

A Study of 8 Weeks of High-Intensity Interval Training along with Coenzyme Q10 and Vitamin D Supplementation on Coordination, Balance, and Cognitive Function of Inactive Students with a History of COVID-19

Farhad Azimi 

Ph.D., Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran. Farhad.azimii@yahoo.com

Ehsan Sadeghi 

Master's Student, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran. ehsansadeghi111@gmail.com

Aydin Valizadeh 

Associate Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran (**Corresponding author**). valizadeh@uma.ac.ir

Abstract

The purpose of the present study is to review the effect of 8 weeks of high-intensity interval training (HIIT) along with coenzyme Q10 and vitamin D supplementation on coordination, balance, and cognitive function of inactive students who had a history of COVID-19. The research method was post-test with a control group. To this aim, 30 participants with the average age of 21.5±0.5 were randomly divided into intervention and placebo groups. Simultaneous with starting HIIT workouts, coenzyme Q10 and vitamin D supplementation was also used. The placebo group received 3 empty capsules instead of coenzyme Q10 and vitamin D supplementation for the treatment group. Independent t-test was used for statistical analysis and according to the results, no significant difference was observed between the groups in terms of coordination tests. Moreover, the cognitive function of the participants in the intervention group improved significantly compared to the placebo group. It seems that HIIT workouts could enhance the cognitive function and active balance of those who had a history of COVID-19. After their recovery, patients affected by COVID-19 can use HIIT workouts to accelerate the betterment of their cognitive and balance function.

Keywords: Interval Training, Coenzyme Q10, Vitamin D, Cognitive Function, Balance, Students, COVID-19 Disease.

Cite this article: Azimi, F., Sadeghi, E. & Valizadeh, A. (2023). A Study of 8 Weeks of High-Intensity Interval Training along with Coenzyme Q10 and Vitamin D Supplementation on Coordination, Balance, and Cognitive Function of Inactive Students with a History of COVID-19. *Applied Research in Sports Science and Health*, 2(2), p.

Received: 2023/03/22 ; Revised: 2023/04/04 ; Accepted: 2023/04/30 ; Published online: 2023/05/05


Article type: Research Article


Publisher: Qom Islamic Azad University


© the authors



**بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با مکمل یاری
کوآنزیم Q۱۰ و ویتامین D بر هماهنگی، تعادل و عملکرد شناختی
در دانشجویان غیرفعال با سابقه ابتلا به بیماری کووید ۱۹**

فرهاد عظیمی:  دکتری، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
Farhad.azimii@yahoo.com

احسان صادقی:  دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. ehsansadeghi1611@gmail.com

آیدین ولی‌زاده:  دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (نویسنده
مسئول). valizadeh@uma.ac.ir

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا، همراه با مکمل یاری کوآنزیم Q۱۰ و ویتامین D بر هماهنگی، تعادل و عملکرد شناختی در دانشجویان غیرفعال با سابقه ابتلا به بیماری کرونا بود. روش تحقیق پس‌آزمون با گروه کنترل بود. بدین منظور تعداد ۲۰ داوطلب با میانگین سنی 21.7 ± 0.7 سال به طور تصادفی به دو گروه مداخله و دارونما تقسیم شدند. داوطلبان گروه مداخله در ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIT) شرکت کردند. همزمان با شروع برنامه تمرین HIT، مکمل یاری کوآنزیم Q۱۰ و ویتامین D نیز انجام شد. گروه دارونما نیز دو عدد قرص به شکل کپسول خالی همزمان با مصرف مکمل‌های کوآنزیم Q۱۰ و ویتامین D در گروه مداخله

^۱ **استناد به این مقاله:** عظیمی، فرهاد؛ صادقی، احسان؛ ولی‌زاده، آیدین (۱۴۰۲). بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با مکمل یاری کوآنزیم Q۱۰ و ویتامین D بر هماهنگی، تعادل و عملکرد شناختی در دانشجویان غیرفعال با سابقه ابتلا به بیماری کووید ۱۹. پژوهش‌های کاربردی در علوم ورزش و سلامت، ۲(۲)، ص

© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۰۲؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۰۱/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۰۲/۱۵



دریافت نمودند. برای بررسی‌های آماری از آزمون t مستقل استفاده شد. براساس نتایج حاصل تفاوتی در اجرای آزمون هماهنگی بین گروه‌ها مشاهده نشد. همچنین عملکرد شناختی در شرکت‌کنندگان گروه مداخله در مقایسه با گروه دارونما به طور معنی‌داری بهبود یافت. به نظر می‌رسد که تمرینات تناوبی با شدت بالا توانسته است عملکرد شناختی و تعادل پویا را در افراد با سابقه ابتلا به بیماری کووید ۱۹ بهبود بخشد. بیماران مبتلا به کووید ۱۹ می‌توانند پس از بهبودی از بیماری و به منظور تسریع بهبود در عملکردهای شناختی و تعادلی از تمرینات تناوبی با شدت بالا استفاده کنند.

کلیدواژه‌ها: تمرینات تناوبی، کوآنزیم Q₁₀، ویتامین D، عملکرد شناختی، تعادل، دانشجویان، بیماری کووید ۱۹.

مقدمه

با شروع سال ۲۰۲۰ بیماری مرگ‌آوری با نام کووید ۱۹ شیوع پیدا کرد که تمام کشورهای جهان را در عفونت ویروسی فرو برد. عفونت‌های ویروسی به صورت طبیعی با عفونت دستگاه تنفسی فوقانی همراه است که تب، سردرد و سرفه معمولاً به عنوان علائم آن گزارش شده است (لی^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). ویروس کرونا علاوه بر سیستم تنفسی، می‌تواند بر دیگر قسمت‌های بدن از جمله سیستم عصبی و مغز نیز تأثیر گذاشته و عملکرد آن را مختل نماید (هوگان^۲ و همکاران، ۲۰۲۲). با این‌که هم‌اکنون از پاندمی کرونا عبور کرده‌ایم، اما مطالعات نشان داده‌اند که اثرات منفی ابتلای به این بیماری، خصوصاً در عملکرد شناختی برای مدت‌ها باقی می‌ماند (کارفی^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). در حالی که اکثر بیماران از این بیماری بهبود می‌یابند، شواهد فزاینده نشان می‌دهد که بیش از نیمی از بیماران بهبودیافته از بیماری کرونا، از جمله آن‌هایی که علائم خفیف داشته‌اند، علائم طولانی مدت پس از این بیماری را نشان می‌دهند که به عنوان سندروم کووید-۱۹ طولانی^۴ (LCS) شناخته می‌شود و شامل کاهش تندرستی (مانند کاهش وزن و خستگی)، تحرک، سلامت روان (مانند افزایش اضطراب)، افت عملکرد قلبی-عروقی، قلبی-تنفسی و شناختی می‌باشد (گروف^۵ و همکاران، ۲۰۲۱).

برخلاف سایر گونه‌های خانواده کروناویروس، کووید-۱۹ توانایی منحصربه‌فردی در تأثیر گذاشتن بر اندام‌های متعدد از جمله سیستم عصبی مرکزی (CNS) دارد. در واقع، مطالعات نشان می‌دهند که تا ۸۰ درصد از بیماران مبتلا به کرونا ممکن است از عوارض عصبی و روانی از جمله از دست دادن بویایی و کاهش قابل توجه عملکرد اجرایی (مانند حافظه کاری، توجه) و احساس خستگی یا مه‌مغزی^۶ حتی ماه‌ها پس از بهبودی رنج ببرند (کارفی و همکاران، ۲۰۲۰). در حالی که سازوکار چگونگی تأثیر بیماری کرونا بر سیستم عصبی مرکزی پیچیده و نامشخص است، یافته‌های اولیه از گزارش‌های کالبد شکافی (موکرچی^۷ و سولمون، ۲۰۲۱) و مطالعات تصویربرداری عصبی (هوگان و همکاران، ۲۰۲۲)، تغییرات ساختاری و عملکردی در مغز را نشان داده‌اند که ممکن است با اختلالات عصبی مرتبط با سندروم بیماری کرونا مرتبط باشد. با این حال، تا به امروز روش‌های درمانی برای کاهش علائم عصبی و شناختی سندروم بیماری کرونای طولانی محدود مانده است.

یکی از راه‌های بالقوه برای بهبود علائم شناختی ناشی از بیماری کرونا ورزش است. اخیراً تأکید ویژه‌ای بر مداخلات مختلف برای کاهش شدت علائم، مدت زمان و بهبود پیامدهای بلندمدت وجود دارد. در این راستا، سازمان‌هایی مانند کالج آمریکایی پزشکی ورزشی (ACSM) برای بازگشت به فعالیت بدنی و به‌ویژه بازگشت ایمن به ورزش پس از عفونت کرونا تلاش می‌کنند (دنای^۸ و همکاران،

^۱. Li^۲. Hugon^۳. Carfi^۴. Long COVID syndrome^۵. Groff^۶. Brain fog^۷. Mukerji^۸. Denay

۲۰۲۰). به‌خوبی مستند شده است که انجام ورزش به صورت منظم مزایای متعددی را بر سیستم‌های مختلف بدن از جمله سیستم عصبی مرکزی در پی دارد (چاو^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). در واقع، مطالعه‌ای که اخیراً در مقیاس بزرگ صورت گرفته است، شواهدی را برای اثرات محافظتی فعالیت بدنی منظم، به‌ویژه فعالیت‌های بدنی انجام شده با شدت متوسط تا شدید در برابر عوارض شدید و مرگ‌ومیر ناشی از بیماری کرونا ارائه می‌کنند (استین‌کمپ^۲ و همکاران، ۲۰۲۲). به طور مشابه، بی‌حرکی نیز با خطر بالای پیامدهای شدیدتر مرتبط با بیماری کرونا همراه است (سالیس^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین، می‌توان تصور کرد که ورزش می‌تواند برای توان بخشی و کاهش عوارض عصبی ناشی از بیماری کرونا، از جمله افت عملکرد شناختی نیز مفید واقع شود.

تمرینات تناوبی نوعی تمرینات ورزشی است که فرد در یک وهله کوتاه، فعالیت ورزشی انجام می‌دهد و سریعاً پس از آن استراحت فعال یا غیرفعال کوتاه دارد و این روند بسته به شدت و طول فعالیت چند بار تکرار می‌شود (گیبالا^۴ و همکاران، ۲۰۰۶). اگر وهله‌های فعالیت ورزشی با شدت زیاد انجام شود، فعالیت تناوبی با شدت زیاد (HIT) نامیده می‌شود. فعالیت ورزشی طولانی‌مدت و تداومی هوازی پاسخ التهابی شدیدی ایجاد می‌کند و باعث سرکوب موقتی عملکرد دستگاه ایمنی (نیمن^۵، ۱۹۹۷) و افزایش احتمال عفونت می‌شود (نیمن، ۲۰۰۸). به نظر می‌رسد که HIT جایگزین مناسبی برای زمانی است که فرد وقت زیادی برای ورزش کردن ندارد، چرا که در زمان اندک انجام می‌شود و کارایی زیادی دارد. در پژوهش‌های قبلی نشان داده شده است که انجام منظم ۱۰ تا ۲۰ دقیقه فعالیت تناوبی شدید در روز، فواید سلامتی و جسمانی معادل یا بالاتر از ۳۰ تا ۶۰ دقیقه فعالیت تداومی با شدت متوسط (انجام فعالیت به شکل پیوسته) دارد (گاسر^۶ و همکاران، ۲۰۱۱). نشان داده شده است که این نوع تمرین در بهبود سلامت جسمانی بیماران دیابتی، قلبی عروقی، و بیماری چربی خون و چاقی بسیار مناسب است (ایتو^۷، ۲۰۱۹). همچنین پذیرفته شده است که این نوع تمرینات در مقایسه با تمرینات تداومی با شدت متوسط اثرگذاری بهتری بر دستگاه ایمنی و شاخص‌های التهابی دارد (احمدی‌زاد و همکاران، ۲۰۱۵).

از سوی دیگر، مطالعات مختلف نقش مثبت ویتامین D را در جلوگیری از ابتلای به بیماری کرونا و نیز کاهش اثرات وخیم ناشی از بیماری گزارش کرده‌اند (مقبولی و همکاران، ۲۰۲۰). ویتامین D علاوه بر نقش در هومئوستاز کلسیم و متابولیسم استخوان، در تقویت و تنظیم فعالیت سیستم ایمنی نیز اهمیت زیادی دارد (چارونگام و هولیک^۸، ۲۰۲۰). از این رو، ویتامین D با تقویت سیستم ایمنی و افزایش تولید عوامل آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی می‌تواند نقش موثری در پیشگیری از ابتلا به بیماری کرونا داشته باشد. همچنین این ویتامین با تعدیل فعالیت و افزایش کارایی سلول‌های ایمنی طبیعی و اختصاصی و نیز کاهش التهاب ناشی از تحریک بیش از حد آن‌ها، می‌تواند در

^۱. Chow

^۲. Steenkamp

^۳. Sallis

^۴. Gibala

^۵. Nieman

^۶. Gaesser

^۷. Ito

^۸. Charoenngam & Holick

کاهش علائم بیماری کووید-۱۹ مؤثر باشد (خللادی و احمدی، ۱۴۰۰). کوآنزیم Q₁₀ واسطه انتقال الکترون بین فلاووپروتئین‌ها و سیتوکروم‌ها در زنجیره تنفسی میتوکندری است. مشخص شده است که سن بالا، تغذیه نامناسب، استرس و بیماری در کمبود کوآنزیم Q₁₀ در بدن مؤثر بوده و پس از سن ۲۰ سالگی، توانایی سنتز این کوآنزیم از مواد غذایی در بافت‌های بدن کاهش می‌یابد و بدن با کمبود آن مواجه می‌شود (بورکاوا^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). کوآنزیم Q₁₀ علاوه بر نقش داشتن در انتقال انرژی، به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان نیز عمل می‌کند (سهراب‌وندی و همکاران، ۱۳۹۶). نشان داده شده است که این کوآنزیم در بازسازی سلول‌های عصبی بیماران مؤثر است و مکمل یاری آن می‌تواند به میزان قابل توجهی اختلالات عصبی را بهبود بخشد (شالتز^۲ و همکاران، ۲۰۰۲) و از خستگی ذهنی پیشگیری کند (میزونو^۳ و همکاران، ۲۰۰۸). با عنایت به موارد فوق‌الذکر و با توجه به اطلاعات محدودی که در این زمینه وجود دارد، پژوهش حاضر درصدد پاسخ به این سوال است که آیا ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با مکمل‌یاری کوآنزیم Q₁₀ و ویتامین D بر هماهنگی، تعادل و عملکرد شناختی در دانشجویان غیرفعال با سابقه ابتلا به بیماری کرونا تأثیر دارد؟

روش تحقیق

طرح تحقیق مطالعه نیمه‌تجربی حاضر، پس‌آزمون با گروه کنترل بود. تعداد ۲۰ نفر با میانگین سنی $21/7 \pm 5/7$ سال، قد $177/1 \pm 6/8$ سانتی‌متر و وزن $80/2 \pm 5/2$ کیلوگرم داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند. شرکت‌کنندگان اعتیاد به سیگار و الکل نداشتند، به بیماری‌های مزمن مبتلا نبودند و از سلامت کامل قلبی-عروقی-تنفسی با تأیید پزشک متخصص برخوردار بودند. همچنین آنان سابقه ابتلا به بیماری کووید-۱۹ را در ۱ سال گذشته داشته‌اند، سطح ویتامین D سرمی آنان کمتر از ۲۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر بود و سابقه فعالیت ورزشی منظم پس از ابتلا به بیماری کووید ۱۹ را نداشتند.

داوطلبان در ابتدا طی جلسه‌ای با روش اجرای مطالعه آشنا شدند. همچنین، از همه آزمودنی‌ها نمونه خونی اخذ شد تا میزان ویتامین D آنان بررسی گردد. بدین منظور، بدنال ناشتایی شبانه، نمونه‌های خونی از ورید بازویی در حالت نشسته جمع‌آوری و در ویال‌های حاوی EDTA ریخته شد و از روش الیزا برای تعیین مقادیر مربوط به میزان ویتامین D₃ (کیت پیش‌تازطب - ایران) سرمی استفاده شد. ۲۴ ساعت پس از آن، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در ۲ گروه دارونما (تعداد = ۱۰ نفر) و مداخله (تعداد = ۱۰ نفر) تقسیم شدند. داوطلبان گروه مداخله در ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIT) شرکت نمودند. همچنین، آزمودنی‌های گروه مداخله، مکمل کوآنزیم Q₁₀ (OPD Pharma - ایران) ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر روز و ویتامین D (زهراوی-ایران) ۵۰۰۰۰ واحد در هر هفته را همزمان با شروع برنامه تمرین، مصرف کردند. مصرف قرص‌ها هر روز بین ساعات ۱۰ الی ۱۱ صبح و حداقل ۲ ساعت پس از صرف صبحانه بود. گروه دارونما نیز دو عدد قرص به شکل کپسول خالی همزمان با مصرف مکمل‌های کوآنزیم Q₁₀ و ویتامین D در گروه مداخله دریافت نمودند.

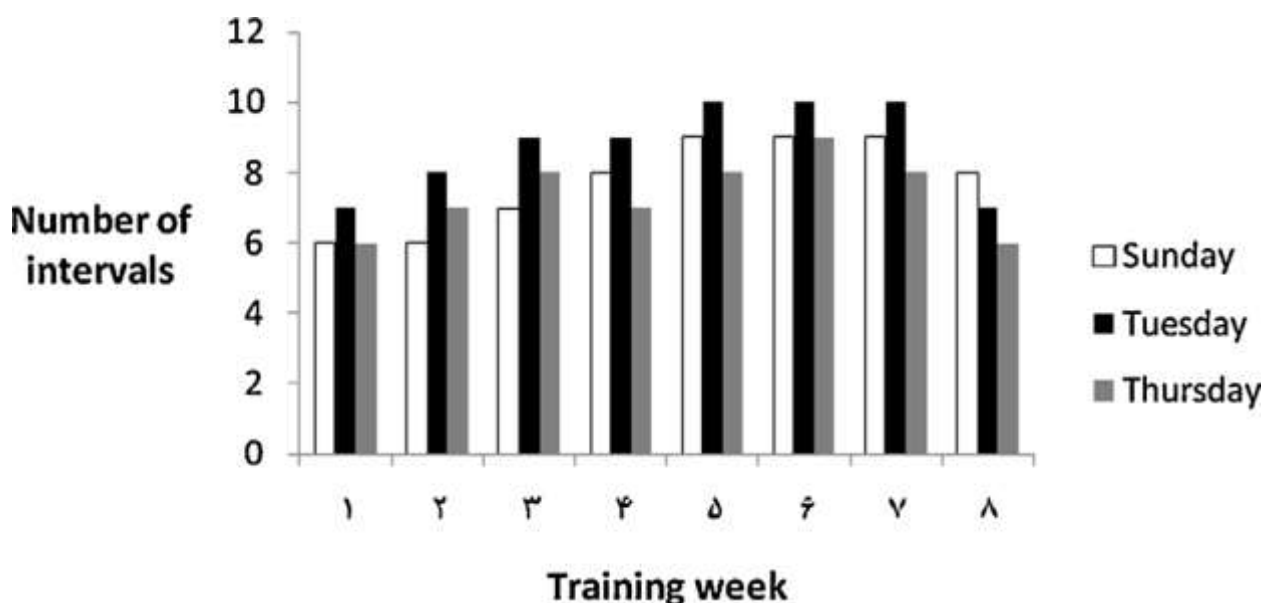
^۱. Borekova

^۲. Shults

^۳. Mizuno

پروتکل تمرینی

شرکت‌کنندگان گروه مداخله در برنامه تمرینی تحت نظارت و پیش‌رونده شرکت کردند. شرکت‌کنندگان سه جلسه در هفته به مدت هشت هفته متوالی تمرین کردند. هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۶ تا ۱۰ تکرار ۳۰ ثانیه‌ای دو سرعتی با ۴ دقیقه ریکاوری غیرفعال بین تکرارها و ۵ دقیقه سرد کردن در انتهای جلسه بود. برنامه تمرینی شامل افزایش دوره‌ای در حجم تمرین، با کاهش حجم (تیبیر) در هفته آخر همراه بود. پروتکل برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای در نمودار ۱ ارائه شده است. شرکت‌کنندگان به طور همزمان و توسط یک سرمربی و دو دستیار که در هر جلسه تمرین حضور داشتند، تمرین کردند (سیاه‌کوهیان و همکاران، ۲۰۱۳). لازم به توضیح است با توجه به این که آزمودنی‌ها غیرفعال بودند، یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی، داوطلبان در برنامه تمرینی یک هفته‌ای (۳ جلسه در هفته) با ویژگی‌های برنامه تمرینی اصلی اما با شدت کمتر شرکت کردند.



نمودار ۱- پروتکل برنامه تمرینی

اندازه‌گیری تعادل پویا

برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون تعادل گردش ستاره^۱ (SEBT) استفاده شد. در این آزمون، فرد باید تعادل خود را روی یک پا بدون درگیر شدن سطح اتکا و به هم خوردن تعادل حفظ کند، درحالی‌که با پای دیگر عمل دستیابی را با کسب حداکثر فاصله در ۸ جهت انجام می‌دهد. هدف از انجام عمل دستیابی در SEBT، حفظ تعادل هنگام ایجاد حداکثر اختلال در موازنه بدن و توانایی برگشت به حالت موازنه (حرکت فعال COP) است. گزارش شده است که SEBT آزمونی ساده، ارزان، سریع و دارای روایی و پایایی بالایی است که به تجهیزات مخصوص نیاز ندارد و توانایی عملکردهای حرکتی، اجراهای عملکردی اندام‌های تحتانی در جهت‌های مختلف و کنترل پاسچر پویا را نشان می‌دهد. این آزمون که برای اولین بار توسط گریبل^۲ معرفی شد، یک شبکه با ۸ خط در جهات مختلف با زاویه ۴۵ درجه است که فرد در مرکز شبکه با یک پا می‌ایستد و پای دیگر را در جهات ۸ خط تا جایی که امکان دارد حرکت می‌دهد. آزمودنی در مرکز ستاره بر روی پای راست قرار می‌گرفت و با پای دیگر عمل دستیابی بدون خطا انجام می‌شد. خطاها: حرکت پا از مرکز ستاره، تکیه با پای دیگر در نقطه تماس خط ستاره، افتادن شخص و جدا کردن دست‌ها از پهلوها در هشت جهت ستاره. لازم به توضیح است که جهت‌ها را آزمونگر به صورت تصادفی تعیین می‌کرد. فاصله محل تماس پای آزاد آزمونگر تا مرکز ستاره، فاصله دستیابی بود. هر آزمودنی هر یک از جهت‌ها را سه بار انجام می‌داد و در نهایت میانگین آن‌ها محاسبه، بر اندازه طول پا برحسب سانتی‌متر تقسیم و سپس در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شد تا فاصله دستیابی، برحسب درصدی از اندازه طول پا به دست آید (حیدری، ۱۳۹۶).

اندازه‌گیری هماهنگی عصبی-عضلانی

برای اندازه‌گیری هماهنگی عصبی-عضلانی از آزمون ضربه زدن پا^۳ استفاده شد. بدین منظور، آزمودنی روی صندلی با ارتفاع قابل تنظیم می‌نشست به طوری که کف هر دو پا با زمین تماس پیدا می‌کرد و مفاصل ران و زانو تقریباً ۹۰ درجه خم می‌شدند. از آزمودنی خواسته می‌شد تا پنجه پای خود را به طور مکرر و با حداکثر سرعت ممکن در مدت ۱۰ ثانیه بالا و پایین ببرد و به زمین ضربه بزند، در حالی‌که پاشنه‌های او روی زمین قرار می‌گیرد. آزمایش برای هر دو پا به طور جداگانه انجام می‌شد و ممتحن تعداد ضربه‌ها را برای هر پا می‌شمرد. این آزمون برای هر دو پا بار تکرار و بهترین عملکرد لحاظ شد. میانگین دو پای چپ و راست به‌عنوان نمره داوطلب در نظر گرفته شد (انوکی^۴ و همکاران، ۲۰۱۹).

اندازه‌گیری عملکرد شناختی

قبل از مطالعه از آزمودنی‌های دو گروه تست پرسشنامه‌ای مقیاس ارزیابی شناختی مونترال (MOCA) گرفته شد تا از همسانی میانگین عملکرد شناختی در دو گروه اطمینان حاصل شود (گروه مداخله: $26/4 \pm 5/4$ و گروه دارونما: $25/9 \pm 4/3$; $p > 0/5$). برای ارزیابی

^۱. Star Excursion Balance Training

^۲. Gribble

^۳. Foot Tapping Test

^۴. Enoki

عملکرد شناختی از آزمون نماد و ارقام^۱ که یکی از خرده آزمون‌های مقیاس هوش وکسلر است و برای سنجش سرعت پردازش اطلاعات به کار می‌رود، استفاده شد (سنلی^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). در این آزمون، آزمودنی باید رمز هر عدد را مطابق الگوی داده شده روی برگه خاصی ثبت کند. پس از یک تمرین کوتاه روی چند نمونه، ۹۰ ثانیه به آزمودنی فرصت داده می‌شود تا هر اندازه که می‌تواند رمز یا نماد مربوط به اعداد را در فرمی که در اختیارش گذاشته شده وارد کند.

آزمون فراخنای ارقام رو به جلو^۳، تکلیفی است که برای سنجش ظرفیت حافظه کوتاه‌مدت استفاده می‌شود و از خرده مقیاس‌های آزمون وکسلر است. تکلیف شامل ۱۴ سری عدد است که در ۷ بخش ۲ کوششی ارائه می‌شود. تعداد اعداد در هر بخش به ترتیب عبارتند از ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹. بدین مفهوم که در دو کوشش اول بخش نخست، هر سری شامل سه عدد، در دو کوشش دوم، هر سری شامل چهار عدد؛ در دو کوشش سوم، هر سری شامل پنج عدد و به همین ترتیب تا آخر ادامه می‌یابد. روش اجرا بدین ترتیب است که آزمایشگر، اعداد را به صورت یک عدد در هر ثانیه با صدای بلند و واضح می‌خواند و پس از اتمام قرائت هر سری، ده ثانیه به شرکت‌کننده فرصت می‌دهد تا اعداد را دقیقاً به همان ترتیبی که شنیده است یادآوری و تکرار کند. تکلیف، زمانی قطع می‌شود که شرکت‌کننده نتواند هر دو کوشش یک بخش را به درستی یادآوری و تکرار کند حداکثر نمره در ارقام رو به جلو (مستقیم)، ۱۴ نمره است (کوکوک^۴ و همکاران، ۲۰۱۳).

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری، با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک مشخص شد که متغیرهای بررسی شده دارای توزیع نرمال هستند. از آزمون t مستقل برای مقایسه اطلاعات به دست آمده بین گروهی استفاده شد. رابطه معنی‌دار بین متغیرها در سطح $P \leq 0/05$ مورد توجه و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها

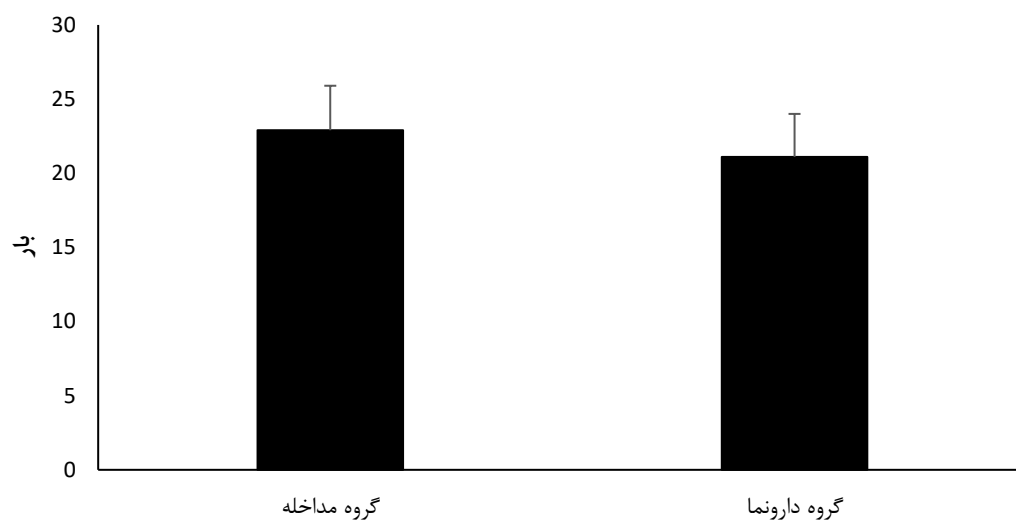
نتایج آزمون t مستقل در مورد آزمون هماهنگی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود ندارد ($p > 0/05$) (نمودار ۲).

^۱. Digit symbol substitution test

^۲. Seneli

^۳. Forward digit span

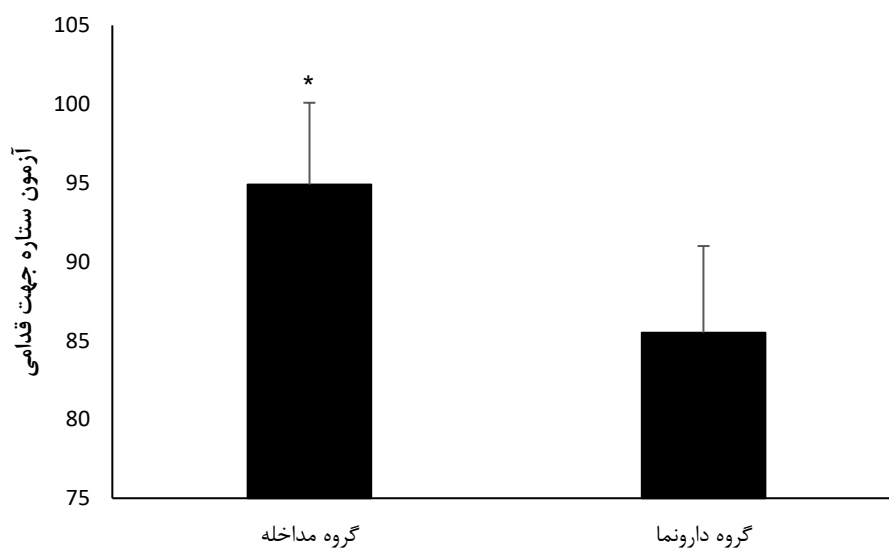
^۴. Koekkoek



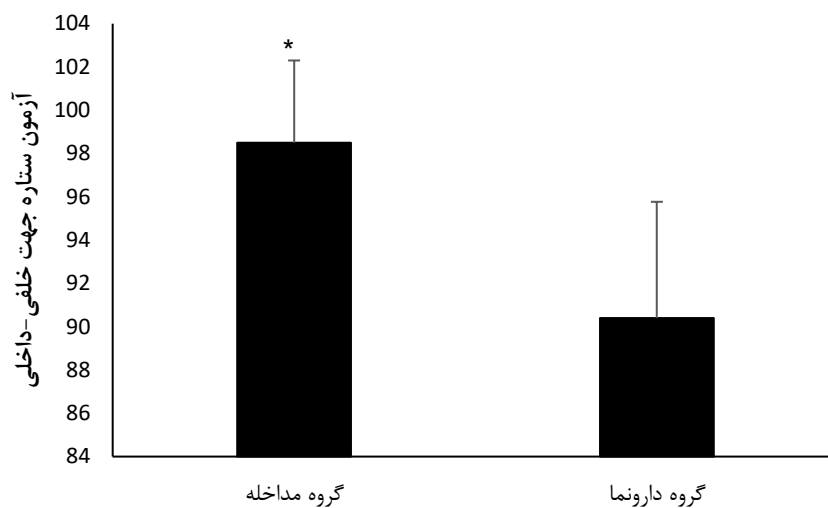
نمودار ۲- میانگین نتایج آزمون هماهنگی بین گروه‌های تحقیق ($p > 0/05$)

نتایج آزمون t مستقل در مورد آزمون تعادلی ستاره در سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود دارد ($p \leq 0/05$). به عبارت دیگر، گروه مداخله عملکرد بهتری نسبت به گروه دارونما نشان دادند (نمودار ۳).

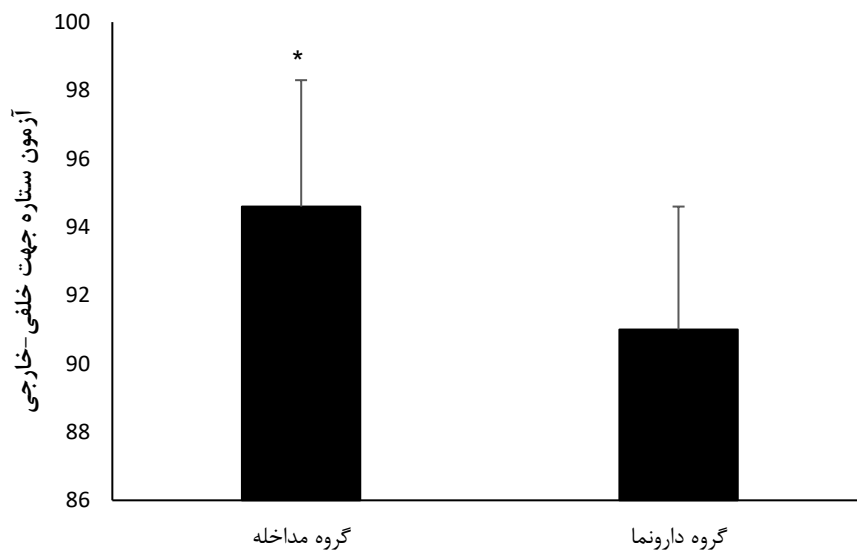
(الف)



(ب)



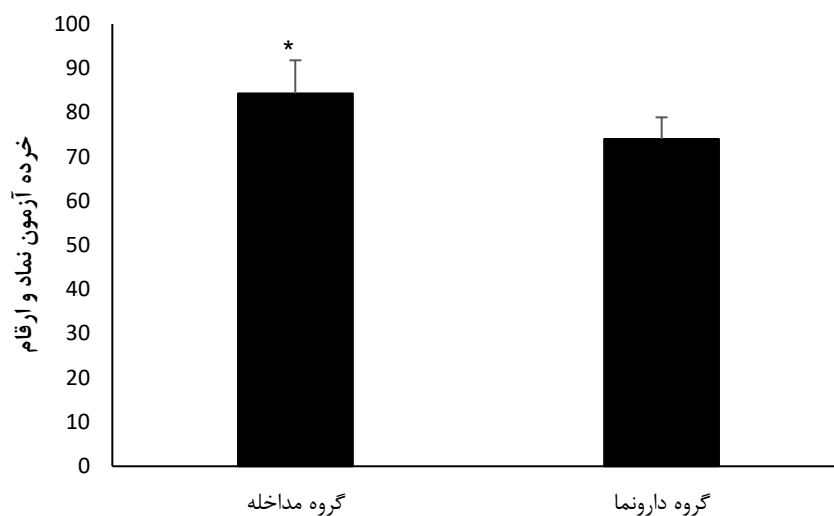
(ج)



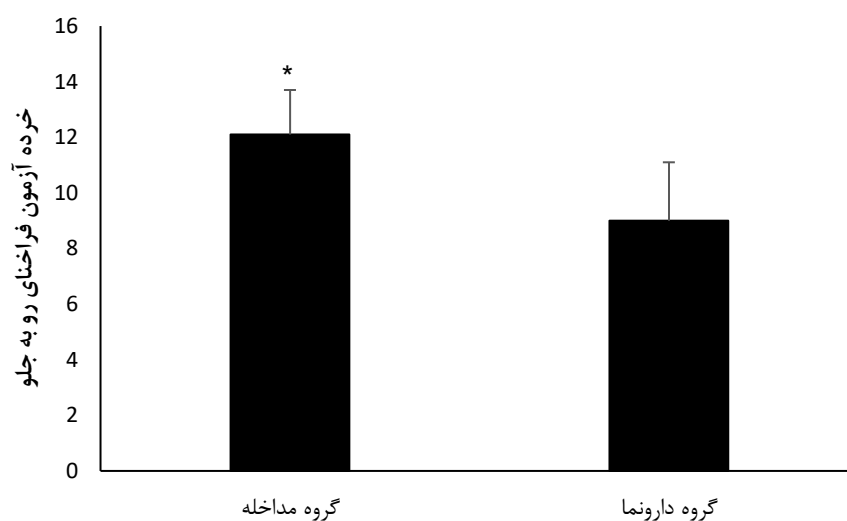
نمودار ۳- میانگین نتایج آزمون تعادلی ستاره در سه جهت قدامی (الف) خلفی-داخلی (ب) و خلفی-خارجی (ج) بین گروه‌های تحقیق ($p \leq 0/05$)

نتایج آزمون t مستقل در مورد نتایج آزمون عملکرد شناختی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در هر دو خرده آزمون نماد و ارقام ($p \leq 0/01$) و فراختای ارقام به جلو ($p \leq 0/01$) وجود دارد. به عبارت دیگر، گروه مداخله عملکرد شناختی بهتری نسبت به گروه دارونما نشان داد (نمودار ۴).

(الف)



(ب)



نمودار ۴- میانگین نتایج خرده آزمون‌های الف) نماد و ارقام و ب) فراختای ارقام به جلو بین گروه‌های تحقیق ($p \leq 0/05$)

بحث

یکی از مهم‌ترین موارد مطروحه در رابطه با بیماری کووید-۱۹، عوارض ناشی از ابتلا به بیماری است که ممکن است تا مدت‌ها پس از بهبودی نیز حفظ شود. از جمله این عوارض می‌توان به عملکردهای شناختی اشاره نمود که به دلیل اینکه ویروس کووید-۱۹ سیستم عصبی و مغز را نیز متأثر می‌سازد، می‌تواند رخ دهد. فعالیت‌های ورزشی منظم به‌عنوان یکی از عوامل سبک زندگی قابل اصلاح می‌تواند نقش مهمی در سلامت مغز ایفا نماید. در این مطالعه تأثیر ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با مکمل‌یاری کوآنزیم Q10 و ویتامین D بر هماهنگی، تعادل و عملکرد شناختی در دانشجویان غیرفعال با سابقه ابتلا به بیماری کرونا مورد بررسی قرار گرفت.

یکی از یافته‌های مطالعه حاضر این بود که به‌دنبال ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با مکمل‌یاری کوآنزیم Q10 و ویتامین D تفاوتی در اجرای آزمون هماهنگی بین گروه‌ها مشاهده نشد. این یافته را می‌توان به دو حالت توجیه کرد؛ اول اینکه احتمالاً میزان هماهنگی عصبی عضلانی شرکت‌کنندگان در این مطالعه تحت تأثیر بیماری کووید-۱۹ قرار نگرفته بود، و لذا بهبودی در این فاکتور به‌دنبال تمرینات ورزشی مشاهده نشد. از آنجایی که نمرات آزمون هماهنگی بدست آمده در این مطالعه در مقایسه با نمره‌های این آزمون در محدوده نرمال قرار داشت، این استدلال تا حدودی منطقی به نظر می‌رسد. توجیه دیگر برای این مشاهده این است که تمرینات اعمال شده در مطالعه حاضر، یعنی تمرینات تناوبی با شدت بالا، قادر به ایجاد تغییر در هماهنگی عصبی عضلانی افراد نبوده است؛ چرا که گزارش شده است برای بهبودی در هماهنگی عصبی عضلانی، انجام تمرینات ویژه از جمله تمرینات حس عمقی، تمرینات قدرتی، تمرینات وضعیتی یا تمرینات عصبی عضلانی ضروری می‌باشد (کونچاسیسترناس^۱ و همکاران، ۲۰۲۳).

یکی دیگر از یافته‌های مطالعه حاضر این بود که ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با مکمل‌یاری کوآنزیم Q10 و ویتامین D موجب بهبود تعادل پویا در جهات قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی در مقایسه با گروه دارونما شد. همسو با این یافته، ریسکوا^۲ و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که ۱۰ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با آب‌تنی توانست تعادل ایستا و پویای دانشجویان دختر را بهبود بخشد. بهبود در مقادیر ریشش آزمون ستاره در جهت‌های مختلف به‌دنبال انواع مختلف تمرینات ورزشی گزارش شده است (مک کون^۳ و همکاران، ۲۰۰۸).

دیگر یافته مهم این مطالعه این بود که ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با مکمل‌یاری کوآنزیم Q10 و ویتامین D موجب بهبود عملکرد شناختی در شرکت‌کنندگان گروه مداخله در مقایسه با گروه دارونما شد. ما در مطالعه حاضر از آزمون نماد و ارقام برای سنجش سرعت پردازش اطلاعات و آزمون فراخنای ارقام رو به جلو برای سنجش ظرفیت حافظه کوتاه‌مدت استفاده کردیم که هر دو از خرده آزمون‌های مقیاس هوش وکسلر می‌باشند (سنلی و همکاران، ۲۰۱۳). بیشتر مطالعات صورت پذیرفته در این زمینه مربوط به افراد سالمند یا بیمارانی می‌باشد که در آنان اختلالات شناختی وجود دارد که از از طیف وسیعی از تمرینات ورزشی و معمولاً با شدت‌های پایین تا

^۱. Concha-Cisternas

^۲. RÝZKOVÁ

^۳. McKeon

متوسط استفاده شده است. با این حال، در این رابطه، آلوس^۱ و همکاران (۲۰۲۱) در یک کار مروری با بررسی ۸ مطالعه صورت گرفته در زمینه تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا بر عملکرد شناختی در افراد جوان سالم گزارش کردند که مداخلات HIT بین ۴ تا ۱۶ هفته، به مدت ۳۰-۸ دقیقه در هر جلسه، با حداکثر ضربان قلب بیشتر از ۸۵ درصد، تأثیرات مثبتی بر عملکرد شناختی و پیامدهای روانشناختی در افراد جوان دارد. به طور جالب، بهبود عملکرد شناختی از طریق مداخله HIT در مقایسه با تمرین با شدت متوسط نیز گزارش شده است (آلوس و همکاران، ۲۰۲۱).

یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر عدم اندازه‌گیری متغیرهای وابسته در پیش‌آزمون بود؛ دلیل اینکه ما در مطالعه حاضر از پیش‌آزمون استفاده نکردیم این بود که استفاده از آزمون‌های شناختی موجب یادگیری در آزمودنی می‌شود و بنابراین اطلاعات به‌دست آمده در مرحله پس‌آزمون می‌تواند با خطا همراه باشد. محدودیت دیگر این مطالعه این بود که اثرات تجمعی متغیرهای مستقل مورد توجه قرار گرفت و اثرات جداگانه تمرین ورزشی، مکمل‌یاری ویتامین D₃ و Q₁₀ به تنهایی مورد سنجش قرار نگرفت. به این دلیل که اندازه‌گیری اثرات جداگانه هر کدام از این متغیرهای مستقل از طرفی نیازمند گروه‌های اضافی و آزمودنی‌های بیشتر بود و از طرف دیگر با توجه به معیارهای ورود به مطالعه با محدودیت آزمودنی که همه معیارهای مطالعه را داشته باشند، روبرو بودیم، از این رو در مطالعه حاضر تنها اثرات تجمعی متغیرهای مستقل مورد توجه قرار گرفت.

به نظر می‌رسد تمرینات تناوبی با شدت بالا توانسته است عملکرد شناختی و تعادل پویا را در افراد با سابقه ابتلا به بیماری کووید-۱۹ بهبود بخشد. بیماران مبتلا به کووید-۱۹ می‌توانند پس از بهبودی از بیماری و به منظور تسریع بهبود در عملکردهای شناختی و تعادلی از تمرینات تناوبی با شدت بالا استفاده کنند.

^۱. Alves

منابع

- حیدری، منوچهر (۱۳۹۶). اثر تمرینات حس عمقی در تو نبخشی فوتبالیست‌ها پس از عمل جراحی آرتروسکوپی رباط صلیبی قدامی زانو. *بیومکانیک ورزشی*، ۳(۲)، ص ۱۵-۲۵.
- خالدی، شیلر؛ احمدی، شمس‌الدین (۱۴۰۰). ضرورت مصرف ویتامین D در پیشگیری از ابتلا به بیماری کووید-۱۹. *مجله علوم پزشکی رازی*، ۲۸(۱)، ص ۹۵-۱۰۸.
- سهراب‌وندی، سارا؛ گودرزی، زهرا؛ هاشمی روان، مهناز؛ شادنوش، مهدی (۱۳۹۶). خواص سلامت‌بخش کوآنزیم Q۱۰. *طب و تزکیه*، ۲۳(۱)، ص ۶۷-۷۶.

- Ahmadizad, S., Avansar, A.S., Ebrahim, K., Avandi, M. & Ghasemikaram, M. (۲۰۱۵). The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-۱ and inflammatory markers. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, ۲۱(۳), p. ۱۶۵-۱۷۳.
- Alves, A.R., Dias, R., Neiva, H.P., Marinho, D.A., Marques, M. C. & et al. (۲۰۲۱). High-intensity interval training upon cognitive and psychological outcomes in youth: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, ۱۸(۱۰), p. ۵۳۴۴.
- Borekova, M., Hojerova, J., Koprda, V. & Bauerova, K. (۲۰۰۸). Nourishing and health benefits of coenzyme Q۱۰. *Czech journal of food sciences*, ۲۶(۴), p. ۲۲۹.
- Carfi, A., Bernabei, R. & Landi, F. (۲۰۲۰). Persistent symptoms in patients after acute COVID-۱۹. *Jama*, ۳۲۴(۶), p. ۶۰۳-۶۰۵.
- Charoenngam, N. & Holick, M.F. (۲۰۲۰). Immunologic effects of vitamin D on human health and disease. *Nutrients*, ۱۲(۷), p. ۲۰۹۷.
- Chow, Z.S., Moreland, A.T., Macpherson, H. & Teo, W.P. (۲۰۲۱). The central mechanisms of resistance training and its effects on cognitive function. *Sports Medicine*, ۵۱(۱۲), p. ۲۴۸۳-۲۵۰۶.
- Concha-Cisternas, Y., Castro-Piñero, J., Leiva-Ordóñez, A.M., Valdés-Badilla, P., Celis-Morales, C. & Guzmán-Muñoz, E. (۲۰۲۳). Effects of neuromuscular training on physical performance in older people: a systematic review. *Life*, ۱۳(۴), p. ۸۶۹.
- Denay, K.L., Breslow, R.G., Turner, M.N., Nieman, D.C., Roberts, W.O. & Best, T.M. (۲۰۲۰). ACSM call to action statement: COVID-۱۹ considerations for sports and physical activity. *Current sports medicine reports*, ۱۹(۸), p. ۳۲۶-۳۲۸.
- Enoki, H., Tani, T. & Ishida, K. (۲۰۱۹). Foot tapping test as part of routine neurologic examination in degenerative compression myelopathies: a significant correlation between ۱۰-sec foot-tapping speed and ۳۰-m walking speed. *Spine surgery and related research*, ۳(۳), p. ۲۰۷-۲۱۳.

- Gaesser, G.A. & Angadi, S.S. (۲۰۱۱). High-intensity interval training for health and fitness: can less be more? *Journal of Applied Physiology*, ۱۱۱(۶), p. ۱۵۴۰-۱۵۴۱.
- Gibala, M.J., Little, J.P., Van Essen, M., Wilkin, G.P., Burgomaster, K.A., Safdar, A. & et al. (۲۰۰۶). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of physiology*, ۵۷۵(۳), p. ۹۰۱-۹۱۱.
- Groff, D., Sun, A., Ssentongo, A.E., Ba, D.M., Parsons, N., Poudel, G.R. & et al. (۲۰۲۱). Short-term and long-term rates of postacute sequelae of SARS-CoV-۲ infection: a systematic review. *JAMA network open*, ۴(۱۰).
- Hugon, J., Msika, E.F., Queneau, M., Farid, K. & Paquet, C. (۲۰۲۲). Long COVID: Cognitive complaints (brain fog) and dysfunction of the cingulate cortex. *Journal of Neurology*, ۲۶۹(۱), p. ۴۴-۴۶.
- Ito, S. (۲۰۱۹). High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases-the key to an efficient exercise protocol. *World journal of cardiology*, ۱۱(۷), p. ۱۷۱.
- Koekkoek, P.S., Rutten, G.E., Ruis, C., Reijmer, Y.D., Van den Berg, E., Gorter, K.J. & et al. (۲۰۱۳). Mild depressive symptoms do not influence cognitive functioning in patients with type ۲ diabetes. *Psych neuroendocrinology*, ۳۸(۳), p. ۳۷۶-۳۸۶.
- Li, G., Fan, Y., Lai, Y., Han, T., Li, Z., Zhou, P. & et al. (۲۰۲۰). Coronavirus infections and immune responses. *Journal of medical virology*, ۹۲(۴), p. ۴۲۴-۴۳۲.
- Maghbooli, Z., Sahraian, M.A., Ebrahimi, M., Pazoki, M., Kafan, S., Tabriz, H.M. & et al. (۲۰۲۰). Vitamin D sufficiency, a serum ۲۵-hydroxyvitamin D at least ۳۰ ng/mL reduced risk for adverse clinical outcomes in patients with COVID-۱۹ infection. *PloS one*, ۱۵(۹).
- McKeon, P.O., Ingersoll, C.D., Kerrigan, D.C., Saliba, E.T.H.A.N., Bennett, B.C. & Hertel, J.A.Y. (۲۰۰۸). Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine & science in sports & exercise*, ۴۰(۱۰), p. ۱۸۱۰-۱۸۱۹.
- Mizuno, K., Tanaka, M., Nozaki, S., Mizuma, H., Ataka, S., Tahara, T. & et al. (۲۰۰۸). Antifatigue effects of coenzyme Q۱۰ during physical fatigue. *Nutrition*, ۲۴(۴), p. ۲۹۳-۲۹۹.
- Mukerji, S.S. & Solomon, I.H. (۲۰۲۱). What can we learn from brain autopsies in COVID-۱۹? *Neuroscience letters*, ۷۴۲(۱۸), p. ۱۳۵۵۲۸.
- Nieman, D.C. (۱۹۹۷). Immune response to heavy exertion. *Journal of applied physiology. Appl Physiol*, ۸۲(۵), p. ۱۳۸۳-۱۷۱۴.
- Nieman, D.C. (۲۰۰۸). Immunonutrition support for athletes. *Nutrition reviews*, ۶۶(۶), p. ۳۱۰-۳۲۰.
- Rýzková, E., Labudova, J., Grznár, L.U. & Šmída, M. (۲۰۱۸). Effects of aquafitness with high intensity interval training on physical fitness. *Journal of Physical Education and Sport*, No. ۱۸, p. ۳۷۳-۳۸۱.
- Sallis, R., Young, D.R., Tartof, S.Y., Sallis, J.F., Sall, J., Li, Q. & et al. (۲۰۲۱). Physical inactivity is associated with a higher risk for severe COVID-۱۹ outcomes: a study in ۴۸ ۴۴۰ adult patients. *British journal of sports medicine*, ۵۵(۱۹), p. ۱۰۹۹-۱۱۰۵.
- Seneli, R.M., Ebersole, K.T., O'Connor, K.M. & Snyder, A.C. (۲۰۱۳). Estimated V [Combining Dot Above] O₂max From the Rockport Walk Test on a Nonmotorized Curved Treadmill. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, ۲۷(۱۲), p. ۳۴۹۵-۳۵۰۵.

Shults, C.W., Oakes, D., Kieburtz, K., Beal, M.F., Haas, R., Plumb, S. & et al. (۲۰۰۲). Effects of coenzyme Q₁₀ in early Parkinson disease: evidence of slowing of the functional decline. *Archives of neurology*, ۵۹(۱۰), p.۱۵۴۱-۱۵۵۰.

Siahkoughian, M., Khodadadi, D. & Shahmoradi, K. (۲۰۱۳). Effects of high-intensity interval training on aerobic and anaerobic indices: Comparison of physically active and inactive men. *Science & Sports*, ۲۸(۵).

Steenkamp, L., Saggars, R.T., Bandini, R., Stranges, S., Choi, Y. H., Thornton, J.S. & et al. (۲۰۲۲). Small steps, strong shield: directly measured, moderate physical activity in ۶۵ ۳۶۱ adults is associated with significant protective effects from severe COVID-۱۹ outcomes. *British journal of sports medicine*, ۵۶(۱۰), p.۵۶۸-۵۷۶.