2020) Acute Myocarditis Presenting as a Reverse Tako-Tsubo Syndrome in a Patient with SARS-CoV-2 Respiratory Infection. *European Heart Journal*, **41**, 1861-1862. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa286>
- [7] Siddiq, M.A.B., Rathore, F.A., Clegg, D. and Rasker, J.J. (2020) Pulmonary Rehabilitation in COVID-19 Patients: A Scoping Review of Current Practice and Its Application during the Pandemic. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, **66**, 480-494. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2020.6889>
- [8] Incorvaia, C., Longo, L., Makri, E. and Ridolo, E. (2022) Challenges in Pulmonary Rehabilitation: COVID-19 and Beyond. *Polish Archives of Internal Medicine*, **132**, Article ID: 16357. <https://doi.org/10.20452/pamw.16357>
- [9] Ahmed, I., Mustafaoglu, R., Yeldan, I., *et al.* (2022) Effect of Pulmonary Rehabilitation Approaches on Dyspnea, Exercise Capacity, Fatigue, Lung Functions, and Quality of Life in Patients with COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **103**, 2051-2062. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.06.007>

- [10] Barker-Davies, R.M., O'Sullivan, O., Senaratne, K., *et al.* (2020) The Stanford Hall Consensus Statement for Post-COVID-19 Rehabilitation. *British Journal of Sports Medicine*, **54**, 949-959. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102596>
- [11] Mohammad, K.O., Lin, A. and Rodriguez, J.B.C. (2022) Cardiac Manifestations of Post-Acute COVID-19 Infection. *Current Cardiology Reports*, **24**, 1775-1783. <https://doi.org/10.1007/s11886-022-01793-3>
- [12] Sawalha, K., Abozenah, M., Kadado, A.J., *et al.* (2021) Systematic Review of COVID-19 Related Myocarditis: Insights on Management and Outcome. *Cardiovascular Revascularization Medicine*, **23**, 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.carrev.2020.08.028>
- [13] Shi, S., Qin, M., Shen, B., *et al.* (2020) Association of Cardiac Injury with Mortality in Hospitalized Patients with COVID-19 in Wuhan, China. *JAMA Cardiology*, **5**, 802-810. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.0950>
- [14] Moulson, N., Petek, B.J., Drezner, J.A., *et al.* (2021) SARS-CoV-2 Cardiac Involvement in Young Competitive Athletes. *Circulation*, **144**, 256-266. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.054824>
- [15] Huang, L., Zhao, P., Tang, D., *et al.* (2020) Cardiac Involvement in Patients Recovered from COVID-2019 Identified Using Magnetic Resonance Imaging. *JACC: Cardiovascular Imaging*, **13**, 2330-2339. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.05.004>
- [16] Tschöpe, C., Ammirati, E., Bozkurt, B., *et al.* (2021) Myocarditis and Inflammatory Cardiomyopathy: Current Evidence and Future Directions. *Nature Reviews Cardiology*, **18**, 169-193. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-00435-x>
- [17] Siripanthong, B., Nazarian, S., Muser, D., *et al.* (2020) Recognizing COVID-19-Related Myocarditis: The Possible Pathophysiology and Proposed Guideline for Diagnosis and Management. *Heart Rhythm*, **17**, 1463-1471. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2020.05.001>
- [18] Hang, W., Chen, C., Seubert, J.M. and Wang, D.W. (2020) Fulminant Myocarditis: A Comprehensive Review from Etiology to Treatments and Outcomes. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, **5**, Article No. 287. <https://doi.org/10.1038/s41392-020-00360-y>
- [19] 惠汝太. 暴发性心肌炎处理: 中国方案简便易行, 疗效卓著, 亟需推广[J]. 内科急危重症杂志, 2022, 28(1): 1-10.
- [20] Calabrese, M., Garofano, M., Palumbo, R., *et al.* (2021) Exercise Training and Cardiac Rehabilitation in COVID-19 Patients with Cardiovascular Complications: State of Art. *Life*, **11**, Article No. 259. <https://doi.org/10.3390/life11030259>
- [21] Zheng, Y.-Y., Ma, Y.-T., Zhang, J.-Y. and Xie, X. (2020) COVID-19 and the Cardiovascular System. *Nature Reviews Cardiology*, **17**, 259-260. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0360-5>
- [22] Beyerstedt, S., Casaro, E.B. and Rangel, É.B. (2021) COVID-19: Angiotensin-Converting Enzyme 2 (ACE2) Expression and Tissue Susceptibility to SARS-CoV-2 Infection. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, **40**, 905-919. <https://doi.org/10.1007/s10096-020-04138-6>
- [23] Ali, M., Shiwani, H.A., Elfaki, M.Y., *et al.* (2022) COVID-19 and Myocarditis: A Review of Literature. *The Egyptian Heart Journal*, **74**, Article No. 23. <https://doi.org/10.1186/s43044-022-00260-2>
- [24] Pina, A. and Castelletti, S. (2021) COVID-19 and Cardiovascular Disease: A Global Perspective. *Current Cardiology Reports*, **23**, Article No. 135. <https://doi.org/10.1007/s11886-021-01566-4>
- [25] Tessler, J. and Bordoni, B. (2022) Cardiac Rehabilitation. StatPearls Publishing, Treasure Island, FL.
- [26] Bracewell, N.J., Plasschaert, J., Conti, C.R., Keeley, E.C. and Conti, J.B. (2022) Cardiac Rehabilitation: Effective Yet Underutilized in Patients with Cardiovascular Disease. *Clinical Cardiology*, **45**, 1128-1134. <https://doi.org/10.1002/clc.23911>
- [27] Scherrenberg, M., Wilhelm, M., Hansen, D., *et al.* (2021) The Future Is Now: A Call for Action for Cardiac Telerehabilitation in the COVID-19 Pandemic From the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*, **28**, 524-540. <https://doi.org/10.1177/2047487320939671>
- [28] Ambrosetti, M., Abreu, A., Cornelissen, V., *et al.* (2021) Delphi Consensus Recommendations on How to Provide Cardiovascular Rehabilitation in the COVID-19 Era. *European Journal of Preventive Cardiology*, **28**, 541-557. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwaa080>
- [29] 中华医学会心血管病学分会精准医学学组, 中华心血管病杂志编辑委员会, 成人暴发性心肌炎工作组. 成人暴发性心肌炎诊断与治疗中国专家共识[J]. 内科急危重症杂志, 2017, 23(6): 443-453.
- [30] Sonel, T.B., Köseoğlu, B.F., Kutay, O.G.N., *et al.* (2022) COVID-19, Cardiac Involvement and Cardiac Rehabilitation: Insights from a Rehabilitation Perspective—State of the Art. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, **68**, 317-335.
- [31] Pashmdarfard, M. and Azad, A. (2020) Assessment Tools to Evaluate Activities of Daily Living (ADL) and Instru-

- mental Activities of Daily Living (IADL) in Older Adults: A Systematic Review. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, **34**, 224-239. <https://doi.org/10.47176/mjiri.34.33>
- [32] Silva, C.F.R., Ohara, D.G., Matos, A.P., Pinto, A.C.P.N. and Pegorari, M.S. (2021) Short Physical Performance Battery as a Measure of Physical Performance and Mortality Predictor in Older Adults: A Comprehensive Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, Article No. 10612. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010612>
- [33] Cattadori, G., Di Marco, S., Baravelli, M., Picozzi, A. and Ambrosio, G. (2022) Exercise Training in Post-COVID-19 Patients: The Need for a Multifactorial Protocol for a Multifactorial Pathophysiology. *Journal of Clinical Medicine*, **11**, Article No. 2228. <https://doi.org/10.3390/jcm11082228>
- [34] 陈玉崑, 龙秀红, 田怡, 冯甜. 肺康复运动训练改善慢性阻塞性肺疾病病人运动能力的研究进展[J]. 全科护理, 2022, 20(21): 2925-2929.
- [35] 杜春蕾, 翟宁, 王青雷, 等. 暴发性心肌炎两年内 2 次复发急性心肌炎 1 例并文献复习[J]. 内科急危重症杂志, 2022, 28(6): 521-524.
- [36] Satija, A. and Hu, F.B. (2018) Plant-Based Diets and Cardiovascular Health. *Trends in Cardiovascular Medicine*, **28**, 437-441. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2018.02.004>
- [37] Barnard, N.D., Goldman, D.M., Loomis, J.F., *et al.* (2019) Plant-Based Diets for Cardiovascular Safety and Performance in Endurance Sports. *Nutrients*, **11**, Article No. 130. <https://doi.org/10.3390/nu11010130>
- [38] Arnett, D.K., Blumenthal, R.S., Albert, M.A., *et al.* (2019) 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, **140**, e563-e595. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000677>
- [39] Chilazi, M., Duffy, E.Y., Thakkar, A. and Michos, E.D. (2021) COVID and Cardiovascular Disease: What We Know in 2021. *Current Atherosclerosis Reports*, **23**, Article No. 37. <https://doi.org/10.1007/s11883-021-00935-2>
- [40] Zeng, Y., Jiang, F., Chen, Y., Chen, P. and Cai, S. (2018) Exercise Assessments and Trainings of Pulmonary Rehabilitation in COPD: A Literature Review. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, **13**, 2013-2023. <https://doi.org/10.2147/COPD.S167098>
- [41] Halle, M., Bloch, W., Niess, A.M., *et al.* (2021) Exercise and Sports after COVID-19-Guidance from a Clinical Perspective. *Translational Sports Medicine*, **4**, 310-318. <https://doi.org/10.1002/tsm2.247>