

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین ترکیبی و مکمل دهی ویتامین D بر برخی شاخص‌های آسیب عضلانی، التهابی و آنتی‌اکسایشی زنان معتاد

جواد وکیلی^{*}، رامین امیر ساسان، رعنا پورحسن

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۱۴ اردیبهشت ۱۴۰۰

پذیرش: ۲۹ اردیبهشت ۱۴۰۰

چکیده

زمینه و هدف: هدف تحقیق حاضر تعیین تأثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی و مصرف مکمل ویتامین D بر برخی شاخص‌های آسیب عضلانی، التهابی و آنتی‌اکسایشی زنان معتاد بود.

روش‌ها: در یک طرح تحقیقی نیمه تجربی از بین زنان معتاد به مت‌آفتامین و هروئین با میانگین سن $28/3 \pm 6/7$ سال، وزن $62/06 \pm 10/2$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $24/10 \pm 2/9$ ، از اردوگاه ترک اعتیاد ۳۲ نفر به صورت داوطلبانه انتخاب و با تخصیص تصادفی به چهار گروه تمرین، تمرین+مکمل (ویتامین D)، مکمل و کنترل تقسیم شدند. گروه تمرینی، تمرین مقاومتی را با شدت ۴۰-۷۰٪ یک تکرار بیشینه به مدت ۱۸ تا ۲۸ دقیقه و تمرینات هوازی را با شدت ۵۰-۷۰٪ ضربان قلب ذخیره به مدت ۱۲ تا ۳۷/۵ دقیقه و سه جلسه تمرین در هفته به مدت هشت هفته اجرا کردند. به منظور اندازه‌گیری آنزیم‌های آسیب عضلانی، التهابی و آنتی‌اکسیدانی، قبل و بعد از پروتکل تمرینی و مکمل‌دهی، نمونه خون از داوطلبین گرفته شد. برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای بررسی اثر متغیرهای مستقل، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه با اندازه‌گیری مکرر، آزمون تی وابسته و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی داری $p < 0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون تی وابسته نشان داد که شاخص کراتین کیناز در گروه‌های تمرین-مکمل و تمرین، لاکتات دهیدروژناز در گروه تمرین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در گروه تمرین-مکمل افزایش معنی‌داری داشتند ($p < 0/05$). همچنین مالون‌دی‌آلدهید در گروه‌های تمرین-مکمل و مکمل، پروتئین واکنشگر-C در گروه تمرین-مکمل کاهش معنی‌داری داشتند ($p < 0/05$). مقایسه بین گروهی نیز نشان داد که شاخص‌های ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و پروتئین واکنشگر-C در گروه تمرین-مکمل نسبت به کنترل، به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری یافتند ($p < 0/05$). علاوه بر آن، در شاخص کراتین کیناز، گروه تمرین-مکمل و گروه تمرین (هر دو) نسبت به گروه مکمل و گروه کنترل افزایش معنی‌داری یافتند ($p < 0/05$).

نتیجه‌گیری: مصرف ویتامین D همراه با انجام تمرین ورزشی باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و کاهش پروتئین واکنشگر-C در زنان معتاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آسیب عضلانی، آنزیم‌های التهابی و آنتی‌اکسیدانی، تمرین ترکیبی، زنان معتاد، ویتامین D

مقدمه

ملل، حدود ۱۸۵ میلیون نفر از مردم در سراسر جهان دچار سوءمصرف مواد هستند. به عبارتی اعتیاد به مواد مخدر ۳/۱ درصد جمعیت جهان یا ۴۳ درصد جمعیت بالای ۱۵ سال جهان را شامل می‌شود. شمار مصرف‌کنندگان مواد مخدر در ایران، نزدیک به ۱/۸ تا ۳۴ میلیون نفر برآورد شده است که مواد افیونی بیشترین مواد مصرفی می‌باشند [۲]. ماده مخدر می‌تواند

اعتیاد به مواد مخدر یک نگرانی و چالش برای دولت‌ها بوده و سلامت عمومی افراد جامعه را به مخاطره می‌اندازد. به‌طوری‌که روزبه‌روز بر شمار قربانیان آن افزوده می‌شود [۱]. طبق نظریه زیست‌شناختی، مصرف مواد مخدر در افراد با عوامل زیست‌شناختی، ارثی و ژنتیکی یا اختلالات متابولیکی مرتبط می‌باشد. بنابر گزارش سالانه دفتر کنترل مواد مخدر سازمان

به انواع مختلف سنتی و مصنوعی تقسیم‌بندی شود. از مواد طبیعی یا سنتی می‌توان به مشتقات گیاه شاهدهانه مانند حشیش، ماری جوانا، تریاک و هروئین اشاره کرد. در مقابل، مواد مصنوعی مانند مت‌آمفتامین^۱ در آزمایشگاه ساخته می‌شوند. مت‌آمفتامین یا کریستالی جزو داروهای محرک طبقه‌بندی می‌شود و دارای نام‌های تجاری دکسترین، دزوکسین، بیفتامین، متدین، ایترو است [۳]. وابستگی به مواد مخدر با آسیب‌های جدی و خطرناک جسمی همراه است. مطالعات حیوانی نشان داده است که تولید رادیکال‌های آزاد در هنگام سوءمصرف مت‌آمفتامین افزایش می‌یابد [۴، ۵]. استرس اکسیداتیو^۲ را می‌توان به عنوان عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن تعریف کرد که می‌تواند به مولکول‌های زیستی اعم از لیپیدها، غشای سلولی، پروتئین‌ها و DNA آسیب برساند [۴]. از جمله این آسیب‌ها، آسیب‌های عضلانی می‌باشد. در نتیجه آسیب‌های وارده، برخی از پروتئین‌ها و آنزیم‌های درون سلولی مانند کراتین کیناز^۳ و لاکتات دهیدروژناز^۴ به درون مایعات خارج سلولی نشت پیدا می‌کنند. غلظت خونی این ترکیبات شاخص آسیب عضله اسکلتی می‌باشد. همچنین، پاسخ‌های التهابی ناشی از آسیب عضلانی نیز ممکن است به شکل لکوسیتوز^۵ و افزایش شاخص‌ها یا میانجی‌های التهابی مانند پروتئین واکنش گر C^۶ بروز کند [۶]. پراکسیداسیون لیپید به تخریب اکسیداتیو لیپیدها گفته می‌شود که با تشکیل مالون‌دی‌آلدئید^۷ همراه بوده و می‌توان به عنوان نشانگر زیستی برای اندازه‌گیری استرس اکسیداتیو در ارگانیزم به کار برد [۷]. آنتی‌اکسیدان‌ها موادی هستند که نقش عمده‌ای در جلوگیری از تشکیل و مهار رادیکال‌های آزاد دارند. در اوایل دهه ۱۹۹۰ روشی برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل^۸ ایجاد شد. مزیت این روش اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همه آنتی‌اکسیدان‌ها در یک نمونه بیولوژیکی می‌باشد [۸]. محققین گزارش کرده‌اند که سوء استفاده از مت‌آمفتامین می‌تواند منجر به بروز استرس

اکسایشی شود، لذا ارزیابی استرس اکسیداتیو در سوء استفاده کنندگان از این مواد ضروری به نظر می‌رسد [۹].

طبق مطالعات انجام شده عوارض جانبی استفاده از مواد مخدر در زنان بیشتر از مردان است. در بیشتر کشورها برنامه جامعی برای مبارزه با اعتیاد و کاهش آسیب‌های ناشی از آن در زنان معتاد وجود ندارد. ممکن است فعالیت ورزشی به عنوان یکی از روش‌های موثر و کم‌هزینه درمان اعتیاد یا کاهش مصرف مواد مخدر باشد. تحقیقات فزاینده‌ای از این ایده حمایت می‌کند که فعالیت ورزشی می‌تواند گزینه موثری در پیشگیری و درمان احتمالی اعتیاد به مواد مخدر باشد [۱۰]. بلومر^۹ و همکاران در ۲۰۰۵ گزارش کردند که ورزش‌های بی‌هوازی مانند تمرین مقاومتی و دو سرعت به طور هم‌زمان با تأثیر روی گونه‌های فعال اکسیژن^{۱۰}، می‌تواند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی^{۱۱} را بهبود بخشد [۱۱]. هم چنین ایران‌پور و همکاران نشان دادند که ورزش هوازی و قدرتی باعث کاهش شاخص‌های التهابی مانند پروتئین واکنشگر C و فیبرینوژن، در مردان جوان می‌شود [۱۲]. یکی دیگر از راهکارهایی که توسط محققان و دانشمندان ورزشی به منظور کاهش التهاب، استرس اکسایشی و آسیب عضلانی مورد بررسی قرار گرفته است، استفاده از مکمل‌های ورزشی است [۴]. یکی از این مکمل‌ها ویتامین D است که در بسیاری از عملکردهای فیزیولوژیکی و عملکرد مطلوب عضلات در ورزشکاران و غیر ورزشکاران نقش دارد. گزارش شده است که ویتامین D می‌تواند باعث بهبود دفاع آنتی‌اکسیدانی شده و در نتیجه میزان آسیب اکسایشی را کاهش دهد. علاوه بر آن با تنظیم سایتوکین‌های التهابی روند التهاب در بدن را کاهش می‌دهد [۱۳، ۱۴].

بنابر این با علم اینکه اعتیاد می‌تواند منجر به بروز استرس اکسایشی و التهاب در بدن شود به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی و تجویز ویتامین D به عنوان راه‌کاری موجب جلوگیری از بروز این عوارض شوند. در این خصوص، تحقیقات در مورد اثر ویتامین D در افراد معتاد بسیار کم بوده و اکثراً به منظور بررسی تأثیرات آن روی مسیر پیام‌رسانی دوپامین در مغز صورت گرفته است [۱۵]. همچنین تأثیر مکمل ویتامین D به همراه فعالیت ورزشی با هدف بررسی تأثیر آن روی استرس اکسایشی، آسیب عضلانی و التهاب در افراد معتاد و به خصوص معتادان

¹ Metamphetamine (MA)

² Oxidative Stress (OS)

³ Creatine kinase (CK)

⁴ Lactate dehydrogenase (LDH)

⁵ Leukocytosis

⁶ High sensitivity c-reactive protein

⁷ Maondialdehyde

⁸ Total Antioxidant Capacity (TAC)

⁹ Bloomer

¹⁰ Reactive Oxygen Specres (ROS)

¹¹ Antioxidant Capacity (AOC)

میلی لیتری گرفته شد و پس از سانتریفیوژ کردن، سرم نمون‌ها جدا شد. برای اندازه‌گیری آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز از کیت الایزای شرکت پارس آزمون ساخت ایران با حساسیت به ترتیب یک و پنج واحد بین المللی در میلی لیتر، استفاده شد. پروتئین واکنشر C نیز با کیت شرکت پارس آزمون ساخت ایران با حساسیت ۱۰ نانوگرم بر میلی لیتر اندازه‌گیری شد. برای سنجش میزان مالون دی‌آلدید از کیت مالون دی‌آلدید شرکت زل بيو^{۱۳} ساخت آلمان با حساسیت یک واحد بین‌المللی در میلی لیتر استفاده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل با کیت شرکت رندوکس^{۱۴} ساخت کشور انگلستان و با حساسیت یک واحد بین‌المللی در میلی لیتر اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه انستیتوی پزشکی (IOM)^{۱۵} مقادیر ۶۰۰ تا ۴۰۰۰ واحد بین‌المللی (IU) ویتامین D را برای سنین بین هفت تا ۷۰ پیشنهاد می‌کند [۱۶] در این تحقیق، مقادیر ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D به صورت روزانه، انتخاب شد و دو ساعت بعد از غذا و به مدت هشت هفته به داوطلبان داده می‌شد [۱۷]. با توجه به ملاحظات تمرینات ترکیبی در گروه‌های جمعیتی خاص مثل افراد معتاد و دیابتی، و توصیه مبنی بر کم‌شدت بودن تمرین ورزشی در شروع دوره تمرینی، برنامه تمرینی متناسب با آن‌ها طراحی شد [۱۸]. بر این اساس آزمودنی‌ها به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه به تمرین پرداختند که از تمرینات ساده به مشکل و از شدت کم به شدت زیاد با در نظر گرفتن اصل اضافه بار و افزایش شدت تمرین انجام شد. آزمودنی‌ها در ابتدای هر جلسه تمرینی، ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی بدن و در پایان هر جلسه فعالیت نیز پنج دقیقه سرد کردن را جهت ریکاوری و بازگشت ضربان قلب انجام می‌دادند. ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی، آمادگی قلبی عروقی و آمادگی عضلانی را به طور همزمان بهبود می‌بخشد. با توجه به اینکه طبق برخی تحقیقات، تمرینات ترکیبی می‌توانند در مقایسه با انجام تمرینات به صورت مجزا، باعث بهبود بیشتری در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شوند، در این تحقیق از تمرینات ترکیبی (هوازی + مقاومتی) استفاده شد [۱۸]. برنامه تمرین ترکیبی شامل تمرینات هوازی و مقاومتی بود که در یک جلسه اجرا می‌شد. جهت رعایت اصول و قواعد تمرین در تمرینات ترکیبی، در چهار هفته اول

زن، یا بررسی نشده است و یا خیلی کم مورد بررسی قرار گرفته است. لذا هدف از این تحقیق تأثیر تمرینات ورزشی (تمرینات ترکیبی) و مکمل دهی ویتامین D بر برخی شاخص‌های آسیب عضلانی، التهابی و آنتی‌اکسدانی زنان معتاد بود. ما فرض کردیم که ترکیب تمرینات ورزشی به همراه مکمل ویتامین D می‌تواند تأثیر بیشتری در بهبود روند استرس اکسایشی، التهابی و آسیب عضلانی در معتادان زن داشته باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و با اندازه‌گیری‌های پیش آزمون و پس آزمون بود. جامعه آماری تحقیق شامل ۴۲ زن معتاد به مت‌آفتامین و هروئین و در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۵ سال بود که به با رضایت خود اقدام به ترک اعتیاد کرده بودند و در کمپ ترک اعتیاد فرشته واقع در شهر تبریز دوره ترک خود را سپری می‌کردند. افرادی مجاز به شرکت در این تحقیق بودند که صرفاً مت‌آفتامین و هروئین مصرف کرده بودند. علاوه بر آن، آزمودنی‌ها باردار نبوده و نباید دچار بیماری‌های زمینه‌ای (مانند بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت نوع دو، پرفشار خونی و...) و اختلالات روانی می‌بودند و در حین دوره ترک هیچ دارویی مصرف نمی‌کردند. ضمن آن‌که، افرادی که حین دوره مداخله از سیگار استفاده کرده بودند یا بیشتر از سه جلسه در تمرین غیبت کرده بودند از تحقیق کنار گذاشته شدند که تعداد آن‌ها ۱۰ نفر بود. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، کلیه مراحل تحقیق به آن‌ها شرح داده شد و فرم رضایت نامه شرکت در طرح تحقیق و پرسش‌نامه اطلاعات فردی و سوابق پزشکی، پرسش‌نامه ارزیابی سلامت (HAQ)^{۱۲} برای آن‌ها تکمیل شد. سپس آزمودنی‌ها با توجه به سن، وزن، نوع مصرف، دوره مصرف و دوره ترک در چهار گروه همگن مکمل‌دهی، تمرین و مکمل دهی + تمرین و کنترل به صورت تخصیص تصادفی قرار گرفتند. با توجه به این که نوع و مقدار غذای تمام آزمودنی‌ها از طرف کمپ ترک اعتیاد تأمین می‌شد، لذا رژیم غذایی آن‌ها نیز تحت کنترل بود. این مطالعه طبق موازین کمیته اخلاق کار با انسان دانشگاه تبریز انجام شد. به آزمودنی‌ها توصیه شد که ۴۸ ساعت قبل از آزمون مقدماتی و آزمون انتهایی فعالیت شدید و آسیب‌زا انجام ندهند. نمونه‌های خونی قبل و پس از مداخله با سرنگ‌های پنج

¹³ Zell Bio

¹⁴ Randox

¹⁵ Institute of Medicine

¹² Health Assessment Questionnaire

جدول ۱- پروتکل تمرین هوازی

هفته	نوع تمرین	شدت تمرین (% ضربان قلب ذخیره)	تکرار	زمان تکرار (دقیقه)	استراحت بین تکرار (دقیقه)	مدت زمان دویدن (دقیقه)
۱-۲	پیاده روی سریع، حرکات ایروبیک	۵۵-۵۰	۲	۵	۱	۱۰
۳-۴	پیاده روی سریع، حرکات ایروبیک	۶۰-۵۵	۳	۵	۱/۵	۱۵
۵-۶	حرکات ایروبیک، هوازی روی نردبان چابکی	۶۵-۶۰	۴	۵	۲	۲۰
۷-۸	حرکت جهشی، ایروبیک روی نردبان چابکی	۷۰-۶۵	۵	۵	۲/۵	۲۵

ابتدا تمرینات هوازی و سپس تمرینات مقاومتی انجام شد اما در چهار هفته بعدی، ابتدا تمرینات مقاومتی و سپس تمرینات هوازی انجام شد [۱۸]. برنامه تمرینات هوازی با شدت ۵۰-۷۰٪ ضربان قلب ذخیره به مدت ۱۲-۳۷/۵ دقیقه (جدول ۱) و برنامه تمرینات مقاومتی با شدت ۴۰-۷۰٪ یک تکرار بیشینه به مدت ۱۲-۱۸ دقیقه (جدول ۲) اجرا شد.

روش آماری

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک، و از آنالیز واریانس یک طرفه با اندازه‌گیری مکرر (با عامل بین گروهی) و آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی اثر متغیرهای مستقل روی شاخص‌های وابسته استفاده شد. برای بررسی تغییرات درون گروهی نیز از آزمون t همبسته استفاده شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری $p < 0.05$ انجام گرفت.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها مثل قد، وزن، سن و... در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین مقادیر شاخص‌های خونی

قبل و بعد از دوره مداخله در جدول ۴ ارائه شده است. آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که داده‌ها بطور طبیعی توزیع شده‌اند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هیچ گونه تفاوت معنی‌داری بین مقادیر پیش آزمون در چهار گروه وجود ندارد ($p > 0.05$). همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد که بین دو مرحله پیش آزمون-پس آزمون در شاخص کراتین کیناز در گروه تمرین-مکمل ($p < 0.05$) و گروه تمرین ($p < 0.05$) افزایش معنی‌داری وجود دارد اما این افزایش در سایر گروه‌ها معنی‌دار نمی‌باشد ($p > 0.05$). شاخص لاکتات دهیدروژناز فقط در گروه تمرین ($p < 0.05$) افزایش معنی‌دار بود. مقادیر مالون دی‌آلدئید در گروه‌های تمرین-مکمل ($p < 0.05$) و گروه مکمل ($p < 0.05$) کاهش معنی‌داری وجود دارد اما این کاهش در سایر گروه‌ها معنی‌دار نمی‌باشد ($p > 0.05$). شاخص ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در گروه تمرین-مکمل ($p < 0.05$) افزایش معنی‌دار است اما در سایر گروه‌ها این افزایش معنی‌دار نمی‌باشد ($p > 0.05$). همچنین مقادیر پروتئین واکنشگر-C در گروه تمرین-مکمل ($p < 0.05$) کاهش معنی‌داری وجود دارد اما در سایر گروه‌ها این تفاوت تفاوت معنی‌داری نیست ($p > 0.05$).

جدول ۲- پروتکل تمرین مقاومتی

هفته	حرکات	شدت (% یک تکرار بیشینه)	تعداد ست	تعداد تکرار	زمان اجرا (ثانیه)	استراحت در ست (ثانیه)	استراحت در دور (دقیقه)	مدت تمرین (دقیقه)
۱-۲	حرکت شنا، زیر بغل با	۴۰	۲	۲۰	۳۰	۱۵-۳۰	۳	۱۲
۳-۴	دستگاه، درازنشست،	۵۰	۳	۱۵	۳۰	۱۵-۳۰	۳	۱۸
۵-۶	سرشانه با دستگاه، فیله	۶۰	۳	۱۲	۳۰	۱۵-۳۰	۳	۱۸
۷-۸	کمر، اسکوات با دمبل	۷۰	۳	۱۰	۳۰	۱۵-۳۰	۳	۱۸

جدول ۳- ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های مورد مطالعه (۳۲ نفر)

شاخص	مکمل	تمرین	تمرین + مکمل	کنترل
سن (سال)	۲۷/۶ ± ۷/۴	۲۶/۴ ± ۷/۵	۲۹ ± ۵/۵	۲۹/۷ ± ۶/۳
وزن (کیلوگرم)	۶۲/۰۵ ± ۱۰/۱	۶۱/۷ ± ۱۰/۱	۶۱/۸ ± ۱۰/۳	۶۲/۱ ± ۱۰/۴
قد (سانتی‌متر)	۱۵۹/۲۵ ± ۳/۹	۱۶۰ ± ۷/۴	۱۶۲/۷ ± ۶/۱	۱۵۹/۲ ± ۶/۲
شاخص توده بدن (کیلوگرم در متر مربع)	۲۴/۴۶ ± ۳/۵	۲۴/۱ ± ۳/۲	۲۳/۳ ± ۱/۵	۲۴/۴ ± ۳/۵
دوره مصرف ماده مخدر (ماه)	۱۰۶/۵ ± ۳۶/۲	۱۰۳/۵ ± ۳۸/۴	۱۰۳/۵ ± ۲۷/۵	۱۰۴ ± ۲۷/۴
دوره ترک ماده مخدر (روز)	۳۶/۱۲ ± ۲۶/۳	۳۷/۸ ± ۳۰/۶	۳۷/۵ ± ۳۲/۳	۳۸/۱ ± ۲۸/۱

آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری مکرر (با عامل بین گروهی) و آزمون تعقیبی بونفرونی نیز نشان داد که در شاخص ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل بین گروه تمرین-مکمل ($p = ۰/۰۰۲$) نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری وجود دارد، اما افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل بین سایر گروه‌ها معنی‌دار نمی‌باشد ($p > ۰/۰۵$). در مقادیر پروتئین واکنشگر-C بین گروه تمرین-مکمل ($p = ۰/۰۰۱$) نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری وجود دارد، اما این کاهش بین سایر گروه‌ها معنی‌دار نمی‌باشد ($p > ۰/۰۵$). در شاخص کراتینین کیناز بین گروه‌های تمرین-مکمل نسبت به گروه کنترل ($p = ۰/۰۰۲$) و گروه مکمل ($p = ۰/۰۰۲$) افزایش معنی‌داری است، همچنین بین گروه تمرین نسبت به گروه کنترل ($p = ۰/۰۰۱$) و گروه مکمل ($p = ۰/۰۰۱$) افزایش معنی‌داری وجود دارد. مقادیر لاکتات دهیدروژناز علارغم افزایش بین گروه‌های تمرین و تمرین-مکمل نسبت به سایر گروه‌ها، از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ($p > ۰/۰۵$). همچنین در شاخص مالون‌دی‌آلدئید بین هیچ یک از گروه‌ها تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد ($p > ۰/۰۵$).

بحث

هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین ترکیبی به همراه مکمل ویتامین D بر برخی شاخص‌های التهابی، آسیب عضلانی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در زنان معتاد در حال ترک مت آمفتامین و هروئین بود. تحقیق ما یکی از نخستین تحقیق‌هایی است که تأثیر تمرینات ترکیبی به همراه مکمل ویتامین D را بر شاخص‌های التهابی و استرس اکسایشی در زنان معتاد بررسی کرده است.

نتایج تحقیق نشان داد که بین دو مرحله پیش آزمون-پس-آزمون، شاخص کراتینین کیناز در گروه‌های تمرین-مکمل و تمرین افزایش، لاکتات دهیدروژناز در گروه تمرین افزایش، مالون‌دی‌آلدئید در گروه‌های تمرین-مکمل و مکمل کاهش، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در گروه تمرین-مکمل افزایش و پروتئین واکنشگر-C در گروه تمرین-مکمل کاهش معنی‌داری داشتند.

همچنین مقایسه بین گروهی نیز نشان داد که شاخص‌های ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و پروتئین واکنشگر-C در گروه تمرین-مکمل نسبت به کنترل، به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری یافتند. علاوه بر آن، در شاخص کراتینین کیناز، گروه تمرین-مکمل و گروه تمرین (هر دو) نسبت به گروه مکمل و گروه کنترل افزایش معنی‌داری یافتند.

در رابطه با تحقیق حاضر ژانگ^{۱۶} و همکاران در سال ۲۰۱۸ به بررسی تأثیر ورزش هوازی بر اختلال شناختی و شاخص‌های استرس اکسیداتیو در معتادان وابسته به مت آمفتامین پرداختند و گزارش کردند که ۱۲ هفته تمرین هوازی به‌طور قابل‌توجهی باعث کاهش مالون‌دی‌آلدئید سرم و افزایش برخی آنزیم‌های ضد اکسایشی در بیماران وابسته به مت آمفتامین می‌شود [۱۹]. همچنین هی^{۱۷} و همکاران در سال ۲۰۲۱ با بررسی تأثیر فعالیت ورزشی بر معتادان آمفتامینی گزارش کردند که فعالیت ورزشی می‌تواند منجر به کاهش سطوح مقادیر پروتئین واکنشگر C در معتادان شود [۲۰]. در تحقیق حاضر، میزان مالون‌دی‌آلدئید پس‌آزمون در مقایسه درون‌گروهی در گروه‌های مکمل و تمرین-مکمل کاهش معنی‌داری پیدا کرده است و با توجه به افزایش مقادیر آن در گروه تمرینی، لذا

¹⁶Zhang

¹⁷He

جدول ۴- مقادیر شاخص‌های خونی پیش‌آزمون و پس‌آزمون در چهار گروه

شاخص	مرحله	کنترل	تمرین	مکمل	تمرین + مکمل
مالون‌دی‌آلدئید (واحد بین‌المللی در میلی‌لیتر)	پیش‌آزمون	$2/1 \pm 0/1$	$1/9 \pm 0/1$	$2/9 \pm 0/1$	$2/9 \pm 0/1$
	پس‌آزمون	$2/3 \pm 0/1$	$2/5 \pm 0/1$	$1/9 \pm 0/1$	$2/1 \pm 0/1$
	t همبسته	$p = 0/4$	$p = 0/06$	$\#p = 0/03$	$\#p = 0/04$
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (واحد بین‌المللی در میلی‌لیتر)	پیش‌آزمون	$1/1 \pm 0/09$	$1/05 \pm 0/09$	$0/9 \pm 0/09$	$0/9 \pm 0/09$
	پس‌آزمون	$0/9 \pm 0/07$	$1/2 \pm 0/07$	$1/2 \pm 0/07$	$1/7 \pm 0/07$
	t همبسته	$p = 0/2$	$p = 0/3$	$p = 0/1$	$\#p = 0/002$
کراتین کیناز (واحد بین‌المللی در میلی‌لیتر)	پیش‌آزمون	$35/1 \pm 14/2$	$106/2 \pm 14/8$	$56/6 \pm 14/8$	$86/7 \pm 14/8$
	پس‌آزمون	$47/5 \pm 9/9$	$136/5 \pm 15/4$	$48/8 \pm 15/4$	$126/5 \pm 15/4$
	t همبسته	$p = 0/1$	$\#p = 0/04$	$p = 0/4$	$\#p = 0/01$
لاکتات‌دهیدروژناز (واحد بین‌المللی در میلی‌لیتر)	پیش‌آزمون	$290/7 \pm 21/2$	$237/12 \pm 21/2$	$21/2 \pm 278/3$	$267/7 \pm 21/2$
	پس‌آزمون	$281/3 \pm 15/06$	$372 \pm 15/06$	$278/6 \pm 15/06$	$350/2 \pm 15/06$
	t همبسته	$p = 0/5$	$\#p = 0/03$	$p = 0/9$	$p = 0/07$
پروتئین واکنش‌گر-C (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	پیش‌آزمون	$16/4 \pm 2/8$	$16/03 \pm 3/2$	$18/9 \pm 3/2$	$12/3 \pm 2/8$
	پس‌آزمون	$17/1 \pm 2/7$	$10/2 \pm 3/7$	$15/7 \pm 3/7$	$6/5 \pm 2/7$
	t همبسته	$p = 0/8$	$p = 0/09$	$p = 0/4$	$\#p = 0/002$

اعداد به صورت میانگین $\pm$ انحراف استاندارد بیان شده است. *: معنی‌دار نسبت به گروه کنترل با $p < 0/05$. #: معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون با $p < 0/05$. +: معنی‌دار نسبت به گروه مکمل با $p < 0/05$.

همچنین در تحقیق حاضر در مورد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل فقط گروه تمرین-مکمل نسبت به پیش‌آزمون خود و نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌دار یافته بود. در واقع، با توجه به نتایج درون‌گروهی و همانند نتایج پروتئین واکنشگر-C، بخشی از این بهبود را می‌توان به تأثیر تمرین و بخشی دیگر را به تأثیر ویتامین D نسبت داد. در رابطه با تمرین، یاعلی^{۲۰} و همکاران در سال ۱۳۹۸ و همچنین اسچاچ^{۲۱} و همکاران در سال ۲۰۱۴ به بررسی تأثیر تمرین بر سطوح عامل نوروتروفیک مشتق مغزی (BDNF)^{۲۲} در افراد معتاد و به مواد محرک و افراد افسرده پرداخته و اشاره کردند که تمرین باعث افزایش سطوح آن می‌شود [۲۱، ۲۲]. هر چند در تحقیق حاضر سطوح عامل نوروتروفیک مشتق مغزی اندازه‌گیری نشد اما احتمالاً می‌تواند حداقل بخشی از افزایش

کاهش در گروه تمرین-مکمل را می‌توان صرفاً به ویتامین D نسبت داد. با این حال این میزان کاهش به قدری نبود که باعث ایجاد تفاوت بین گروهی شود. همچنین مقادیر پروتئین واکنشگر-C در گروه تمرین+مکمل هم نسبت به مقادیر پیش‌آزمون خود و هم نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری یافته بود. در واقع با توجه به نتایج درون‌گروهی می‌توان بیان کرد که اثر کاهشی مکمل و تمرین بر میزان پروتئین واکنشگر-C به صورت جداگانه ناچیز بوده و این دو (تمرین و مکمل) احتمالاً اثر هم‌افزایی بر یکدیگر داشته‌اند که موجب کاهش معنی‌دار در گروه تمرین-مکمل شده‌اند. در این رابطه ابروسکا^{۱۸} و همکاران در سال ۲۰۱۴ اشاره کردند که ویتامین D به وسیله اثرگذاری بر سایتوکین‌های پیش‌التهابی و همچنین مسیر پیام‌دهی فاکتور هسته ای کاپا B^{۱۹} می‌تواند روند التهاب را در بدن تنظیم کند [۱۴].

²⁰ Yaali²¹ Schuch²² Brain-derived neurotrophic factor (BDNF)¹⁸ Ebrowska¹⁹ nuclear factor kappa B (NF-κB)

توجه به تفاوت‌های بین گروهی به نظر می‌رسد مکمل‌سازی ویتامین D نتوانسته است باعث کاهش روند آسیب در بدن شود. یکی از دلیل متضاد بودن بودن نتایج تحقیق زبروسکا با تحقیق ما همانطوری که خود نویسنده گان نیز اشاره کرده‌اند، احتمالاً مربوط به دوز مصرفی ویتامین D است. به طوری که آن‌ها بیان کردند که دوزهای مصرفی روزانه بالاتر از ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D می‌تواند باعث اثرگذاری شود. همچنین دلیل دیگر را می‌توان به تفاوت آزمودنی‌ها نسبت داد. آزمودنی‌های این تحقیق افراد معتاد بودند که ممکن است علاوه بر آسیب عضلانی ناشی از اعتیاد به مواد مخدر، در یک فعالیت ورزشی با شدت یکسان درمقایسه با افراد سالم آسیب بیشتری را تجربه کنند.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به تعداد کم نمونه‌ها به دلیل شرایط کرونا، عدم کنترل هیجانات، عدم گروه دارونما و تفاوت‌های موجود در دوره مصرف اشاره کرد. در مطالعات آتی، پیشنهاد می‌شود این پژوهش با اضافه کردن یک گروه دارونما (به منظور خنثی کردن اثرات روانی ناشی از مصرف مکمل) انجام شود. علاوه بر آن در سایر گروه معتادان با تعداد آزمودنی بیشتر انجام شود و نتایج حاصل با نتایج این پژوهش مقایسه شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که یک گروه افراد غیر معتاد به همین تحقیق اضافه شود تا نتایج حاصل از افراد معتاد با افراد سالم غیر معتاد مقایسه شود. علاوه بر این‌ها مطالعات تکمیلی با استفاده از سایر پروتکل‌های تمرینی با مدت زمان بیشتر انجام شود. جهت مشاهده آثار مکمل ویتامین D از دوره زمانی طولانی‌تر استفاده گردد. این نوع تمرینات حداقل حدود دو ماه پس از ترک اعتیاد زنان معتاد انجام شود. براساس نتایج مثبت تمرینات ترکیبی پیشنهاد می‌گردد از این نوع تمرینات در دوره درمان افراد معتاد استفاده گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرین ترکیبی به همراه مکمل ویتامین D می‌تواند باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش میزان التهاب (پروتئین واکنشگر-C) در افراد معتاد شود. از این رو با توجه به اثرات ویتامین D بر شاخص‌های سلامتی، عوارض جانبی و هزینه کم، با احتیاط می‌توان از تمرینات ترکیبی به همراه مکمل ویتامین D به عنوان راهی برای کاهش عوارض جانبی ناشی از اعتیاد (مثل کاهش

سطوح ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل را ناشی از آن باشد. به طوری که سردی^{۲۳} و همکاران در سال ۲۰۱۴ در تحقیق خود گزارش کردند که در افراد معتاد به کراک و کوکائین سطوح بیشتر BDNF با کاهش استرس اکسایشی و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همراه بوده است [۲۳]. همچنین گزارش شده BDNF اثر آنتی‌اکسیدانی خود را از طریق مهار فسفوریلاسیون P47phox می‌تواند اعمال کند. فعالسازی کیناز خارج سلولی تنظیم شده به وسیله سیگنال (ERK) می‌تواند فعالیت نیکوتینامید آدنین دی‌نوکلوئوتید فسفات اکسیداز (NADPH اکسیداز)^{۲۴} را کاهش دهد و موجب سرکوب تولید آنیون سوپر اکسید (رادیکال آزاد) شود [۲۴]. در رابطه با تأثیر مکمل ویتامین D بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نیز زارع میرزایی و همکاران در سال ۲۰۱۸ اشاره کردند که این ویتامین می‌تواند با افزایش بیان مولکول‌های درگیر در دفاع آنتی‌اکسیدانی (مثل سوپر اکسید دسموتاز) و همچنین مهار بیان نیکوتینامید آدنین دی‌نوکلوئوتید فسفات اکسیداز (NADPH اکسیداز) باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن شود [۱۳].

در رابطه با شاخص‌های آسیب عضلانی کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز کیک‌ها و همکاران در سال ۲۰۱۹ گزارش کردند که ارتباط مثبتی بین شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی با شاخص‌های آسیب عضلانی در نمونه خون‌های پس از فعالیت ورزشی وجود دارد [۲۵] چون استرس اکسایشی به غشا پلاسمایی بافت عضلانی آسیب رسانده و منجر به رهائش پروتئین‌های داخل عضله از جمله کراتین کیناز به داخل خون می‌شود که در تضاد با تحقیق حاضر است. همچنین زبروسکا^{۲۵} و همکاران در سال ۲۰۲۰ گزارش کردند که ویتامین D باعث کاهش سطوح آنزیم کراتین کیناز در دوندگان می‌شود [۱۴]. همچنین آن‌ها گزارش کردند که سطوح بالای سرمی ویتامین D با میزان پایین آنزیم لاکتات دهیدروژناز و تروپونین I (شاخص‌های آسیب عضلانی) همراه است [۱۴]. با توجه به اینکه در مقایسه درون گروهی، میزان کراتین کیناز در گروه‌های تمرین و تمرین-مکمل و همچنین لاکتات دهیدروژناز در گروه تمرینی افزایش یافته بود، می‌توان نتیجه گرفت ماهیت تمرین باعث شده است که آسیب عضلانی ایجاد شود. اما با

²³ Sordi AO

²⁴ nicotinamide adenine dinucleotide phosphate oxidase (NADPH)

²⁵ Zebrowska

گونه کمک مالی از سازمان‌های خصوصی و دولتی دریافت نکرده است.

تعارض در منافع

نویسندگان این مقاله تعارض در منافع ندارند.

نقش نویسندگان

چ.و: طراح و ایده، نظارت بر حسن اجرای مطالعه و نگارش مقاله، ر.ا: نظارت بر حسن اجرای مطالعه و نگارش مقاله، ر.پ: انجام مطالعه، آنالیز آماری، نگارش مقاله.

فهرست منابع

- [1] Bonakdaran S, Akbari Rad M, Hasanzadeh Deloie M, Akhoondpoor Manteghi M, Firoozi A, QTc prolongation in methadone users and its relation with hormonal changes. *Med J Mashhad Univ Med Sci* 2 (2017) 441-449.
- [2] Elman I, Borsook D, Common brain mechanisms of chronic pain and addiction. *Neuron* 1 (2016) 11-36.
- [3] Berke JD, Hyman SE, Addiction, dopamine, and the molecular mechanisms of memory. *Neuron* 3 (2000) 515-532.
- [4] Pubill D, Chipana C, Camins A, Pallàs M, Camarasa J, Escubedo E, Free radical production induced by methamphetamine in rat striatal synaptosomes. *Toxic Appl Pharmacol* 1 (2005) 57-68.
- [5] Walker J, Winhusen T, Storkson JM, Lewis D, Pariza MW, Somoza E, Somoza V, Total antioxidant capacity is significantly lower in cocaine-dependent and methamphetamine-dependent patients relative to normal controls: results from a preliminary study. *Hum Psychopharmacol* 6 (2014) 537-543.
- [6] Peake JM, Neubauer O, Della Gatta PA, Nosaka K, Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *J Appl Physiol* 3 (2017) 559-570.
- [7] Del Rio D, Stewart AJ, Pellegrini N, A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 4 (2005) 316-328.
- [8] Limanaqi F, Gambardella S, Biagioni F, Busceti CL, Fornai F, Epigenetic effects induced by methamphetamine and methamphetamine-dependent oxidative stress. *Oxid Med Cell Longev* 2018 (2018) 4982453.
- [9] Kusano C, Ferrari B, Total antioxidant capacity: a biomarker in biomedical and nutritional studies. *Mol Cell Biol* 1 (2008) 1-15.
- [10] Miladi Gorji H, Rashidy-Pour A, Fathollahi Y, Semnani S, Mohammad Akhavan M, Effects of voluntary exercise on severity of naloxone precipitated morphine withdrawal signs in rats. *Koomesh* 12 (2010) 86-92.
- [11] Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, McKenzie MJ,

استرس اکسایشی، التهاب و...) در زنان معتاد به مت آمفتامین و هروئین در دوره باز توانی استفاده کرد.

سپاسگزاری

از مجموعه عوامل و دست‌اندرکاران اردوگاه ترک اعتیاد باغ فرشته که موجبات اجرای این پژوهش را فراهم آوردند سپاسگزاری می‌گردد.

ملاحظات مالی

این مقاله برگرفته از پایان نامه خانم رعنا پورحسن دانشجوی کارشناسی ارشد گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز می‌باشد. نویسنده در اجرای این پژوهش هیچ

Consitt LA, Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *J Strength Cond Res* 2 (2005) 276-85.

- [12] Iranpour A, Gorbani B, Bolboli L, Valizadehorang A, Azarian S, The influence of aqua aerobic exercise on cardiac autonomic function and blood pressure in college male students. *J Advanced Sport Tech* 4 (2020) 37-51.
- [13] Zare-Mirzaie A, Kazeminezhad B, Ghouchani MA, The correlation between serum vitamin D level and total antioxidant capacity in diabetic and non-diabetic subjects in Iran. *Iran J Pathol* 2 (2018) 212-219.
- [14] ebrowska A, Sadowska-Krępa E, Stanula A, Waśkiewicz Z, Łakomy O, Bezuglov E, Knechtle B, The effect of vitamin D supplementation on serum total 25 (OH) levels and biochemical markers of skeletal muscles in runners. *J Int Soc Sports Nutr* 17 (2020) 1-10.
- [15] Galyuk T. M, Loonen AJ, Putative role of vitamin D in the mechanism of alcoholism and other addictions—a hypothesis. *Acta Neuropsychiatr* 1 (2021) 1-8.
- [16] Farrokhyar F, Sivakumar G, Savage K, Koziazar A, Jamshidi S, Ayeni OR, Bhandari M, Effects of vitamin D supplementation on serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and physical performance in athletes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Med* 11 (2017) 2323-2339.
- [17] Jamilian H, Amirani E, Milajerdi A, Kolahehdooz F, Mirzaei H, Zaroudi M, Ghaderi A, Asemi Z, The effects of vitamin D supplementation on mental health, and biomarkers of inflammation and oxidative stress in patients with psychiatric disorders: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 94 (2019) 109651.
- [18] Schumann M, Rønnestad BR, Concurrent aerobic and strength training. New York: Springer International Publishing, 2019: 197-211
- [19] Zhang K, Zhang Q, Jiang H, Du J, Zhou C, Yu S, Hashimoto K, Zhao M, Impact of aerobic exercise on cognitive impairment and oxidative stress markers in methamphetamine-dependent patients. *Psychiatry Res* 266 (2018) 328-333.
- [20] He Q, Wu J, Wang X, Luo F, Yan K, Yu W, Mo Z, Jiang X,

- Exercise intervention can reduce the degree of drug dependence of patients with amphetamines/addiction by improving dopamine level and immunity and reducing negative emotions. *Am J Transl Res* 13 (2021) 1779-1788.
- [21] Schuch FB, Vasconcelos-Moreno MP, Borowsky C, Zimmermann AB, Wollenhaupt-Aguiar B, Ferrari P, de Almeida Fleck MP, The effects of exercise on oxidative stress (TBARS) and BDNF in severely depressed inpatients. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 7 (2014) 605-613.
- [22] Yaali R, Hajhasan Tehrani A, Parvinpour S, Bahram A, The effect of the type of skill (open or closed) on brain derived neurotrophic factor levels of people addiction to stimulants. *J Sport Physiol* 44 (2020) 17-30.
- [23] Sordi AO, Pechansky F, Kessler FH, Kapczinski F, Pfaffenseller B, Gubert C, de Aguiar BW, de Magalhaes Narvaez JC, Ornell F, von Diemen L, Oxidative stress and BDNF as possible markers for the severity of crack cocaine use in early withdrawal. *Psychopharmacology* 20 (2014) 4031-4039.
- [24] Fazelzadeh M, Fallah Mohammadi Z, The effect of omega-3 supplementation on serum levels of brain derived neurotrophic factor (BDNF) and oxidative stress following plyometric training in active men. *J Sport Bio Sports Physiol* 3 (2016) 295-309.
- [25] Keikha AA, Ghofrani M, Helalizadeh M, Effects of two-weeks colostrum supplementation on muscle injury indices and lipid peroxidation following an acute resistance activity session in wrestlers. *J Appl Heal* 2 (2019) 1-8.

Research paper

The effect of combined training and vitamin D supplement consumption on some indicators of muscle damage, inflammation and antioxidants in addicted women

Javad Vakili*, Ramin Amirsasan, Rana Pourhasan

Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Received: 4 June 2021

Accepted: 19 June 2021

Abstract

Background and aims: Aim of this study was to determine effect of 8 weeks combined training and vitamin D consumption on some of muscle damage, inflammatory, and anti-oxidative indices in drug addicted women.

Methods: In a semi-experimental study design, 32 addicted women to methamphetamine and heroin, with average age of 28.3 ± 6.7 years, weight of 62.06 ± 10.3 kg, and BMI of 24.10 ± 2.9 , were chosen from an addiction treatment camp and randomly divided into four groups of training, training + supplement (vitamin D), supplement, and control. Training group did resistance training with intensity of 40–70% of one-repetition maximum for 18 to 28 min and aerobic training with intensity of 50–70% of heart rate reserve for 12 to 37.5 min for 8 weeks with 3 sessions in each week. In order to measure muscle damage, inflammatory, and anti-oxidative enzymes blood samples were taken before and after training protocol and supplementation. To check normal distribution of data, Shapiro-Wilk test was used. For analyzing the effect of independent variables, one-way ANOVA with repeated measures, dependent T test, and post-hoc Bonferroni test at significance level of 0.05 were used.

Results: Results of dependent T test showed that creatine kinase in training and training + supplement groups, Lactate dehydrogenase in training group, and total antioxidant capacity in training + supplement group were significantly increased ($p < 0.05$). Malondialdehyde in training + supplement and supplement groups, and C reactive protein in training + supplement group showed significant decrease ($p < 0.05$). Between groups comparison showed that compared to control group, total antioxidant capacity indices and C reactive protein in training + supplement group were significantly increased and decreased, respectively ($p < 0.05$). In addition, creatine kinase in both training + supplement and training groups, was significantly increased compared to control group ($p < 0.05$).

Conclusion: Vitamin D supplementation with combined training can increase total antioxidant capacity and decrease C reactive protein in drug addicted women.

Keywords: Muscle damage, Inflammatory and anti-oxidative enzymes, Combined training, Addicted women, Vitamin D

Please cite this article as follows:

Vakili J, Amirsasan R, Pourhasan R, The effect of combined training and vitamin D supplement consumption on some indicators of muscle damage, inflammation and antioxidants in addicted women. *Iran J Physiol Pharmacol* 4 (2020) 108-117.

*Corresponding author: vakili@tabrizu.ac.ir (ORCID ID: 0000-0002-0796-8511)