

# The Role of Exercise and Physical Activity against COVID-19: A Narrative Review Study

Diako Heydari<sup>1\*</sup>, Aref Mehdipour<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

## ARTICLE INFO

### Article Type:

Review Article

### Article History:

Received: 12 Feb 2021

Accepted: 8 May 2021

ePublished: 23 Sep 2021

### Keywords:

Exercise,  
Physical Activity,  
COVID-19,  
Coronavirus,  
Immune System

## Abstract

The aim of this study was to understand the role of sports on COVID-19 through reviewing the published literature. This was a narrative review that used valid keywords for searching the related scholarly articles. The search for the related keywords on Pubmed, Scopus, ScienceDirect and Google Scholar yielded 1158 articles in 2020. After screening, we found 28 articles eligible to be included in the review. The results indicated that physical activity and exercise play a role in preventing novel coronavirus infection and strengthening the immune system against COVID-19.

Heydari D, Mehdipour A. The Role of Exercise and Physical Activity against COVID-19: A Narrative Review Study. *Depiction of Health* 2021; 12(3): 286-297. doi: 10.34172/doh.2021.28. (Persian)

## Extended Abstract

### Background and Objectives

Since COVID-19 virus is an unknown virus which has caused alarming death toll over the past year, researchers felt impelled to take measures through doing extensive research studies in a variety of related fields to control the virus. On the other hand, exercise is known as a useful non-pharmacological method to improve the function of the immune system, so researchers in the field of sports science have done valuable research studies in this research domain, albeit limited, which can provide us with valuable information in this regard. Hence, there is a pressing need to collect and categorize these latest findings. Therefore, the very aim of this study was to review literature on the role of exercise and physical activity against the COVID-19.

### Material and Methods

This was a narrative review, the data was collected through searching and retrieving available articles published in databases like Medline (PubMed), Scopus, ScienceDirect, and also Google Scholar. The keywords employed for search strategy building included: "exercise training", "physical activity", "aerobic exercise", "interval training", "resistance training", "endurance training", "COVID-19", "novel coronavirus" and "immune system". Based on the results of our searches conducted in databases, initially 1185 articles were selected. After screening the titles and abstracts of the retrieved articles and removal of the duplicate and irrelevant ones, 59 articles were included in the review stage. Then, full text of eligible

articles were put under close scrutiny which led to the final selection of only 28 articles to be studied.

### Results

According to our review, exercise can play a role in different ways against COVID-19 diseases and novel coronavirus, which is now recognized as a global problem. These roles include preventing some underlying diseases such as hypertension, coronary artery disease and diabetes and improving immunity. Exercise lowers cortisol levels in long term, which reduces the stress induced by COVID-19, which in turn strengthens the immune system. On the other hand, doing moderate- intensity exercise can strengthen the immune system in the long run, while low-intensity or high-intensity exercise types do not bring about similar degree of adaptation.

### Conclusion

It is necessary to pay special attention to exercise training in COVID-19 pandemic period. However, it should be noted that due to the novelty of this phenomenon, limited research has been done in this area to date and more research studies are required to be done in this regard.

### Practical implications of research

It is best for people to stay home during COVID-19 pandemic period and to have 150 minutes of moderate-intensity regular exercise during the week to boost their immune system.

### Ethical considerations

\* Corresponding author; Diako Heydari, E-mail: [diako.heydari@gmail.com](mailto:diako.heydari@gmail.com)

© 2021 The Author(s). This work is published by Depiction of Health as an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

In this review research, the ethical issues of research and fiduciary have been observed.

### **Conflict of interest**

We have no conflicts of interest to declare.

### **Acknowledgment**

No sources of funding were used to assist in the preparation of this article.

## نقش ورزش و فعالیت بدنی در مقابل ویروس کووید-۱۹: مروری بر مطالعات

دیاکو حیدری<sup>۱\*</sup>، عارف مهدی پور<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

### چکیده

از آن جایی که ویروس کووید-۱۹ ویروسی ناشناخته است و با توجه به اینکه طی یک سال گذشته آمار مرگ و میر نگران کننده‌ای را بر جای گذاشته است، لذا محققین حوزه‌های مختلف را بر آن داشته است که مطالعات زیادی در جهت کنترل و مهار این ویروس انجام دهند. از طرفی ورزش به عنوان یک روش غیر دارویی سودمند جهت بهبود عملکرد سیستم ایمنی شناخته شده است، از این رو، پژوهشگران حیطة علوم ورزشی هر چند کم و محدود اما تحقیقات ارزشمندی در این باره انجام داده‌اند که می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در این زمینه در اختیار ما قرار دهد. بنابراین ضرورت وجود مطالعه‌ای که این آخرین یافته‌ها را جمع‌آوری و دسته‌بندی کند احساس می‌شود و هدف ما از مطالعه مروری حاضر، بررسی مقالاتی است که نقش ورزش و فعالیت بدنی را در برابر ویروس کووید-۱۹ مورد مطالعه قرار داده‌اند.

این پژوهش از نوع مرور روایتی مطالعات می‌باشد. بر این اساس با استفاده از جستجوی پایگاه‌های اطلاعاتی پابمد (مدلاین)، ساینس دایرکت، اسکوپوس و نیز موتور جستجوی علمی گوگل اسکولار، مقالات مورد نظر استخراج شدند. همچنین در این جستجو از کلمات کلیدی "Exercise Training"، "Physical Activity"، "Aerobic Exercise"، "Interval Training"، "Resistance Training"، "Endurance Training"، "Covid19"، "Coronavirus" و "Immune System" استفاده شد. بر اساس جستجوهای انجام شده در پایگاه‌های اطلاعاتی، تعداد ۱۱۸۵ مقاله انتخاب گردید. پس از بررسی اولیه عناوین و چکیده مقالات و حذف مقالات غیر مرتبط و تکراری، تعداد ۵۹ مقاله وارد مرحله ارزیابی شدند. پس از بررسی متن کامل مقالات باقیمانده، ۲۸ مقاله شرایط ورود به پژوهش را داشت که اطلاعات آن‌ها استخراج شدند.

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، ورزش می‌تواند از راه‌های متفاوتی در برابر ویروس کووید-۱۹ به صورت پیشگیری از ابتلا و یا بهبود برخی از بیماری‌های زمینه‌ای مانند پرفشار خونی، بیماری عروق کرونری و دیابت نقش داشته باشد. همچنین ورزش سبب کاهش سطوح کورتیزول در دراز مدت می‌شود که به دنبال آن استرس ناشی ویروس کووید-۱۹ کاهش می‌یابد و این خود باعث تقویت سیستم ایمنی افراد می‌شود. از طرفی با انجام تمرینات ورزشی با شدت متوسط می‌توان در درازمدت سیستم ایمنی را تقویت کرد و این در حالی است که تمرینات ورزشی با شدت پایین و یا شدت بالا چنین سازگاری را با خود به همراه ندارند و همچنین پاسخ حاد سیستم ایمنی به تمرینات ورزشی کاهشی می‌باشد. البته گفتنی است که با توجه به تازه بودن این پدیده، تحقیقات محدودی در این زمینه انجام شده است و به پژوهش‌های بیش‌تر در این حوزه نیازمندیم.

### اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله مروری

سابقه مقاله:

دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۴

پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۸

انتشار بر خط: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:

ورزش،

فعالیت بدنی،

کووید-۱۹،

کرونا ویروس،

سیستم ایمنی

### مقدمه

بستری بیمار در بخش مراقبت‌های ویژه (ICU) را طلب می‌کند متفاوت است و می‌تواند منجر به نارسایی چندین ارگان حیاتی در بدن شود. ذات‌الریه شایع‌ترین نشانه جدی کووید-۱۹ است که در درجه اول با تب، سرفه خشک و تنگی نفس مشخص می‌شود.<sup>۲</sup>

تا تاریخ ۹ مارس سال ۲۰۲۱، حدود ۱۱۶ میلیون نفر در سراسر جهان به سندرم حاد تنفسی کرونا ویروس جدید ۲۰۱۹ آلوده شده‌اند و حدود ۲/۶ میلیون نفر به دلیل ابتلا به کووید-۱۹ درگذشته‌اند. به همین دلیل در سراسر جهان، محققین بسیاری طی تلاش‌های تحقیقاتی بی‌سابقه، بر روی

سندرم حاد تنفسی کرونا ویروس ۲ (SARS-CoV-2) باعث بیماری ویروسی کووید-۱۹ می‌شود که پس از مشاهده آن اولین بار در شهر ووهان چین در آخرین روزهای سال ۲۰۱۹، زندگی مردم در سراسر جهان تحت تأثیر این ویروس قرار گرفت.<sup>۱</sup> مسیر اصلی ورود و انتقال ویروس، قطرات تنفسی است که توسط مخاط به‌ویژه مخاط بینی و حنجره، منتشر و جذب می‌شود. کووید-۱۹ به راحتی از طریق تماس شخص به شخص پخش می‌شود. طیف بالینی کووید-۱۹ از حالت بیمار بدون علامت تا نارسایی شدید تنفسی (Severe Respiratory Failure) که تهویه مکانیکی و

\* نویسنده مسئول: دیاکو حیدری، آدرس ایمیل: diako.heydari@gmail.com

حقوق برای مؤلف(ان) محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد در تصویر سلامت تحت مجوز کپی‌رایت کامنس (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده غیر تجاری تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مطالعه مروری حاضر، بررسی مقالاتی است که نقش ورزش و فعالیت بدنی را در برابر ویروس کووید-۱۹ مورد مطالعه قرار داده‌اند.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع مرور روایتی مطالعات می‌باشد. بر این اساس با استفاده از جستجوی پایگاه‌های اطلاعاتی پاب مد (PubMed)، ساینس دایرکت (Science Direct)، اسکوپوس (Scopus) و نیز موتور جستجوی علمی گوگل اسکولار (Google Scholar)، مقالات مورد نظر استخراج شدند. همچنین در این جستجو از کلمات کلیدی "Exercise", "Training", "Physical Activity", "Aerobic Exercise", "Interval Training", "Resistance Training", "Immune System", "Covid19", "Coronavirus" و "Immune System" استفاده شد. به منظور دسترسی به آخرین مطالعات منتشرشده، روی تعدادی از پایگاه‌های اطلاعاتی مهم مانند پاب‌مد و اسکوپوس یک آگاه‌ساز (Alert) ایجاد شد تا چنان چه در حین انجام مطالعه مقالات جدیدی منتشر شد، بررسی شوند. لذا کلیه مقالاتی که تا تاریخ ۱۱ فوریه ۲۰۲۱ به چاپ رسیده بودند، استخراج گردید.

براساس معیارهای خروج از پژوهش کلیه مقالاتی که قبل از سال ۲۰۰۰ به چاپ رسیده بودند، گزارش‌های موردی، مصاحبه‌ها، مقالات همایش‌ها و کنفرانس‌ها که تنها با چکیده مقاله ارائه شده بودند، مقالاتی که دسترسی به متن کامل آن‌ها وجود نداشت و یا به زبانی غیر از زبان انگلیسی یا فارسی به نگارش درآمده بودند و مقالاتی که غیر ورزشی بودند، حذف گردیدند. سایر مقالات معیار ورود به پژوهش را پیدا کردند.

مطالعات به‌دست آمده ابتدا از نظر مرتبط بودن عنوان و چکیده مورد ارزیابی قرار گرفتند و مطالعات مرتبط با معیارهای ورود برای بررسی بیشتر انتخاب شدند، سپس متن کامل مقالات استخراج شده مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت پس از مطالعه دقیق و استخراج اطلاعات مورد نیاز، این اطلاعات دسته‌بندی شدند و در مطالعه حاضر مورد گزارش و بحث قرار گرفتند.

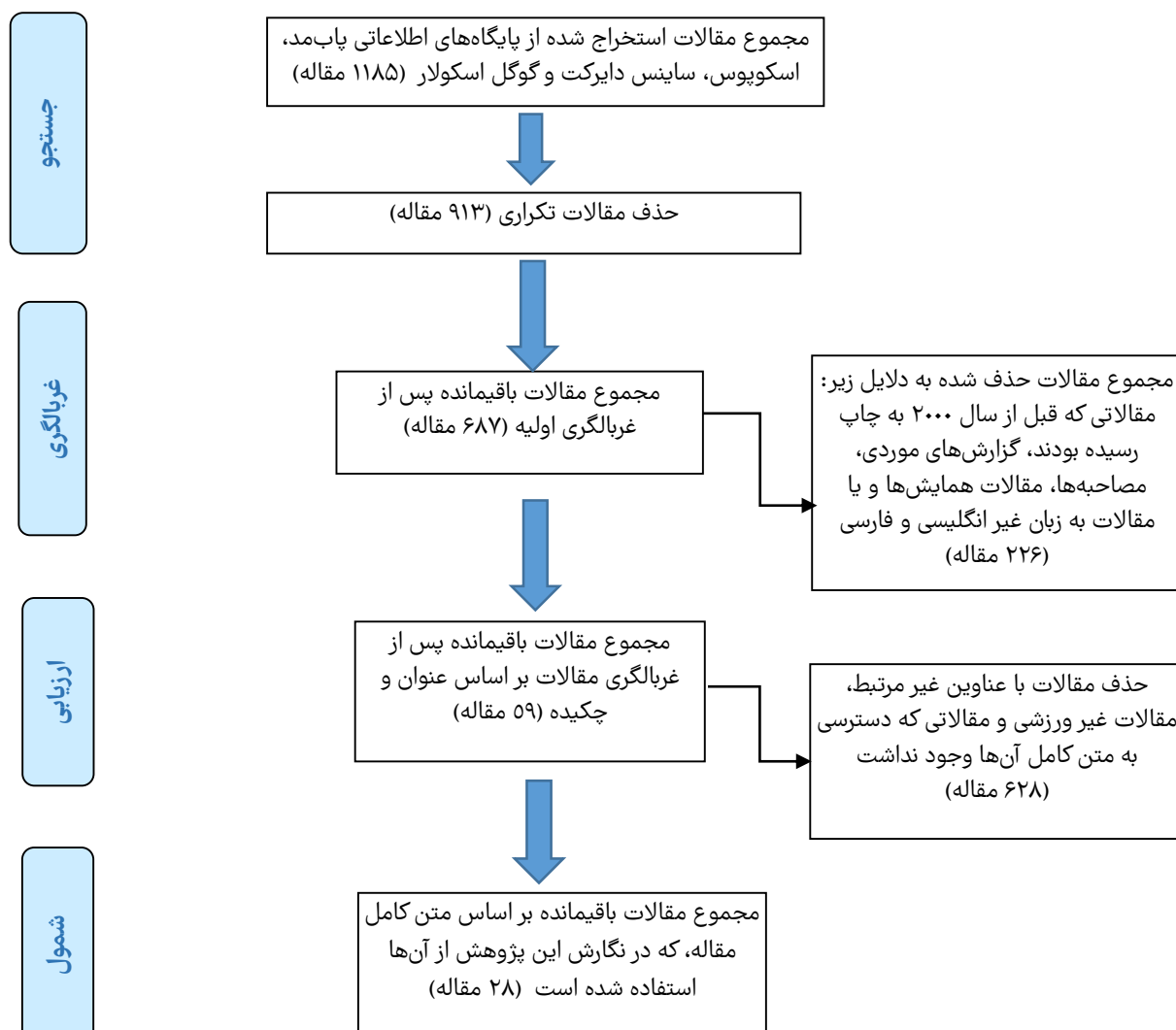
## یافته‌ها

بر اساس جستجوهای انجام شده در پایگاه‌های اطلاعاتی، تعداد ۱۱۸۵ مقاله انتخاب گردید. پس از بررسی اولیه عناوین و چکیده مقالات و حذف مقالات غیرمرتبط و تکراری، تعداد ۵۹ مقاله وارد مرحله ارزیابی شدند. پس از بررسی متن کامل مقالات باقیمانده، ۲۸ مقاله شرایط ورود به پژوهش را داشت، که اطلاعات آن‌ها استخراج شدند. خلاصه مراحل استخراج مقالات جهت ورود به پژوهش را می‌توانید در شکل شماره ۱ ملاحظه کنید.

پیشگیری، تشخیص و مدیریت این بیماری کشنده متمرکز شده‌اند.<sup>۳</sup> شواهد اخیر نشان داده است که کووید-۱۹ پاسخ سیستم ایمنی بدن را مختل می‌کند. به علاوه، این بی‌نظمی سیستم ایمنی ممکن است نتیجه مهلکی در افراد دارای بیماری زمینه‌ای و در بیماران مسن ایجاد کند.<sup>۴</sup> فعال شدن سیستم ایمنی منجر به ترشح سایتوکاین‌هایی می‌شود که می‌توان آن‌ها را به دو دسته عوامل پیش التهابی، از جمله اینترلوکین ۱، اینترلوکین ۸، عامل نکروزی تومور آلفا، اینترفرون گاما، عامل رشد اپی تلیالی رگی (IL-1، IL-8، TNF- $\alpha$ ، IFN $\gamma$ ، VEGF) و یا ضد التهابی، به عنوان مثال اینترلوکین‌های ۲، ۴، ۱۰، ۱۳ (IL-2، IL-4، IL-10، IL-13)، تقسیم کرد.<sup>۵</sup>

از طرفی فعالیت ورزشی منظم می‌تواند با ایجاد یک وضعیت ضد التهابی، که به نظر می‌رسد عامل اصلی در بهبود سلامت، به‌ویژه در بیماری‌های مزمن باشد، پاسخ سیستم ایمنی بدن را ارتقا دهد.<sup>۶</sup> فعالیت ورزشی یک استراتژی کارآمد بدون نیاز به دارو برای پیشگیری و درمان چندین بیماری مزمن است.<sup>۷، ۸</sup> طبق دستورالعمل کالج پزشکی ورزشی آمریکا، افراد مبتلا به بیماری‌های مزمن باید حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته ورزش با شدت متوسط یا حداقل ۷۵ دقیقه در هفته فعالیت ورزشی هوازی با شدت بالا برای بهبود سلامت انجام دهند.<sup>۹</sup> به‌طور کلی تکرار ورزش با شدت متوسط، پاسخ عملکرد ایمنی را افزایش می‌دهد، ظرفیت آنتی اکسیدانی را تقویت می‌کند، استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد و بازده تولید انرژی را افزایش می‌دهد، بنابراین از بروز بیماری‌های التهابی می‌کاهد. دوره‌های حاد ورزش بدنی نیز پاسخ ایمنی را تنظیم می‌کند، یعنی با توزیع موقت سلول‌های ایمنی در بافت‌های محیطی، باعث افزایش قدرت ایمنی می‌شود.<sup>۱۰</sup> پس از ورزش، بدون توجه به نوع حاد یا مزمن آن، تغییرات قابل توجهی در میزان گردش سلول‌های ایمنی و سایر عواملی که اثرات تنظیم‌کننده بر سیستم ایمنی دارند، رخ می‌دهد و به‌طور کلی انرژی‌گذاری ورزش بر عملکرد سیستم ایمنی بدن به‌طور گسترده‌ای در میان محققین توافق شده است.<sup>۱۱</sup>

از آنجایی که ویروس کووید-۱۹ ویروسی ناشناخته است و هنوز درمان قطعی‌ای برای آن وجود ندارد و همچنین با توجه به این‌که طی یک سال گذشته آمار مرگ و میر نگران‌کننده‌ای را بر جای گذاشته است، لذا محققین را بر آن داشته است که مطالعات زیادی در جهت کنترل و مهار این ویروس انجام دهند. از طرفی، همان‌طور که اشاره شد، ورزش به عنوان یک روش غیردارویی سودمند جهت بهبود عملکرد سیستم ایمنی شناخته شده است، از این‌رو، پژوهشگران حیطه علوم ورزشی هر چند کم و محدود اما تحقیقات ارزشمندی انجام داده‌اند که می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در این زمینه در اختیار ما قرار دهد. بنابراین ضرورت وجود مطالعه‌ای که این آخرین یافته‌ها را جمع آوری و دسته‌بندی کند احساس می‌شد و هدف ما از



شکل ۱. مراحل استخراج مقالات جهت ورود به پژوهش

همچنین بر اساس آمارهایی که در چندین مطالعه انجام شده در ایران و آمریکا ارائه شده است، وجود بیماری زمینه‌ای می‌تواند یکی از عوامل اصلی مرگ‌ومیر و یا نیاز به بستری در بیماران کووید-۱۹ باشد. مطالعه‌ای که توسط نصرالله‌زاده ثابت و همکاران انجام شد شامل بررسی ۱۴۰۸ بیمار بستری به کووید-۱۹ در بیمارستان‌های گلستان، هاجر، خانواده و بعثت شهر تهران بود که نشان داد ۳۶/۱ درصد از بیماران سابقه فشارخون بالا، ۲۴/۱ درصد دیابت و ۲۱/۷ درصد سابقه بیماری قلبی عروقی داشتن.<sup>۱۵</sup> همچنین در مطالعه‌ای که در کشور آمریکا بر روی ۷۴۴۳۹ بیمار کووید-۱۹ انجام شد، پی بردند که ۳۷/۶ درصد بیماران بیش از یک بیماری زمینه‌ای، ۱۰/۹ درصد دیابت، ۹/۲ بیماری مزمن ریه و ۹ درصد بیماری قلبی عروقی دارند.<sup>۱۶</sup>

همچنین مطابق جدول شماره ۱، سن می‌تواند یک عامل مهم در مرگ‌ومیر و یا نیاز به بستری شدن بیماران کووید-۱۹ باشد.<sup>۱۷، ۱۵</sup>

### ورزش، کنترل وزن و بیماری‌های زمینه‌ای

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، بیش‌تر مبتلایان به بیماری کووید-۱۹ دارای بیماری‌های زمینه‌ای از جمله فشار خون بالا و اختلالات قلبی عروقی و دیابت می‌باشند و میزان مرگ‌ومیر در این افراد نسبت به دیگر مبتلایان بیش‌تر است.<sup>۱۳، ۱۲</sup> از آنجایی که بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت و فشار خون، خود به تنهایی چالش بسیار بزرگی برای سیستم بهداشت جهانی محسوب می‌شوند و سالانه بسیاری جان خود را در اثر این بیماری‌ها از دست می‌دهند، با ظهور بیماری کووید-۱۹ و اضطراب ناشی از آن، سطحی از هیجان‌پذیری در بین افراد مختلف ایجاد شده است که خود می‌تواند اثرات ناگواری را بر روی سلامت فرد بر جای گذارد؛ بررسی‌های صورت گرفته در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که عامل‌های روانی به ویژه اضطراب با آسیب شناسی بیماری قلبی- عروقی در ارتباط است، به‌گونه‌ای که حساسیت زیاد سیستم اعصاب سمپاتیک باعث افزایش ضربان قلب و افزایش فشارخون می‌شود که می‌تواند شدت بیماری را افزایش دهد و همچنین احتمالاً بر کاهش عملکرد سیستم ایمنی بدن تأثیرگذار است.<sup>۱۴</sup>

همچنین ورزش نقش کلیدی در پیشگیری و کنترل مقاومت به انسولین، شرایط پیش‌دیابتی، دیابت بارداری، دیابت نوع ۲ و مشکلات سلامتی مرتبط با دیابت بازی می‌کند. هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی عملکرد انسولین را بهبود می‌بخشند و در مدیریت گلوکز خون، چربی‌های خون، فشار خون، خطر مرگ‌ومیر قلبی و کیفیت زندگی مؤثر هستند.<sup>۲۳</sup>

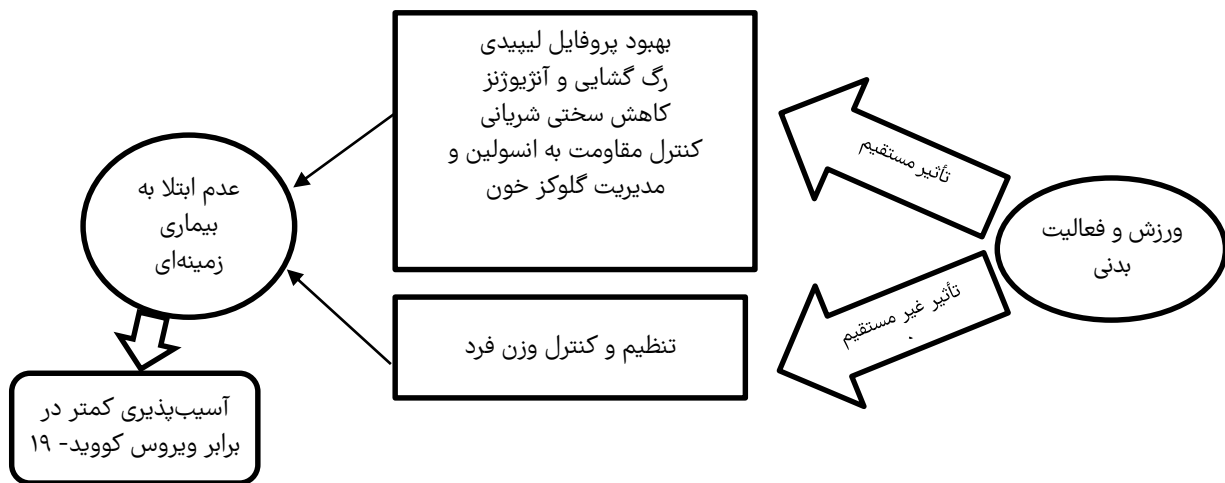
از طرفی ورزش با کنترل وزن فرد می‌تواند به شکل غیر مستقیم در برابر ویروس کووید-۱۹ ایفای نقش کند، چرا که توصیه‌های مکرر به افراد به‌منظور در خانه ماندن برای قطع زنجیره ابتلا به ویروس کووید-۱۹ می‌تواند آغازگر بی‌حرکی، اضافه وزن و چاقی در آینده نزدیک باشد و این در حالی است که خود اضافه وزن و چاقی از اصلی‌ترین عوامل آغازگر بیماری‌های زمینه‌ای می‌باشند.<sup>۲۳</sup> در دهه اخیر چاقی، مقاومت به انسولین و سندرم متابولیک تأثیرات عمیقی بر سلامت مردم جهان ایجاد کرده‌اند. مشکلاتی که به واسطه سبک زندگی بی‌تحرک ایجاد شده است. افزایش انسولین خون به صورت جبرانی ناشی از مقاومت به انسولین در افراد چاق موجب اختلالات چربی خون، افزایش فشارخون و دیابت قندی می‌گردد که هر یک به تنهایی و یا در ارتباط با هم به‌عنوان عوامل خطر ساز ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی محسوب می‌شوند.<sup>۲۴</sup> خلاصه یافته‌های بالا را می‌توانید در شکل شماره ۲ ملاحظه کنید.

جدول شماره ۱. میزان مرگ‌ومیر در بین گروه‌های سنی مختلف

سن بیماران (سال)	درصد مرگ و میر مطالعه ۱
کمتر از ۲۰	۰
۲۱-۳۵	۲/۶
۳۵-۵۰	۷/۸
۵۰-۶۵	۱۸/۲
۶۵-۸۰	۴۱/۶
بالتر از ۸۰	۲۹/۸

پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که سطوح بالای تری‌گلیسیرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین‌های کم چگال و یا کاهش میزان لیپوپروتئین‌های پر چگال در خون خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را در افراد افزایش می‌دهد.<sup>۱۸</sup> لذا پژوهش‌های مختلفی در رابطه با بررسی تأثیرات تمرینات ورزشی و فعالیت بدنی بر روی فاکتورهای خطرهای قلبی-عروقی انجام شده است.<sup>۱۹</sup> ورزش، فشارخون و سفتی آئورت در اثر افزایش سن را به تأخیر می‌اندازد، پروفایل لیپیدی و عملکرد اندوتلیال را بهبود می‌بخشد، استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد و با کاهش تولید سیتوکین‌ها و پروتئین‌های پیش‌التهابی مانند اینترلوکین‌ها، مولکول‌های چسبندگی (Adhesion Molecules)، فیبرینوژن و یا پروتئین واکنشی سی (C-Reactive Protein) باعث ایجاد اثر ضد التهابی می‌شود. بنابراین، مکانیسم‌های سلامتی حاصل از ورزش شامل سیستم‌های به هم پیوسته‌ای است، اما مسیرهای سیگنالینگ این اثرات کاملاً مشخص نیستند.<sup>۲۰</sup>

۲۱



شکل ۲. نمای کلی از تغییرات فیزیولوژیکی بدن به دنبال انجام فعالیت‌های ورزشی

## ورزش، کنترل استرس و سطوح کورتیزول

با توجه به بار روانی ایجاد شده در جامعه و ترس از ابتلا به ویروس کرونا، استرس ابتلا به کووید-۱۹ از طریق تولید کورتیزول در بدن موجب افت عملکرد سیستم ایمنی می‌شود و در صورت ابتلا، احتمالاً عوارض شدیدتری برای مبتلایان داشته باشد. در مقابل، بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند که ورزش باعث افزایش عزت-نفس و احساس بهزیستی می‌شود و افرادی که در فعالیت بدنی منظم شرکت می‌کنند، علائم افسردگی و اضطراب کم-تری را تجربه می‌کنند.<sup>۲۵</sup> سازوکارهای پیشنهاد شده برای این بهبودها شامل تحریک ترشح نورتروفین‌ها (عامل رشد مشتق از مغز، نورتروفین-سه و دوپامین)، عصب‌زایی و افزایش ترشح اندروفین‌ها در مغز است که باعث کاهش ترشح کورتیزول می‌شوند؛ بنابراین، از جنبه‌های روانی، فعالیت بدنی منظم با شدت متوسط از بهترین روش‌ها برای افزایش آمادگی روانی برای مقابله با ویروس کووید-۱۹ است.<sup>۲۶</sup>

با توجه به این‌که هورمون گلوکورتیکوئیدی کورتیزول هورمونی استرسی است و حساسیت زیادی به استرس فعالیت ورزشی دارد لذا طبیعی است که در پاسخ حاد به فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد<sup>۲۷</sup> اما پاسخ مزمن آن به فعالیت ورزشی کاهش یافته است<sup>۲۸</sup> و این می‌تواند در تقویت سیستم ایمنی بدن و مقابله با ویروس کووید-۱۹ بسیار مؤثر و مفید باشد.

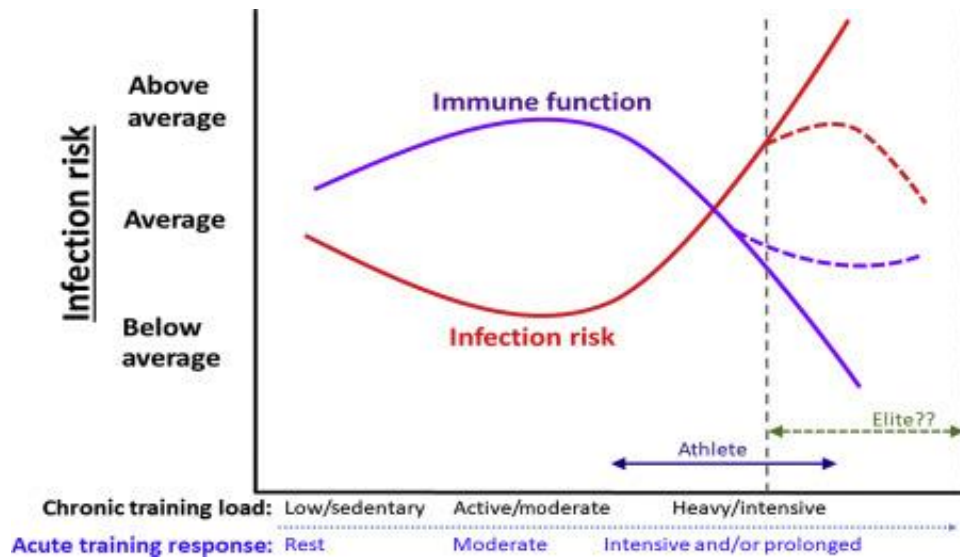
## ورزش و سیستم ایمنی بدن

در حال حاضر در بسیاری از آزمایشگاه‌ها، تحقیقات زیادی صورت می‌گیرند که به بررسی اثرات فعالیت ورزشی بر پاسخ‌های سیستم ایمنی می‌پردازند. بر پایه برخی مطالعات فعالیت ورزشی با شدت متوسط، عملکرد سیستم ایمنی بدن را ارتقاء بخشیده<sup>۲۹</sup> در حالی که فعالیت‌های ورزشی شدید و طولانی‌مدت بسیاری از ابعاد عملکردی سیستم ایمنی را تضعیف می‌کند.<sup>۳۰</sup> فعالیت و تمرین بدنی شدید تغییرات قابل توجهی را در برخی از پارامترهای ایمونولوژیکی ایجاد کرده و باعث تضعیف سیستم ایمنی بدن می‌شود.<sup>۳۱</sup> در خلال تمرین شدید هورمون‌های سرکوب‌گر ایمنی مانند اپی‌نفرین و کورتیزول و همچنین سایتوکاین‌های پیش‌التهابی و ضد‌التهابی مانند اینترلوکین ۶ و اینترلوکین ۱۰ افزایش یافته و عملکرد سیستم ایمنی را در چندین جای بدن تحت فشار قرار داده یا سرکوب می‌کنند.<sup>۳۲</sup>

در هنگام ابتلا به ویروس کووید-۱۹ طوفان سایتوکاینی ایجاد می‌شود که باعث اختلال در عملکرد بافت‌هایی مثل

ریه می‌شود و ممکن است در اثر فعالیت‌های ورزشی تشدید شود. در پژوهشی مروری، پیشنهاد شد تا انجام دادن پژوهش‌های بیشتر، ورزشکاران بهبود یافته از بیماری ویروس کووید-۱۹ تا هفت روز پس از بین رفتن علائم، فعالیت ورزشی شدید نداشته باشند؛<sup>۳۳</sup> با وجود این، تشویق به استمرار ورزش با شدت متوسط به مدت ۲۰-۳۰ دقیقه در بیش‌تر روزهای هفته برای تقویت سیستم ایمنی و کاهش خطر عفونت‌های ویروسی توصیه شده است.<sup>۳۴</sup> در طول فعالیت با شدت متوسط، فعالیت ضد پاتوژنی ماکروفاژهای بافتی همسو با افزایش شمار ایمنوگلوبولین‌ها، سایتوکاین‌های ضد‌التهابی، سلول‌های NK (Natural Killer Cell)، سلول‌های T سیتوتوکسیک و سلول‌های B نابالغ افزایش می‌یابند و این تغییرات نقش مهمی در فعالیت دفاع ایمنی و سلامت متابولیک علیه عفونت ویروسی مانند ویروس کووید-۱۹ دارند.<sup>۲۶</sup>

از طرفی بر اساس داده‌های اپیدمیولوژیک، ورزشکاران شرکت‌کننده در فعالیت‌های استقامتی و فوق استقامتی و ورزشکارانی که تمرینات سنگین انجام می‌دهند، بیش‌تر در معرض خطر عفونت‌های تنفسی از جمله ویروس کووید-۱۹ قرار دارند.<sup>۲۶</sup> پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بار زیاد یک وهله فعالیت بدنی با اختلال عملکرد ایمنی، التهاب، استرس اکسایشی و آسیب عضلانی همراه است.<sup>۳۵</sup> بر اساس مطالعات، به نظر می‌رسد این پاسخ‌ها در نمونه‌های سالم و بیمار نیز متفاوت هستند و در افراد تمرین‌نکرده پاسخ‌های شدیدتری در شاخص‌های سیستم ایمنی ایجاد خواهد شد.<sup>۳۶، ۳۷</sup> نظریه پنجره باز به دوره سرکوب جنبه‌هایی از عملکرد سیستم ایمنی پس از انجام شدن فعالیت ورزشی شدید اشاره دارد. این پنجره بین سه الی ۷۲ ساعت پس از ورزش باز می‌ماند؛ مدت زمانی که عامل عفونی مثل ویروس کووید-۱۹ می‌تواند جایی در بدن میزبان برای خود باز کند و موجب افزایش خطر عفونت‌های فرصت‌طلب شود.<sup>۳۸</sup> لذا با توجه به تازه‌ترین یافته‌ها می‌توان منحنی شدت فعالیت ورزشی- سیستم ایمنی بدن را مطابق شکل شماره ۳ ترسیم کرد.<sup>۳۹</sup>



شکل شماره ۳. مدل منحنی ارتباط بین شدت فعالیت بدنی و عفونت مجاری فوقانی تنفسی

## بحث

پژوهش‌هایی که در این زمینه انجام شده است تأثیر ورزش بر ویروس‌های مشابه همچون آنفولانزا، سارس و مرس را مبنای گزارش‌های خود قرار داده‌اند<sup>۴۲</sup> اما با این وجود، مطالعاتی که به بررسی ویروس کووید-۱۹ پرداخته‌اند نتایجی همسو با یافته‌های ما را گزارش کرده‌اند، به عنوان مثال در مطالعه‌ای که توسط احمد الخطیب انجام شد به انجام منظم ورزش خانگی با شدت متوسط همراه با داشتن تغذیه مناسب برای تقویت سیستم ایمنی توصیه شده است<sup>۴۳</sup> چرا که شواهد نشان می‌دهد ورزش شدید و طولانی‌مدت در هنگام مواجهه با عفونت‌های ویروسی می‌تواند سرکوب پارامترهای ایمنی را به دنبال داشته باشد، در حالی که ورزش با شدت متوسط باعث کاهش التهاب و بهبود پاسخ ایمنی به عفونت‌های ویروسی تنفسی می‌شود.<sup>۴۱</sup> چندین مطالعه اپیدمیولوژیک نشان داد که فعالیت بدنی منظم با کاهش مرگ‌ومیر و میزان بروز آنفولانزا و سینه پهلوی همراه است.<sup>۴۴</sup> همچنین در مطالعات حیوانی ارتباط مثبت بین ورزش مزمن و بهبود پاسخ میزبان به آنفولانزا و پنومونی نشان داده شد.<sup>۴۵</sup>

فعالیت ورزشی منظم و با شدت متوسط باعث افزایش پاسخ واکسن ایمنی، کاهش تعداد سلول‌های T فرسوده یا پیر،<sup>۴۶</sup> افزایش تکثیر سلول‌های T، کاهش سطوح سایتوکاین‌های التهابی گردش خون، افزایش فعالیت فاگوسیتی نوتروفیل و افزایش تولید IL-2 می‌شود.<sup>۴۷</sup> تمامی این آثار نشان‌دهنده این است که فعالیت ورزشی منظم و با شدت متوسط قادر به بهبود یا حداقل حفظ دستگای ایمنی در سرتاسر زندگی است. همچنین، نشان داده شده است که تمرین ورزشی با شدت متوسط آثار مثبتی بر پاسخ‌های ایمنی به عفونت‌های ویروسی و سرطان دارد.<sup>۴۸</sup> یکی از عوارض بسیار بارز بیماری کرونا، افزایش التهاب و شاخص‌های التهابی از جمله پروتئین واکنش‌گر

در واقع ورزش از مسیرهای مختلفی می‌تواند در برابر ویروس کووید-۱۹ نقش آفرینی کند. بر اساس یافته‌های ما ورزش از طریق بهبود بیماری‌های زمینه‌ای، کاهش سطوح کورتیزول و تقویت سیستم ایمنی بدن می‌تواند سطح آسیب‌پذیری انسان در برابر ویروس کووید-۱۹ را پایین بیاورد. البته ورزش انواع مختلفی دارد که هر نوع را می‌توان با شدت‌های مختلفی انجام داد و با توجه به نوع، شدت و مدت تمرین سازگاری‌های متفاوتی در بدن ما رخ خواهد داد.

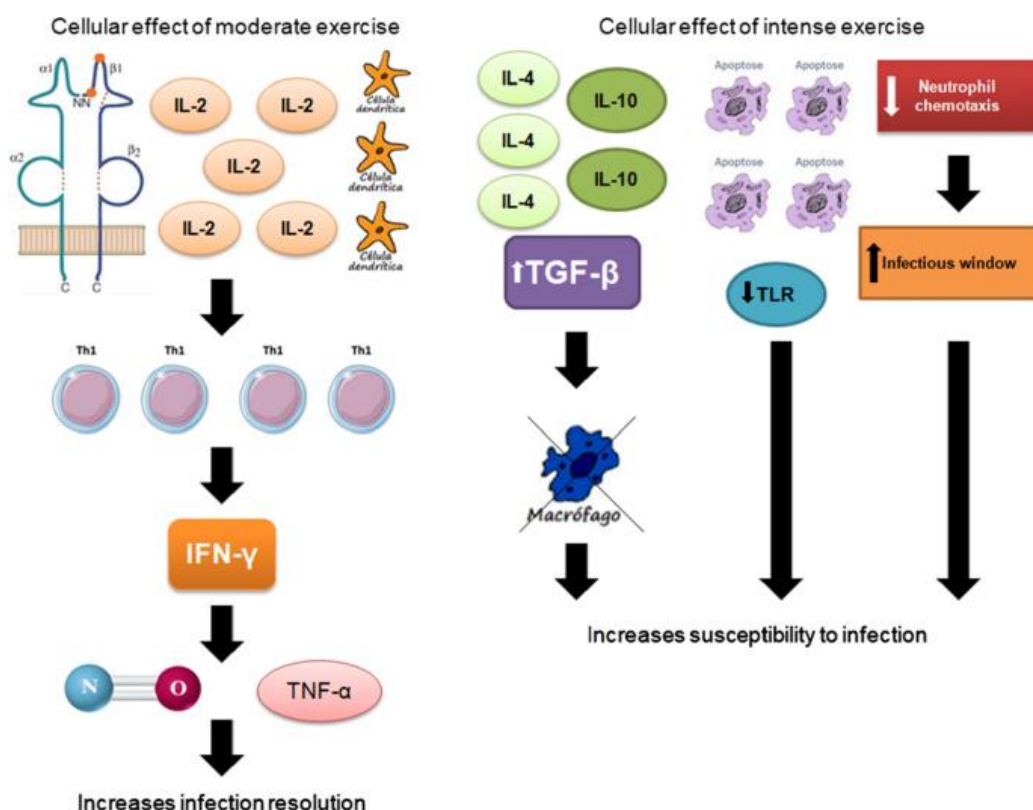
ویروس کووید-۱۹ با علائمی که با خود به همراه دارد به مردم جهان نشان داد که مراقبت از سلامتی با انجام فعالیت‌های ورزشی ساده در خانه و انجام فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط می‌تواند در هر زمان برای ما مهم و حائز اهمیت باشد. همچنین رعایت اصول تغذیه و رژیم‌های غذایی هم می‌تواند کمک به سزایی در این دوره کند.<sup>۴۰</sup> فرصت‌ها را در همه جا می‌توان مشاهده کرد، به عنوان مثال انجام حرکات کششی در خانه یا انجام تمرینات یوگا یا انجام تمرینات در خانه به تقلید از فیلم‌های آموزشی معتبر، خود می‌تواند یک راهکار بسیار مناسب باشد. برای کسانی که به انجام فعالیت‌های ورزشی عادت دارند و همچنین یک ورزشکار حرفه‌ای هستند انجام این تمرینات در خانه می‌تواند واقعاً محدودکننده باشد و لیکن برای جلوگیری از مبتلا شدن به ویروس کووید-۱۹ پیشنهاد می‌شود انجام تمرینات پلايومتریک یا تمرینات TRX می‌تواند یک راهکار مناسب برای حفظ سطح آمادگی ورزشکاران باشد ضمن این‌که تمرینات پلايومتریک برای اندام تحتانی هم برای سالمندان پیشنهاد شده است.<sup>۴۱</sup>

البته متأسفانه مطالعات بسیار محدودی در زمینه تأثیر ورزش بر ویروس کووید-۱۹ انجام شده است و بیش‌تر



عمل تمرینات ورزشی با شدت‌های مختلف بر سیستم ایمنی بدن را می‌توانید در شکل شماره ۴ مشاهده کنید.

C و تعداد گلبول‌های سفید خون است و نشان داده شده است که به طور کلی انواع مختلف تمرینات ورزشی، التهاب و شاخص‌های التهابی را کاهش می‌دهد.<sup>۴۹</sup> خلاصه مکانیسم



شکل شماره ۴. تأثیر فعالیت ورزشی با شدت‌های متفاوت بر سیستم ایمنی بدن برگرفته از مقاله فعالیت ورزشی به عنوان ابزاری برای کمک به سیستم ایمنی بدن در برابر کووید-۱۹.<sup>۵۰</sup>

افرادی که عفونت‌های تنفسی دارند معمولاً به ۳ هفته ریکاوری و بهبودی نیاز دارند و در نهایت پس از گذشت ۳ هفته اگر تمام علائم از بدن آن‌ها حذف شد مجاز هستند فعالیت‌های ورزشی با شدت پایین تا متوسط را انجام دهند.<sup>۵۵</sup> گفتنی است به لحاظ این‌که مطالعات بسیار کم و محدودی در زمینه تأثیرات مستقیم فعالیت ورزشی بر ویروس کووید-۱۹ انجام شده است، در نگارش این پژوهش با محدودیت‌هایی روبه‌رو بودیم، اما در پژوهش حاضر سعی شده است مکانیسم‌های اصلی اثرگذاری فعالیت منظم ورزشی و بدنی بر ویروس کووید-۱۹ بررسی شود. البته بدون شک در این زمینه با توجه به اهمیت بالای آن، نیاز به مطالعات بیشتر و دقیق‌تری وجود دارد که باید در آینده انجام شود.

### نتیجه‌گیری

ورزش می‌تواند از راه‌های متفاوتی در برابر ویروس کووید-۱۹ که امروزه به عنوان یک مشکل جهانی شناخته می‌شود نقش خود را ایفا کند. این نقش‌ها شامل بهبود و پیشگیری از بیماری‌های زمینه‌ای، کاهش سطوح کورتیزول

از طرفی در مطالعه‌ای دیگر که توسط کلینتون و همکارانش انجام شد، نشان داده شد که ارتباط معناداری میان ظرفیت ورزشی فرد و مراجعه او به بیمارستان بر اثر ابتلا به ویروس کووید-۱۹ وجود دارد. آن‌ها دریافتند که درصد کمی از افرادی که به طور منظم فعالیت بدنی و یا ورزشی دارند پس از ابتلا به ویروس کووید-۱۹ نیاز به بستری شدن در بیمارستان دارند<sup>۵۱</sup> که این خود می‌تواند مؤید یافته‌های ما در پژوهش حاضر باشد. همچنین نشان داده شده است که ارتباط مستقیمی میان بی‌تحركی و بیماری‌های زمینه‌ای همچون بیماری عروق کرونری،<sup>۵۲</sup> بیماری کلیوی<sup>۵۱</sup> و نارسایی قلبی وجود دارد<sup>۵۳</sup> که خود این بیماری‌های زمینه‌ای مستقیماً فرد را در برابر ویروس کووید-۱۹ آسیب‌پذیر می‌کنند.<sup>۱۶</sup>

در عوض فعالیت بدنی برای کسانی که مشکوک به ویروس کرونا هستند منع شده است. همچنین کسانی که بیماری‌های تنفسی یا سرماخوردگی دارند هم نباید از تمرینات ورزشی استفاده کنند تا زمانی که وضعیت سلامتی آن‌ها بهبود یابد.<sup>۵۴</sup> در همین راستا گزارش شده است که

## ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش مروری موارد اخلاقی پژوهش و امانت داری، رعایت شده است.

## تضاد منافع

هیچ تضاد منافی در این پژوهش وجود ندارد.

## تقدیر و تشکر

این مطالعه توسط منبع خاصی حمایت مالی نشده است.

و استرس ناشی از ویروس کووید-۱۹ و تقویت سیستم ایمنی از طریق تمرینات ورزشی با شدت متوسط می‌باشد. البته لازم به ذکر است که با توجه به تازه بودن این پدیده، تحقیقات محدودی در این زمینه انجام شده است و به پژوهش‌های بیشتر در این حوزه نیازمندیم.

## پیامدهای علمی پژوهش

بهتر است افراد در دوران ویروس کووید-۱۹ در خانه بمانند و برای تقویت سیستم ایمنی بدن، در طول هفته ۱۵ دقیقه تمرین ورزشی منظم با شدت متوسط داشته باشند.

## References

- Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The lancet*. 2020; 395(10223): 497-506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
- Yazdanpanah F, Hamblin MR, Rezaei N. The immune system and COVID-19: Friend or foe? *Life sciences*. 2020; 117900. doi: 10.1016/j.lfs.2020.117900.
- WHO. COVID-19 weekly epidemiological update, 9 March 2021. 2021.
- Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The lancet*. 2020; 395(10223): 507-513. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
- Svensson M, Lexell J, Deierborg T. Effects of physical exercise on neuroinflammation, neuroplasticity, neurodegeneration, and behavior: what we can learn from animal models in clinical settings. *NNR*. 2015; 29(6): 577-589. doi: 10.1177/1545968314562108.
- Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*. 2005; 98(4): 1154-1162. doi: 10.1152/jappphysiol.00164.2004.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011; 43(7): 1334-1359. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb.
- Iwasaki A, Medzhitov R. Control of adaptive immunity by the innate immune system. *Nat Immunol*. 2015; 16(4): 343-353. doi: 10.1038/ni.3123.
- da Luz Scheffer D, Latini A. Exercise-induced immune system response: Anti-inflammatory status on peripheral and central organs. *BBA Molecular Basis of Disease*. 2020; 1866(10): 165823. doi: 10.1016/j.bbadis.2020.165823.
- Nieman DC, Wentz LM. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *JSHS*. 2019; 8(3): 201-217. doi: 10.1016/j.jshs.2018.09.009.
- Yuan X, Xu S, Huang H, Liang J, Wu Y, Li C, et al. Influence of excessive exercise on immunity, metabolism, and gut microbial diversity in an overtraining mice model. *Scand J Med Sci Sports*. 2018; 28(5): 1541-1551. doi: 10.1111/sms.13060.
- South AM, Diz DI, Chappell MC. COVID-19, ACE2, and the cardiovascular consequences. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2020; 318(5): 1084-1090. doi: 10.1152/ajpheart.00217.2020.
- Papadokostaki E, Tentolouris N, Liberopoulos E. COVID-19 and diabetes: What does the clinician need to know? *Prim Care Diabetes*. 2020; 14(5): 558-563. doi: 10.1016/j.pcd.2020.06.010.
- Pfefferbaum B, North CS. Mental health and the Covid-19 pandemic. *N Engl J Med*. 2020; 383(6): 510-512. doi:10.1056/NEJMp2008017.
- Nasrollahzadeh Sabet M, Khanalipour M, Gholami M, Sarli A, Rahimikhorrani A, Esmaeilzadeh E. Investigating the Presentation and Mortality Rate in Covid-19 Patients With Underlying Diseases. *JAMS*. 2020; 23(5): 740-749. (Persian)
- Chow N, Fleming-Dutra K, Gierke R, Hall A, Hughes M, Pilishvili T, et al. Preliminary estimates of the prevalence of selected underlying health conditions among patients with coronavirus disease 2019—United States, February 12–March 28, 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2020; 69(13): 382-386.
- Bialek S, Boundy E, Bowen V, Chow N, Cohn A, Dowling N, et al. Severe outcomes among patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19)—United States, February 12–March 16, 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2020; 69(12): 343-346.
- Neghad A, Samavatisharif M, Seiavoshy H. The effect of an exhaustive exercise and sodium bicarbonate supplementation on LDH, CPK and CPR indexes in non-athlete women students. CPK and CPR Indexes in Non-Athlete Women Students (May 15, 2015). *International Journal of Sport Sciences*. 2015; 2(3): 41-46. doi:10.2139/ssrn.2796078.
- Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma

- lipoproteins. *N Engl J Med*. 2002; 347(19): 1483-1492. doi:10.1056/NEJMoa020194.
20. Larouche J-F, Yu C, Luo X, Farhat N, Guiraud T, Lalongé J, et al. Acute high-intensity intermittent aerobic exercise reduces plasma angiopoietin-like 2 in patients with coronary artery disease. *CJC*. 2015; 31(10): 1232-1239. doi: 10.1016/j.cjca.2015.01.038.
  21. Barnard CR, Peters M, Sindler AL, Farrell ET, Baker KR, Palta M, et al. Increased aortic stiffness and elevated blood pressure in response to exercise in adult survivors of prematurity. *Physiol Rep*. 2020; 8(12): e14462. doi: 10.14814/phy2.14462.
  22. Thomas D, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *CDSR*. 2006; (3). doi:10.1002/14651858.CD002968.pub2.
  23. Ravalli S, Musumeci G. Coronavirus outbreak in Italy: physiological benefits of home-based exercise during pandemic. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. 2020. doi: 10.3390/jfmk5020031.
  24. Bahrami H, Sadatsafavi M, Pourshams A, Kamangar F, Nouraei M, Semnani S, et al. Obesity and hypertension in an Iranian cohort study; Iranian women experience higher rates of obesity and hypertension than American women. *BMC public health*. 2006; 6(1): 1-9. doi: 10.1186/1471-2458-6-158.
  25. Anderson EH, Shivakumar G. Effects of exercise and physical activity on anxiety. *Front Psychiatry*. 2013; 4(27). doi: 10.3389/fpsy.2013.00027.
  26. Molanouri SHamsi M, Amani SHalamzari S. Exercise Training, Immune System, and Coronavirus. *Sport physiology*. 2020; 12(46): 17- 40. (Persian)
  27. Rahman ZA, Abdullah N, Singh R, Sosroseno W. Effect of acute exercise on the levels of salivary cortisol, tumor necrosis factor- $\alpha$  and nitric oxide. *J Oral Sci*. 2010; 52(1): 133-136. doi: 10.2334/josnusd.52.133.
  28. Shabani R, Dalili S. Effect of Combination Exercise Training on Body Mass Index, Body Fat Percentage, Heart Rate, and Levels of Serum Cortisol and Estradiol in Postmenopausal Women with Impaired Fasting Blood Glucose. *J Diabetes Nurs*. 2017; 5(3): 199-211. (Persian)
  29. Lowder T, Padgett DA, Woods JA. Moderate exercise early after influenza virus infection reduces the Th1 inflammatory response in lungs of mice. *Exerc Immunol Rev*. 2006; 12: 97-111.
  30. Kapasi ZF, McRae ML, Ahmed R. Suppression of viral specific primary T-cell response following intense physical exercise in young but not old mice. *J Appl Physiol*. 2005; 98(2): 663-671. doi: 10.1152/jappphysiol.00510.2004.
  31. da Nobrega ACL. The subacute effects of exercise: concept, characteristics, and clinical implications. *Exerc Sport Sci Rev*. 2005; 33(2): 84-87.
  32. Nieman DC. Does Exercise Alter Immune Function and Respiratory Infections? *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*. 2001.
  33. Bhatia RT, Marwaha S, Malhotra A, Iqbal Z, Hughes C, Börjesson M, et al. Exercise in the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARS-CoV-2) era: a question and answer session with the experts endorsed by the section of Sports Cardiology & Exercise of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur J Prev Cardiol*. 2020; 27(12): 1242-1251. doi: 10.1177/2047487320930596.
  34. Simpson RJ, Kunz H, Agha N, Graff R. Exercise and the regulation of immune functions. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2015; 135: 355-380. doi: 10.1016/bs.pmbts.2015.08.001.
  35. Isanejad A, Saraf ZH, Mahdavi M, Gharakhanlou R, Shamsi MM, Paulsen G. The effect of endurance training and downhill running on the expression of IL-1 $\beta$ , IL-6, and TNF- $\alpha$  and HSP72 in rat skeletal muscle. *Cytokine*. 2015; 73(2): 302-308. doi: 10.1016/j.cyto.2015.03.013.
  36. Molanouri Shamsi, M, Hassan ZM, Quinn LS, Gharakhanlou R, Baghersad L, Mahdavi M. Time course of IL-15 expression after acute resistance exercise in trained rats: effect of diabetes and skeletal muscle phenotype. *Endocrine*. 2015; 49(2):396-403. doi: 10.1007/s12020-014-0501-x.
  37. Jamali A, Molanouri-Shamsi M, Soleimanjahi H, Afshoonpour MT. Assessment of Changes in Autophagy Factors in Time Courses of Acute Exhaustive Endurance Exercise in Tibialis Anterior Skeletal Muscle of BALB/c Mice. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2019; 15(29): 133-142. doi: 10.22080/JAEP.2019.14901.1802. (Persian)
  38. Kakanis M, Peake J, Hooper S, Gray B, Marshall-Gradinsnik S. The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. *J Sci Med Sport*. 2010; 13: e85-e86. doi: 10.1016/j.jsams.2010.10.642.
  39. Jones AW, Davison G. Chapter 15 - Exercise, Immunity, and Illness. In: Zoladz JA, editor. *Muscle and Exercise Physiology: Academic Press*. 2019: 317-344. doi: 10.1016/B978-0-12-814593-7.00015-3.
  40. Khoramipour K, Basereh A, Hekmatikar AA, Castell L, Ruhee RT, Suzuki K. Physical activity and nutrition guidelines to help with the fight against COVID-19. *Journal of Sports Sciences*. 2020; 39(1):101-107. doi: 10.1080/02640414.2020.1807089.
  41. Vetrovsky T, Steffl M, Stastny P, Tufano JJ. The efficacy and safety of lower-limb plyometric training in older adults: a systematic review. *Sports Medicine*. 2019; 49(1): 113-131. doi: 10.1007/s40279-018-1018-x.
  42. Shirvani H, Rostamkhani F. Exercise considerations during coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak: A narrative review. *J Mil Med*. 2020; 22(2):161-168. doi: 10.30491/JMM.22.2.161. (Persian)
  43. Alkhatib A. Antiviral functional foods and exercise lifestyle prevention of Coronavirus. *Nutrients*. 2020; 12(9): 2633. doi: 10.3390/nu12092633.
  44. Kohut ML, Sim Y-J, Yu S, Yoon KJ, Loiacono CM. Chronic exercise reduces illness severity, decreases viral load, and results in greater anti-inflammatory effects than acute exercise during influenza infection. *The Journal of infectious diseases*. 2009; 200(9):1434-1442. doi: 10.1086/606014
  45. Warren KJ, Olson MM, Thompson NJ, Cahill ML, Wyatt TA, Yoon KJ, et al. Exercise improves host response to influenza viral infection in obese and non-

- obese mice through different mechanisms. *PloS one*. 2015;10(6):e0129713. doi: 10.1371/journal.pone.0129713.
46. Spielmann G, McFarlin BK, O'Connor DP, Smith PJ, Pircher H, Simpson RJ. Aerobic fitness is associated with lower proportions of senescent blood T-cells in man. *Brain Behav Immun*. 2011; 25(8): 1521-1529. doi: 10.1016/j.bbi.2011.07.226.
47. Drela N, Kozdron E, Szczypiorski P. Moderate exercise may attenuate some aspects of immunosenescence. *BMC geriatrics*. 2004; 4(1): 1-7. doi: 10.1186/1471-2318-4-8.
48. Hojman P, Dethlefsen C, Brandt C, Hansen J, Pedersen L, Pedersen BK. Exercise-induced muscle-derived cytokines inhibit mammary cancer cell growth. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2011; 301(3): E504-E510. doi: 10.1152/ajpendo.00520.2010.
49. Ahmadizad S, Avansar AS, Ebrahim K, Avandi M, Ghasemikaram M. The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-1 and inflammatory markers. *Horm Mol Biol Clin Investig*. 2015; 21(3): 165-73. doi: 10.1515/hmbci-2014-0038 .
50. da Silveira MP, da Silva Fagundes KK, Bizuti MR, Starck É, Rossi RC, e Silva DTdR. Physical exercise as a tool to help the immune system against COVID-19: an integrative review of the current literature. *Clin Exp Med*. 2020; 21: 15-28. doi: 10.1007/s10238-020-00650-3.
51. Brawner CA, Ehrman JK, Bole S, Kerrigan DJ, Parikh SS, Lewis BK, et al. Inverse relationship of maximal exercise capacity to hospitalization secondary to coronavirus disease 2019. *Mayo Clinic Proceedings*. 2021; 96(1): 32-39. doi: 10.1016/j.mayocp.2020.10.003.
52. Keteyian SJ, Brawner CA, Savage PD, Ehrman JK, Schairer J, Divine G, et al. Peak aerobic capacity predicts prognosis in patients with coronary heart disease. *AHJ*. 2008; 156(2): 292-300. doi: 10.1016/j.ahj.2008.03.017.
53. Keteyian SJ, Patel M, Kraus WE, Brawner CA, McConnell TR, Piña IL, et al. Variables measured during cardiopulmonary exercise testing as predictors of mortality in chronic systolic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2016; 67(7): 780-789.
54. Ahmadihekmatikar A, Molanouri M. Prevalence of Coronavirus (Covid 19) In Iran and the Effects of Exercise on the Body Along with Health Protocols: A Review Study. *J Arak Uni Med Sci*. 2020; 23(5): 584-603. doi:10.32598/JAMS.23.COV.6277.1. (Persian)
55. Zhu W. Should, and how can, exercise be done during a coronavirus outbreak? An interview with Dr. Jeffrey A. Woods. *JSHS*. 2020; 9(2):105- 107. doi: 10.1016/j.jshs.2020.01.005.