مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک

مقاله مروری

اثرات فعالیت ورزشی با رعایت پروتکل‌های بهداشتی بر شاخص‌های ایمونولوژیک در دوران شیوع بیماری کووید ۱۹: مروری روایتی

امیرحسین احمدی حکمتی‌کار[۱]، *مهدیه ملانوری شمسی[۱]

۱. گروه تربیت‌بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۲۹ مرداد ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۰۷ آبان ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۱۱ آذر ۱۳۹۹

چکیده

زمینه و هدف بیماری کووید ۱۹ به عنوان یک بیماری ویروسی بیش از گذشته ضرورت پرداختن به فعالیت‌های ورزشی در سراسر طول عمر را با توجه به اثرات ایمونولوژیک و فیزیولوژیک آن بر سلامتی مطرح کرده است. در این مطالعه ضمن بررسی اثرات فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط در پاسخ‌های فیزیولوژیک و ایمونولوژیک مرتبط با این بیماری، الگوهای ورزشی مناسب برای انجام فعالیت‌های ورزشی در دوران شیوع این بیماری ارائه شده است.

مواد و روش‌ها در این مطالعه مروری مقالات مرتبط از تمام پایگاه‌های اطلاعاتی شامل اسکوپوس، پابمد، گوگل اسکالار، سامانه همایش‌های معتبر علمی، مگیران و نور مورد بررسی قرار گرفت. همچنین در فرایند جست‌وجوی مقالات از کلیدواژه‌های ویروس کرونا، کووید ۱۹، فعالیت ورزشی و ویروس کرونا، فعالیت ورزشی و سیستم ایمنی بدن، فعالیت ورزشی پرشدت و سیستم ایمنی بدن استفاده شد.

ملاحظات اخلاقی اصول اخلاقی در نگارش مقاله، طبق دستورالعمل کمیته ملی اخلاق و آیین نامه COPE رعایت شده است.

یافته‌ها فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط با توجه به اثرات فیزیولوژیکی خود می‌توانند برای افزایش عملکرد سیستم ایمنی مفید باشند. از طرفی مشخص شده است که ورزش با شدت بالا می‌تواند اثرات منفی بر سیستم ایمنی بگذارد که این عامل می‌تواند یک استراتژی بد در کاهش عملکرد سیستم ایمنی بدن و افزایش احتمال ابتلا به بیماری‌های عفونی باشد.

نتیجه‌گیری با توجه به شروع موج دوم ویروس کرونا در جهان، پیشنهاد می‌شود همچنان در خانه با رعایت پروتکل‌های بهداشتی (حفظ رطوب و استریل کردن محیط) و شدت و مدت مناسب به فعالیت ورزشی پرداخته شود.

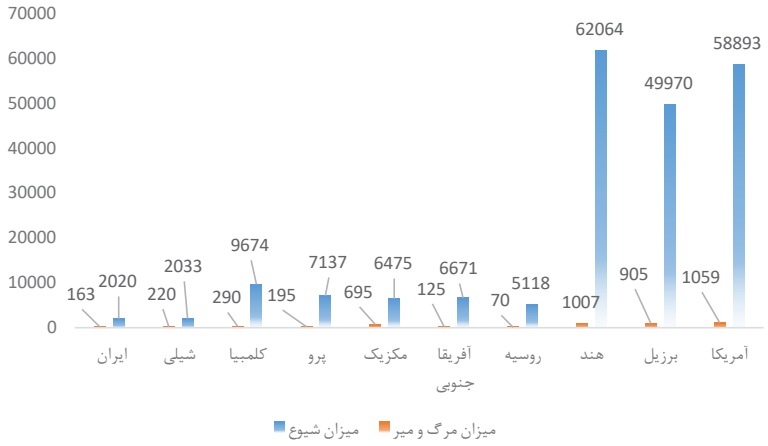
کلیدواژه‌ها:
ویروس کرونا، فعالیت ورزشی، کووید ۱۹

مقدمه

در دسامبر سال ۲۰۱۹ در شهر ووهان چین بیماری با نام ویروس کرونا[1] شناسایی شد که به سرعت در جهان گسترش یافت. این ویروس برای اولین بار از مواد غذایی دریایی در کشور ووهان چین گزارش شد [۱، ۲]. این ویروس مرگ‌بار توسط سازمان بهداشت جهانی[2] در ساعت ۹ صبح ۱۷ دی ماه ۱۳۹۸ (معادل ۷ ژانویه سال ۲۰۲۰) به رسمیت شناخته شد و این سازمان نام این ویروس را کووید ۱۹[3] گذاشت [۱]. از طرفی پانزده روز از شناسایی این بیماری نگذشته بود که در ۲ بهمن ۱۳۹۸ (معادل ۲۲ ژانویه سال ۲۰۲۰) ۳۱۴ نفر دچار این بیماری شدند که درنهایت ۷ نفر قربانیان این بیماری بودند [۳]. در این حین، تایلند (۱۳ ژانویه)، ژاپن (۱۶ ژانویه) و کره (۲۱ ژانویه) کووید ۱۹ را به رسمیت شناختند و این بیماری را تأیید کردند [۳]. همچنین گزارش‌ها حاکی از این است که در ۱۵ آوریل، ایران ۷۶۳۸۹ نفر را به عنوان بیمار مبتلا به ویروس کرونا شناسایی کرد که ۴۷۷۷ نفر در اثر این بیماری جان خود را از دست دادند [۴]. در حال حاضر طبق آمار، از نظر تعداد کشته‌شدگان ناشی از کووید ۱۹ ایالات متحده، برزیل، هند، روسیه، آفریقا جنوبی، مکزیک، پرو، کلمبیا، شیلی و ایران به ترتیب رتبه‌های اول تا دهم را به خود اختصاص داده‌اند [۵]. با این حال در جدیدترین گزارشات سازمان بهداشت جهانی، ایران در رتبه دهم جای گرفته

1. Coronavirus
2. World Health Organization (WHO)
3. Covid-19

* نویسنده مسئول:
دکتر مهدیه ملانوری شمسی
نشانی: تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت‌بدنی.
تلفن: ۸۲۸۸۴۶۸۳ (۲۱) ۹۸+
پست الکترونیکی: molanouri@modares.ac.ir



تصویر ۱. میزان شیوع و مرگ‌ومیر در اثر ویروس کرونا تا تاریخ ۱۳۹۹/۰۵/۲۱ [۶]

است، ولی همچنان جزء ده کشور خطرناک محسوب می‌شود (تصویر شماره ۱) [۶].

به صورت طبیعی، عفونت‌های ویروسی با عفونت‌های دستگاه تنفسی فوقانی همراه هستند که از این علائم معمولاً تب، سردرد و سرفه گزارش شده است [۷]. ویروس کرونا سیستم ایمنی بدن را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و از طریق ایجاد طوفان سایتوکانی در بدن بر بسیاری از بافت‌ها به‌ویژه ریه تأثیر می‌گذارد [۸]. اثرات مفید و مؤثر فعالیت‌های ورزشی در سیستم‌های مختلف بدن از جمله قلب و عروق، سیستم عصبی، سیستم متابولیکی و غیره در مطالعات مختلف مشاهده می‌شود. همچنین فعالیت‌های ورزشی با شدت و مدت‌زمان مناسب در بهبود عملکرد سیستم ایمنی در بیماران و افراد سالم در فرایند افزایش سن مؤثر بوده‌اند. بنابراین یکی از عواملی که می‌تواند احتمالاً با این بیماری یا بیماری‌های مشابه مقابله کند انجام فعالیت ورزشی طولانی‌مدت در سراسر طول عمر است [۹]. از این‌رو با توجه به اینکه شیوع ویروس کرونا باعث ایجاد تغییراتی در سبک زندگی انسان‌ها شده است، میزان شیوع چاقی و کاهش سیستم ایمنی بدن به دلیل قرنطینه خانگی و ماندن زیاد در خانه افزایش پیدا کرده است. به همین دلیل این فرضیه مطرح می‌شود که چه عاملی می‌تواند نقش بسزایی در بهبود عوامل بیان‌شده داشته باشد. یکی از مهم‌ترین استراتژی‌ها که در جهان توجه قابل ملاحظه‌ای را به خود معطوف داشته است انجام فعالیت ورزشی است. اما متأسفانه افراد با ناآگاهی که دارند صرفاً فقط به دنبال فعالیت ورزشی هستند و از فواید یا خطرات احتمالی آن در زمان شیوع ویروس کرونا یا بیماری‌های مشابه بی‌خبر هستند. به همین دلیل در این مطالعه مروری روایتی به بررسی تأثیر فعالیت ورزشی بر ویروس کرونا پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک تحقیق مروری است. در این مطالعه مقالات مرتبط با ویروس کرونا با کلیدواژه‌های ویروس کرونا، کووید ۱۹، فعالیت ورزشی و ویروس کرونا ، فعالیت ورزشی و سیستم ایمنی بدن، فعالیت ورزشی پرشدت و سیستم ایمنی بدن، فعالیت ورزشی با شدت متوسط و سیستم ایمنی بدن و فعالیت ورزشی با شدت کم و سیستم ایمنی بدن در تمام سال‌ها از پایگاه‌های اطلاعاتی اسکوپوس، پابمد، گوگل اسکالر، سامانه همایش‌های معتبر علمی[4]، مگیران و نور جست‌وجو و مورد بررسی قرار گرفتند. مقالات از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰ انتخاب شدند. معیارهای ورود و خروج به تحقیق حاضر به شرح زیر بود:

۱. مقالات به زبان فارسی یا انگلیسی باشند (مقالاتی به جز این دو زبان حذف شدند).

۲. مقالات انگلیسی و فارسی‌زبان از مجلاتی که در لیست سیاه، در فهرست ژورنال‌های هایجک‌شده بودند حذف شدند.

۳. ترتیب بررسی مقالات خارجی از بالاترین ضریب تأثیر (Q3 ،Q2 ،Q1، و Q4) بود.

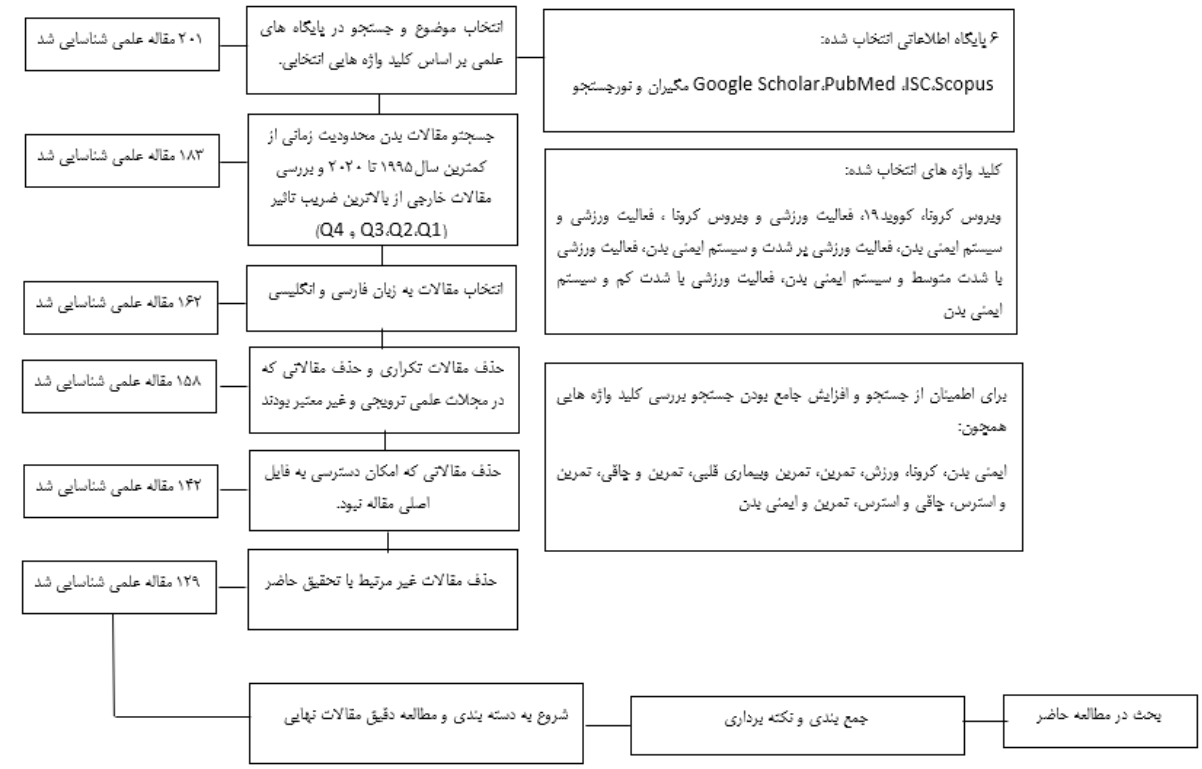
۴. برای بررسی در مطالعات داخلی، مجلات علمی پژوهشی معتبر انتخاب شدند (اولویت با مجلات علمی پژوهشی ورزشی و سپس مجلات علوم‌پزشکی بود).

۵. مقالاتی که در مجلات علمی ترویجی، همایش و کنفرانس به چاپ رسیده بودند از مطالعه حاضر حذف شدند.

۶. برای به حداکثر رساندن جامعیت جست‌وجو در این مطالعه کلیدواژه‌هایی همچون ایمنی بدن، کرونا، ورزش، تمرین، تمرین و بیماری قلبی، تمرین و چاقی، تمرین و استرس، چاقی و استرس، تمرین و ایمنی بدن جست‌وجو شدند.

۷. مطالعات تکراری یا غیرمرتبط با موضوع تحقیق حاضر از تحقیق حذف شد.

4. Islamic World Science Citation Center (ISC)



تصویر ۲. مراحل بررسی مقالات از ابتدا تا انتها

مراحل بررسی مقالات در تصویر شماره ۲ نشان داده شده است.

یافته‌ها

فعالیت ورزشی، تغییرات فیزیولوژیک و بیماری کووید ۱۹

شیوع ویروس کرونا باعث شد بیشتر کشورهای جهان اقدامی سریع و محافظتی داشته باشند تا زنجیره انتقال این بیماری قطع شود. به همین منظور افراد برای جلوگیری از ابتلا به ویروس کرونا در خانه به سر می‌برند و در این بین افرادی با بیماری‌های قلبی یا افراد چاق بیشتر دچار مشکل می‌شوند؛ زیرا در مطالعات و گزارشات اخیر مشخص شده است که احتمالاً افراد چاق نسبت به افراد معمولی زودتر دچار ابتلا به ویروس کرونا می‌شوند و به احتمال زیاد واکسن این ویروس دیرتر روی این افراد عمل می‌کند. همچنین با منع فعالیت ورزشی در باشگاه‌ها [۱۰] میزان افزایش چاقی و افسردگی هم در بین افراد مختلف شیوع چشم‌گیری پیدا کرده است. در حالی که ماندن در خانه یک اقدام مطمئن است ممکن است عواقب منفی ناخواسته داشته باشد؛ زیرا چنین تلاش‌هایی برای جلوگیری از انتقال ویروس از انسان به انسان ممکن است به کاهش فعالیت بدنی منجر شود [۱۱]. گزارش شده است در دوران قرنطینه مشکلات روانی مانند استرس، وحشت، سردرگمی، افسردگی و پرخوری بسیار افزایش پیدا کرده است [۱۲].

از طرفی محققین یک راهکار مؤثر یعنی انجام فعالیت ورزشی در جهت بهبود ترکیب بدن (کاهش چاقی)، افسردگی و بهبود سیستم ایمنی بدن را گزارش کرده‌اند. فعالیت ورزشی می‌تواند تغییرات فیزیولوژیکی ایجاد کند که این تغییرات فیزیولوژیکی شامل بهبود بیماری‌های قلبی عروقی، کاهش بیشتر درصد چربی بدن، کاهش استرس و درنهایت بهبود سیستم ایمنی بدن هستند و این عوامل در زمان پاندمی ویروس کرونا می‌توانند حائز اهمیت باشند (تصویر شماره ۳). همچنین با توجه به جنسیت افراد مشخص شده است مردان نسبت به زنان از فعالیت ورزشی شدید بیشتری استفاده می‌کنند. به همین منظور احتمال سرکوب سیستم ایمنی در مردان به دلیل ترشح کورتیزول بیشتر از زنان است [۱۳، ۱۴]. در عین حال که مردان نسبت به زنان بیشتر تمایل به انجام فعالیت ورزشی با شدت بالا دارند، در مقابل، زنان بیشتر تمایل به انجام فعالیت ورزشی با شدت متوسط و پیاده‌روی دارند [۱۵]. این عامل برتری زنان نسبت به مردان است؛ زیرا انجام فعالیت‌هایی همچون پیاده‌روی یا دوچرخه‌سواری با شدت متوسط باعث بهبود سیستم ایمنی بدن می‌شود. همچنین مشخص شده است که در میان مردان، بزرگسالان میانسال بیشتر بی‌تحرک هستند، در حالی که در میان زنان، افراد مسن بیشتر بی‌تحرک هستند [۱۶، ۱۷]. از سویی دیگر، عدم فعالیت بدنی در دوران قرنطیه می‌تواند باعث کاهش انرژی مصرفی و افزایش انرژی دریافتی شود که این عامل می‌تواند یکی از مهم‌ترین دلایل چاقی برای افرادی که دوران قرنطیه را سپری می‌کنند باشد

تصویر ۳. نمای کلی از تغییرات فیزیولوژیکی بدن به دنبال انجام فعالیت‌های ورزشی طولانی‌مدت [۲۸-۲۲]

[۱۸]. همچنین ورزشکارانی که قبل از شیوع کرونا فعالیت‌های ورزشی حرفه‌ای انجام می‌دادند در حال حاضر با مشکلاتی نظیر افسردگی، بی‌حالی، افت قدرت و درنهایت افت عمکلرد روبه‌رو هستند [۱۹]. ضمن اینکه قطع ناگهانی فعالیت ورزشی می‌تواند باعث افزایش مقاومت به انسولین و افزایش آتروفی عضلانی در بدن ورزشکاران شود [۲۰]. همچنین مشخص شده است بسیاری از سازگاری‌های متابولیك و قلبی عروقی در پاسخ به فعالیت بدنی می‌توانند با تنها دو هفته عدم تحمل، اختلال در ظرفیت هوازی و / یا افزایش فشار خون از بین بروند. کاهش مصرف انرژی توسط عضلات منجر به جداسازی مجدد بسترهای متابولیک به کبد می‌شود، جایی که ممکن است تولید لیپوپروتئین‌های آتروژنیک تقویت شود، بنابراین باعث افزایش چاقی و تجمع چربی‌ها در رگ‌های خونی و تسریع در بیماری آترواسکلروتیک می‌شود [۲۰]. اخیراً سازمان بهداشت جهانی و مراکز بهداشتی، بر قرنطینه و ماندن در خانه تأکید دارند و از همه مهم‌تر رعایت فاصله اجتماعی می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد [۲۱].

درنهایت به صورت کلی می‌توان گفت فعالیت ورزشی یک استراتژی مؤثر در جهت بهبود تغییرات مثبت فرایند فیزیولوژیکی بدن در زمان پاندمی ویروس کروناست. با این حال بررسی مختصری در ارتباط با این تغییرات فیزیولوژیکی خواهیم داشت. همان‌طور که در تصویر شماره ۳ مشاهده می‌شود، تأثیر فعالیت ورزشی بر قسمت‌های مختلف بدن مشخص شده است.

فعالیت‌های ورزشی و تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با استرس

مشخص شده است که با افزایش شیوع ویروس کرونا و ماندن در خانه، پریشانی روان‌شناختی، افسردگی و استرس به طرز چشم‌گیری افزایش پیدا کرده است [۲۹]. با توجه به وضعیتی که در حال حاضر در جهان موجود است، یک مطالعه متاآنالیز در مورد تأثیر بیماری‌های همه‌گیر بر سلامت روان که فقط مردم کشورهای آسیایی را مورد بررسی قرار داده بود بیان کرد که استرس با توجه به جنسیت و شغل افراد متفاوت است [۳۰]. در این مطالعه مشخص شد افراد درگیر در مشاغل شلوغ در دوران بیماری و قرنطینه خانگی نسبت به افرادی که در خانه هستند بیشتر دچار افسردگی و اضطراب می‌شوند [۳۱]. همچنین زنان نسبت به مردان بیشتر با افسردگی دست و پنجه نرم می‌کنند. در همین راستا تورسداهی و همکاران در تحقیق خود بیان کردند ورزشکارانی که به ورزش‌های حرفه‌ای می‌پرداختند نسبت به افرادی که فعالیت ورزشی متوسطی انجام می‌دادند در دوران قرنطینه خانگی بیشتر دچار افسردگی، استرس و اضطراب شده‌اند [۳۰]. از طرفی گزارش شده است که یکی از عوامل بسیار مهم افزایش افسردگی و اضطراب در بدن عدم فعالیت ورزشی و بی‌تحرکی است [۳۲].

در این بین، یکی از عواملی که می‌تواند باعث کاهش استرس در بدن شود انجام فعالیت ورزشی با شدت متوسط است. این تغییرات می‌تواند در زمان ویروس کرونا باعث کاهش استرس و بهبود فرایند زندگی در طول فعالیت‌های روزمره شود. فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط می‌توانند اثرات مختلفی بر مغز بگذارند که یکی از شایع‌ترین اثرات مثبت آن، افزایش اندروفین[5] در بدن است [۳۳]. از طرفی محققین شدت و مدت فعالیت ورزشی را یک عامل مهم در زمان بیماری می‌دانند. در تحقیقی مشخص شد، با در نظر گرفتن مدت و شدت فعالیت ورزشی، تغییرات مثبت روان‌شناختی در اثر انجام فعالیت ورزشی بعد از گذشت ۱۰ دقیقه در بدن نمایان می‌شوند [۳۴]. به همین منظور می‌توان گفت، در زمان پاندمی ویروس کرونا و یا بیماری‌های مشابه فعالیت ورزشی می‌تواند یک عامل مهم و مؤثر باشد.

با توجه به اینکه فعالیت ورزشی خود باعث افزایش استرس در بدن می‌شود بهتر است فعالیت ورزشی با شدت متوسط انجام شود. در همین راستا مشخص شد، در زمان بیماری یکی از مؤثرترین عوامل برای افزایش اندروفین و کاهش استرس، انجام فعالیت ورزشی با شدت متوسط است [۳۵].

5. Endorphins

جدول ۱. مدل پیشنهادی فعالیت ورزشی برای جلوگیری از استرس [۴۰]

گروه سنی	تعداد فعالیت در هفته	شدت فعالیت*	مدت‌زمان فعالیت	نوع فعالیت
۳–۵ سال	هر روز	کم	۳۰ دقیقه	بازی فعال
۶–۱۷ سال	حداقل سه روز در هفته	کم تا متوسط	۳۰ تا ۶۰ دقیقه	طناب زدن، بازی‌های گروهی
۱۸–۶۴ سال	سه روز در هفته	متوسط	حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته	پیاده‌روی دوچرخه‌سواری
	حداقل یک روز در هفته	۳۰ تا ۵۰ درصد 1RM	۳۰ تا ۶۰ دقیقه	تمرینات مقاومتی
۶۵ <	دو تا سه روز در هفته	کم تا متوسط	حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته	پیاده‌روی

*در شدت کم تا متوسط، فرد بین ۴۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب خود به فعالیت می‌پردازد.

با توجه به این که همچنان بعضی از افراد برای دست‌یابی سریع به کاهش وزن یا ورزشکاران برای نگهداشتن وضعیت بدنی خود در اوج از فعالیت‌های ورزشی پرشدت استفاده می‌کنند، این نوع شدت نگرانی‌هایی را با خود به همراه دارد. شدت بالا در فعالیت ورزشی می‌تواند باعث افزایش هورمون‌های استرسی (کورتیزول)[6] شود. کورتیزول یکی از عامل‌های مهم در سرکوب سیستم ایمنی بدن است که در اثر فعالیت ورزشی شدید افزایش پیدا می‌کند. به همین منظور برای جلوگیری از سرکوب سیستم ایمنی پیشنهاد می‌شود تا حد ممکن به فعالیت ورزشی با شدت متوسط پرداخته شود [۳۶]. همچنین با توجه به بررسی مطالعات، زنان نسبت به مردان بیشتر به دنبال انجام فعالیت ورزشی هستند که یکی از دلایل آن ایجاد اعتماد به نفس، خلق و خوی بهتر و رضایت از بدن است. همچنین زنانی که در زمان بیماری برای مدت‌زمان طولانی در منزل بوده‌اند و دچار افسردگی شده‌اند در زمان انجام فعالیت ورزشی زودتر بهبودی خود را به دست آورده‌اند [۳۹-۳۷]. بنابراین پیشنهاد می‌شود با رعایت پروتکل‌های بهداشتی در زمان ویروس کرونا و بیماری‌های مشابه، بین دو تا سه روز در هفته را به فعالیت ورزشی با شدت مناسب در منزل بپردازید. همچنین پیشنهاد می‌شود ورزشکاران حرفه‌ای برای حفظ آمادگی بدن خود به مدت چهار روز در هفته به صورت مداوم و با شدت مناسب فعالیت ورزشی مرتبط با رشته مورد نظر را انجام دهند. مدل پیشنهادی برای پیشگیری از ایجاد استرس در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

فعالیت ورزشی و تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با بیماری‌های قلبی عروقی

داده‌های اپیدمیولوژیکی اولیه نشان می‌دهند که افرادی که چاق هستند بیشتر به بیماری قلبی‌عروقی مبتلا می‌شوند و درنهایت عدم فعالیت ورزشی می‌تواند این عامل را تشدید کند. آنزیم تبدیل‌کننده آنژیوتانسین ۲[7] که توسط سندرم حاد تنفسی کروناویروس ۲ (SARS-CoV-2) برای ورود به سلول‌های اپیتلیال ساخته شده است، مشکلی جدی برای بیماران قلبی عروقی است؛ زیرا در این بیماران مهارکننده آنژیوتانسین ۲ افزایش و گیرنده‌اش در اثر بیماری کاهش پیدا می‌کند که از لحاظ اپیدمیولوژیکی می‌تواند باعث افزایش چشم‌گیر مبتلایان ویروس کرونا در بین بیماران قلبی شود [۴۱]. از طرفی فعالیت ورزشی نقش مهمی در سلامت طولانی‌مدت قلب و عروق دارد و همچنین می‌تواند باعث کاهش مهارکننده آنژیوتانسین ۲ در این بیماران شود [۴۲]. از مزایای ورزش بدنی منظم کاهش ضربان قلب و فشار خون در حالت استراحت، بهبود تنفس، کاهش وزن و سایر تغییرات متابولیکی است که منجر به بهبود پروفایل لیپیدها و تحمل گلوکز می‌شود [۴۳]. بدون شک این عوامل، مهم هستند و تأکید مداوم بر ورزش منظم بدنی به عنوان بخش اصلی اهداف پیشگیری و درمان را توجیه می‌کنند (تصویر شماره ۴).

سازمان بهداشت جهانی دستورالعمل‌های روشنی در مورد حداقل میزان فعالیت بدنی لازم برای حفظ سلامت و آمادگی کافی مخصوصاً حفظ سلامت قلب و عروق پیشنهاد کرده است. عدم آمادگی جسمانی به طور مستقل با خطر مرگ زودرس قلبی عروقی در جمعیت پنجاه سال یا بالاتر همراه بوده است که نشان می‌دهد آمادگی جسمی نه‌تنها خطر مرگ قلبی عروقی را تعدیل می‌کند، بلکه ممکن است با تمرین ورزشی منظم نیز بهبود یابد [۴۴]. درنهایت، با توجه به تحقیقات انجام‌شده می‌توان اظهار داشت فعالیت بدنی به صورت منظم و با شدت متوسط در افراد بدون بیماری و فعالیت ورزشی با شدت متوسط تا پایین برای افراد مبتلا به ویروس کرونا یا بیماری مشابه برای مدت‌زمان حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته می‌تواند مؤثر و مفید باشد.

فعالیت ورزشی و تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با وزن بدن

با قرنطینه خانگی (عدم فعالیت بدنی) و زیاد شدن کالری

6. Cortisol

7. Angiotensin-Converting Enzyme 2 (ACE2)

تصویر ۴. تأثیر فعالیت ورزشی با شدت متوسط بر شاخص‌های قلبی عروقی[۵۴]

دریافتی، افزایش وزن با سرعت زیادی افزایش پیدا کرده است. چاقی به عنوان عامل مهمی در توسعه بیماری‌های مزمن مانند بیماری‌های قلبی عروقی[۸]، فشار خون بالا[۹]، دیابت نوع دو[۱۰]، سکته مغزی[۱۱]، استئوآرتریت[۱۲] و سرطان‌های خاص شناخته شده است [۴۶]. به همین دلیل یکی از استراتژی‌های مهم برای جلوگیری از چاقی، فعالیت ورزشی است. فعالیت‌های ورزشی به صورت منظم می‌توانند هورمون‌های مرتبط به اشتها را تغییر داده و بهبود ترکیب بدن را حاصل کنند [۴۷-۴۹]. محققان فعالیت با شدت متوسط را یک عامل بسیار مناسب در افزایش اکسیداسیون چربی می‌دانند. همچنین فعالیت ورزشی با شدت بالا می‌تواند لیپولیز را مهار کند. در همین راستا خرمی‌پور و همکاران در مطالعه مروری خود عنوان کردند که بیشترین میزان اکسیداسیون چربی‌ها در شدت‌های کم تا متوسط بین ۳۵ تا ۶۵ درصد VO_2max اتفاق می‌افتد [۵۰]. همچنین فعالیت ورزشی می‌تواند نیم‌رخ لیپیدی را در افراد چاق بهبود بخشد که خود عامل بسیار مهم و مفیدی در سلامت افراد چاق است. افراد چاق بیشتر مستعد خطر ابتلا به عفونت و بیماری‌های مختلف از جمله بیماری کرونا هستند. به همین دلیل فعالیت ورزشی می‌تواند با تغییرات در نیم‌رخ لیپیدی و ترکیب بدن تأثیرات بسیار مثبتی بر سلامت افراد چاق بگذارد [۵۱]. همچنین به تازگی محققان نکاتی را گوشزد می‌کنند مبنی بر اینکه واکسن کرونا روی افراد چاق بی‌اثر است. به همین دلیل انجام فعالیت ورزشی می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل جلوگیری از ابتلا به این ویروس و بیماری‌های مشابه باشد.

8. Cardiovascular disease
9. High blood pressure
10. Type 2 diabetes
11. Stroke
12. Osteoarthritis

فعالیت ورزشی و تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با ایمونولوژی بدن

مطالعات متعددی در خصوص این ویروس انجام شده‌اند، اما سؤالات در خصوص شیوه‌های درمان این بیماری هنوز بدون پاسخ مانده‌اند. پس از شروع موج دوم ویروس کرونا، ماندن در خانه افزایش یافت که این عامل اثرات منفی را با خود به همراه دارد و درنهایت باعث افزایش خطر و وخیم‌تر شدن وضعیت سلامتی می‌شود [۵۲]. بنابراین یک استدلال سلامتی قوی برای ادامه فعالیت بدنی در خانه برای سالم ماندن و حفظ عملکرد سیستم ایمنی در محیط نامناسب فعلی وجود دارد. گزارش شده است که ورزش در خانه با استفاده از انواع تمرینات ایمن، ساده و به راحتی قابل اجرا، برای جلوگیری از انتقال کروناویروس و حفظ تناسب اندام مناسب است [۵۳]. در این خصوص می‌توان از شیوه‌های تمرینی مطلوب و مؤثر به دلیل ارزان بودن و نیاز به فضای کم شامل پیاده‌روی در خانه، بالارفتن از پله‌ها و دراز و نشست استفاده کرد [۵۴]. حفظ فعالیت بدنی منظم و ورزش روزمره در محیط ایمن منزل، یک استراتژی مهم برای زندگی سالم در طول بحران کروناویروس است، به طوری که نشان داده شده است اجرای ورزش حین شیوع کروناویروس بی‌خطر است [۵۵]. فعالیت ورزشی می‌تواند در بدن مانند یک دارو عمل کند. در تحقیقات متعددی بیان شده است که تمرین و فعالیت ورزشی می‌تواند باعث اثرات ضدالتهابی شود [۵۶-۵۹] و همچنین به بهبود سیستم

جدول ۲. شدت‌های مقیاس بورگ برای تعیین شدت تمرین در منزل [۷۰-۷۳]

شماره	صفر	۲	۳	۵	۷	۱۰
فشار تمرین	فرد در حالت استراحت	تمرین آسان	تمرین با شدت متوسط	تمرین سخت	تمرین بسیار سخت	تمرین خیلی سخت

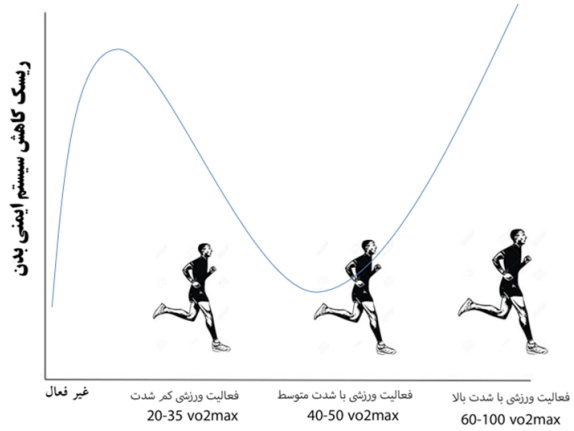
ایمنی کمک کند و سلول‌های T را در بدن افزایش دهد [۵۶]. در همین راستا، ملانوری شمسی و شلمزاری در مطالعه مروری خود عنوان کردند که فعالیت ورزشی با شدت متوسط می‌تواند به صورت مستقیم سیستم ایمنی، دفاع آنتی‌اکسیدانی و پاسخ‌های ضدالتهابی را تقویت کرده و افزایش دهد و از طرفی به صورت غیرمستقیم مشکلات مربوط به اضطراب و حساسیت انسولینی را بهبود بخشد [۶۰]. همچنین برای ورزشکارانی که فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط و بالا انجام می‌دهند جهت جلوگیری از افت سیستم ایمنی و افزایش اینترلوکین ۱۰ پیشنهاد می‌شود در حین رقابت، از کربوهیدرات‌ها به صورت مایع استفاده کنند [۶۱]. در این خصوص، ورزش منظم می‌تواند اثر ضدالتهابی روی بدن داشته باشد، به طوری که نشان داده شده است ورزش می‌تواند پاسخ ایمنی به واکسن آنفولانزا را در افراد مسن بهبود بخشد [۵۵]. به نظر می‌رسد که یک دوره طولانی ورزش حداقل در افراد سالم وضعیت التهابی پایه را با کاهش گردش سیتوکین‌های التهابی کاهش می‌دهد [۵]. در همین راستا ملانوری شمسی و همکاران در تحقیق خود عنوان کردند که با انجام فعالیت‌های ورزشی با شدت پایین برخی از سایتوکاین‌های التهابی مانند اینترلوکین ۶ و ۱۸ بعد از یک فعالیت مقاومتی کاهش می‌یابد [۶۲]. دوره‌های منظم از تمرین کوتاه‌مدت (یعنی تا ۴۵ دقیقه) با شدت متوسط تقویت‌کننده سیستم ایمنی است، در حالی که دوره‌های مکرر تمرین طولانی‌مدت با شدت زیاد (<۲ ساعت) می‌تواند سرکوب‌کننده سیستم ایمنی باشد [۶۳، ۶۴]. انجام فعالیت‌های با بار زیاد می‌تواند خطر عفونت‌های سیستم تنفسی و کاهش سیستم ایمنی را با خود به همراه داشته باشد [۶۵]. البته باید این نکته را یادآور شد که افراد تمرین‌کرده به دلیل سازگاری که در اثر فعالیت ورزشی منظم دارند کمتر مستعد این اتفاقات هستند [۶۶]، اما افرادی که تمرین‌نکرده هستند پاسخ‌های شدیدتری به سیستم ایمنی و سرکوب آن در تمرینات پرشدت دارند [۶۷]. فعالیت‌های ورزشی هوازی فعالیت‌هایی هستند که شدت آن‌ها متوسط است و فشار زیادی بر بدن وارد نمی‌کند و این نوع فعالیت را می‌توان با تردمیل، دوچرخه‌های ثابت و حرکات قایق‌رانی انجام داد. یک تجزیه و تحلیل کامل بر اساس شواهد موجود نشان داده است ورزش با شدت متوسط، ممکن است بتواند نتایج پاتولوژیک را بهبود ببخشد. همچنین می‌تواند با القای ترشح هورمون‌های استرس، عملکرد سیستم ایمنی در عفونت‌های تنفسی ویروسی مانند موارد ایجادشده توسط ویروس کرونا را بهبود بخشد [۶۸] (تصویر شماره ۵).

اذعان شده است که ورزش منظم و متعادل، ایمنی ضدباکتری و ضدویروسی را بهبود می‌بخشد، التهاب را کاهش می‌دهد و پیری ایمنی را به تأخیر می‌اندازد [۶۹]. از یک طرف، ورزش بدنی می‌تواند برای دفاع از کل بدن مفید باشد و ممکن است از جمله اقدامات پیشگیرانه در برابر پیامدهای عفونت ویروسی دستگاه تنفسی به شمار آید، از طرف دیگر انجام فعالیت ورزشی با شدت بالا می‌تواند خطرساز باشد. پیشنهاد شده است برای تمرین در منزل، حداکثر ضربان قلب[۱۳] تحت کنترل باشد (۲۲۰ سن) و تمرین ورزشی بر اساس پروتکل‌های سلامتی در خانه انجام شود. از طرفی یکی از عامل‌های مهم و کمک‌کننده برای کنترل فشار تمرین، استفاده از مقیاس بورگ است که در آن شدت فعالیت ورزشی برای افراد مختلف در زمان پاندمی ویروس کرونا مشخص شده است (جدول شماره ۲). همچنین پیشنهاداتی بر اساس شدت در تصویر شماره ۶ ارائه شده است.

بحث

در واقع ویروس کرونا با علائمی که با خود به همراه دارد به مردم جهان نشان داد 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 بسزایی در این دوره کند [۷۴]. فرصت‌ها را در همه جا می‌توان مشاهده کرد؛ به عنوان مثال انجام حرکات کششی در خانه یا انجام تمرینات یوگا

13. Maximum Heart Rate



تصویر ۵. تغییرات سیستم ایمنی بدن در فعالیت‌های ورزشی متفاوت

تصویر ۶. پیشنهادات جهت تعیین شدت و مدت فعالیت ورزشی

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، ولیکن انجام تمرینات پلایومتریک یا تمرینات TRX می‌تواند یک راهکار مناسب برای حفظ سطح آمادگی ورزشکاران باشد، ضمن اینکه تمرینات پلایومتریک برای سالمندان هم پیشنهاد شده است [۷۵]. همچنین می‌توان از تمرینات برپی، اسکات و اسکات پرشی، طناب زدن و جاگینگ برای تمرینات در خانه استفاده کرد. این تمرینات نوعی تمرین با وزن بدن است که می‌توان با شدت متوسط انجام داد. در همین راستا مطالعه حاضر با مطالعاتی که در ارتباط با ویروس کرونا و فعالیت ورزشی در خانه انجام شده‌اند هم‌سو است [۷۸-۷۶، ۷۴، ۱۰]. مشخص شده است انجام تمرینات با وزن بدن با شدت‌های پایین تا متوسط می‌تواند باعث بهبود سیستم ایمنی و تقویت قدرت عضلانی شود [۷۹]. یکی از راه‌ها برای جلوگیری از افسردگی در دوران قرنطیه انجام فعالیت‌های ورزشی هوازی و زومباست که هم باعث ترشح هورمون رشد از بدن می‌شود و هم سیستم قلبی عروقی و سیستم ایمنی بدن را بهبود می‌بخشد [۸۰].

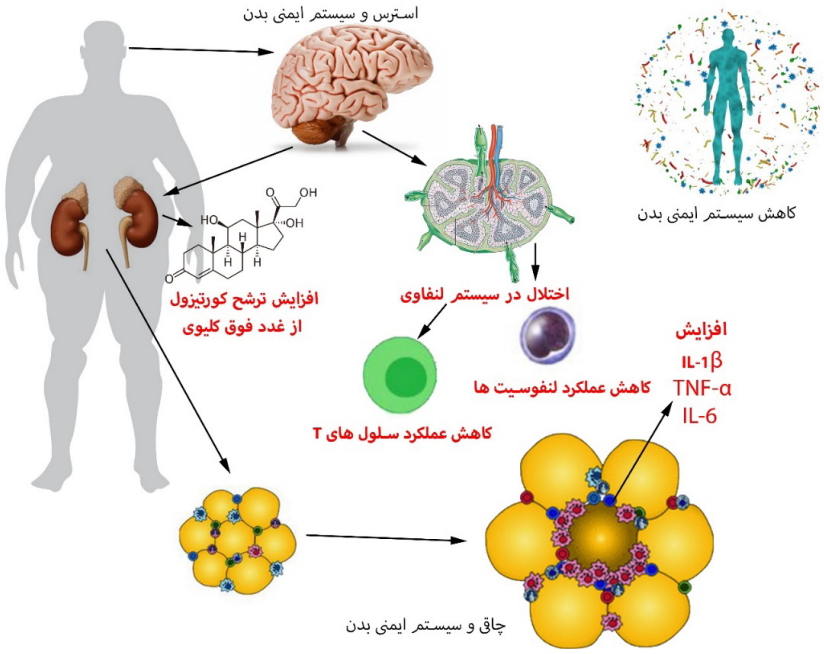
نکته‌ای که باید یاد آور شد این است که شدت فعالیت ورزشی باید حتماً برای افراد مختلف با سنین مختلف حفظ شود. در افراد میانسال با افزایش سن میزان قدرت سیستم ایمنی بدن کاهش می‌یابد و این می‌تواند در زمان ویروس کرونا بسیار خطرساز باشد [۸۱]. افراد مسن نسبت به جوان‌ها بیشتر مستعد ابتلا به عفونت یا اختلالات خودایمنی هستند. به عنوان مثال در تحقیقی مشخص شد در افراد مسن میزان مرگ‌ومیر از طریق آنفولانزا در مقایسه با افراد بزرگسال یا جوان بیشتر است [۸۱]. بنابراین انجام فعالیت ورزشی با شدت بالا می‌تواند یک عامل بسیار خطرناک برای این افراد باشد. به همین منظور فعالیت‌های ورزشی همچون پیاده‌روی یا دوچرخه‌سواری با شدت متوسط و پایین برای این افراد مفیدتر است.

از طرفی مشخص شده است کودکان در حال رشد در دوران ویروس کرونا با خطرات زیادی مواجه هستند. با وجود پیشرفت‌های چشم‌گیر در ایمونولوژی ورزشی طی چند دهه گذشته، درک ما از پاسخ‌های ایمنی به ورزش در کودکان همچنان پراکنده است. کودکان نسبت به بزرگسالان و افراد میانسال در اثر انجام فعالیت‌های ورزشی سریع‌تر دچار اختلالاتی در فرایند ایمنی بدن می‌شوند و سریع‌تر از این افراد هم سیستم ایمنی بدنشان بهبود پیدا می‌کند [۸۳، ۸۲]. به همین منظور بهتر است انجام فعالیت‌های ورزشی به صورت تفریحی و با شدت متوسط تا پایین برای کودکان اعمال شود. نتایج این مطالعه مروری با اکثر مطالعات انجام‌شده هم‌راستاست [۸۵-۸۲].

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. در همین راستا گزارش شده است افرادی که عفونت‌های تنفسی دارند معمولاً به سه هفته ریکاوری و بهبودی نیاز دارند و درنهایت پس از گذشت سه هفته اگر تمام علائم از بدن آن‌ها حذف شد مجاز هستند فعالیت‌های ورزشی با شدت پایین تا متوسط را

جدول ۳. مطالعات انجام‌شده در ارتباط با فعالیت ورزشی و سطح سیستم ایمنی بدن در چند سال اخیر

نام محقق	سال	نوع تمرین	شدت فعالیت	تأثیر بر سیستم ایمنی بدن	منبع
راینز و همکاران	(۲۰۲۰)	مقاومتی	۴۵، ۷۵ و ۹۵ درصد 1RM	افزایش اینترلوکین ۶ در شدت ۷۵ و ۹۵ درصد عدم تغییر در 1RM در شدت ۴۵ درصد	[۹۳]
چانهو و همکاران مطالعه مروری	(۲۰۲۰)	بررسی تمرینات مقاومتی و هوازی	شدت زیاد متوسط	انجام فعالیت ورزشی با شدت متوسط می‌تواند باعث بهبود سیستم ایمنی بدن شود. انجام فعالیت ورزشی با شدت متوسط در بلندمدت می‌تواند باعث تقویت سیستم ایمنی بدن شود.	[۹۴]
شفر و همکاران (مطالعه مروری)	(۲۰۲۰)	تمرینات هوازی	شدت زیاد	ایجاد اختلال در سیستم ایمنی بدن	[۹۵]
(مطالعه مروری)	(۲۰۲۰)	تمرینات هوازی	متوسط	افزایش سطح سیستم ایمنی بدن	[۹۶]
هیگتون و همکاران	(۲۰۲۰)	تمرینات هوازی	شدت زیاد متوسط	افزایش سطح سیستم ایمنی بدن در شدت متوسط و کاهش موقت آن با شدت زیاد	[۹۷]
سیتلینجر و همکاران	(۲۰۲۰)	تمرینات هوازی	شدت متوسط	افزایش سطح سیستم ایمنی بدن	[۹۸]
نیمان و همکاران (مطالعه مروری)	(۲۰۱۹)	مقاومتی، هوازی، بی‌هوازی و استقامتی	شدت متوسط و زیاد	افزایش سطح سیستم ایمنی بدن در تمرینات مرتبط با شدت متوسط و اختلال در سیستم ایمنی بدن با شدت زیاد	[۹۹]
دی‌سوزا و همکاران	(۲۰۱۸)	بی‌هوازی	شدت زیاد	اختلال در عملکرد سیستم ایمنی بدن	[۱۰۰]
ملکی و همکاران	(۲۰۱۸)	هوازی	شدت کم شدت متوسط	عدم تأثیر بر سیستم ایمنی بدن در شدت کم افزایش سطح سیستم ایمنی بدن با شدت متوسط	[۱۰۱]
دورر و همکاران	(۲۰۱۷)	بی‌هوازی	شدت زیاد	افزایش فعالیت سیستم ایمنی بدن	[۱۰۲]
سزلزاک وهمکاران (مطالعه مروری)	(۲۰۱۶)	بررسی تأثیر تمام فعالیت‌های ورزشی	با شدت‌های کم، زیاد و متوسط	در شدت کم عدم تغییر یا افزایش ناچیز در سطح سیستم ایمنی بدن در شدت متوسط بهبود چشم‌گیر در شدت زیاد افزایش سطح سیستم ایمنی بدن در بعضی موارد و اختلال موقت در اکثر تحقیقات	[۱۰۳]
دورنلس و همکاران	(۲۰۱۶)	بی‌هوازی	شدت زیاد	افزایش سطح سیستم ایمنی بدن	[۱۰۴]
گومز و همکاران (مطالعه مروری)	(۲۰۱۶)	انواع مختلف تمرینات	شدت زیاد شدت کم شدت متوسط	در شدت زیاد اختلال در سیستم ایمنی بدن همچنین در افراد مسن تمرین شدید خطرسازتر است (پیشنهادات شدت کم). شدت متوسط و کم می‌تواند مؤثر باشد.	[۱۰۵]
سریر و همکاران	(۲۰۱۵)	بی‌هوازی	شدت زیاد	کاهش عملکرد سیستم ایمنی بدن و افزایش فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF-α)	[۱۰۶]
زوتسلوت و همکاران	(۲۰۱۴)	بی‌هوازی	شدت زیاد	اگر تمرینات بی‌هوازی پرشدت مانند HIIT به صورت بلندمدت و منظم انجام شود می‌تواند باعث بهبود سیستم ایمنی شود.	[۱۰۷]
غلام‌نژاد و همکاران	(۲۰۱۴)	هوازی	شدت متوسط	افزایش سطح سیستم ایمنی بدن	[۱۰۸]
نوِس و همکاران (مطالعه مروری)	(۲۰۱۵)	بی‌هوازی و هوازی	شدت زیاد شدت کم	کاهش یا افزایش سطح سیستم ایمنی بدن در شدت زیاد عدم تغییر یا افزایش در شدت کم	[۱۰۹]
زیمر و همکاران	(۲۰۱۴)	هوازی	شدت زیاد	افزایش سطح سیستم ایمنی بدن	[۱۱۰]
چاید و همکاران	(۲۰۱۳)	بی‌هوازی	شدت زیاد	انجام تمرینات بی‌هوازی با شدت زیاد باعث اختلال در سیستم ایمنی بدن می‌شود.	[۱۱۱]
رحمتی و همکاران	(۲۰۱۳)	هوازی	شدت متوسط	افزایش سطح سیستم ایمنی بدن	[۱۱۲]
شیروانی و همکاران	(۲۰۱۳)	بی‌هوازی	شدت زیاد	در ورزشکاران انجام تمرینات شدید به مدت ۹۰ دقیقه باعث سرکوب سیستم ایمنی بدن می‌شود.	[۱۱۳]
ناوارو و همکاران	(۲۰۱۳)	هوازی	شدت متوسط	افزایش سطح سیستم ایمنی بدن	[۱۱۴]



تصویر ۷. ارتباط بین استرس و چاقی با سیستم ایمنی بدن

انجام دهند [۸۶].

انجام فعالیت‌های ورزشی در دوران قرنطینه دقیقاً باید مانند یک دارو برای افراد مختلف تجویز شود. به عنوان مثال اگر فردی بدون هماهنگی با یک متخصص ورزشی یک فعالیت ورزشی پرشدت را انجام دهد احتمال افت عملکرد سیستم ایمنی و ابتلا به ویروس کرونا را پیدا خواهد کرد [۸۷]. در یکی از مطالعات محققان در جست‌وجوی این بودند که چگونه فعالیت ورزشی می‌تواند باعث جلوگیری از بیماری‌ها و آنفولانزا شود. در این تحقیق محققان گزارش کردند انجام فعالیت استقامتی به مدت ۳۰ دقیقه در روز می‌تواند موش‌ها را از مرگ و ابتلا به آنفولانزا در امان نگه دارد [۸۶]، اما در موش‌هایی که به مدت طولانی‌تر تمرین می‌کردند ابتلا به بیماری افزایش چشم‌گیری داشت.

ضمن اینکه نوع فعالیتی که در این دوره انجام می‌شود هم حائز اهمیت است، مشخص شده است که تمرینات مقاومتی با شدت بالا می‌تواند باعث اختلال در سیستم ایمنی بدن شود [۸۸]. اما انجام فعالیت ورزشی با شدت متوسط و پایین احتمالاً در تقویت سیستم ایمنی تأثیرگذار است [۸۹]. فعالیت ورزشی و سیتوکین‌ها نقشی اساسی در شروع پاسخ التهابی دارند. اینترلوکین ۶ یکی از اینترلوکین‌های مهم بدن است که از گلبول‌های سفید ترشح می‌شود و در پاسخ‌های التهابی و ایمنی نقش دارد [۹۰]. در تحقیقی مشخص شده است که در اثر تمرینات استقامتی هم اینترلوکین ۶ افزایش می‌یابد [۹۱]. با توجه به اینکه در هنگام فعالیت‌های ورزشی مخصوصاً تمرینات مقاومتی التهاب ایجاد می‌شود، به همین منظور اینترلوکین ۶ ترشح می‌شود تا سیتوکین‌های ضدالتهابی مانند IL-10 و IL-1ra را افزایش دهد [۹۲]. اما آنچه مشخص است این است که شدت بالای فعالیت در تمرینات مقاومتی به طور موقت یک اختلال در سیستم ایمنی ایجاد می‌کند که باعث باز شدن پنجره بیماری می‌شود. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود فعالیت ورزشی با شدت متوسط انجام شود. ضمن اینکه فعالیت ورزشی بی‌هوازی بسیار شدید هم باعث این اختلال در سیستم ایمنی می‌شوند (جدول شماره ۳).

در مطالعه مروری حاضر به بررسی ارتباط بین فعالیت ورزشی و استرس پرداخته شد. ضمن اینکه تحقیقات بسیار زیادی وجود دارند که بیان کرده‌اند بین استرس و پارامترهای سیستم ایمنی بدن ارتباط‌های بسیار نزدیکی وجود دارد. سیستم لنفاوی که در بدن وجود دارد از تیموس، طحال، غدد لنفاوی و مغز استخوان تشکیل شده است. وظیفه مهم و اصلی این سیستم تولید و ذخیره هر دو لنفوسیت (سلول‌های B و T) است. لنفوسیت‌ها سلول‌های سفید کوچک خون هستند [۱۱۵]. همچنین لکوسیت‌ها که به عنوان گلبول سفید شناخته شده‌اند وظیفه شناسایی و از بین بردن عوامل بیماری‌زا را دارند. از طرفی عوامل استرس‌زای مزمن با سرکوب اقدامات سلولی و هومورال همراه هستند [۱۱۶]. سمپاتیک دارای الیافی است که به بافت‌های غدد لنفاوی، طحال، مغز استخوان و غیره عصب‌رسانی شده است [۱۱۷] و در هنگام استرس، این الیاف‌ها به گیرنده‌های گلبول‌های سفید متصل هستند و طیف گسترده‌ای از مواد را ارسال می‌کنند که درنهایت می‌توان گفت در پاسخ‌های سیستم ایمنی بسیار تأثیرگذار است. به عنوان مثال در هنگام استرس فعالیت‌های سیستم لنفاوی مختل خواهد شد که این می‌تواند در سیستم ایمنی بدن تأثیر منفی بگذارد [۱۱۵]. در همین راستا مشخص شده است در هنگام استرس فرایند تکثیر لنفوسیت‌ها سرکوب می‌شود و این

یکی از عامل‌های مهم در ارتباط با استرس و سیستم ایمنی بدن است [۱۱۶، ۱۱۸]. همچنین مدیریت و نوع استرس افراد می‌تواند در سیستم ایمنی بدن بسیار تأثیرگذار باشد. به عنوان مثال استرس‌های مزمن باعث افزایش فعالیت الیاف سمپاتیک در سیستم لنفاوی می‌شوند و این عامل باعث کاهش عملکرد سلول T خواهد شد که این مدل به عنوان مشهورترین مدل استرس و سیستم ایمنی است. گفته می‌شود استرس مزمن باعث افزایش هم‌زمان و سرکوب پاسخ ایمنی با تغییر الگوهای ترشح سیتوکین می‌شود [۱۱۹]. همچنین هنگام استرس، کورتیزول فعالیت مداوم دارد که این عامل می‌تواند باعث افزایش علائم منفی گوارشی و تضعیف سیستم ایمنی بدن شود. کورتیزول هورمون استروئیدی تولیدشده توسط غده فوق کلیه با اثرات متابولیکی گسترده است که یکی از اثرات آن سرکوب برخی از جنبه‌های سیستم ایمنی بدن است [۱۲۰]. از طرفی با شیوع ویروس کرونا و افزایش طولانی‌مدت ماندن در خانه، یکی از عامل‌های بسیار مهم در افراد، شیوع استرس مزمن است که احتمالاً می‌تواند باعث کاهش فعالیت سیستم ایمنی بدن شود [۱۲۱].

چاقی عملکرد ایمنی بدن را مختل می‌کند، تعداد لکوسیت‌ها و همچنین پاسخ‌های ایمنی ناشی از سلول را تغییر می‌دهد و بر ایمنی بدن تأثیر منفی می‌گذارد. در همین راستا مشخص شده است با افزایش چاقی، تعداد لکوسیت‌ها کاهش یافته، یکپارچگی بافت لنفاوی از بین می‌رود و درنهایت تغییراتی در فنوتیپ التهابی ایجاد می‌شود [۱۲۲]. علاوه بر این، شواهد نشان داده‌اند عملکرد ایمنی تغییریافته در پاتوژنز چاقی نقش دارد [۱۲۳]. چاقی با اختلالات متابولیکی همراه است که این اختلالات منجر به فعال شدن سیستم ایمنی در بافت‌هایی مانند بافت چربی، کبد، لوزالمعده و عروق می‌شود و به صورت التهاب مزمن پدیدار می‌شود [۱۲۴]. این تأثیرات نه‌تنها ممکن است اختلال متابولیک و خطر ابتلا به بیماری با واسطه ایمنی را پیچیده کرده و تداوم بخشند، بلکه ممکن است خطر ابتلا به سایر بیماری‌های عفونی و مزمن را نیز افزایش دهند [۱۲۵]. استفاده بیش از حد از مواد مغذی و گسترش بافت چربی در بدن منجر به ایجاد استرس مکانیکی در بدن می‌شود و تمام این عوامل در کنار هم باعث فعال شدن یک حالت مزمن و پیش‌التهابی در بافت چربی می‌شوند [۱۲۶]. در همین راستا سارتیپی و همکاران در نتایج خود بیان کردند که استرس و التهاب مداوم درون بافت چربی می‌تواند منجر به آپوپتوز سلول چربی و آزاد شدن واسطه‌های شیمی‌درمانی و درنتیجه باعث نفوذ لکوسیت‌های التهابی در بافت چربی شود [۱۲۷]. از طرفی با ورود لکوسیت‌های التهابی به درون بافت چربی، با ترشح IL-1β و رزیستین باعث تشدید این وضعیت در بافت چربی می‌شود و در همین حین بافت چربی ترشح TNF-α و IL-6 را افزایش می‌دهد که همه این عوامل باعث کاهش اختلال در سیستم ایمنی بدن می‌شوند [۱۲۸، ۱۲۹].

همچنین از عواملی که در ارتباط با چاقی و سیستم ایمنی بدن مورد توجه قرار گرفته است پاسخ سلول‌های T + CD8 است. مشخص شده است در اثر چاقی پاسخ سلول‌های T + CD8 مختل شده که درنهایت می‌تواند همراه با مرگ‌ومیر و عفونت ریه باشد [۱۳۰]. درمجموع با بررسی مطالعات می‌توان اظهار داشت چاقی می‌تواند منجر به کاهش سطح فعالیت سیستم ایمنی شود که این عامل در زمان ویروس کرونا خطرساز است (تصویر شماره ۷).

نتیجه‌گیری

با توجه به شیوع ویروس کرونا و افزایش ماندن در خانه، انجام فعالیت ورزشی همراه با حرکات ساده می‌تواند باعث ارتقای سطح سیستم ایمنی بدن و بهبود سیستم قلبی عروقی شود. همچنین با توجه به گزارش‌های متعدد از انجام فعالیت ورزشی با شدت زیاد و کاهش سطح سیستم ایمنی بدن، بهتر است فعالیت ورزشی با شدت متوسط (با مدت‌زمان ۳۰ تا ۴۵ دقیقه) انجام شود. ضمن اینکه پیشنهاد می‌شود در هنگام فعالیت ورزشی در محیط داخلی خانه، رطوبت خانه حفظ شود. درنهایت افرادی که دچار سرماخوردگی شدید یا مبتلا به ویروس کرونا هستند بهتر است از فعالیت ورزشی تا بهبودی کامل خودداری کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی در نگارش مقاله، طبق دستورالعمل کمیته ملی اخلاق و آیین نامه COPE رعایت شده است.

حامی مالی

معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه تربیت مدرس حامی مالی این پژوهش بوده است.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان معیارهای کمیته بین‌المللی سردبیران نشریات پزشکی (ICMJE) را رعایت کرده‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله تشکر و قدردانی خود را از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه تربیت‌مدرس ابراز می‌دارند.

References

[1] World Health Organization. Laboratory testing of human suspected cases of novel coronavirus (nCoV) infection: Interim guidance [Internet]. 2020 [Updated 2020 January 10]. Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/330374

[2] Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. N Engl J Med. 2020; 382(18):1708-20. [DOI:10.1056/nejmoa2002032]

[3] Zheng J. SARS-CoV-2: An emerging coronavirus that causes a global threat. Int J Biol Sci. 2020; 16(10):1678-85. [DOI:10.7150/ijbs.45053] [PMCID]

[4] Nikpouraghdam M, Jalali Farahani A, Alishiri G, Heydari S, Ebrahimnia M, Samadinia H, et al. Epidemiological characteristics of coronavirus disease 2019 (COVID-19) patients in IRAN: A single center study. J Clin Virol. 2020; 127:104378. [DOI:10.1016/j.jcv.2020.104378]

[5] Takian A, Raoofi A, Kazempour-Ardebili S. COVID-19 battle during the toughest sanctions against Iran. Lancet. 2020; 395(10229):1035-6. [DOI:10.1016/S0140-6736(20)30668-1]

[6] World Health Organization. Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard [Internet]. 2020 [Updated 2021 May 15]. Available from: https://covid19.who.int/

[7] Li G, Fan Y, Lai Y, Han T, Li Z, Zhou P, et al. Coronavirus infections and immune responses. J Med Virol. 2020; 92(4):424-32. [DOI:10.1002/jmv.25685]

[8] Shamsi MM, Hassan ZM, Gharakhanlou R. Exercise-induced chaperokine activity of hsp70: Possible role in chronic diseases. In: Asea AAA, Kaur P, editors. Chaperokine Activity of Heat Shock Proteins. Germany: Springer; 2019. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-02254-9_10

[9] Woods JA, Hutchinson NT, Powers SK, Roberts WO, Gomez-Cabrera MC, Radak Z, et al. The COVID-19 pandemic and physical activity. Sports Med Health Sci. 2020; 2(2):55-64. [DOI: 10.1016/j.smhs.2020.05.006]

[10] Hammami A, Harrabi B, Mohr M, Krustrup P. Physical activity and coronavirus disease 2019 (COVID-19): Specific recommendations for home-based physical training. Manag Sport Leis. 2020:1-6. [DOI:10.1080/23750472.2020.1757494]

[11] Chen P, Mao L, Nassis GP, Harmer P, Ainsworth BE, Li F. Coronavirus disease (COVID-19): The need to maintain regular physical activity while taking precautions. J Sport Health Sci. 2020; 9(2):103-4. [DOI:10.1016/jjshs.2020.02.001] [PMCID]

[12] Brooks SK, Webster RK, Smith LE, Woodland L, Wessely S, Greenberg N, et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: Rapid review of the evidence. Lancet. 2020; 395(10227):912-20. [DOI:10.1016/S0140-6736(20)30460-8]

[13] Monteiro CA, Conde WL, Matsudo SM, Matsudo VR, Bonseñor IM, Lotufo PA. A descriptive epidemiology of leisure-time physical activity in Brazil, 1996-1997. Rev Panam Salud Publica. 2003; 14(4):246-54. [DOI:10.1590/s1020-49892003000900005]

[14] Burton NW, Turrell G. Occupation, hours worked, and leisure-time physical activity. Prev Med. 2000; 31(6):673-81. [DOI:10.1006/pmed.2000.0763]

[15] Abel T, Graf N, Niemann S. Gender bias in the assessment of physical activity in population studies. Soz Praventivmed. 2001; 46(4):268-72. [DOI:10.1007/BF01593182]

[16] Martínez-González MA, Varo JJ, Santos JL, De Irala J, Gibney M, Kearney J, et al. Prevalence of physical activity during leisure time in the European Union. Med Sci Sports Exerc. 2001; 33(7):1142-6. [DOI:10.1097/00005768-200107000-00011]

[17] Gomes VB, Siqueira KS, Sichieri R. [Physical activity in a probabilistic sample in the city of Rio de Janeiro]. Cad Saude Publica. 2001; 17(4):969-76. [DOI:10.1590/s0102-311x2001000400031]

[18] Booth FW, Roberts CK, Thyfault JP, Ruegsegger GN, Toedebusch RG. Role of inactivity in chronic diseases: Evolutionary insight and pathophysiological mechanisms. Physiol Rev. 2017; 97(4):1351-402. [DOI:10.1152/physrev.00019.2016]

[19] Sullivan M, Moore M, Blom LC, Slater G. Relationship between social support and depressive symptoms in collegiate student athletes. J Study Sports Athlete Educ. 2020; 14(3):192-209. [DOI:10.1080/19357397.2020.1768034]

[20] Venkatasamy VV, Pericherla S, Manthuruthil S, Mishra S, Hanno R. Effect of physical activity on insulin resistance, inflammation and oxidative stress in diabetes mellitus. J Clin Diagn Res. 2013; 7(8):1764-6. [DOI:10.7860/JCDR/2013/6518.3306]

[21] Liu K, Zhou R, Wang B, Chen K, Shi LY, Zhu J-D, et al. Effect of green tea on glucose control and insulin sensitivity: A meta-analysis of 17 randomized controlled trials. Am J Clin Nutr. 2013; 98(2):340-8. [DOI:10.3945/ajcn.112.052746]

[22] Perry SA, Coetzer R, Saville CWN. The effectiveness of physical exercise as an intervention to reduce depressive symptoms following traumatic brain injury: A meta-analysis and systematic review. Neuropsychol Rehabil. 2020; 30(3):564-78. [DOI:10.1080/09602011.2018.1469417]

[23] Laurens C, Bergouignan A, Moro C. Exercise-released myokines in the control of energy metabolism. Front Physiol. 2020; 11:91. [DOI:10.3389/fphys.2020.00091]

[24] Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, Krüger K, Nieman DC, Pyne DB, et al. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? Exerc Immunol Rev. 2020; 26:8-22. [PMID]

[25] Tian D, Meng J. Exercise for prevention and relief of cardiovascular disease: Prognoses, Mechanisms, and Approaches. Oxid Med Cell Longev. 2019; 2019:3756750. [DOI: 10.1155/2019/3756750]

[26] Emerenziani GP, Ferrari D, Marocco C, Greco EA, Migliaccio S, Lenzi A, et al. Relationship between individual ventilatory threshold and maximal fat oxidation (MFO) over different obesity classes in women. PLoS One. 2019; 14(4):e0215307. [DOI:10.1371/journal.pone.0215307]

[27] Bersaoui M, Baldew S-SM, Cornelis N, Toelsie J, Cornelissen VA. The effect of exercise training on blood pressure in African and Asian populations: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Eur J Prev Cardiol. 2020; 27(5):457-72. [DOI:10.1177/2047487319871233]

[28] Voet NB, van der Kooi EL, van Engelen BG, Geurts AC. Strength training and aerobic exercise training for muscle disease. Cochrane Database Syst Rev. 2019; 12(12):CD003907. [DOI:10.1002/14651858.CD003907.pub5]

[29] Brooks SK, Webster RK, Smith LE, Woodland L, Wessely S, Greenberg N, et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: Rapid review of the evidence. Lancet. 2020; 395(10227):912-920. [DOI:10.1016/S0140-6736(20)30460-8]

[30] Toresdahl BG, Asif IM. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Considerations for the competitive athlete. Sports health. 2020; 12(3):221-4. [DOI:10.1177/1941738120918876]

[31] González-Sanguino C, Ausín B, Castellanos MÁ, Saiz J, López-Gómez A, Ugidos C, et al. Mental health consequences during the initial stage of the 2020 Coronavirus pandemic (COVID-19) in Spain. Brain Behav Immun. 2020; 87:172-6. [DOI:10.1016/j.bbi.2020.05.040]

[32] Szabo A, Griffiths MD, Demetrovics Z. Psychology and exercise. In: Bagchi D, Nair S, Sen CK, editors. Nutrition and enhanced sports performance : Muscle building, endurance, and strength. United States: Academic Press; 2018. https://www.amazon.com/Nutrition-Enhanced-Sports-Performance-Endurance/dp/0128139226

[33] Arent SM, Walker AJ, Arent MA. The effects of exercise on anxiety and depression. Tenenbaum G, Eklund RC, editors. Handbook of sport psychology. United States: John Wiley & Sons, Inc; 2020. [DOI:10.1002/9781119568124.ch42]

[34] Parfitt G, Hughes S. The exercise intensity–affect relationship: Evidence and implications for exercise behavior. J Exerc Sci Fit. 2009; 7(2):S34-41. [DOI:10.1016/S1728-869X(09)60021-6]

[35] Zhao JL, Jiang WT, Wang X, Cai ZD, Liu ZH, Liu GR. Exercise, brain plasticity, and depression. CNS Neurosci Ther. 2020; 26(9):885-95. [DOI:10.1111/cns.13385]

[36] Gorzi A, Rajabi H, Rajabi H, Azad A, Molanouri Shamsi M, Hedayati M. [Effect of concurrent, strength and endurance training on hormones, lipids and inflammatory characteristics of untrained men (Persian)]. IJEM. 2012; 13(6):614-29. https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=275650

[37] Furnham A, Badmin N, Sneade I. Body image dissatisfaction: gender differences in eating attitudes, self-esteem, and reasons for exercise. J Psychol. 2002; 136(6):581-96. [DOI:10.1080/00223980209604820]

[38] McDonald K, Thompson JK. Eating disturbance, body image dissatisfaction, and reasons for exercising: Gender differences and correlational findings. Int J Eat Disord. 1992; 11(3):289-92. [DOI:10.1002/1098-108X(199204)11:3<289::AID-EAT2260110314>3.0.CO;2-F]

[39] Prichard I, Tiggemann M. Objectification in fitness centers: Self-objectification, body dissatisfaction, and disordered eating in aerobic instructors and aerobic participants. Sex roles. 2005;53(1-2):19-28. [DOI:10.1007/s11199-005-4270-0]

[40] Jackson EM. Stress relief: The role of exercise in stress management. ACSMs Health Fit J. 2013; 17(3):14-9. [DOI:10.1249FIT.0b013e31828cb1c9]

[41] Bozkurt B, Kovacs R, Harrington B. HFSA/ACC/AHA statement addresses concernsre: Using RAAS antagonists in COVID-19 [Internet] 2020 [Updated 2020 March 17]. Availeble from: https://www.acc.org/latest-in-cardiology/articles/2020/03/17/08/59/hfsa-acc-aha-statement-addresses-concerns-re-using-raas-antagonists-in-covid-19

[42] Shao Z, Schuster A, Borowski AG, Thakur A, Li L, Tang WHW. Soluble angiotensin converting enzyme 2 levels in chronic heart failure is associated with decreased exercise capacity and increased oxidative stress-mediated endothelial dysfunction. Transl Res. 2019; 212:80-8. [DOI:10.1016/j.trsl.2019.06.004]

[43] Channon KM. Exercise and cardiovascular health: New routes to reap more rewards. Cardiovasc Res. 2019; 116(5):e56-8. [DOI:10.1093/cvr/cvz264]

[44] Bhaskarabhatla KV, Birrer R. Physical activity and diabetes mellitus. Compr Ther. 2005; 31(4):291-8. [DOI:10.1385/comp:31:4:291]

[45] Nystoriak MA, Bhatnagar A. Cardiovascular effects and benefits of exercise. Front Cardiovasc Med. 2018; 5:135. [DOI:10.3389/fcvm.2018.00135]

[46] Marcus MD, Levine MD, Kalarchian MA, Wisniewski L. Cognitive behavioral interventions in the management of severe pediatric obesity. Cogn Behav Pract. 2003; 10(2):147-56. [DOI:10.1016/S1077-7229(03)80023-8]

[47] Tayebi SM, ahmadi hekmatikar A, Ghanbari-Niaki A, Fathi R. [Ghrelin behavior in exercise and training (Persian)]. Razi J Med Sci. 2020; 27(1):85-111. http://rjms.iums.ac.ir/article-1-5803-en.html

[48] Ahmadi SM, Fathi M, RashidLamir A, Aminian F. [Effects of 8 weeks aerobic training on plasma ghrelin level and ghrelin lymphocyte gene expression in elderly men (Persian)]. Salmand. 2019; 13(4):494-505. [DOI:10.32598/SIJA.13.4.494]

[49] Bird L. Exercise lowers leptin and leukocytosis. Nat Rev Immunol. 2020; 20(1):2-3. [DOI: 10.1038/s41577-019-0253-1]

[50] Khoramipour K, Ahmadi Hekmatikar A, Sotvan H. [A brief overview of fatmax and MFO in exercise (Persian)]. Razi J Med Sci. 2020; 27(3):49-59. http://rjms.iums.ac.ir/article-1-5959-fa.html

[51] Khosravi N, Hanson E, Farajivafa V, Agha-Alinejad H, Haghighat S, Molanouri Shamsi M, et al. [Changes in monocyte populations following acute aerobic exercise in breast cancer survivors (Persian)]. Int J Behav Develop. 2018; 11(1):7-16. http://ijbd.ir/article-1-659-en.html

[52] Owen N, Sparling PB, Healy GN, Dunstan DW, Matthews CE, editors. Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. Mayo Clin Proc. 2010; 85(12):1138-41. [DOI: 10.4065/mcp.2010.0444]

[53] Guo Y, Qiu P, Liu T. Tai Ji Quan: An overview of its history, health benefits, and cultural value. J Sport Health Sci. 2014; 3(1):3-8. [DOI:10.1016/j.jshs.2013.10.004]

[54] Jakicic JM, Winters C, Lang W, Wing RR. Effects of intermittent exercise and use of home exercise equipment on adherence, weight loss, and fitness in overweight women: A randomized trial. JAMA. 1999; 282(16):1554-60. [DOI: 10.1001/jama.282.16.1554]

[55] Zhu W. Should, and how can, exercise be done during a coronavirus outbreak? An interview with Dr. Jeffrey A. Woods. J Sport Health Sci. 2020; 9(2):105-7. [DOI: 10.1016/j.jshs.2020.01.005]

[56] Mokhtarzade M, Ranjbar R, Majdinasab N, Patel D, Molanouri Shamsi M. Effect of aerobic interval training on serum IL-10, TNFα, and adipokines levels in women with multiple sclerosis: Possible relations with fatigue and quality of life. Endocrine. 2017; 57(2):262-71. [DOI:10.1007/s12020-017-1337-y]

[57] Molanouri Shamsi M, Chekachak S, Soudi S, Gharakhanlou R, Quinn LS, Ranjbar K, et al. Effects of exercise training and supplementation with selenium nanoparticle on T-helper 1 and 2 and cytokine levels in tumor tissue of mice bearing the 4 T1 mammary carcinoma. Nutrition. 2019; 57:141-7. [DOI: 10.1016/j.nut.2018.05.022]

[58] Friedrich MJ. Exercise may boost aging immune system. JAMA. 2008; 299(2):160-1. [DOI: 10.1001/jama.2007.56-a]

[59] Wang J, Liu S, Li G, Xiao J. Exercise Regulates the Immune System. Adv Exp Med Biol. 2020; 1228:395-408. [DOI:10.1007/978-981-15-1792-1_27]

[60] Molanouri Shamsi M, Amani Shalamzari S. [Exercise Training, Immune System, and Coronavirus (Persian)]. Sport Physiol. 2020; 12(46):17-40. https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?ID=761859

[61] Ahmadi Hekmatikar A, Haghshenas R, Mohammad Sadeghipor A. The effect of carbohydrate supplementation and pure water on interleukin 10, glucose and hematological indexes in male football players. Sport Physiol Manage Investig. 2019; 11(4):135-45. http://www.sportrc.ir/article_105715.html

[62] Molanouri Shamsi M, Alinejad HA, Amani Shalamzari S, Aghayari A, Asghari Jafarabadi M, Talebi Badrabadi K. [Anti-inflammatory effects of a bout of circuit resistance exercise with moderateintensity in inactive obese males (Persian)]. JSSU. 2011; 19(5):598-609. http://jssu.ssu.ac.ir/article-1-1735-fa.html

[63] Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop NC, et al. Position statement part one: Immune function and exercise. Exerc Immunol Rev. 2011; 17:6-63. [PMID]

[64] Simpson RJ, Kunz H, Agha N, Graff R. Exercise and the regulation of immune functions. Prog Mol Biol Transl Sci. 2015; 135:355-80 [DOI:10.1016/bs.pmbts.2015.08.001]

[65] Campbell JP, Turner JE. Debunking the myth of exercise-induced immune suppression: Redefining the impact of exercise on immunological health across the lifespan. Front Immunol. 2018; 9:648. [DOI:10.3389/fimmu.2018.00648]

[66] Pedersen BK, Rohde T, Zacho M. Immunity in athletes. J Sports Med Phys Fitness. 1996; 36(4):236-45. [PMID]

[67] 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]

[68] Martin SA, Pence BD, Woods JA. Exercise and respiratory tract viral infections. Exerc Sport Sci Rev. 2009; 37(4):157-64. [DOI:10.1097/JES.0b013e3181b7b57b] [PMCID]

[69] Phelan D, Kim JH, Chung EH. A game plan for the resumption of sport and exercise after coronavirus disease 2019 (COVID-19) infection. JAMA Cardiology. 2020; 5(10):1085-6. [DOI:10.1001/jamacardio.2020.2136]

[70] Bangsbo J, Mohr M, Poulsen A, Perez-Gomez J, Krustrup P. Training and testing the elite athlete. J Exerc Sci Fit. 2006; 4(1):1-14. https://portal.findresearcher.sdu.dk/en/publications/training-and-testing-the-elite-athlete

[71] Fox SM, Naughton JP, Haskell WL. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. Ann Clin Res. 1971; 3(6):404-32. [PMID]

[72] Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. 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):1334-59. [DOI:10.1249/MSS.0b013e318213fefb]

[73] Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. J Am Coll Cardiol. 2001; 37(1):153-6. [DOI:10.1016/s0735-1097(00)01054-8] [PMID]

[74] 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. J Sports Sci. 2021; 39(1):101-7. [DOI:10.1080/02640414.2020.1807089]

[75] Vetrovsky T, Steffl M, Stastny P, Tufano JJ. The efficacy and safety of lower-limb plyometric training in older adults: A systematic review. Sports Med. 2019; 49(1):113-31. [DOI:10.1007/s40279-018-1018-x] [PMCID]

[76] Chen P, Mao L, Nassis GP, Harmer P, Ainsworth BE, Li F. Wuhan coronavirus (2019-nCoV): The need to maintain regular physical activity while taking precautions. J Sport Health Sci. 2020; 9(2):103-4. [DOI:10.1016/j.jshs.2020.02.001] [PMCID]

[77] Halabchi F, Ahmadinejad Z, Selk-Ghaffari M . Covid-19 epidemic: Exercise or not to exercise; That is the question. Asian J Sports Med. 2020; 11(1):e102630. [DOI:10.5812/asjsm.102630]

[78] Toresdahl BG, Asif IM. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Considerations for the competitive athlete. Sports Health. 2020; 12(3):221-4. [DOI:10.1177/1941738120918876] [PMCID]

[79] Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. Scand J Med Sci Sports. 2015; 25(Suppl 3):1-72. [DOI:10.1111/sms.12581] [PMID]

[80] Norouzi E, Hosseini FS, Vaezmosavi M, Gerber M, Pühse U, Brand S. Zumba dancing and aerobic exercise can improve working memory, motor function, and depressive symptoms in female patients with Fibromyalgia. Eur J Sport Sci. 2019; 20(7):981-91. [DOI:10.1080/17461391.2019.1683610]

[81] Gabriel H, Kindermann W. The acute immune response to exercise: What does it mean? Int J Sports Med. 1997; 18(Suppl 1):S28-45. [DOI:10.1055/s-2007-972698] [PMID]

[82] Radom-Aizik S. Immune response to exercise during growth. Pediatr Exerc Sci. 2017; 29(1):49-52. [DOI:10.1123/pes.2017-0003] [PMID]

[83] Timmons BW, Cieslak T. Human natural killer cell subsets and acute exercise: A brief review. Exerc Immunol Rev. 2008; 14:8-23. [PMID]

[84] Timmons BW. Exercise and immune function in children. Am J Lifestyle Med. 2007; 1(1):59-66. [DOI:10.1177/1559827606294851]

[85] Boas SR, Danduran MJ, McColley SA, Beaman K, O'Gorman MR. Immune modulation following aerobic exercise in children with cystic fibrosis. Int J Sports Med. 2000; 21(04):294-301. [DOI:10.1055/s-2000-311]

[86] Fallon K. Exercise in the time of COVID-19. Aust J Gen Pract. 2020; 49(Suppl 13):1-2. https://cardiologiadoexercicio.com.br/wp-content/uploads/2020/09/Exercicios-em-tempos-de-COVID-19.pdf

[87] Ravalli S, Castrogiovanni P, Musumeci G. Exercise as medicine to be prescribed in osteoarthritis. World J Orthop. 2019; 10(7):262-7. [DOI:10.5312/wjo.v10.i7.262] [PMCID]

[88] Miles MP, Kraemer WJ, Grove DS, Leach SK, Dohi K, Bush JA, et al. Effects of resistance training on resting immune parameters in women. Eur J Appl Physiol. 2002; 87(6):506-8. [DOI:10.1007/s00421-002-0683-4]

[89] Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. Nutr Res Pract. 2010; 4(4):259-69. [DOI:10.4162/nrp.2010.4.4.259] [PMCID]

[90] Pedersen BK, Steensberg A, Keller P, Keller C, Fischer C, Hiscock N, et al. Muscle-derived interleukin-6: lipolytic, anti-inflammatory and immune regulatory effects. Pflugers Arc. 2003; 446(1):9-16. [DOI:10.1007/s00424-002-0981-z]

[91] Suzuki K. Cytokine Response to Exercise and Its Modulation. Antioxidants (Basel). 2018; 7(1):17.[DOI:10.3390/antiox7010017]

[92] Stewart LK, Flynn MG, Campbell WW, Craig BA, Robinson JP, Timmerman KL, et al. The influence of exercise training on inflammatory cytokines and c-reactive protein. Med Sci Sports Exerc. 2007; 39(10):1714-9. [DOI:10.1249/mss.0b013e31811ece1c]

[93] Raines C, Frosig T, Escobar KA, Cotter JA, Schick EE. Acute resistance exercise at varying volume loads does not enhance plasma interleukin-6. IJKSS. 2020; 8(1):37-42. http://www.journals.aiac.org.au/index.php/IJKSS/article/view/5855

[94] Xiao C, Beitler JJ, Higgins KA, Chico CE, Withycombe JS, Zhu Y, et al. Pilot study of combined aerobic and resistance exercise on fatigue for patients with head and neck cancer: Inflammatory and epigenetic changes. Brain Behav Immun. 2020; 88:184-92. [DOI:10.1016/j.bbi.2020.04.044]

[95] Scheffer DdL, Latini A. Exercise-induced immune system response: Anti-inflammatory status on peripheral and central organs. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis. 2020; 1866(10):165823. [DOI:10.1016/j.bbadis.2020.165823] [PMCID]

[96] Dixit S. Can moderate intensity aerobic exercise be an effective and valuable therapy in preventing and controlling the pandemic of COVID-19? Med Hypotheses. 2020; 143:109854. [DOI:10.1016/j.mehy.2020.109854] [PMCID]

[97] Highton PJ, White AEM, Nixon DGD, Wilkinson TJ, Neale J, Martin N, et al. Influence of acute moderate- to high-intensity aerobic exercise on markers of immune function and microparticles in renal transplant recipients. Am J Physiol Renal Physiol. 2020; 318(1):F76-85. [DOI: 10.1152/ajprenal.00332.2019]

[98] Sitlinger A, Brander DM, Bartlett DB. Impact of exercise on the immune system and outcomes in hematologic malignancies. Blood Adv. 2020; 4(8):1801-11. [DOI:10.1182/bloodadvances.2019001317] [PMCID]

[99] Nieman DC, Wentz LM. The compelling link between physical activity and the body's defense system. J Sport Health Sci. 2019; 8(3):201-17. [DOI:10.1016/j.jshs.2018.09.009] [PMCID]

[100] de Souza DC, Matos VAF, dos Santos VOA, Medeiros IF, Marinho CSR, Nascimento PRP, et al. Effects of high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise on inflammatory, leptin, iga, and lipid peroxidation responses in obese males. Front Physiol. 2018; 9:567. [DOI:10.3389/fphys.2018.00567] [PMCID]

[101] Hajizadeh Maleki B, Tartibian B, Mooren FC, FitzGerald LZ, Krüger K, Chehrazi M, et al. Low-to-moderate intensity aerobic exercise training modulates irritable bowel syndrome through antioxidative and inflammatory mechanisms in women: Results of a randomized controlled trial. Cytokine. 2018; 102:18-25. [DOI:10.1016/j.cyto.2017.12.016]

[102] Durrer C, Francois M, Neudorf H, Little JP. Acute high-intensity interval exercise reduces human monocyte Toll-like receptor 2 expression in type 2 diabetes. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2017; 312(4):R529-38. [DOI:10.1152/ajpregu.00348.2016] [PMCID]

[103] Szlezak AM, Szlezak SL, Keane J, Tajouri L, Minahan C. Establishing a dose-response relationship between acute resistance-exercise and the immune system: Protocol for a systematic review. Immunol Lett. 2016; 180:54-65. [DOI:10.1016/j.imlet.2016.10.010]

[104] Dorneles GP, Haddad DO, Fagundes VO, Vargas BK, Kloecker A, Romão PRT, et al. High intensity interval exercise decreases IL-8 and enhances the immunomodulatory cytokine interleukin-10 in lean and overweight–obese individuals. Cytokine. 2016; 77:1-9. [DOI:10.1016/j.cyto.2015.10.003]

[105] Gomes EC, Florida-James G. Exercise and the Immune System. In: Esser C, editor. Environmental Influences on the Immune System. Vienna: Springer Vienna; 2016. https://www.springer.com/gp/book/9783709118887

[106] Sarir H, Emdadifard G, Farhangfar H, TaheriChadorneshin H. Effect of vitamin E succinate on inflammatory cytokines induced by high-intensity interval training. J Res Med Sci. 2015; 20(12):1177-81. [DOI:10.4103/1735-1995.172986] [PMCID]

[107] Zwetsloot KA, John CS, Lawrence MM, Battista RA, Shanely RA. High-intensity interval training induces a modest systemic inflammatory response in active, young men. J Inflamm Res. 2014; 7:9-17. [DOI:10.2147/JIR.S54721] [PMCID]

[108] Gholamnezhad Z, Boskabady MH, Hosseini M, Sankian M, Khajavi Rad A. Evaluation of immune response after moderate and overtraining exercise in wistar rat. Iran J Basic Med Sci. 2014; 17(1):1-8. [PMCID]

[109] Neves PRDS, Tenório TRDS, Lins TA, Muniz MTC, Pithon-Curi TC, Botero JP, et al. Acute effects of high- and low-intensity exercise bouts on leukocyte counts. J Exerc Sci Fit. 2015; 13(1):24-8. [DOI:10.1016/j.jesf.2014.11.003] [PMCID]

[110] Zimmer P, Baumann FT, Bloch W, Schenk A, Koliamitra C, Jensen P, et al. Impact of exercise on pro inflammatory cytokine levels and epigenetic modulations of tumor-competitive lymphocytes in Non-Hodgkin-Lymphoma patients-randomized controlled trial. Eur J Haematol. 2014; 93(6):527-32. [DOI:10.1111/ejh.12395]

[111] Child M, Leggate M, Gleeson M. Effects of two weeks of high-intensity interval training (HIIT) on monocyte TLR2 and TLR4 expression in high BMI sedentary men. Int J Exerc Sci. 2013; 6(1):81-90. https://digitalcommons.wku.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1485&context=ijes

[112] Rahmati M, Khazani A, Gharakhanlou R, Movaheddin M, Manaheji H. [Chronic effects of moderate intensity endurance training on neuropathic pain symptoms in diabetic rats (Persian)]. Physiol Pharmacol. 2013; 16(4):435-45. http://irisweb.ir/files/site1/rds_journals/26/article-26-5876.pdf

[113] Shirvani H, Ghahreman Tabrizi K, Sobhani V. [Effects of high intensity intermittent exercise on serum Immunoglobulin's and Complement system response in youth soccer players (Persian)]. J Birjand Univ Med Sci. 2013; 20(3):233-43. http://journal.bums.ac.ir/article-1-1331-en.html

[114] Navarro F, Bacurau AVN, Pereira GB, Araújo RC, Almeida SS, Moraes MR, et al. Moderate exercise increases the metabolism and immune function of lymphocytes in rats. Eur J Appl Physiol. 2013; 113(5):1343-52. [DOI: 10.1007/s00421-012-2554-y]

[115] Wright BJ, Eddy PJ, Kent S. Work stress, immune, and inflammatory markers. In: Bültmann U, Siegrist J, editors. Handbook of Socioeconomic Determinants of Occupational Health. Germany: Springer; 2020. https://www.amazon.com/Handbook-Disability-Health-Occupational-Sciences/dp/3030243354

[116] Segerstrom SC, Miller GE. Psychological stress and the human immune system: A meta-analytic study of 30 years of inquiry. Psychol Bull. 2004; 130(4):601-30. [DOI:10.1037/0033-2909.130.4.601] [PMCID]

[117] Felten SY, Felten DL. Neural-immune interactions. Prog Brain Res. 1994; 100:157-62. [PMID]

[118] Cohen S, Williamson GM. Stress and infectious disease in humans. Psychol bull. 1991; 109(1):5-24. [DOI:10.1037/0033-2909.109.1.5]

[119] Gouin JP. Chronic stress, immune dysregulation, and health. Am J Lifestyle Med. 2011; 5(6):476-85. [DOI:10.1177/1559827610395467]

[120] Kennedy PJ, Cryan JF, Quigley EMM, Dinan TG, Clarke G. A sustained hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to acute psychosocial stress in irritable bowel syndrome. Psychol Med. 2014; 44(14):3123-34. [DOI:10.1017/S003329171400052X]

[121] Hightower LE, Santoro MG. Coronaviruses and stress: From cellular to global. Cell Stress Chaperones. 2020; 25(5):701-5. [DOI:10.1007/s12192-020-01155-4]

[122] Kanneganti T-D, Dixit VD. Immunological complications of obesity. Nat immunol. 2012; 13(8):707-12. [DOI:10.1038/ni.2343]

[123] de Heredia FP, Gómez-Martínez S, Marcos A. Obesity, inflammation and the immune system. Proc Nutr Soc. 2012; 71(2):332-8. [DOI:10.1017/S0029665112000092]

[124] Guilherme A, Virbasius JV, Puri V, Czech MP. Adipocyte dysfunctions linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. Nat Rev Mol Cell Biol. 2008; 9(5):367-77. [DOI:10.1038/nrm2391] [PMCID]

[125] Feuerer M, Herrero L, Cipolletta D, Naaz A, Wong J, Nayer A, et al. Lean, but not obese, fat is enriched for a unique population of regulatory T cells that affect metabolic parameters. Nat Med. 2009; 15(8):930-9. [DOI:10.1038/nm.2002] [PMCID]

[126] Deng J, Liu S, Zou L, Xu C, Geng B, Xu G. Lipolysis response to endoplasmic reticulum stress in adipose cells. J Biol Chem. 2012; 287(9):6240-9. [DOI: 10.1074/jbc.M111.299115] [PMCID]

[127] Sartipy P, Loskutoff DJ. Monocyte chemoattractant protein 1 in obesity and insulin resistance. Proc Natl Acad Sci USA. 2003; 100(12):7265-70. [DOI: 10.1073/pnas.1133870100] [PMCID]

[128] Lagathu C, Yvan-Charvet L, Bastard JP, Maachi M, Quignard-Boulangé A, Capeau J, et al. Long-term treatment with interleukin-1beta induces insulin resistance in murine and human adipocytes. Diabetologia. 2006; 49(9):2162-73. [DOI:10.1007/s00125-006-0335-z]

[129] Weisberg SP, McCann D, Desai M, Rosenbaum M, Leibel RL, Ferrante Jr AW. Obesity is associated with macrophage accumulation in adipose tissue. J Clin Invest. 2003; 112(12):1796-808. [DOI:10.1172/JCI19246] [PMCID]

[130] Karlsson EA, Sheridan PA, Beck MA. Diet-induced obesity in mice reduces the maintenance of influenza-specific CD8+ memory T cells. J Nutr. 2010; 140(9):1691-7. [DOI:10.3945/jn.110.123653] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank