

## Musculoskeletal complications after COVID-19

### Abstract

**Background:** COVID-19 is a systemic disease that, in some individuals, leads to post-COVID syndrome (Long COVID)—a chronic condition characterized by symptoms such as fatigue, myalgia, arthralgia, and low back pain. These musculoskeletal manifestations arise from complex pathophysiological mechanisms, including direct infection of muscle and joint cells via ACE2/TMPRSS2 receptors, activation of autoimmune responses (targeting muscle and cartilage), T-lymphocyte dysregulation (reduced Treg and elevated TH17 cells), chronic inflammation driven by cytokines such as IL-6 and TNF- $\alpha$ , mitochondrial dysfunction, microglial activation in the central nervous system, and epigenetic modifications that collectively sustain a state of chronic immune activation.

**Results:** Studies have consistently demonstrated that musculoskeletal symptoms are highly prevalent among Long COVID patients. In an Iranian study, 99% of patients reported at least one musculoskeletal symptom, and 50% experienced low back pain. Reduced physical activity, obesity, sleep disturbances, and psychological conditions—further exacerbate these symptoms. Conversely, structured rehabilitation programs incorporating guided exercise, respiratory physiotherapy, and strengthening exercises have led to significant improvements in cardiorespiratory function, muscle strength, and overall quality of life.

**Conclusion:** Musculoskeletal disorders in post-COVID syndrome result from a multifactorial interplay of inflammatory, immunological, and metabolic pathways. Regular exercise, patient education, psychological counseling, and management of comorbid factors (such as obesity and sleep disorders) are integral components of effective patient care.

**Keywords:** Post-COVID, musculoskeletal disorders, low back pain, rehabilitation, exercise therapy

Somayeh Mami<sup>1</sup>, Mohammad Hossein Pourgharib Shahi<sup>2</sup>, Sara Assadias<sup>3</sup>, Mohammadali Zolfaghari<sup>3</sup>, Narjes Soleimanifar<sup>3</sup>, Alireza Esteghamati<sup>4</sup>, Abdolrahman Rostamian<sup>4</sup>, Ramin Kordi<sup>2</sup>, Mohammad Hossein Nicknam<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Immunology Department, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Sports Medicine Research Center, Neuroscience Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Molecular Immunology Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Department of Internal Medicine, School of Medicine, Imam Khomeini Hospital Complex, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### \* Corresponding Author:

Molecular Immunology Research Center, No.142, Nosrat Street, Tehran, Iran,

Email:

[mhnicknam@sina.tums.ac.ir](mailto:mhnicknam@sina.tums.ac.ir)

## مشکلات عضلانی - اسکلتی پس از ابتلا به کووید-۱۹

### چکیده

**مقدمه:** کووید-۱۹ یک بیماری سیستمیک است که در برخی افراد منجر به سندرم پساکووید (لانگ کووید) می‌شود؛ عارضه‌ای مزمن با علائمی مانند خستگی، درد عضلانی، درد مفصلی و کمردرد. این علائم عضلانی-اسکلتی ناشی از مکانیسم‌های پیچیده‌ای هستند: عفونت مستقیم سلول‌های عضلانی و مفصلی از طریق گیرنده‌های ACE2/TMPRSS2، فعال شدن پاسخ خودایمنی (با آنتی‌بادی‌های خودی علیه عضله و غضروف)، عدم تعادل لنفوسیت‌های T (کاهش Treg و افزایش TH17)، التهاب مزمن ناشی از سایتوکین‌هایی مانند IL-6 و TNF- $\alpha$ ، اختلال عملکرد میتوکندری، فعالیت میکروگلیا در سیستم عصبی مرکزی و تغییرات اپی‌ژنتیکی که منجر به «واکنش ایمنی مزمن» می‌شوند.

**یافته‌ها:** مطالعات نشان داده‌اند که علائم عضلانی-اسکلتی در بیماران لانگ کووید بسیار شایع است. در یک مطالعه ایرانی، ۹۹٪ بیماران حداقل یک علامت عضلانی-اسکلتی داشتند و ۵۰٪ کمردرد گزارش کردند. در مطالعات دیگر، شیوع کمردرد در بیماران پساکووید به‌طور معناداری بیشتر از جمعیت عمومی بود. کاهش فعالیت بدنی، چاقی، اختلال خواب و عوامل روانی نیز در تشدید این علائم مؤثرند. در مقابل، برنامه‌های توانبخشی شامل ورزش‌های هدایت‌شده، فیزیوتراپی تنفسی و تمرینات تقویتی، بهبود قابل توجهی در عملکرد قلبی-تنفسی، قدرت عضلانی و کیفیت زندگی ایجاد کرده‌اند.

**نتیجه‌گیری:** اختلالات عضلانی-اسکلتی در پساکووید ناشی از یک شبکه چندعاملی از مکانیسم‌های التهابی، ایمنی و متابولیک است. درک این مسیرها برای تشخیص دقیق و طراحی برنامه‌های توانبخشی هدفمند ضروری است. ورزش منظم، آموزش، مشاوره روان‌شناختی و مدیریت عوامل همراه (مانند چاقی و اختلال خواب) بخشی جدایی‌ناپذیر از مدیریت این بیماران هستند. شواهد نشان می‌دهد که بازتوانی طولانی‌مدت می‌تواند به کاهش علائم و بازگشت به فعالیت‌های روزمره منجر شود.

**واژگان کلیدی:** پساکووید، لانگ کووید، اختلالات عضلانی-اسکلتی، کمردرد، توانبخشی، ورزش درمانی

سمیه مامی<sup>۱</sup>، محمدحسین پورغریب شاهی<sup>۲</sup>، سارا اسدی اصل<sup>۳</sup>، محمدعلی ذوالفقاری<sup>۳</sup>، نرجس سلیمانی فر<sup>۳</sup>، علیرضا استقامتی<sup>۴</sup>، عبدالرحمان رستمیان<sup>۴</sup>، رامین کردی<sup>۱</sup>، محمدحسین نیک نام<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه ایمنولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۲</sup> مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی، پژوهشکده علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> مرکز تحقیقات ایمنولوژی مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۴</sup> گروه داخلی، دانشکده پزشکی، مجتمع بیمارستانی امام خمینی (ره)، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

\* نشانی نویسنده مسئول:

مرکز تحقیقات ایمنولوژی مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

نشانی الکترونیکی:

[mhnicknam@sina.tums.ac.ir](mailto:mhnicknam@sina.tums.ac.ir)

و بروز علائمی مانند میوزیت (التهاب عضلات اسکلتی) و آتریت (التهاب مفاصل) فراهم می‌آورد(۱).

### ○ فعالیت خودایمنی و آنتی‌بادی‌های خودی

یکی از مهم‌ترین یافته‌های ایمونولوژیک در بیماران مبتلا به پساکووید، شناسایی سطوح بالای آنتی‌بادی‌های خودی در سرم آن‌هاست. این بیماران آنتی‌بادی‌های خودی علیه آنتی‌ژن‌های متعددی تولید می‌کنند، از جمله:

✓ گیرنده‌های استیل‌کولین موجود در اتصال عصبی-عضلانی

✓ پروتئین‌های ساختاری عضله اسکلتی مانند میوزین و اکتین

✓ کلاژن نوع II موجود در غضروف مفاصل

✓ فسفولیپیدها و پروتئین‌های هسته‌ای (مشابه الگوهای دیده شده در بیماری لوپوس)

این یافته‌ها حاکی از فعال شدن پاسخ خودایمنی پس از عفونت SARS-CoV-2 است که می‌تواند به تداوم التهاب علائم عضلانی-اسکلتی در پساکووید منجر شود(۲).

### ○ اختلال در تنظیم لنفوسیت‌های T :

سلول‌های Treg نقش کلیدی در سرکوب پاسخ‌های خودایمنی و حفظ همئوستاز ایمنی دارند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که در بیماران مبتلا به پساکووید:

۱. تعداد و عملکرد سلول‌های Treg کاهش یافته است.

۲. سلول‌های TH۱۷ التهاب‌زا افزایش یافته است.

کووید-۱۹ تنها یک عفونت تنفسی نیست، بلکه یک بیماری سیستمیک با عوارض گسترده است. برخی از بیماران پس از فاز حاد، دچار علائم مزمن "پساکووید" می‌شوند که ماه‌ها یا سال‌ها ادامه می‌یابد. یکی از شایع‌ترین علائم این سندرم، اختلالات عضلانی-اسکلتی شامل خستگی عضلانی مزمن، درد عضلانی، درد مفصلی، ضعف عضلانی پیشرونده و ... است. پساکووید یک سندرم التهابی مزمن پس از ویروسی است که در آن سیستم ایمنی دچار اختلال می‌شود. این اختلال ایمنی مستقیماً بافت‌های عضلانی و اسکلتی را هدف قرار داده، باعث التهاب، آسیب بافتی و اختلال عملکرد می‌شود.

### ○ نقش گیرنده‌های ACE۲ در عضلات

ویروس SARS-CoV-2 برای ورود به سلول‌های میزبان، از ACE۲ استفاده می‌کند. نکته‌ای کلیدی این است که هم ACE۲ و هم گیرنده کمکی آن، یعنی TMPRSS۲، به‌طور گسترده در بافت‌های عضلانی-اسکلتی بیان می‌شوند. این گیرنده‌ها در انواع سلول‌های این بافت‌ها از جمله میوسیت‌های اسکلتی، فیبروبلاست‌های سینه‌ویال (موجود در غشای مفصلی)، کندروسیت‌ها (سلول‌های غضروفی) و استئوبلاست‌ها (سلول‌های سازنده استخوان) حضور دارند. این بیان فراگیر، بافت‌های عضلانی-اسکلتی را به اهداف مستقیم و بالقوه برای عفونت ویروسی تبدیل می‌کند. عفونت مستقیم این سلول‌ها می‌تواند به آسیب موضعی، التهاب و اختلال در عملکرد طبیعی آن‌ها منجر شود. این مکانیسم، پیوندی مستقیم و منطقی بین عفونت ویروسی

۳. در نتیجه نسبت  $TH17/Treg$  به طور معناداری بالاتر از حد طبیعی است.

این عدم تعادل ایمنی، زمینه‌ساز ایجاد یک حالت التهاب مزمن در بافت‌های هدف از جمله عضلات و مفاصل می‌شود.

مطالعه ای که بر روی بیوپسی عضلانی بیماران پساکووید با ضعف شدید عضلانی انجام گرفت، نشان داد که: لنفوسیت‌های  $CD4+ T$  و ماکروفاژهای  $M1$  التهابی به‌طور قابل توجهی در بافت عضلانی نفوذ کرده‌اند. این یافته‌ها حاکی از وجود میوزیت خودایمنی القاشده توسط عفونت ویروسی است که می‌تواند عامل اصلی علائم عضلانی مزمن در پساکووید باشد (۳).

### ○ سایتوکین‌ها، التهاب مزمن و اثرات عضلانی-اسکلتی

در فاز حاد کووید-۱۹، عبارت «طوفان سایتوکینی» به‌عنوان یکی از عوامل اصلی مرگ‌ومیر شناخته شد. اما در پساکووید، این طوفان به شکلی مزمن ادامه می‌یابد. مطالعات نشان داده است که بیماران مبتلا به پساکووید که دچار علائم عضلانی-اسکلتی هستند، سطوح بالایی از سایتوکین‌های التهابی زیر را در خون خود دارند:

$IL6$  باعث التهاب در عضلات و تجزیه پروتئین‌های عضلانی کاتابولیسیم) می‌شود.

$TNF \alpha$  سلول‌های عضلانی را به سمت مرگ برنامه‌ریزی شده (آپوپتوز) سوق می‌دهد و منجر به تحلیل عضله می‌شود.

$IL1\beta$  التهاب غشای سینوویال مفاصل را تحریک کرده و درد مفصلی را تشدید می‌کند.

$\gamma$  IFN ماکروفاژها را فعال کرده و مسیرهای التهاب خودایمنی را تقویت می‌نماید.

این سایتوکین‌ها تنها در عضلات و مفاصل التهاب ایجاد نمی‌کنند، بلکه بر سیستم عصبی مرکزی نیز تأثیر می‌گذارند. در نتیجه، بیماران دچار: حساسیت بیش‌ازحد به درد و خستگی عصبی-عضلانی عمیق و مزمن می‌شوند (۴).

### ○ فعالیت میکروگلیا و التهاب عصبی-عضلانی

مطالعات انجام‌شده با استفاده از روش‌های تصویربرداری عصبی و بررسی بیومارکرهای موجود در مایع مغزی-نخاعی نشان می‌دهند که التهاب سیستمیک در پساکووید می‌تواند باعث فعال شدن سلول‌های میکروگلیا در سیستم عصبی مرکزی و ایجاد التهاب در نخاع و ریشه‌های عصبی شود.

این وضعیت که به‌عنوان «رادیکولومیلیت التهابی پس از ویروسی» شناخته می‌شود، ممکن است منجر به بروز علائمی از جمله:

- درد عصبی (شبه ضربه الکتریکی در مسیر اعصاب)،
- ضعف عضلانی که منشأ آن آسیب مستقیم به بافت عضله نیست، بلکه ناشی از اختلال در انتقال سیگنال عصبی است،
- و کاهش یا از دست دادن رفلکس‌های تاندونی (مانند رفلکس زانو یا آشیل) شود (۴).

### ○ اختلال در میتوکندری و متابولیسم عضلانی

سایتوکین‌های التهابی می‌توانند عملکرد میتوکندری، را در سلول‌های عضلانی به‌طور جدی مختل کنند. مطالعات نشان داده است که در بیماران مبتلا به پساکووید:

۱. فعالیت ژن‌های مرتبط با اکسیداسیون اسیدهای چرب و فسفریلاسیون اکسیداتیو که فرآیندهای کلیدی برای تولید انرژی در میتوکندری هستند، کاهش چشم‌گیری یافته است.

۲. گونه‌های فعال اکسیژن که منجر به استرس اکسیداتیو و آسیب سلولی می‌شوند، افزایش یافته است.

۳. سطح ATP عضلات که انرژی برای انقباض و فعالیت سلول‌های عضلانی است، کاهش یافته است. در نتیجه خستگی زودرس و ضعف عضلانی رخ می‌دهد.

این یافته‌ها نشان می‌دهند که التهاب ناشی از سیستم ایمنی در پساکووید تنها به آسیب ساختاری یا التهاب موضعی محدود نمی‌شود، بلکه حتی در سطح متابولیسم سلولی دخالت می‌کند و عملکرد انرژی‌سازی عضلات را از درون مختل می‌نماید. به عبارت دیگر، بدن بیمار حتی زمانی که عضله ظاهراً سالم است، قادر به تولید انرژی کافی نیست و این همان ریشه بسیاری از علائم خستگی و ضعف در پساکووید است (۴).

### ○ تغییرات اپی‌ژنتیکی

مطالعات اخیر نشان داده‌اند که SARS-CoV-2 می‌تواند باعث تغییرات اپی‌ژنتیکی در سلول‌های ایمنی و حتی سلول‌های عضلانی شود. این تغییرات شامل:

- متیلاسیون DNA در ژن‌های تنظیم‌کننده التهاب (مانند ژن‌های خانواده NF-κB)

- تغییر در استیل‌اسیون هیستون در پروموتورهای ژن‌های سایتوکینی

- القای "حافظه ایمنی مزمن" در ماکروفاژها و مونوسیت‌ها

مطالعات نشان می‌دهد که مونوسیت‌های بیماران پساکووید حتی ۱۲ ماه پس از عفونت، پاسخ التهابی بیش‌ازحدی به محرک‌های غیرمرتبط (مثل LPS یا زیموژن) نشان می‌دهند، پدیده‌ای که "Hyperresponsiveness of the immune system" نام دارد. این حالت اپی‌ژنتیکی می‌تواند توضیح‌دهنده ادامه التهاب در بافت‌های عضلانی بدون حضور مستقیم ویروس باشد. در عمل، این بدان معناست که حتی پس از پایان عفونت، سیستم ایمنی همچنان در حالت "آماده‌باش التهابی" قرار دارد و هرگونه استرس فیزیکی (از جمله تمرینات نامناسب) می‌تواند منجر به تشدید التهاب و عود علائم شود (۴).

### بررسی کمردرد در افراد مبتلا به لانگ کووید

تعدادی از بیماران بر این باورند که بعد از ابتلا به عفونت کووید، دچار کمردرد شده‌اند. از این جهت نیازست که این موضوع مورد بررسی قرار بگیرد. سندرم لانگ کووید علائم مختلفی از جمله: خستگی، سردرد، درد عضلانی، درد مفاصل و کمر، کاهش بینایی و .. را شامل می‌شود. در ابتدا بایستی تعریف درستی از سندرم لانگ کووید داشته باشیم: به علائمی که سه ماه بعد از ابتلا به عفونت حاد کووید ایجاد می‌شود و این علائم حداقل دو ماه ادامه دارد، سندرم لانگ کووید گفته می‌شود. در مطالعات مختلف دیده شده است که دردهای عضلانی مثل کمردرد (پائین دنده تا پائین چین گلوئال تحتانی) با مدل‌های مختلفی در افراد

لانگ کووید دیده می شود(۵). حدودا ۷۰ درصد مبتلا به کمردرد پس از گذشت ۶ هفته بهبود پیدا می کنند. در ۱۵ درصد افراد درد کمر به صورت مزمن باقی می ماند و در ۱۵ درصد دیگر، افراد بعد از ابتلا به کمردرد مدت کوتاهی بهبود می یابند ولی کمردرد آن ها مجدد عود می کند. مطالعات در ایران نشان داده است که ۱۵ تا ۲۷ درصد افراد دارای کمردرد مزمن (Low back pain) هستند. در مطالعه ای که در تهران با حدود ۳۷ هزار شرکت کننده که انجام شد: نتایج نشان داد که ۳۷ درصد افراد دارای کمردرد هستند. در مطالعه ای که در ترکیه با حضور ۱۳۰۱ شرکت کننده که از بین ۲۵۷ نفر مبتلا به لانگ کووید بودند انجام شده بود، نتایج نشان داد که myalgia (۱۴.۳٪), back pain (۱۳.۸٪), arthralgia (۱۴.۱٪) در بین بیماران بهبود یافته شیوع دارد(۶).

در یک مطالعه دیگر که در مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی علوم پزشکی تهران با حضور ۲۳۹ بیمار مبتلا به کووید انجام شد، نتایج نشان داد که حدود ۹۹ درصد بیماران حداقل یک علامت عضلانی-اسکلتی دارند. ۹۱ درصد دچار خستگی مزمن میشوند. ۸۰ درصد درد عضلانی را تجربه میکنند و ۵۰ درصد کمردرد دارند(۷).

در یک مطالعه مشابه که با حضور ۸۷۸ شرکت کننده که ۵۰ درصد از این افراد مبتلا به لانگ کووید بودند و ۵۰ درصد دیگر افرادی بودند که به این عفونت درگیر نشده بودند در بنگلادش انجام شد، نتایج نشان داد که در افراد مبتلا به کووید، ۲۴ درصد کمردرد دیده می شود که در مقایسه با جمعیت سالم کنترل (۱۵.۷٪) بطور معناداری بالاتر می باشد (۸).

در یک مطالعه دیگر که در اسکانداویوی با حضور ۲۲۳۸۲ هزار شرکت کننده برگزار شد که از این بین ۶۴۸۸۰ هزار نفر مبتلا به

لانگ کووید بودند: نتایج نشان داد که در حالت بررسی Case-control، اختلاف معناداری از لحاظ کمردرد در افراد مبتلا به کووید و غیرکووید مشاهده نشد. ولی زمانیکه در قبل و بعد درگیری با عفونت کووید بررسی شد، نتایج نشان داد که کمردرد در افراد مبتلا به کووید بیشتر شده است. پس در کل می توان گفت که درصدی از کمردرد می تواند ناشی از درگیری با عفونت کووید باشد (۹).

در کشور ژاپن نیز یک مطالعه Cross-sectional انجام شد. در این مطالعه ۲۱۱۰۸ شرکت کننده حضور داشتند که از بین ۶۱۴۳ هزار نفر سابقه ابتلا به عفونت کووید را داشتند. نتایج نشان داد که افرادی که مبتلا به کووید هستند، کمر درد بیشتری را تجربه می کنند (۱۰). در آمریکا نیز مطالعه ای طراحی شد که هدف آن بررسی chronic pain بود. نتایج این مطالعه نشان داد که در سال ۲۰۱۹ تا ۲۰ درصد افراد کمردرد داشتند. در سال ۲۰۲۱ حدود ۲۱ درصد و در سال ۲۰۲۳ حدودا ۲۳ تا ۲۵ درصد افراد chronic pain داشتند. یعنی از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳، chronic pain افزایش یافته است. این اتفاق دلایل مختلفی می تواند داشته باشد ولی حدودا ۱۳ درصد آن، احتمالا بخاطر عفونت کووید بوده است(۱۱).

در ایجاد کمردرد علاوه بر علت های پایه ای مثل فاکتورهای التهابی، یکسری ریزفاکتورها مانند: چاقی، مصرف سیگار و قلیان، شب نخوابیدن، جنش مونث نیز نقش دارند. متاسفانه برای حل این عارضه، هنوز درمان قطعی نداریم. بعلاوه، در افراد مبتلا به کووید و لانگ کووید به علت اینکه فعالیت های فیزیکی شدیداً کاهش می یابد، ممکن است که فرد درگیر کمر درد شود. این افراد با انجام فعالیت فیزیکی سبک، مثل پیاده روی، کوه رفتن، از پله بالا رفتن می توانند درد کمردرد خود را کاهش دهند. همانطور

که در قسمت پائین مشاهده می کنید ، کمردرد مشکل چندعاملی است. در افرادی که علائمی مثل خستگی ، اختلال در خواب ، افسردگی و .. دارند ، اگر این افراد به کمردرد دچار هستند ، برای درمان بهتر کمردرد بایستی که علائم دیگر بیمار نیز از قبل درمان شود.

درمان و بازتوانی کمردرد :

۱. درمان دوره حاد، کاهش درد

۲. بازگشت به زندگی و کار معمول

۳. بازگشت به کار سنگین و ورزش

۴. کاهش عود (پیشگیری)

در مطالعات نشان داده شده است که ۴ تا ۹ ماه پس از عفونت حاد کووید ، علائم بیماری به تدریج کاهش پیدا می کند. همانطور که در جدول پائین مشاهده می کنید در مطالعه ای که در ترکیه انجام شده است ، نتایج نشان داده است که ۶ ماه پس کووید علائم کمردرد و گردن درد نسبت به ۳ ماه پس از ابتلا به کووید کاهش یافته است. (۱۲).

**نقش ورزش و فعالیت بدنی در درمان علایم عضلانی -**

**اسکلتی پس از کرونا**

در آمریکا انجمنی با عنوان **Exercise is Medicine: A Global Health Initiative** وجود دارد که هدف آن نقش ورزش در پیشگیری بیماری ها می باشد. در دوران کرونا مشاهده شد که ورزش کردن همانند واکسن زدن می تواند در ابتلا به بیماری کووید بازدارنده باشد. در **Lancet** ، بیان شده است که بزرگترین پاندمی **physical inactivity** می باشد. که این امر

دو دوران کرونا بیشتر قابل درک بود. در مجموع مطالعات نشان می دهد که ورزش هوازی ، سیستم ایمنی را تقویت می کند و از عود مجدد و ابتلا به کووید شدید جلوگیری می کند. ورزش منظم باعث کاهش ابتلا به کووید و بستری شدن در ICU می شود. ورزش همچنین ریزفاکتورهای مربوط به لانگ کووید مثل (دیابت ، چاقی ، فشارخون بالا، مشکلات قلبی ) را کاهش دهد.

همانطور که در هرم بالا مشاهده می کنید ، انسان ها بایستی هر روز فعالیت فیزیکی مانند پیاده روی و از پله بالا رفتن و یا فعالیت هایی از این قبیل داشته باشند. و حداقل ۳ بار در هفته به صورت منظم ورزشهای قدرتی ، هوازی و یا حتی پیاده روی داشته باشند. ورزش کردن باعث عدم کاهش حجم عضلات می شود. مطالعات نشان داده اند که ورزش کردن ، باعث تولید مایوکاین ها می شود که این مایوکاین ها با اثر بر سلول های ایمنی در تقویت بدن نقش دارند. در یک مطالعه ای که بر روی تعدادی از دانشجویان انجام شده بود ، نتایج نشان داد که در افراد مبتلا به لانگ کووید به علت اینکه فعالیت بدنی شان کاهش یافته است ، نیازست که حتما نسبت به افراد عادی ورزش بیشتری انجام دهند مثلا ۴ الی ۵ جلسه در هفته ورزش کنند. مشکلی که در ورزش افراد لانگ کووید وجود دارد این است که زمانیکه این افراد ورزش می کنند ، دچار درد عضلانی می شوند. شدت این درد کم - متوسط - شدید است. بسته به شدت درد ، افراد بایستی ورزش های هوازی ، قدرتی و تنفسی انجام دهند. از طرفی ورزش باید به صورت پیوسته و آهسته انجام شود. مثلا در ابتدا هر یک ساعت ، دو دقیقه پیاده روی انجام دهند و کم کم زمان این ورزش کردن را تا ۵ دقیقه و بیشتر افزایش دهند. در افرادی که درد شدید دارند ، پیشنهاد می شود که ورزش هایی از قبیل یوگا نیز انجام دهند و با زیر نظر یک روان پزشک نیز تحت درمان قرار بگیرند. در گایدلاین های

مختلف اعتقاد بر این است که ورزش و توانبخشی جزو برنامه های اصلی لانگ کووید باشد. در واقع دولت ها باید به گونه ای برنامه ریزی داشته باشند که افراد مبتلا به لانگ کووید توانبخشی داشته باشند و فالوآپ شوند. آموزش ، مشاوره روانشناسی ، تغذیه و ترک سیگار در سندرم لانگ کووید باید در نظر گرفته شود.

### در گاید لاین ها به دو مورد تاکید جدی می شود : Cognitive behavioral therapy (CBT) Graded exercise therapy (GET)

در بیماران برنامه ورزشی اهمیت زیادی دارد : بیمار برای انجام ورزش کردن ابتدا گرم کردن ، سپس ورزش کردن و بعد سرد کردن و در آخر حرکات کششی را انجام دهد. زمانیکه این موارد به درستی انجام شود ، درد بعد از ورزش کردن بسیار کاهش می یابد(۱۳).

در بیماران مبتلا به لانگ کووید که درد ندارند یا درد کمی دارند ، ورزش interval (۱ دقیقه پیاده روی شدید ، ۱ دقیقه پیاده روی آهسته) نیز تجویز می شود. در بیماران مبتلا به لانگ کووید ، بهترین برنامه پیاده روی به صورتی باشد که در ابتدا شدت و زمان ورزش کردن کم باشد و به تدریج این شدت و زمان افزایش یابد. در خانه راه رفتن به صورت ۸ و روی صندلی نشستن می تواند فعالیت فیزیکی قابل قبولی برای افراد لانگ کووید باشد. در دوران کرونا ، فعالیت های فیزیکی کاهش یافته بود.

افراد مبتلا به کووید طولانی مدت اغلب با انواع علائم ناتوان کننده ای مانند : تنگی نفس ، کاهش شدید اکسیژن ، حس جمع شدن و خشک شدن ریه ، کاهش وزن شدید ، خستگی و بی اشتها می شوند که زندگی روزمره را به طور قابل توجهی مختل می کند. در دوران کرونا به علت کاهش کیفیت زندگی افراد ،

نیازست که توانبخشی انجام گیرد. بیمارانی که در بیمارستان بستری می شدند ، چون تحرکی نداشتند ، نیاز به فیزیوتراپی تنفسی داشتند ، اما در اون دوران به این مسئله توجهی نمی شد. برای حل این مشکلات ، نیازمند راه حل و پروتکلی بود که ایمنی ، ساده و قابل اجرا باشد.

فیزیوتراپی برای بازیابی ظرفیت فیزیکی، بهبود استقلال عملکردی و افزایش کیفیت زندگی بیماران مبتلا به کووید طولانی مدت بسیار مهم است. با تحلیل رفتن بدن ناشی از بیماری طولانی مدت مقابله می کند. به اختلالات فیزیکی خاص مانند ضعف عضلانی و اختلال عملکرد تنفسی می پردازد. راهکارهایی برای مدیریت ایمن و مؤثر علائم در حین فعالیت ارائه می دهد. به بیماران این امکان را می دهد که کنترل بدن و کارهای روزمره خود را دوباره به دست آورند(۱۴).

### ارزیابی جامع بیماران شامل مراحل :

۱. شرح حال دقیق بیمار : درک شروع علائم، پیشرفت و تأثیر آن بر زندگی روزمره.

۲. معاینه فیزیکی بیمار : ارزیابی عملکرد تنفسی، پاسخ قلبی عروقی، قدرت و تعادل.

۳. آزمایش عملکردی : ارزیابی استقامت، تحرک و توانایی انجام فعالیت های روزانه.

۴. تعیین هدف : همکاری با بیماران برای تعیین اهداف واقع بینانه و بیمار محور.

در کنار درمان های پزشکی ، پروتکلی تنظیم شده است که ۱۲ جلسه در ۴ هفته انجام می شود. این پروتکل شامل :

هفته اول : تمرینات تنفسی، تنفس با لب‌های غنچه‌ای، تنفس دیافراگمی، حرکات فعال، تکنیک‌های آرامش‌بخش

هفته دوم : ۵۵-۶۰٪ حداکثر ضربان قلب، تمرینات هوازی، تقویتی پیشرونده، تمرینات تعادلی

هفته سوم : تمرین هوازی با حداکثر ضربان قلب ۶۰ تا ۶۵ درصد، تنفس مداوم و تمرینات تقویتی

هفته چهارم : ۷۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب، تمرینات هوازی، هماهنگی پیشرفته و تعادل

### Enhanced Physical Performance:

۱. ظرفیت پیاده‌روی: ۱۳ درصد بهبود در عملکرد آزمون پیاده‌روی ۶ دقیقه‌ای، که توانایی قلبی-عروقی و ظرفیت عملکردی بهتری را نشان می‌دهد.

۲. میزان اکسیژن خون : افزایش ۱.۴۰٪ در سطح صافی اکسیژن در حالت استراحت (از ۹۴.۰۷٪ به ۹۵.۴۷٪)، که نشان‌دهنده کارایی تنفسی بهتر است.

۳. قدرت عضلانی : قدرت گرفتن دست (درگیری دست) به میزان ۲.۹۰ کیلوگرم (طرف چپ) و ۲.۲۴ کیلوگرم (طرف راست) بهبود یافت، که بازگشت عملکرد اندام بالایی را نشان می‌دهد (۱۵).

در مطالعه ای با عنوان *Recovery from COVID-19: a ۱۲-month follow-up study on cardiorespiratory fitness and pulmonary function* که انجام شد، نتایج نشان داد که این مطالعه ۱۲ ماهه، هم چالش‌های مداوم و هم پتانسیل قابل توجه بهبودی در افراد مبتلا به کووید طولانی مدت را برجسته می‌کند (۱۶). شواهد

نوظهور، اثربخشی فیزیوتراپی و توانبخشی را در بهبود نتایج بیماران مبتلا به کووید-۱۹ طولانی مدت تأیید می‌کند. مداخلات فیزیوتراپی در دستورالعمل‌های پزشکی یا بیانیه‌هایی برای درمان بیماران مبتلا به کووید-۱۹ پس از بهبودی یا بهبودی طولانی مدت توصیه می‌شود. بسیاری از بیماران گزارش می‌دهند که توانایی انجام فعالیت‌های روزانه، بازگشت به کار و لذت بردن از سرگرمی‌هایی را که فکر می‌کردند از دست داده‌اند، دوباره به دست آورده‌اند (۱۷).

### نتیجه‌گیری

بطور کلی، اختلالات عضلانی-اسکلتی پس از کووید-۱۹ یک عارضه شایع، ناتوان‌کننده و پیچیده است که از یک تعامل پیچیده بین عوامل ایمنوپاتولوژیک، از جمله التهاب مزمن، اختلال در تنظیم ایمنی، خودایمنی و ... ناشی می‌شود. مطالعات نشان داده است که برخی این مشکلات در پساکووید ریشه در اختلالات ایمنولوژیک دارند: از آنتی‌بادی‌های خودی و عدم تعادل سلول‌های T گرفته تا طوفان سایتوکینی مزمن و اختلال متابولیسم میتوکندریایی. درک این مکانیسم‌ها نه تنها برای تشخیص دقیق ضروری است، بلکه برای طراحی مداخلات توانبخشی مؤثر و ایمن حیاتی است. احتمالاً عفونت کووید و سندرم لانگ کووید باعث افزایش کمردرد می‌شود و برای درمان بایستی ریسک فاکتورها در نظر گرفته شود. توانبخشی طولانی مدت کووید یک حوزه در حال تحول است که امید و استراتژی‌های عملی برای بهبودی ارائه می‌دهد. تحقیقات در حال انجام است و بینش‌های جدید و پروتکل‌های درمانی بهبود یافته را هدایت می‌کند. برنامه فیزیوتراپی بهبودهای قابل اندازه‌گیری در عملکرد تنفسی، قلبی

عروقی و عضلانی را فراهم می‌کند. همکاری با متخصصان پزشکی، مراقبت جامع پس از کووید و نتایج بهینه بیمار را تضمین می‌کند و کاهش قابل توجه علائم، بیماران را قادر می‌سازد تا به فعالیت‌های روزانه خود بازگردند و رفاه آنها بهبود یابد.

## منابع

1. Disser NP, De Micheli AJ, Schonk MM, Konnaris MA, Piacentini AN, Edon DL, et al. Musculoskeletal consequences of COVID-19. *JBJS*. 2020;102(14):1197–204.
2. Evcik D. Musculoskeletal involvement: COVID-19 and post COVID 19. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2023;69(1):1.
3. Swarnakar R, Jenifa S, Wadhwa S. Musculoskeletal complications in long COVID-19: A systematic review. *World Journal of Virology*. 2022;11(6):485.
4. Wang L, Yang N, Yang J, Zhao S, Su C. A review: the manifestations, mechanisms, and treatments of musculoskeletal pain in patients with COVID-19. *Frontiers in Pain Research*. 2022;3:826160.
5. Lang DM. Prevalence and Disease Burden. *N Engl J Med*. 2022;387:824–31.
6. Sarıcaoğlu EM, Çınar G, Azap A, Bayar MK, Togay-Işııkay C, Kutlay Ş, et al. Dark Side of the COVID-19 Pandemic; 'Long COVID'. *Infect Dis Clin Microbiol*. 2023;5(3):205–11.
7. Azadvari M, Haghparast A, Nakhostin-Ansari A, Razavi SZE, Hosseini M. Musculoskeletal symptoms in patients with long COVID: A cross-sectional study on Iranian patients. *Heliyon*. 2022;8(8).
8. Ali M, Bonna AS, Sarkar A-s, Islam MA, Rahman N-A-S. SARS-CoV-2 infection is associated with low back pain: findings from a community-based case-control study. *International Journal of Infectious Diseases*. 2022;122:144–51.
9. Shen Q, Joyce EE, Ebrahimi OV, Didriksen M, Lovik A, Sævarsdóttir KS, et al. COVID-19 illness severity and 2-year prevalence of physical symptoms: an observational study in Iceland, Sweden, Norway and Denmark. *The Lancet Regional Health—Europe*. 2023;35.
10. Takamatsu A, Honda H, Miwa T, Tabuchi T, Taniguchi K, Shibuya K, et al. Prevalence and trends in persistent symptoms following COVID-19 in Japan: A nationwide cross-sectional survey. *Journal of Infection and Chemotherapy*. 2024;30(8):725–33.
11. Zajacova A, Grol-Prokopczyk H, Nahin RL. Pain among US adults before, during, and after the COVID-19 pandemic: a study using the 2019 to 2023 National Health Interview Survey. *Pain*. 2022;10:1097.
12. Karaarslan F, Güneri FD, Kardeş S. Long COVID: rheumatologic/musculoskeletal symptoms in hospitalized COVID-19 survivors at 3 and 6 months. *Clinical rheumatology*. 2022;41(1):289–96.
13. Halabchi F, Mazaheri R, Sabeti K, Yunesian M, Alizadeh Z, Ahmadinejad Z, et al. Regular sports participation as a potential predictor of better clinical outcome in adult patients with COVID-19: a large cross-sectional study. *Journal of Physical Activity and Health*. 2020;18(1):8–12.
14. Yan Z, Yang M, Lai C-L. Long COVID-19 syndrome: a comprehensive review of its effect on various organ systems and recommendation on rehabilitation plans. *Biomedicines*. 2021;9(8):966.
15. Mohamed AA, Alawna M. Role of increasing the aerobic capacity on improving the function of immune and respiratory systems in patients with coronavirus (COVID-19): A review. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2020;14(4):489–96.
16. Goulart CdL, Maldaner V, Alves CCA, Milani M, Milani J, Gonçalves da Costa AC, et al. Recovery from COVID-19: a 12-month follow-up study on cardiorespiratory fitness and pulmonary function. *Frontiers in cardiovascular medicine*. 2025;12:1638317.
17. Nopp S, Moik F, Klok FA, Gattinger D, Petrovic M, Vonbank K, et al. Outpatient pulmonary rehabilitation in patients with long COVID improves exercise capacity, functional status, dyspnea, fatigue, and quality of life. *Respiration*. 2022;101(6):593–601.