مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۲۰، خرداد ۱۴۰۰، ۲۹۶-۲۷۷

بررسی تأثیر یک دوره تمرین اینتروال شدید بر سطوح سرمی ویتامین D، تغییرپذیری ضربان قلب و عملکرد ریوی مردان سیگاری: یک مطالعه نیمه تجربی

حبیب عبدی[۱]، لطفعلی بلبلی[۲]، رقیه افرونده[۳]، معرفت سیاه کوهیان[۴]، مژده خواجه لندی[۵]

دریافت مقاله:۹۹/۱۱/۱۱ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح:۹۹/۱۲/۱۲ دریافت اصلاحیه از نویسنده:۱۴۰۰/۰۱/۱۸ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۲۱

چکیده

زمینه و هدف: سیگار عملکرد قلب، ریه و سطوح ویتامین D را تحت تأثیر قرار می‌دهد و کاهش سطوح ویتامین D، تغییرپذیری ضربان قلب (Heart rate variability; HRV) و افت عملکرد ریوی باعث بروز بیماری‌های قلبی-عروقی می‌گردد. به این ترتیب هدف از تحقیق حاضر تعیین تأثیر شش هفته تمرین اینتروال شدید بر سطوح سرمی ویتامین D، HRV و عملکرد ریوی مردان سیگاری بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی، ۲۰ نفر از مردان سیگاری کم تحرک به صورت داوطلبانه شرکت نمودند و به‌طور تصادفی به در دو گروه تمرین (۱۰ نفر) و شاهد (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین در برنامه تمرین اینتروال شدید به‌مدت شش هفته شرکت کردند وگروه شاهد فعالیت ورزشی نداشتند. نمونه‌های خونی، HRV و عملکرد ریوی به‌وسیله دستگاه اسپیرومتری ۴۸ ساعت قبل از شروع پروتکل تمرینی و ۴۸ ساعت پس از اتمام تمرین گرفته شد. از آزمون آماری t زوجی و آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره به‌ترتیب برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی متغیرها استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در مقادیر HRV و عملکرد ریوی و مقادیر امواج با فرکانس پایین به امواج با فرکانس بالا در گروه تمرین نسبت به پیش آزمون و هم‌چنین نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌دار داشته‌اند ($P<۰/۰۵$). اما برای مقادیر سطوح سرمی ویتامین D تغییرات دورن‌گروهی و بین‌گروهی مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: می‌توان نتیجه گرفت که شش هفته تمرین اینتروال شدید احتمالاً منجر به بهبودی عملکرد دستگاه عصبی اتونوم قلبی و عملکرد ریوی در مردان سیگاری می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ضربان قلب، عملکرد ریوی، تمرین اینتروال شدید، مردان سیگاری، ویتامین D

۱- دانشجوی دکترا، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- (نویسنده مسئول) دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
تلفن: ۳۳۵۲۰۴۵۷-۰۴۵، دورنگار: ۳۳۵۲۰۴۵۷-۰۴۵، پست الکترونیکی: l_bolboli@uma.ac.ir

۳- دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۴- استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۵- دانشجوی دکترا، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

مقدمه

بسیاری از مطالعات پیشین ارتباط نزدیک و معنی‌داری را بین عملکرد مطلوب دستگاه تنفسی و دستگاه قلبی-عروقی با سلامت کلی و سایر علل مرگ و میر نشان داده‌اند [۲-۱]. رفتارهای مربوط به سبک زندگی و عادات اجتماعی غلط، سلامتی قلبی-عروقی و هم‌چنین عملکرد دستگاه تنفسی افراد را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۳] که از جمله آن‌ها کشیدن سیگار است [۴]. سیگار کشیدن با افزایش خطر تمامی اختلالات قلبی-عروقی شامل بیماری‌های عروق کرونری، سکته مغزی ایسکمیک، بیماری‌های شریانی محیطی و آنوریسم آئورتی شکمی همراه است و هم‌چنین باعث افزایش افت عملکرد ریوی ناشی از افزایش سن می‌شود [۶-۵]. سیگار هم‌چنین بر شاخص‌های پلاسمایی نیز تأثیر منفی دارد. سیگار با کاهش جذب ویتامین D از مسیر گوارش و کاهش تولید آن در سلول‌های پوستی موجب پایین آمدن سطح سرمی این ویتامین می‌شود [۷]. کاهش ویتامین D در سیگاری‌ها با افزایش افت عملکرد ریوی همراه است [۸]. ضمن اینکه مقادیر پایین این ویتامین با دیس لیپیدمی و بیماری‌های قلبی- عروقی مرتبط است [۹]. براساس نتایج تحقیقات این‌گونه نشان داده شده است در افراد سیگاری نسبت به غیرسیگاری‌ها پارامترهای عملکرد ریوی مانند حجم بازدمی در ثانیه اول (Forced $FEV_{1:}$ Expiratory Volume in 1 second) و هم‌چنین ظرفیت هوازی حیاتی و پرفشار (FVC; Forced Vital Capacity) به‌طور معنی‌داری پایین است [۱۰].

یکی از روش‌هایی که برای پیش بینی بیماری‌ها و مرگ و میر ناشی از اختلالات قلبی- عروقی مورد استفاده قرار می گیرد، شاخص تغییرپذیری ضربان قلب (Heart Rate HRV Variability;) است که به عنوان یک روش مشاهده غیر تهاجمی، تأثیرات این سیستم‌ها بر ضربان قلب را بررسی می کند [۱۱]. کاهش HRV با افزایش خطر حوادث قلبی مانند آنژین صدری، انفارکتوس قلبی، نارسایی احتقانی قلبی [۱۲] و بیماری‌های عروق کرونری [۱۳] همراه است، در حالی که افزایش آن با کاهش مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی مرتبط است [۱۲]. از جمله ریسک فاکتورهایی که سبب کاهش HRV و بیماری‌های قلبی-عروقی مرتبط با آن می‌شود مصرف سیگار است [۱۴]. این شاخص به‌صورت پارامترهای زمان محور و فرکانس محور آنالیز می‌شود. پارامتر زمان محور بیانگر فعالیت پاراسمپاتیکی بوده که شامل دو پارامتر انحراف معیار تمام تناوب‌های نرمال (SD of all normal R–R intervals; SDNN) و ریشه دوم میانگین تفاوت مربعات (The square root of the mean RMSSD squared; differences between adjacent normal R–R intervals) است. پارامترهای فرکانس محور عبارتند از نشان دهنده فعالیت پاراسمپاتیکی (High Frequency; HF)، نشان دهنده فعالیت هر دو سیستم سمپاتیکی و پاراسمپاتیکی (Low frequency; LF) و نسبت LF/HF نشان دهنده تعادل سمپاتوواگی بوده و افزایش آن نشان‌گر برتری تون سمپاتیکی می‌باشد [۱۵].

عدم فعالیت ورزشی و بی‌تحرکی زیاد هم مانند مصرف سیگار دستگاه قلبی-عروقی و عملکرد ریوی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۶]. مطالعات زیادی سودمندی تمرینات

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

ورزشی را در سلامتی سیستم قلبی-تنفسی نشان داده‌اند که شامل بهبودی آمادگی قلبی-ریوی، ظرفیت ورزشی، بهبودی ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی و عملکرد اندوتلیایی می‌باشد [۱۷-۱۸]. براساس تحقیقات بیان گردیده است که زیر بنای تمرینات ورزشی برای بهبود سیستم قلبی- عروقی، تمرینات هوازی است [۱۹]. یکی از انواع تمرینات هوازی، تمرینات هوازی تناوبی شدید (High Intensity Interval Training; HIIT) است [۲۰]. پژوهش‌های مقطعی و طولی مختلفی نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی می‌توانند سبب افزایش HRV می‌شوند [۲۳-۲۱]، در حالی‌که برخی دیگر از مطالعات تفاوتی بین افراد فعال و غیر فعال در مقادیر پارامترهای HRV نشان نداده‌اند [۲۵-۲۴]. نتایج مطالعه روی بیماران عمل پیوند عروق کرونری نشان داد که شش هفته تمرین تناوبی باعث افزایش معنی‌دار HF، SDNN، RMSSD و کاهش معنی‌دار LF و نسبت LF/HF می‌شود [۲۶]. در همین زمینه مطالعه‌ای دیگر بر روی مردان غیرفعال نشان داد دو هفته HIIT باعث بهبودی معنی‌دار پارامترهای HRV می‌شود [۲۷]. از طرفی دیگر سه ماه تمرین در بزرگسالان کم‌تحرک دارای اضافه‌وزن به‌رغم بهبودی در شاخص‌هایی مانند ترکیب بدن و VO_{2max} تغییرات معنی‌داری در HRV به‌وجود نیاورد [۲۸]. در مطالعه دیگری در مردان غیرفعال مشاهده شد ۱۲ هفته تمرین تناوبی باعث تغییرات معنی‌دار SDNN و نسبت LF/HF می‌شود ولی سایر پارامترهای تغییرپذیری ضربان قلب شامل RMSSD, HF, LF بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشتند [۲۹]. در مورد تأثیر تمرینات ورزشی بر عملکرد ریوی نیز تاحدودی نتایج متناقضی ارائه گردیده است، به‌طوری‌که در پژوهشی صورت گرفته نشان داده شده است که ۱۰ هفته تمرین هوازی در نوجوانان پسر سیگاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ریوی بوجود نیاورد [۳۰]، در حالی‌که بهبود معنی‌دار پارامترهای ریوی در مردان غیرفعال را پس از ۸ هفته تمرین گزارش شده است [۳۱]. از سوی دیگر بیشتر مطالعات به بررسی اثر سطوح ویتامین D بر عملکرد ورزشی پرداخته‌اند و محدودیت مطالعات در زمینه اثر تمرینات HIIT بر سطوح این ویتامین در مورد مردان سیگاری، بررسی این مورد را حائز اهمیت نمود، چنان‌چه بیان شده است سطوح این ویتامین در افراد سیگاری پایین است [۷]. بنابراین با توجه به بیماری‌ها و مرگ و میرهایی که در اثر مصرف سیگار ایجاد می‌شوند و اهمیت تمرینات ورزشی در سلامتی سیستم قلبی-ریوی، وجود تناقض‌ها در نتایج مطالعات مختلف و فقدان مطالعات کافی در مورد اثرات تمرینات HIIT بر HRV و عملکرد ریوی و سطوح ویتامین D در افراد سیگاری [۲۹-۲۶]، مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر شش هفته تمرین اینتروال شدید بر HRV، عملکرد ریوی و سطوح سرمی ویتامین D در مردان سیگاری صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش یک مطالعه نیمه تجربی است که به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه شاهد اجرا شد. جامعه آماری این مطالعه کلیه مردان میان‌سال سیگاری با دامنه‌ی سنی ۴/۱۳±۴۵/۰۳ سال کم‌تحرک شهرستان اردبیل بودند که پس از فراخوان، ۲۰ نفر به‌طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و سطح فعالیت بدنی و سیگاری بودن آنها از طریق پرسشنامه تعیین شد. افرادی که روزانه بیش از ۵ نخ

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

سیگار می‌کشیدند و در هفته کم‌تر از ۱۵۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت متوسط (به نحوی که عرق کنند یا دچار تنگی نفس شوند) انجام می‌دادند به عنوان افراد سیگاری کم‌تحرک در نظر گرفته شدند [۳۲]. معیارهای ورود به تحقیق عدم وجود اختلالات قلبی-ریوی، عضلانی و اسکلتی که مانع از انجام فعالیت بدنی شود و هم‌چنین عدم مصرف داروهای خاص مثل پروپافنون و نیتروگلیسرین، داشتن فشار خون نرمال، نداشتن بیماری خاص ازجمله بیماری قلبی عروقی و آسم و سابقه جراحی در دو سال گذشته بود. شرکت کنندگان این مطالعه افراد کم تحرک بودند و سطح فعالیت بدنی آن‌ها پایین بود به‌طوری‌که میانگین VO2max برای گروه تجربی ۴/۷۷ ml/kg/min ± ۲۹/۸۱ و برای گروه شاهد ۳/۶۳ ml/kg/min ± ۲۹/۰۴ بود. شرکت‌کنندگان پس از شرکت در جلسه توجیهی در مورد کلیات طرح، پرسشنامه سلامتی (The physical activity readiness questionnaire; PAR-Q) را تکمیل و فرم رضایت نامه را امضاء کردند. شاخص‌های مربوط به سلامتی از طریق پرسشنامه PAR-Q و طبق نظر و معاینه پزشک مورد بررسی قرار گرفت. این پرسشنامه حاوی سؤالاتی درباره سابقه بیماری و ورزشی افراد بود سپس به‌طور تصادفی به دو گروه شاهد (۱۰ نفر) و تمرین (۱۰ نفر) تقسیم شدند. تمامی شرکت‌کنندگان توسط پزشک معاینه شدند و پس از تأیید سلامتی که شامل تست های مربوط به عملکردهای قلبی-تنفسی قبل و پس از شش هفته تمرین بود، وارد فرایند آزمون شدند. تعداد شرکت‌کنندگان با استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه در مطالعات تمرین، با در نظر گرفتن خطای نوع اول مساوی با ۰/۰۵، ۱۰ نفر در هر گروه تعیین شد. تعداد اندازه نمونه از طریق فرمول زیر برآورد شد که در آن S=۱۴ (انحراف استاندارد) و D=۸ (دقت احتمالی) از منابع قبلی و Z از جدول ارزش‌های بحرانی تعیین شد [۳۳].

$$n = \frac{S_X^2 \times Z_{\alpha/2}^2}{D^2}$$

برای شاخص‌های قد از قد سنج (مدل سکا ساخت کشور آلمان) با حساسیت یک میلی‌متر و وزن شرکت‌کنندگان در حالی‌که فقط یک شورت ورزشی پوشیده بودند توسط ترازو (مدل سکا ساخت کشور آلمان) استفاده شد. لازم به ذکر است که شرکت‌کنندگان درحالی‌که به‌صورت ناشتا و با تخلیه محتوای شکمی بودند مورد اندازه گیری وزن قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن از دستگاه آنالیزور ترکیب بدن (مدل X-CONTACT 356 ساخت کره) استفاده شد.

نمونه‌گیری خونی ۴۸ ساعت قبل از شروع تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین برای جلوگیری از احتمال اثر حاد آخرین جلسه تمرین بر متغیرهای خونی با حالت ۱۲ ساعت ناشتا اندازه‌گیری شد. مقدار ۵ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ بازویی هر فرد بین ساعات ۸ تا ۹ صبح گرفته شد. پس از سانتریفیوژ توسط (دستگاه شرکت رونگتن ساخت کشور آلمان) به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه، سرم خون جداسازی و در میکرو تیوب‌های مخصوص ریخته شد و در دمای منفی ۸۰ درجه نگهداری شد [۳۴]. آنالیز و تعیین سطح میزان سرمی ویتامین D با استفاده از کیت تجاری وایداس (ساخت کشور فرانسه) و با حساسیت ۱/۶ نانوگرم در میلی لیتر به روش الایزا صورت پذیرفت.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

برای اندازه گیری پارامترهای HRV که متغیرهای SDNN, RMSSD, HF, LF, LF/HF بودند از دستگاه هولترمانیتورینگ ۳ کاناله (مدل VX3+ ساخت آمریکا) استفاده شد. از شرکت کنندگان خواسته شد ۱۲ ساعت قبل از شروع تست از مصرف سیگار، الکل، نوشیدنی‌های کافئینی، دارو و انجام فعالیت بدنی خودداری کنند. تست به هنگام صبح در حالت ناشتا در یک اتاق آرام و نیمه تاریک با درجه حرارت تقریبی ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. فرآیند ارزیابیHRV حدود ۲۵ دقیقه طول کشید در حالی‌که قبل از آن شرکت‌کنندگان به مدت ۱۰ دقیقه در حالت درازکش به پشت استراحت می‌کردند. از شرکت‌کنندگان خواسته شد طی ارزیابی HRV از صحبت کردن و حرکت کردن خودداری کرده و تنفس نرمال داشته باشند. تمامی اندازه‌گیری‌ها در یک زمان مشخص انجام گرفت. سپس داده‌ها به کامپیوتر منتقل شد و توسط نرم افزار مخصوص آنالیز شد. یک تکنسین باتجربه که به اطلاعات شرکت‌کنندگان دسترسی نداشت فرایند آنالیز داده های مربوط به HRV را انجام داد. برای اطمینان از دقیق بودن داده‌ها تمامی آنالیزهای مربوط به پیش آزمون و پس آزمون توسط یک نفر انجام گرفت.

برای ارزیابی عملکرد ریوی که متغیرهای FEV_1, FVC و FEV_1/FVC بودند از دستگاه اسپیرومتری Custo Med استفاده شد. به این ترتیب که قد، سن، نژاد و جنسیت شرکت‌کنندگان وارد سیستم شد تا مقادیر پارامترهای ریوی به‌صورت مطلق و درصدی از مقادیر پیش‌بینی شده تعیین شود. از شرکت کنندگان در حالی‌که بینی‌شان با یک گیره بسته شده بود به حالت صاف روی صندلی نشسته بودند خواسته شد تا با نهایت ظرفیت، هوا را به داخل ریه‌ها وارد کنند و با حداکثر قدرت و سرعت عمل بازدم را انجام دهند. فرآیند تخلیه ریه باید حداقل به مدت ۶ ثانیه ادامه داشته باشد. این عمل حداقل ۳ بار با فاصله زمانی یک دقیقه تکرار شد که برای رسیدن به نتایج مطلوب تا ۷ مرتبه قابل تکرار بود. لازم به ذکر است که کلیه اندازه‌گیری‌ها متغیرهای پژوهش حاضر ۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی و ۴۸ ساعت پس از اتمام برنامه تمرینی بود.

مدت زمان تمرین گروه تمرین شش هفته طول کشید که در هر هفته سه جلسه تمرین ورزشی برگزار شد. شرکت کنندگان ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه عمل گرم کردن (با راه رفتن و دویدن بر روی تردمیل با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم) و کشش انجام دادند. سپس بر روی تردمیل رفته و شروع به تمرین کردند. پروتکل تمرینی شامل ۱۰ مرتبه فعالیت با شدت ۹۵-۸۵ درصد ضربان قلب ماکزیمم (هفته اول و دوم با ۸۵ درصد، هفته سوم و چهارم با ۹۰ درصد و هفته‌های پنجم و ششم با ۹۵ درصد ضربان قلب ماکزیمم) بود. هر مرحله تمرینی۹۰ ثانیه طول می‌کشید و با ۵۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم به مدت ۶۰ ثانیه ریکاوری می‌کردند که با ۵ دقیقه سرد کردن با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم بر روی تردمیل به اتمام می‌رسید. سرعت و شیب تردمیل بر مبنای ضربان قلب هر شرکت‌کننده تنظیم می‌شد. ضربان قلب، شدت فعالیت و تغییرات فیزیکی شرکت‌کنندگان توسط پژوهش‌گر کنترل می‌شد. با استفاده از پلار ضربان قلب متناسب با شدت مورد نظر شرکت‌کنندگان طی تمرین بر روی تردمیل به‌صورت ضربه به ضربه به‌دست آمد. به مرور که سازگاری‌های تمرینی ایجاد می‌شد سرعت و شیب تردمیل تنظیم می‌شد تا از

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

تمرین با شدت ضربان قلب مورد نظر طی شش هفته مطمئن شویم. از گروه شاهد هم خواسته شد که فعالیت روزانه خود را بدون شرکت در تمرینات ورزشی ادامه دهند. هم‌چنین از تمامی گروه‌ها خواسته شد که الگوی غذایی و سبک زندگی معمول خود را طی شش هفته‌ی مداخله‌ای تغییر ندهند. لازم به ذکر است که برای تعیین حداکثر ضربان قلب از فرمول (سن- ۲۲۰) استفاده شد [۳۵]. تمرینات در ساعت ۴ بعد از ظهر در محل آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه محقق اردبیلی صورت گرفت.

آنالیز آماری

برای نمایش داده‌های مربوط به شرکت‌کنندگان از آمار توصیفی استفاده شد که به‌صورت جدول ارائه شدند. داده‌ها به‌صورت انحراف معیار ± میانگین نمایش داده شده‌اند. برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون آماری Shapiro-Wilk و برای همگن بودن گروه‌ها از آزمون Levene استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها جهت مقایسه نتایج پیش آزمون و پس آزمون از آزمون t زوجی و برای مقایسه نتایج بین‌گروهی از آزمون آماری تحلیل کوواریانس چند متغیره (Multivariate analysis of covariance; MANCOVA) استفاده شد. کلیه فرایند های فوق توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ و نرم افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج

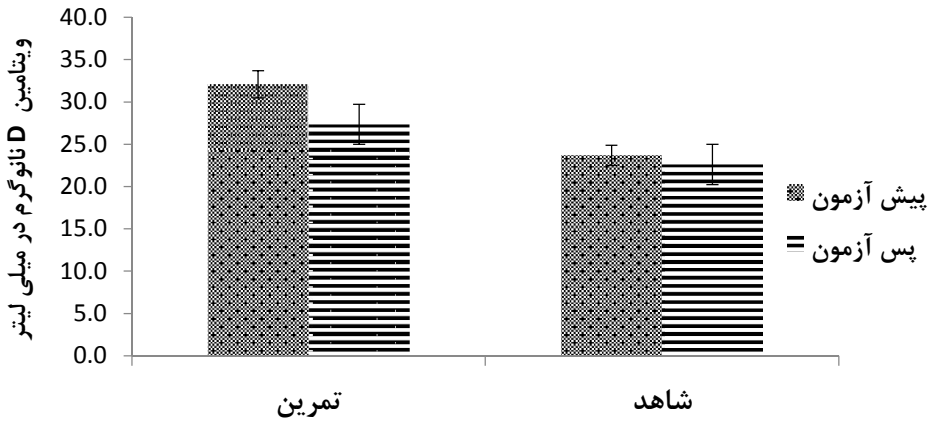
نتایج آزمون Shapiro-Wilk نشان داد که داده‌های تمام متغیرهای تحقیق دارای توزیع نرمال می‌باشند ($p>۰/۰۵$) و نتایج آزمون Levene نیز نشان داد که واریانس گروه‌ها برای همه متغیرها همگن می‌باشد ($p>۰/۰۵$). آزمون t زوجی و MANCOVA به‌ترتیب برای مقایسه تغییرات درون‌گروهی و تغییرات بین‌گروهی کلیه‌ی شاخص‌های مورد اندازه‌گیری در پژوهش حاضر استفاده گردید. نتایج آماری تغییرات شاخص های آنتروپومتریک در جدول ۱ به نمایش گذاشته شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد برای کلیه متغیرهای آنتروپومتریکی پژوهش حاضر در گروه تمرین نسبت به قبل از تمرین و نسبت به گروه شاهد هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری را نداشته است ($p>۰/۰۵$).

جدول ۱- بررسی تغییرات شاخص‌های آنتروپومتریکی شرکت کنندگان (۲۰ نفر) در دو گروه شاهد و کنترل بر اساس آزمون آماری t زوجی و MANCOVA

گروه	متغیر	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P درون گروهی	P بین گروهی
قد	تمرین	۴۶/۵۰ ± ۵/۴۲	۴۶/۵۰ ± ۵/۴۲	ـــــ	ـــــ
(سانتی متر)	شاهد	۴۶/۳۳ ± ۴/۴۶	۴۶/۵۰ ± ۵/۴۲	ـــــ	ـــــ
سن	تمرین	۴۳/۱۳ ± ۲/۲۶	۴۳/۷۶ ± ۴/۶۶	ـــــ	ـــــ
(سال)	شاهد	۴۶/۲۴ ± ۱/۲۵	۴۶/۶۵ ± ۵/۴۲	ـــــ	ـــــ
وزن	تمرین	۸۹/۷۶ ± ۷/۲۵	۸۰/۹۵ ± ۷/۲۱	۰/۰۵۸	۰/۳۵۲
(کیلو گرم)	شاهد	± ۱۸/۸۸ ۸۸/۵۰	± ۱۸/۴۹ ۸۶/۹۴	۰/۷۹۶	
شاخص توده‌ی بدن	تمرین	۲۷/۲۸ ± ۲/۴۸	۲۷/۳۰ ± ۲/۴۵	۰/۹۴۵	۰/۵۸۵
(کیلوگرم بر متر مربع)	شاهد	۲۸/۸۶ ± ۴/۷۰	۲۸/۶۸ ± ۲/۴۹	۰/۹۸۶	
چربی بدن	تمرین	۲۷/۱۲ ± ۴/۷۸	۲۴/۱۸ ± ۵/۱۸	۰/۰۳۴	۰/۲۲۰
(درصد)	شاهد	۲۸/۱۱ ± ۴/۸۳	۲۴/۹۳ ± ۳/۴۷	۰/۴۵۶	

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

در نمودار ۱ نیز نمایش تغییرات سطوح سرمی ویتامین D به نمایش گذاشته شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد سطوح سرمی ویتامین D پژوهش حاضر در گروه تمرین نسبت به قبل از تمرین و نسبت به گروه شاهد هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری را نداشته است (p>۰/۰۵).



نمودار ۱- نمایش تغییرات سطوح سرمی ویتامین D در مردان سیگاری قبل و پس از یک دوره تمرین HIIT براساس آزمون t زوجی و MANCOVA که تفاوت برای هر دو مورد بررسی آماری درون گروهی و بین گروهی معنی‌دار نبود.

نتایج آزمون t زوجی برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای مربوط به HRV و عملکرد ریوی در گروه‌های تجربی و شاهد در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهد که در گروه تمرین اختلاف معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای متغیرهای SDNN، RMSSD، HF، LF وجود دارد (P<۰/۰۵) ولی این اختلاف برای نسبت LF/HF معنی‌دار نبود (P=۰/۹۳۴). برای عملکرد ریوی نیز در گروه تمرین متغیر FEV_1 (p=۰/۰۱، t=-۳/۲۲) و FVC (p=۰/۰۰۵، t=-۳/۶۵) در پس آزمون به‌طور معنی‌داری بیش تر از پیش آزمون بود ولی تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای نسبت FEV_1/FVC (p=۰/۳۰۴، t=۱/۰۹) معنی‌دار نبود. هم‌چنین تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون کل متغیرها در گروه شاهد معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

برای بررسی تفاوت پس آزمون گروه‌ها از آزمون MANCOVA استفاده شد. از آنجا که یکی از پیش فرض‌های استفاده از این آزمون، همسانی ماتریس کوواریانس‌ها است، از آزمون باکس برای این همسانی استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که ماتریس واریانس-کوواریانس در دو گروه (F=۱/۳۹، P=۰/۱۴۴) برابر است. هم‌چنین یکی دیگر از پیش‌فرض‌های استفاده از MANCOVA، همسانی واریانس نمرات گروه‌ها در متغیر وابسته می‌باشد. جهت بررسی این مفروضه از آزمون Levene استفاده شد و نتایج آن نشان داد که شرط همگنی واریانس نمرات در همه‌ی متغیرها [SDNN (F=۲/۲۷۱، P=۰/۱۴۹)، RMSSD (F=۰/۲۲۲، P=۰/۶۴۳)، HF (F=۳/۵۰۵، P=۰/۰۷۸)، LF (F=۴/۷۱، P=۰/۰۶۹)، LF/HF (F=۱/۵۱، P=۰/۲۳۵)] برقرار است. نتایج آزمون MANCOVA برای متغیرهای HRV در جدول

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که مقادیر پس آزمون SDNN، RMSSD HF ، LF در گروه تجربی به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بیش‌تر است (P<۰/۰۵) اما برای مقادیر پس آزمون LF/HF تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تجربی و شاهد وجود نداشت (P>۰/۰۵).

جدول ۲- نتایج آزمون t زوجی برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای تحقیق شرکت کنندگان (۲۰ نفر) در دو گروه تمرین و شاهد

گروه	متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	p	t
تجربی	SDNN	۵۷/۰ ± ۲۳/۴۲	۶۹/۲ ± ۲۳/۵	*۰/۰۲۸	-۲/۶۱۹
	RMSSD	۳۶/۶ ± ۱۶/۶	۴۶/۵ ± ۱۸/۹۳	*۰/۰۰۱	-۵/۵۰۷
	HF	۳۰۸/۴ ± ۱۲۵/۱۹	۴۸۲/۷۵ ± ۲۱۷/۴۴	*۰/۰۰۴	-۳/۳۲
	LF	۸۶۷/۴۶ ± ۶۰۲/۰۲	۱۲۶۳/۶۹ ± ۵۹۶/۱۷	*۰/۰۰۹	-۳/۲۹
	LF/HF	۲/۹۱ ± ۱/۶۳	۲/۸۷ ± ۱/۱۱	۰/۹۳۴	۰/۰۸۵
	FEV	۳/۶۳ ± ۰/۷۴	۴/۱ ± ۰/۸۱	*۰/۰۱	-۳/۲۲
	FVC	۳/۹۸ ± ۱/۱۱	۴/۶ ± ۰/۹۹	*۰/۰۰۵	-۳/۶۵
	FEV1/FVC	۰/۹۲ ± ۰/۰۷	۰/۸۹ ± ۰/۱	۰/۳۰۴	۱/۰۹
شاهد	SDNN	۵۸/۱ ± ۱۲/۳۵	۵۶/۳ ± ۱۴	۰/۴۵۶	۰/۷۷۸
	RMSSD	۳۴/۵ ± ۱۵/۰۴	۳۵/۱ ± ۸/۲۳	۰/۸۶۹	-۰/۱۶۹
	HF	۲۵۷/۵۲ ± ۹۷/۷	۳۰۱/۱ ± ۱۲۰/۵	۰/۲۳	-۱/۲۸
	LF	۸۶۲/۷۸ ± ۴۰۴/۶۳	۸۳۹/۷۷ ± ۳۴۷/۴۱	۰/۷۸۳	۰/۲۸۴
	LF/HF	۳/۰۹ ± ۱/۱۶	۲/۹۴ ± ۱/۱۲	۰/۴۷۲	۰/۷۵۱
	FEV1	۳/۶۷ ± ۰/۶۳	۳/۶۸ ± ۰/۵۸	۰/۹۵۹	-۰/۰۵۳
	FVC	۳/۹۳ ± ۰/۳۱	۴/۰۵ ± ۰/۵۵	۰/۲۷۶	-۱/۱۶۰
	FEV1/FVC	۰/۹۳ ± ۰/۱۰	۰/۹۱ ± ۰/۰۹	۰/۵۳۳	۰/۶۴۸

علامت ستاره * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین پیش آزمون و پس آزمون است.

جدول ۳- نتایج آزمون MANCOVA برای مقایسه پس آزمون متغیرهای مرتبط با HRV بین گروه های تجربی (۱۰ نفر) و شاهد (۱۰ نفر)

متغیر	میانگین مربعات	مجذور اتا	F	p
SDNN	۷۴۸/۵۶۷	۰/۲۶۹	۴/۷۷۷	*۰/۰۴۸
RMSSD	۴۲۷/۴۸۷	۰/۳۱۳	۵/۹۲۹	*۰/۰۳۰
HF	۱۰۰۶۴۰/۵۸۱	۰/۳۱۳	۵/۹۲۱	*۰/۰۳۰
LF	۷۶۳۷۸۶/۷۳۲	۰/۳۳۴	۶/۵۲۵	*۰/۰۲۴
LF/HF	۰/۰۵۷	۰/۰۰۵	۰/۰۵۹	۰/۸۱۱

علامت ستاره * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین پس آزمون دو گروه تجربی و شاهد است.

برای بررسی تفاوت پس آزمون شاخص‌های تنفسی دو گروه نیز از آزمون MANCOVA استفاده شد. نتایج نشان داد که ماتریس واریانس-کوواریانس در دو گروه (F=۱/۹۶۸، P=۰/۰۶۷) برابر است. همچنین واریانس گروه‌ها برای متغیرهای FEV_1 (F=۲/۷۱۴، P=۰/۱۱۷)، FVC (F=۴/۵۷۱، P=۰/۰۶۲) و FEV_1/FVC (F=۰/۰۲۳، P=۰/۸۸۱) برابر است و بنابراین پیش فرض استفاده از آزمون MANCOVA برقرار است. براساس جدول شماره ۴ نتایج آزمون MANCOVA

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

تفاوت معنی‌داری برای دو متغیر تنفسی FEV1 و FVC بین پس آزمون دو گروه تجربی و شاهد نشان داد (P<۰/۰۵)، اما برای مقادیر پس آزمون FEV_1/FVC تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تجربی و شاهد وجود نداشت (P>۰/۰۵). (جدول ۴).

جدول ٤- نتایج تحلیل MANCOVA برای مقایسه پس آزمون متغیرهای تنفسی بین گروه‌های تجربی (۱۰ نفر) و شاهد (۱۰ نفر)

متغیر	مربعات میانگین	مجذور اتا	F	p
	۰/۷۴۸			
FEV_1	۰/۲۴۴		۴/۸۴۶	*۰/۰۴۴
	۰/۶۲۱			
FVC	۰/۱۷۱		۴/۰۸	*۰/۰۴۹
	۰/۰۰۱			
FEV_1/FVC	۰/۰۰۵		۰/۰۷۸	۰/۷۸۴

علامت ستاره * نشان دهنده تفاوت معنی دار بین پس آزمون دو گروه تجربی و شاهد است.

بحث

پژوهش حاضر با هدف تعیین تأثیر شش هفته HIIT بر سطوح ویتامین D، HRV و عملکرد ریوی در مردان سیگاری انجام شد. از جمله شاخص‌های اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر سطوح سرمی ویتامین D بود که نتایج نشان داد هیچ گونه تغییر معنی‌داری در سطوح آن پس از اتمام دوره‌ی تمرینی مشاهده نگردید. همان‌گونه که مشاهده شد، همراستا با عدم تغییر در سطوح این ویتامین در شاخص‌های آنتروپومتریکی نیز هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری دیده نشد. مکانیزم اثر فعالیت‌های ورزشی بر سطوح این ویتامین کاملاً مشخص نیست اما می‌توان گفت که شاید فعالیت ورزشی با اثر غیر مستقیم در تغییرات هورمون‌ها بر این ویتامین اثرگذار باشد [۳۶]. فعالیت ورزشی صورت گرفته در پژوهش حاضر در فضای بسته بوده است که این خود شاید یکی از دلایل عدم تغییر سطوح آن پس از فعالیت ورزشی باشد، چنان‌چه بیان گردیده است که اثر فعالیت ورزشی بر سطوح ویتامین D از طریق در معرض قرار گرفتن نورخورشید هنگام فعالیت ورزشی می‌باشد [۳۷]. هم‌چنین یکی دیگر از دلایل عدم تغییر این ویتامین، عدم تغییر BMI شرکت‌کنندگان بود چنان‌چه بیان شده است که سطوح ویتامین D تحت تأثیر BMI قرار دارد [۳۸]. بااین حال نتایج برخی پژوهش‌ها عکس این قضیه را اثبات می‌نماید، چنان‌چه در پژوهش Haghshenas و همکاران [۳۶] که به بررسی اثر HIIT بر ویتامین D و شاخص‌های آنتروپومتریک نوجوانان پسر دارای اضافه وزن پرداخته بودند سطوح این ویتامین بدون تغییر در BMI افزایش معنی‌داری را داشت که شاید انجام تمرینات در فضای باز باعث تأثیرگزاری تمرینات HIIT بر تغییرات ویتامین D مستقل از BMI گردیده است [۳۹]. عدم تغییر در وزن و BMI متعاقب HIIT در پژوهش حاضر امری طبیعی به‌نظر می‌رسد چنان‌چه اکثر مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات منظم و استقامتی نسبت به تمرینات HIIT اثر بیشتری بر ترکیب بدن (BMI) دارند [۴۰]. به‌طور کلی یافته‌های مطالعه‌ی حاضر در زمینه اثر اثر فعالیت بدنی HIIT بر عدم تغییر سطوح ویتامین D در راستای برخی

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

یافته‌های دیگر مطالعات نبود [۴۲-۴۱] که به عوامل متعددی از قبیل سطح آمادگی شرکت کنندگان، سن، جنسیت، مکان اجرای تمرین و نوع پروتکل تمرینی می‌باشد [۴۳].

نتایج نشان داد که شاخص‌های مربوط به تغییرپذیری ضربان قلب شامل SDNN، RMSSD، LF و HF بعد از شش هفته تمرینات اینتروال شدید در مردان سیگاری کم‌تحرک افزایش یافت. در بیماران عروق کرونری کاهش HRV پیش بینی کننده مرگ و میر است و افزایش SDNN به‌میزان ۱۰ واحد باعث کاهش مرگ و میر به میزان ۲۰ درصد می شود. تمرینات ورزشی با افزایش SDNN سبب کاهش مرگ و میر در بیماران قلبی-عروقی می‌شود. مطالعات متعددی نشان می‌دهند که پس از تمرینات ورزشی هوازی عملکرد پاراسمپاتیکی افزایش می‌یابد [۴۶-۴۴]. افزایش RMSSD در گروه تمرین کننده نشان‌گر کاهش فعالیت سمپاتیکی و افزایش فعالیت پاراسمپاتیکی است. مکانیزم‌های بهبودی فعالیت سیستم اتونوم قلبی و HRV در اثر تمرینات ورزشی به‌طور کامل درک نشده است. با این حال مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات تناوبی می‌توانند منجر به کاهش سطوح کاتکولامین‌ها، تراکم گیرنده‌های بتا آدرنرژیک و آنژیوتانسین II شود. هم‌چنین سبب افزایش قابلیت در دسترس بودن نیتریک اکساید (NO) و واسطه‌هایی دیگر می‌شود که در تمرینات ورزشی تولید و باعث بهبودی فعالیت اتونوم قلبی می‌شوند [۴۸-۴۷]. آنژیوتانسین II پپتیدی است که سبب افزایش خروجی سمپاتیکی شده و فعالیت واگی را مهار می کند. نتایج یک مطالعه نشان داد که سطوح آنژیوتانسین II در مدل‌های حیوانی در اثر تمرینات تناوبی کاهش می‌یابد [۴۹]. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شده است که پس از HIIT فعالیت سیستم رنین-آنژیوتانسین (RAS: Renin-Angiotensin System) از طریق کاهش بیان آنزیم تبدیل کننده آنژیوتانسین در موش‌ها گیرنده‌های آنژیوتانسین و رنین کاهش می‌یابد [۵۰]. بنابراین شاید ازجمله عواملی که بر نتیجه تحقیق حاضر در زمینه HRV مؤثر بوده است. تغییرات در سطوح آنژیوتانسین II باشد. چنان‌چه براساس مطالعات کاهش این فاکتور متعاقب تمرینات HIIT دیده شده است [۵۰]. مطالعه‌ای دیگر در بیماران دارای فشار خون بالا نشان داد که تمرینات هوازی سبب بهبودی فعالیت اتونوم قلبی بدون تأثیرگذاری بر مهارکننده آنزیم تغییر دهنده آنژیوتانسین شد [۵۱]. بنابراین به نظر می‌رسد تمرینات ورزشی هوازی از طریق سایر مکانیزم‌هایی مانند قابلیت در دسترس بودن NO سبب بهبودی فعالیت اتونوم قلبی می‌شود که از طریق کاهش تجزیه NO و افزایش فسفریلاسیون نیتریک اکساید سنتاز اندوتلیالی (eNOS; Endothelial Nitric Oxide Synthase) صورت می‌گیرد. NO می‌تواند به‌طور غیرمستقیم در مهار فعالیت سمپاتیکی و افزایش تون واگی دخالت کند. چنان‌چه در مطالعات مدل‌های انسانی و حیوانی نشان داده است که افزایش بیان NO با افزایش فعالیت واگی همراه است [۵۳-۵۲]. علاوه بر آن این تمرینات باعث کاهش گونه‌های فعال اکسیژن و افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز می‌شود. هم‌چنین تمرینات تناوبی باعث می‌شود شرکت کنندگان مدت زمان بیش‌تری در شدت بالای تمرین ورزشی

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

فعالیت کنند [۲۶]. نشان داده شده است که تمرینات تناوبی از طریق ایجاد نوسانات مابین شدت های زیاد وکم تمرینی باعث ایجاد تنش برشی زیادی می‌شود که منجر به پاسخ های سلولی و مولکولی می‌شود. تنش برشی ایجاد شده در اثر تمرینات هوازی ضمن افزایش فسفریلاسیون و فعال سازی آنزیم eNOS باعث افزایش بیان آن نیز می‌شود که در کل موجب افزایش NO در دسترس می‌شود [۵۴]. بنابراین افزایش سطوح ناشی از تنش برشی در اثر تمرینات اینتروال که با دوره های متوالی فعالیت شدید همراه است با کاهش فعالیت سمپاتیکی و افزایش تون واگی باعث بهبودی اتونوم قلبی می‌شود.

هم‌چنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که HIIT موجب بهبود شاخص‌های عملکرد ریوی FEV_1 و FVC می‌شود. قرار گرفتن در معرض دود سیگار قبل از به وجود آوردن آسیب ساختاری در ریه می‌تواند منجر به ضعف عضلات دیافراگم شود و مکانیزم آن‌هم به افزایش استرس اکسیداتیو و تخریب پروتئین‌ها مربوط می‌شود. در تحقیقی روی موش‌ها نشان داده شده است که با در معرض دود سیگار قرار گرفتن موش‌ها فعالیت NADPH اکسیداز افزایش می‌یابد. ولی تمرینات ورزشی باعث کاهش این اثرات می‌شود [۵۵]. ازآنجایی که چربی زیاد اطراف شکم و سینه نیز انعطاف پذیری و حرکت عضلات تنفسی را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش حجم سینه به هنگام تنفس می‌شود [۵۶]. بنابراین افزایش FVC در مطالعه حاضر را شاید بتوان به بهبود قدرت و استقامت عضلات تنفسی و کاهش چربی بدن نسبت داد. هم‌چنین FEV_1 آزمونی منحصر به‌فرد از عملکرد تنفسی است که با بهبود قدرت عضلات تنفسی افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد ورزش‌هایی که باعث افزایش قدرت عضلات تنفسی شوند سبب افزایش FEV_1 می‌شوند. بنابراین برای توجیه ارتباط بین عملکرد ریوی و فعالیت بدنی در پژوهش حاضرمی‌توان به سه مکانیزم اشاره کرد که عبارتند از ۱- فعالیت بدنی منظم اثرات سیستماتیک ضد التهابی طولانی مدت دارد و در سیگاری‌ها که دچار التهاب ریوی [۷] هستند، می‌تواند باعث بهبود عملکرد ریوی شود. ۲- تمرینات تناوبی سبب بهبودی ترکیب بدن و توزیع چربی می‌شود که مکانیک تنفس را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ۳- فعالیت بدنی می‌تواند باعث افزایش قدرت و استقامت عضلات تنفسی شود. مکانیزم دیگر برای افزایش عملکرد ریوی ناشی از تمرینات ورزشی می‌تواند به تأثیر این تمرینات بر بیان فاکتور رشد انتقالی آلفا (TGF-α;Transforming Growth Factor-α) مربوط باشد. این پروتئین توسط ژن TGF-α کدگذاری می‌شود و از ترشح سورفاکتانت در سلول‌های اپی‌تلیال ریه جلوگیری می‌کند [۳۱]. سورفکتانت فسفولیپیدی است که باعث کاهش تجمع مایعات در مجاری تنفسی شده و با کاهش نیروهای کشش سطحی، منجر به بهبودی شاخص های تنفسی می شود. با کاهش ترشح سورفاکتانت در اثر TGF-α کشش سطحی در آلوئول‌ها بیش‌تر شده عملکرد ریوی افت می‌کند. بین بیان TGF-α با FVC و FEV_1 ارتباط منفی معنی‌داری وجود دارد [۳۱]. Tartibian و همکاران در مطالعه‌ای نشان دادند هشت هفته تمرین اینتروال ضمن کاهش بیان TGF-α باعث بهبودی معنی‌دار FEV_1 وFVC می‌شود [۳۱]. هم‌چنین در تحقیق

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

حاضر مشاهده گردید که علت نسبت FEV_1/FVC در گروه سیگاری‌ها تغییر نکرده است که می‌تواند به افزایش همزمان هر دو پارامتر مربوط باشد که باعث تغییرات جزئی در این نسبت می‌شود.

با توجه به زمان کم‌تر تمرینات اینتروال نسبت به تمرینات تداومی به‌نظر می‌رسد این تمرینات از محبوبیت زیادی برخوردار باشند و با توجه به اثربخشی مفید این تمرینات استفاده از این روش تمرینی به افراد سیگاری پیشنهاد می‌شود.

مطالعه حاضر دارای بعضی محدودیت‌ها بوده است که توصیه می‌شود در مطالعات آتی در نظر گرفته شوند. یکی از این محدودیت‌ها به رژیم غذایی و خواب آزمودنی‌ها مربوط می‌شود که احتمال دارد عدم کنترل این موارد بر پارامترهای سیستم عصبی اتونوم و عملکرد ریوی تأثیرگذار باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ظاهرا شش هفته تمرین اینتروال شدید می‌تواند موجب بهبود عملکرد سیستم عصبی اتونوم قلبی و همین‌طور بهبود عملکرد ریوی در مردان سیگاری شود. شایان ذکر است که در این تحقیق مردان سیگاری کم تحرک و میان‌سال شرکت کرده بودند که باعث می‌شود نتوان یافته‌ها را به عموم افراد تعمیم داد به همین منظور پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی از آزمودنی هایی با سن و جنسیت متفاوتی استفاده شده و زنان سیگاری و افراد جوان هم در مطالعات آینده مد نظر قرار بگیرند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از شرکت کنندگان در تحقیق و معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به‌دلیل حمایت مالی این پژوهش تشکر و قدرانی می‌کنند.

References

[1] McArdle W, Katch F, Katch V. Exercise physiology energy, nutrition, and Human performance. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, WoltersKluwer Health; 2010.

[2] Gandhi V, Singh J. WBSN based safe lifestyle: A case study of heartrate monitoring system. *Int J Electr Comput Eng* 2020; 10(3): 2296.

[3] Lawlor DA, O'Callaghan MJ, Mamun AA, Williams GM, Bor W, Najman JM. Socioeconomic position, cognitive function, and

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

clustering of cardiovascular risk factors in adolescence: findings from the Mater University Study of Pregnancy and its outcomes. *Psychosomatic* medicine 2005; 67(6): 862-8.

[4] Goniewicz ML, Miller CR, Sutanto E, & Li D. How effective are electronic cigarettes for reducing respiratory and cardiovascular risk in smokers? A systematic review. *Harm Reduction Journal* 2020; 17(1): 1-9.

[5] World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic; Warning about the dangers of tobacco. *Geneva* 2011.

[6] European Society of Cardiology. Tobacco Products Directive. *Sophia Antipolis Cedex-France* 2013.

[7] Fuertes E, Carsin AE, Antó JM, Bono R, Corsico AG, Demoly P, et al. Leisure-time vigorous physical activity is associated with better lung function: the prospective ECRHS study. *Thorax* 2018; 73(4): 376-84.

[8] Mousavi SE, Amini H, Heydarpour P, Amini Chermahini F, and Godderis L. Air pollution, environmental chemicals, and smoking may trigger vitamin D deficiency: Evidence and potential mechanisms. *Environmental International* 2019; 122: 67-90.

[9] Tricia LL, Ben MB, Arnulf L, Carlos AC, Yue Chen Pål R, and Xiao-Mei M. Serum 25-hydroxyvitamin D level, smoking and lung function in adults: the HUNT Study. *European Respiratory Journa*l 2015; 46: 355–63.

[10] Jorde R, & Grimnes G. Vitamin D and lipids: do we really need more studies? *Circulation* 2012; 126: 252- 4.

[11] Kleiger RE, Stein PK, and Bigger JT. Heart rate variability: measurement and clinical utility. *The Annals of Noninvasive Electrocardiology* 2005; 10 (1): 88–101.

[12] Tsuji H, Larson MG, Venditti FJJr, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, et al. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. *The Framingham Heart Study. Circulation* 1996; 94(11): 2850-5.

[13] Liao D, Cai J, Rosamond WD, Barnes RF, Hutchinson RG, Whitsel EA, et al. Cardiac

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

Autonomic Function and Incident Coronary Heart Disease: A Population-Based Case-Cohort Study. *American Journal of Epid*emiology 1997; 145: 696-706.

[14] Chen C, Tang J, Li P, and Chou P. Immediate Effects of Smoking on Cardiorespiratory Responses During Dynamic Exercise: Arm Vs. Leg Ergometry. *Frontiers in Physio*logy 2015; 6: 376.

[15] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* 1996; 93(5): 1043–65.

[16] Stamatakis E, Hamer M. The extent to which adiposity markers explain the association between sedentary behavior and cardiometabolic risk factors. *Obesity (Silver Spring)* 2012; 20(1): 229-32.

[17] Heran BS, Chen JM, Ebrahim S, Moxham T, Oldridge N, Rees K, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; (7): CD001800.

[18] Ghardashi Afousi A, Izadi MR, Rakhshan K, Mafi F, Biglari S, Gandomkar BH. Improved brachial artery shear patterns and increased flow-mediated dilatation after low-volume high-intensity interval training in type 2 diabetes. *Experimental Physiology* 2018; 103(9): 1264-76. [Farsi]

[19] Iellamo F, Manzi V, Caminiti G, Vitale C, Castagna C, Massaro M, et al. Matched dose interval and continuous exercise training induce similar cardiorespiratory and metabolic adaptations in patients with heart failure. *International Journal of Cardiology* 2013; 167(6): 2561-5.

[20] Gibala MJ, & McGee SL. Metabolic adaptations to short term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain?. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 2008; 36(2): 58.

[21] Al-Ani M, Munir SM, White M, Townend J, & Coote JH. Changes in R-R variability before and after endurance training measured by power

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]

[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

spectral analysis and by the effect of isometric muscle contraction. *European Journal of Applied Physiology* 1996; 74: 397-403.

[22] Dixon EM, Kamath MV, McCartney N, Fallen EL. Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. *Cardiovascular Research* 1992; 26: 713-9.

[23] Smith ML, Hudson DL, Graitzer HM, Raven PB. Exercise training bradycardia: The role of autonomic balance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1989; 21: 40-4.

[24] Bonaduce D, Petretta M, Cavallaro V, Apicella C, Ianniciello A, Romano M, et al. Intensive training and cardiac autonomic control in high level athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1998; 30: 691-6.

[25] Boutcher SH, and Stein P. Association between heart rate variability and training response in sedentary middle-aged men. *European Journal of Applied Physiology* 1995; 70: 75-80.

[26] Ghardashi-Afousi A, Holisaz MT, Shirvani H, & Pishgoo B. The effects of low-volume high-intensity interval versus moderate intensity continuous training on heart rate variability, and hemodynamic and echocardiography indices in men after coronary artery bypass grafting: A randomized clinical trial study. *ARYA Atheroscler* 2018; 14(6): 260-71. [Farsi]

[27] Alansare A, Alford K, Lee S, Church T, Hyun Chul Jung. The Effects of High-Intensity Interval Training vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Heart Rate Variability in Physically Inactive Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2018; 15: 1508;

[28] Gilles, N. The effects of high-intesity interval training on autonomic function in elderly people with increased cardiovascular risk. [Master Thesis]. University of Basel, Faculty of Medicine; 2018.

[29] Ramírez-Vélez R, Tordecilla-Sanders A, Téllez-T L, Camelo-Prieto D, Hernández- Quiñonez P, Correa-Bautista J, et al. Effect of Moderate Versus High-Intensity Interval Exercise Training on Heart Rate Variability Parameters in Inactive Latin-American Adults: A Randomised

Clinical Trial. *Medicin & Science in Sport & Exercise* 2017; 49: 908- 9.

[30] Raffat A. Ventilatory Response to Aerobic Exercises in Smoking Adolescents. *Bull. Fac Ph Th Cairo University* 2014; 12 (2).

[31] Tartibian B, Amini Khayat SM, Maleki Mansourabad S, Yaghoob Nezhad F. The Effects of 8 Weeks HIIT Exercise Training on Spirometry Parameters: Relationship with TGF-A Gene Expression. *Physical Education Letters* 2018; 1: 12–19.

[32] American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 10th ed.; Lippincott Williams & Wilkins: Baltimore, MD, USA, 2017.

[33] Kim JW, Ko YC, Seo TB, Kim YP. Effect of circuit training on body composition, physical fitness, and metabolic syndrome risk factors in obese female college students. *JER* 2018; 14(3):460-5.

[34] Khajehlandi M. The Effect of 12-Weeks Pilates Body Training on Serum Levels of Apelin and Omentin-1 in Inactive and Overweight Women. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences* 2019; 19(3): 311-22. [Farsi]

[35] Rezanejad S, Kargarfard M, Bambaeichi E, & Kelishadi R. The Interactive effect of 12 weeks of aerobic exercise and the intake of multivitamin minerals supplementation on men blood lead levels in the expose of urban polluted air. *Journal of Jahrom University of Medical Sciences* 2019; 17(1): 25-32.

[36] Haghshenas R, Jamshidi Z, Doaei S, & Gholamalizadeh, M. The Effect of HIIT on Serum Vitamin D Level and Anthropometric Measures in Male Adolescents with Obesity/Overweight. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences* 2018; 9(4): 20-6. [Farsi]

[37] van den Heuvel EG, van Schoor N, de Jongh RT, Visser M, Lips P. Cross-sectional study on different characteristics of physical activity as determinants of vitamin D status; inadequate in half of the population. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67(4): 360-5.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

[38] Mason C, Xiao L, Imayama I, Duggan C R, Bain C, Foster-Schubert K E, & Li, L. Effects of weight loss on serum vitamin D in postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2011; 94(1): 95-103.

[39] van den Heuvel EG, van Schoor N, de Jongh RT, Visser M, Lips P. Cross-sectional study on different characteristics of physical activity as determinants of vitamin D status; inadequate in half of the population. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67(4): 360-5.

[40] Moreau E, Bacher S, Mery S, Le Goff C, Piga N, Vogeser M, et al. Performance characteristics of the VIDAS(R) 25-OH Vitamin D Total assay - comparison with four immunoassays and two liquid chromatography-tandem mass spectrometry methods in a multicentric study. *Clin Chem Lab Med* 2016; 54(1): 45-53.

[41] Kluczynski MA, Lamonte MJ, Mares JA, Wactawski-Wende J, Smith AW, Engelman CD, et al. *Duration of physical activity and serum 25-hydroxyvitamin D status of postmenopausal women. Ann Epidemiol* 2011; 21(6):440-9.

[42] Brock K, Cant R, Clemson L, Mason RS, Fraser DR. Effects of diet and exercise on plasma vitamin D (25(OH)D) levels in Vietnamese immigrant elderly in Sydney, *Australia. J Steroid Biochem Mol Bio* 2007; 103(3-5): 786-92.

[43] Khajehlandi M, Bolboli L, Siahkuhian M, Rami M, Tabandeh M. The effect of moderate-intensity endurance training on the levels of cortisol, MEF-2C, and MMP-2 gene expression in Wistar male myocardium: Interventional and experimental study. *Stud Med Sci* 2020; 31 (4): 305-15. [Farsi]

[44] Hannan AL, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes JS, Jayasinghe R, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Medicine* 2018; 9: 1-17.

[45] Duru F, Candinas R, Dziekan G, Goebbels U, Myers J, & Dubach P. Effect of exercise training on heart rate variability in patients with new-onset left ventricular dysfunction after

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

myocardial infarction. *American Heart Journal* 2000; 140(1): 157-61.

[46] Sloan RP, Shapiro PA, DeMeersman RE, Bagiella E, Brondolo EN, McKinley PS, et al. The effect of aerobic training and cardiac autonomic regulation in young adults. *American Journal of Public Health* 2009; 99(5): 921-8.

[47] Ciolac EG, Bocchi EA, Bortolotto LA, Carvalho VO, Greve JM, Guimaraes GV. Effects of highintensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neurohumoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension. *Hypertension Research* 2010; 33(8): 836-43.

[48] Izadi MR, Ghardashi Afousi A, Asvadi Fard M, Babaee Bigi MA. High-intensity interval training lowers blood pressure and improves apelin and NOx plasma levels in older treated hypertensive individuals. *The Journal of Physiology and Biochemistry* 2018; 74(1): 47-55.

[49] Holloway TM, Bloemberg D, da Silva ML, Simpson JA, Quadrilatero J, Spriet LL. High intensity interval and endurance training have opposing effects on markers of heart failure and cardiac remodeling in hypertensive rats. *PLoS One* 2015; 10(3): e0121138.

[50] Oliveira SáG, Dos Santos Neves V, de Oliveira Fraga SR, Souza-Mello V, Barbosa-da-Silva S. High-intensity interval training has beneficial effects on cardiac remodeling through local reninangiotensin system modulation in mice fed high-fat or high-fructose diets. *Life Sciences* 2017; 189: 8-17.

[51] Chowdhary S, Townend JN. Role of nitric oxide in the regulation of cardiovascular autonomic control. *Clinical Science* 1999; 97(1): 5-17.

[52] Munk PS, Staal EM, Butt N, Isaksen K, & Larsen AI. High-intensity interval training may reduce in-stent restenosis following percutaneous coronary intervention with stent implantation A randomized controlled trial evaluating the relationship to endothelial function and inflammation. *American Heart Journal* 2009; 158(5): 734-41.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

[53] Massion PB, Dessy C, Desjardins F, Pelat M, Havaux X, Belge C, et al. Cardiomyocyte-restricted overexpression of endothelial nitric oxide synthase (NOS3) attenuates beta-adrenergic stimulation and reinforces vagal inhibition of cardiac contraction. *Circulation* 2004; 110(17): 2666-72.

[54] Smith DL, Fernhall B. Advanced cardiovascular exercise physiology. 2011; ISBN-13: 978-0-7360-7392-9.

[55] Bowen TS, Aakerøy L, Eisenkolb S, Kunth P, Bakkerud F, Wohlwend M, et al. Exercise Training Reverses Extrapulmonary Impairments in Smoke-exposed Mice. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2017; 49(5): 879-87.

[56] Moradians V, Rahimi A, Javad Moosavi SA, Sahebkar Khorasani FS, Mazaherinejad A, Mortezazade M, et al. Effect of Eight-Week Aerobic, Resistive, and Interval Exercise Routines on Respiratory Parameters in Non-Athlete Women. *Tanaffos* 2016; 15(2): 96-100.

[Farsi]

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

The Effect of One Course of Intense Interval Training on Serum Levels of Vitamin D, Heart Rate Variability and Lung Function in Male Smokers: A Quasi-Experimental Study

H. Abdi[1], L. Bolboli[2], R. Afroundeh[3], M. Siahkouhian[4], M. Khajehlandi[5]

Received:30/01/21 Sent for Revision: 02/03/21 Received Revised Manuscript:07/04/21 Accepted:10/04/21

Background and Objectives: Smoking affects heart function, lung function and vitamin D levels, and decrease in serum levels of vitamin D, heart rate variability (HRV) and drop in pulmonary function cause cardiovascular disease. So, the aim of the present study was to investigate the effect of one course of intense interval training on serum levels of vitamin D, HRV and lung function in male smokers.

Materials and Methods: In this quasi-experimental study 20 sedentary male voluntarily participated. They were randomly divided into experimental (n=10) and control (n=10) groups. The experimental group participated in an intense interval training program for six weeks and control group did no exercise training. HRV and pulmonary function were assessed by spirometry device and serum levels of vitamin D 48 hours before the first session and 48 hours after the end of last session training. Collected data were analyzed by paired t-test and Multivariate analysis of covariance for within group and between group comparisons, respectively.

Results: The results showed a significant increase in HRV values and pulmonary function and low frequency waves to high frequency waves in the training group compared to the pretest and also compared to the control group ($p<0.05$). But no significant difference was observed in serum levels of vitamin D both in within group and between group comparisons ($p<0.05$).

Conclusion: It can be concluded that six weeks of intense interval training, improves function of the autonomic nervous system and pulmonary function in male smokers.

Keywords: Heart rate, Pulmonary function, Intense interval training, Male smokers, Vitamin D

Funding: This research project has been financially supported by the Office of Vice Chancellor for Research.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The Ethics Committee of the Ardabil University of Medical sciences approved the study (IR.ARUMS.REC.1399.437).

1- PhD Candidate, Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, ORCID : 0000-0001-5930-0823

2- Associate Prof., Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, ORCID: 0000-0002-7981-4343

(Corresponding Author) Tel: (045) 33520457, Fax: (045) 33520457, E-mail: l_bolboli@uma.ac.ir

3- Associate Prof., Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, ORCID: 0000-0002-1592-7330

4- Prof., Dep. of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, ORCID: 0000-0001-8729-7473

5- PhD Candidate, Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, ORCID: 0000-0002-5275-9305

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]
[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]

How to cite this article: Abdi H, Bolboli L, Afroundeh R, Siahkouhian M, Khajehlandi M. The Effect of One Course of Intense Interval Training on Serum Levels of Vitamin D, Heart Rate Variability and Lung Function in Male Smokers: A Quasi-Experimental Study. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2021; 20 (3): 277-96. [Farsi]

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1400.20.3.5.9]

[DOI: 10.52547/jrums.20.3.277]