پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی **مقاله پژوهشی**
سال هفدهم/ شماره سی و سوم/بهار و تابستان ۱۴۰۰

دریافت: ۹۹/۱۰/۲۰ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۸ ص ص: ۱۲۰-۱۰۹

تاثیر ۶ هفته تمرین اینتروال شدید بر عملکرد سیستم عصبی اتونوم قلبی و عملکرد ریوی در مردان کم تحرک

حبیب عبدی[۱]، لطفعلی بلبلی[۲]، رقیه افرونده[۳]، معرفت سیاهکوهیان[۴]

چکیده

سابقه و هدف: کم تحرکی ریسک فاکتوری است که عملکرد قلب و ریه را تحت تاثیر قرار می دهد هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر شش هفته تمرین اینتروال شدید بر فعالیت سیستم عصبی اتونوم قلبی و عملکرد ریوی مردان کم تحرک بود. **مواد و روشها:** ۲۰ مرد کم تحرک شهر اردبیل بصورت داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند و به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی در برنامه تمرین اینتروال شدید به مدت شش هفته، هر هفته ۳ جلسه (۱۰ فعالیت ۹۰ ثانیه ای با ۶۰ ثانیه استراحت بین فعالیت ها) شرکت کردند. شاخص های تغییر پذیری ضربان قلب و عملکرد ریوی قبل و بعد از شش هفته تمرین در هر دو گروه اندازه گیری شد. **یافته‌ها:** شاخص های SDNN، RMSSD، HF و LF و شاخص های عملکرد ریوی FEV1، FVC و FEV1/FVC در گروه تجربی بعد از شش هفته تمرین اینتروال شدید افزایش معنی دار داشت ($P<۰/۰۵$). همچنین نتایج تحلیل کوواریانس برای این شاخص ها بجز RMSSD تفاوت معنی داری بین پس آزمون دو گروه تجربی و کنترل نشان داد ($P<۰/۰۵$). **نتیجه گیری:** یافته های تحقیق حاضر نشان می دهد که شش هفته تمرین اینتروال شدید منجر به بهبودی عملکرد دستگاه عصبی اتونوم قلبی و عملکرد ریوی در مردان کم تحرک می شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد سیستم اتونوم قلبی، عملکرد ریوی، تمرین اینتروال شدید، مردان تحرک

۱ دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. نویسنده مسئول: afroundeh@gmail.com
۴ استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

کم تحرکی ریسک فاکتوری است که عملکرد قلب و ریه را تحت تاثیر قرار می دهد (۱) و به عنوان یک ریسک فاکتور شیوع آن به لحاظ جهانی در سطح بالایی قرار دارد. از هر ۵ نفر در جهان یک نفر کم تحرک می باشد (۲) که باعث مرگ و میر مرتبط با بیماریهایی از جمله اختلالات قلبی- عروقی، دیابت و سرطان می شود (۳). سازمان بهداشت جهانی برای حفظ سلامتی سیستم قلبی- عروقی پیشنهاد کرده است افراد باید دارای فعالیت بدنی با شدت متوسط به میزان حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته باشند (۴). با این حال هنوز هم تعداد افراد کم تحرک در سطح بالایی قرار دارد (۵،۲). به نظر می رسد فقدان زمان کافی عامل اصلی شیوع کم تحرکی باشد (۶). برای پیش بینی بیماریها و مرگ و میر ناشی از اختلالات قلبی- عروقی شاخص تغییرپذیری ضربان قلب (HRV[1]) مورد استفاده قرار می گیرد که به اثرات مداوم شاخه های سمپاتیکی و پاراسمپاتیکی سیستم عصبی اتونوم روی تک تک ضربانهای قلبی اشاره دارد و به عنوان یک روش مشاهده غیرتهاجمی، تاثیرات این سیستم‌ها بر ضربان قلب را بررسی می کند (۷). کاهش با افزایش خطر حوادث قلبی مانند آنژین صدری، انفارکتوس قلبی، نارسایی احتقانی قلبی (۸) و بیماریهای عروق کرونری (۹) همراه است در حالی که افزایش آن با کاهش مرگ و میر ناشی از بیماریهای قلبی- عروقی مرتبط است (۸).

HRV بصورت پارامترهای زمان محور و فرکانس محور آنالیز می شود. در آنالیز زمان محور پارامترهای SDNN[2] (انحراف معیار تمام تناوبهای نرمال) و RMSSD[3] (ریشه دوم میانگین تفاوت مربعات) بیانگر فعالیت پاراسمپاتیکی می باشند. پارامترهای فرکانس محور عبارتند از: HF[4] (نشان دهنده فعالیت پاراسمپاتیکی)، LF[5] (نشان دهنده فعالیت هر دو سیستم سمپاتیکی و پاراسمپاتیکی)، نسبت LF/HF که نشان دهنده تعادل سمپاتوواگی بوده و افزایش آن نشانگر برتری تون سمپاتیکی می باشد (۱۰). مطالعات مختلف اثرات کم تحرکی را بر کاهش HRV نشان داده اند (۱۱). در عین حال پژوهشهای مقطعی و طولی مختلفی نشان داده اند که برای افزایش HRV و فعالیت واگی تمرینات ورزشی سودمند هستند (۱۲،۱۳،۱۴) در حالی که گروهی دیگر از مطالعات تفاوتی بین ورزشکاران و افراد کم تحرک به لحاظ تغییرات در مقادیر پارامترهای HRV نشان نداده اند (۱۵،۱۶). زیربنای تمرینات ورزشی برای بهبودی سیستم قلبی- عروقی تمرینات هوازی است که اثرات آن در تنظیم اتونوم قلبی (از طریق افزایش فعالیت واگی و کاهش تون سمپاتیکی) شناخته شده است (۱۷،۱۸،۱۹). تمرینات هوازی تناوبی شدید که از فعالیتهای مکرر با شدت بالا و دوره های ریکاوری کوتاه مدت تشکیل شده است در مقایسه با تمرینات تداومی به عنوان یک برنامه ورزشی نشاط آور با استقبال بیشتری همراه است (۲۰) و به رغم حجم کلی تمرینی و زمان کمتر در مقایسه با تمرینات تداومی بنظر می رسد در آمادگی بدنی و سلامت سیستم قلبی- عروقی بهبودی یکسان یا بیشتری ایجاد می کند (۲۱). در مطالعه ای که بر روی بیمارانی که عمل پیوند عروق کرونری انجام داده بودند نشان داده شد ۶ هفته تمرین تناوبی با شدت ۹۵-۸۵ درصد ضربان قلب ماکزیمم در مقایسه با گروه تداومی و کنترل باعث افزایش معنی دار SDNN وRMSSD شد. همچنین سبب افزایش معنی دار HF و کاهش معنی دار LF و نسبت LF/HF شد (۲۲). در همین زمینه مطالعه ای دیگر بر روی مردان کم

[1] Heart Rate Variability
[2] SD of all normal R–R intervals
[3] The square root of the mean squared differences between adjacent normal R–R intervals
[4] High Frequency
[5] Low frequency

تحرک نشان داد ۲ هفته تمرین تناوبی شدید باعث بهبودی معنی دار پارامترهای HRV می شود (۲۳). از طرفی دیگر ۳ ماه تمرین تناوبی با شدت ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم در بزرگسالان کم تحرک دارای اضافه وزن به رغم بهبودی در شاخص هایی مانند BMI[1] و VO2max تغییرات معنی داری در پارامترهای HRV بوجود نیاورد (۲۴). در مطالعه ای دیگر که به مقایسه تمرینات تناوبی و تداومی در مردان کم تحرک می پرداخت مشاهده شد ۱۲ هفته تمرین تناوبی باعث تغییرات معنی دار SDNN و نسبت LF/HF می شود ولی RMSSD, LF, HF بین دو گروه تفاوت معنی داری نداشتند (۱۱). همچنین در بیماران نارسایی مزمن قلبی انجام ۳ هفته تمرین تناوبی در مقایسه با گروه تداومی باعث بهبودی معنی دار HF شد ولی سایر پارامترهای HRV بین دو گروه تفاوت معنی داری نداشتند (۲۵).

با توجه به اثرات زیان آور کم تحرکی در بروز بیماریها و مرگ و میر مرتبط با اختلالات قلبی- ریوی، اهمیت تمرینات ورزشی در بهبود سلامتی سیستم قلبی- ریوی و ویژگی خاص تمرینات تناوبی به لحاظ زمان و حجم کم و محبوبیت زیاد در مقایسه با تمرینات تداومی و همچنین فقدان مطالعات کافی و تناقضات موجود در مورد تاثیر تمرینات تناوبی بر HRV افراد کم تحرک، مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر ۶ هفته تمرین تناوبی شدید بر عملکرد سیستم عصبی اتونوم قلبی و عملکرد ریوی در افراد کم تحرک صورت گرفت.

روش پژوهش

انتخاب آزمودنی ها: این پژوهش یک مطالعه نیمه تجربی است که بصورت پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل اجرا شد و توسط کمیته اخلاق در پژوهش های انسانی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با کد اخلاق IR.ARUMS.REC.1398.400 تایید شد. ۲۰ مرد کم تحرک بصورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند سطح فعالیت بدنی افراد داوطلب از طریق مصاحبه و پرسشنامه تعیین شد. افرادی که در هفته کمتر از ۱۵۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت متوسط (به نحوی که عرق کنند یا دچار تنگی نفس شوند) انجام می دهند به عنوان کم تحرک در نظر گرفته شدند. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از: عدم وجود اختلالات قلبی- ریوی، عضلانی و اسکلتی که مانع از انجام فعالیت بدنی شود. عدم مصرف داروهای خاص، داشتن فشار خون نرمال، نداشتن بیماری خاص و انجام جراحی در ۲ سال گذشته. آزمودنی ها پس از جلسه توجیهی در مورد کلیات طرح، پرسشنامه سلامتی را تکمیل و فرم رضایت نامه را امضا کردند. سپس آزمودنی ها بطور تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. از تمامی آزمودنی ها تست های مربوط به عملکردهای قلبی و تنفسی قبل و ۶ هفته پس از آن به عمل آمد.

اندازه گیری HRV: اندازه گیری HRV در حالت پایه و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی به عمل آمد. برای اندازه گیری پارامترهای HRV از دستگاه هولترمانیتورینگ ۳ کاناله مدل +VX3 ساخت امریکا استفاده شد. از آزمودنی ها خواسته شد ۱۲ ساعت قبل از تست از مصرف سیگار، الکل، نوشیدنی های کافئینی، دارو و انجام فعالیت بدنی خودداری کنند. تست به هنگام صبح در حالت ناشتا در یک اطاق آرام و نیمه تاریک با درجه حرارت تقریبی ۲۵ درجه سانتی گراد انجام گرفت. فرایند ارزیابی HRV حدود ۲۵ دقیقه طول کشید در حالی که قبل از آن آزمودنی ها به مدت ۱۰ دقیقه در حالت درازکش به پشت استراحت می کردند. از آزمودنی ها خواسته شد طی ارزیابی HRV از صحبت کردن و حرکت کردن خودداری کرده و تنفس نرمال داشته باشند. تمامی اندازه

[1] Body Mass Index

گیری ها در یک زمان مشخص انجام گرفت. سپس داده ها به کامپیوتر منتقل شد و توسط نرم افزار مخصوص آنالیز شد. یک تکنسین باتجربه که به اطلاعات آزمودنی ها دسترسی نداشت فرایند آنالیز داده های مربوط به HRV را انجام داد. برای اطمینان از دقیق بودن داده ها تمامی آنالیزهای مربوط به پیش آزمون و پس آزمون توسط یک نفر انجام گرفت.

عملکرد ریوی: برای ارزیابی عملکرد ریوی از دستگاه اسپیرومتری custo med استفاده شد. قد، سن، نژاد و جنسیت آزمودنی ها وارد سیستم شد تا مقادیر پارامترهای عملکرد ریوی بصورت مطلق و درصدی از مقادیر پیش بینی شده تعیین شود. آزمودنی ها در حالی که بینی شان با یک گیره بسته شده بود بحالت صاف روی صندلی نشسته بودند. از آزمودنی ها خواسته شد که دم عمیق انجام دهند سپس به سرعت هوا را از ریه ها خارج کنند و با نهایت قدرت و سرعت و ظرفیت عمل بازدم را انجام دهند. فرایند تخلیه ریه باید حداقل به مدت ۶ ثانیه ادامه داشته باشد. این عمل حداقل ۳ بار با فاصله زمانی بیش از یک دقیقه تکرار شد تا نتایج یکسانی بدست آید که برای رسیدن به نتایج مطلوب تا ۷ مرتبه قابل تکرار بود.

پروتکل تمرینی:

مدت زمان تمرین گروه تجربی ۶ هفته طول کشید که در هر هفته ۳ جلسه برگزار شد. آزمودنی ها 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 بود (هفته اول و دوم با ۸۵ درصد، هفته سوم و چهارم با ۹۰ درصد و هفته های پنجم و ششم با ۹۵ درصد ضربان قلب ماکزیمم) (۲۵). هر مرحله تمرینی۹۰ ثانیه طول می کشید و با ۵۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم به مدت ۶۰ ثانیه ریکاوری می کردند که با ۵ دقیقه سرد کردن با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم بر روی تردمیل به اتمام می رسید. سرعت و شیب تردمیل بر مبنای ضربان قلب هر آزمودنی تنظیم می شد. ضربان قلب، شدت فعالیت و تغییرات فیزیکی آزمودنی ها توسط پژوهشگر کنترل می شد. ضربان قلب با استفاده از پلار متناسب با شدت مورد نظر آزمودنی ها طی تمرین بر روی تردمیل بصورت ضربه به ضربه بدست آمد. به مرور که سازگاریهای تمرینی ایجاد می شد سرعت و شیب تردمیل تنظیم می شد تا از تمرین با شدت ضربان قلب مورد نظر طی ۶ هفته مطمئن شویم. از گروه کنترل خواسته شد که فعالیت روزانه خود را بدون شرکت در تمرینات ورزشی ادامه دهند. همچنین از تمامی گروه ها خواسته شد که الگوی غذایی و سبک زندگی معمول خود را طی ۶ هفته مداخله ای تغییر ندهند. برای تعیین حداکثر ضربان قلب از فرمول (سن- ۲۲۰) استفاده شد.

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

برای نمایش داده های مربوط به آزمودنی ها از آمار توصیفی استفاده شد که بصورت جدول و نمودار ارائه شدند. داده ها بصورت انحراف معیار ± میانگین نمایش داده شده اند. برای تعیین نرمالیته داده ها از آزمون آماری شاپیرو- ویلک استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده ها جهت مقایسه نتایج پیش آزمون و پس آزمون درون گروهی از آزمون t زوجی استفاده شد. همچنین برای مقایسه داده های پس آزمون دو گروه از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. کلیه فرایند های فوق توسط نرم افزار SPSS نسخه۲۱ و نرم افزار EXCEL صورت گرفت.

یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیروویلک نشان داد که داده های تمام متغیرهای تحقیق دارای توزیع نرمال می باشند (p>۰/۰۵) و همچنین واریانس گروهها برای همه متغیرها همگن می باشد (p>۰/۰۵). نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای مربوط به HRV در گروه های تجربی و کنترل در جدول ۱ گزارش شده است. نتایج نشان می دهد که در گروه تجربی اختلاف معنی داری بین پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای SDNN، RMSSD، HF، LF وجود دارد (P<۰/۰۵) ولی این اختلاف برای نسبت LF/HF معنی دار نبود (P=۰/۸۵۸).

جدول ۱: نتایج آزمون همبسته برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای تحقیق در دو گروه تجربی و کنترل

گروه	متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	p	t
تجربی	SDNN	۴۲/۳±۱۶/۵۹	۶۱/۲±۱۳/۴	۰/۰۰۲	-۴/۴۲۴
	RMSSD	۲۹±۵/۵۳	۳۶±۷/۱۹	۰/۰۰۷	-۳/۵۱۰
	HF	۲۱۳/۴۷±۱۶۶/۶۴	۳۴۸/۳۷±۱۰۶/۴۶	۰/۰۰۳	-۴/۰۰۴
	LF	۴۰۹/۷۷±۲۰۹/۶۱	۹۲۷/۷۵±۳۶۰/۲۵	۰/۰۰۸	-۳/۳۷۳
	LF/HF	۲/۹۷±۲/۱۲	۲/۸۲±۱/۶۹	۰/۸۵۸	۰/۱۸۵
کنترل	SDNN	۴۳/۵±۱۲/۳۴	۴۵/۵±۱۱/۴۹	۰/۰۵۲	-۲/۲۳۶
	RMSSD	۳۱/۹±۸/۲۴	۳۴/۸±۱۰/۷۲	۰/۱۳۳	-۱/۶۵۳
	HF	۲۵۷/۵۲±۹۷/۷	۲۸۱/۲۲±۱۰۳/۱۸	۰/۱۰۸	-۱/۷۸۶
	LF	۵۲۳/۲۹±۲۸۷/۹۶	۵۰۷±۲۸۰/۳۳	۰/۱۷	۱/۴۹۱
	LF/HF	۲/۲۰±۱/۳۲	۲/۱۹±۰/۸۱۶	۰/۹۹۲	۰/۰۱

نتایج تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت پس آزمون گروهها نشان داد که مقادیر پس آزمون SDNN، HF، LF در گروه تجربی بطور معنی داری نسبت به گروه کنترل بیشتر است (P<۰/۰۵) اما مقادیر پس آزمون RMSSD و LF/HF تفاوت معنی داری بین دو گروه تجربی و کنترل نداشت (P>۰/۰۵). نتایج این آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است.

در گروه تجربی متغیر FEV_1 (t=-۲/۹۸۵ ،p=۰/۰۱۵) و FVC (t=-۳/۶۴۷ ،p=۰/۰۰۵) در پس آزمون بطور معنی داری بیشتر از پیش آزمون بود و تفاوت بین پیش آزمون و پس آزمون برای نسبت FEV1/FVC (t=۲/۴۸۵ ،p=۰/۰۳۵) نیز معنی دار بود اما تفاوت بین پیش آزمون و پس آزمون این متغیرها در گروه کنترل معنی دار نبود (P>۰/۰۵). نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تفاوت معنی داری برای هر سه متغیر تنفسی بین پس آزمون دو گروه تجربی و کنترل نشان داد (P<۰/۰۵) (جدول ۳).

جدول ۲: نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه پس آزمون متغیرهای مرتبط با HRV بین گروه های تجربی و کنترل

متغیر	مربعات میانگین	F	P
SDNN	۱۰۷۱/۳۶۱	۱۸/۷۶۷	۰/۰۰۱
RMSSD	۷۷/۳۹۰	۲/۰۷	۰/۱۶۸
HF	۶۱۹۲۰/۹۴۷	۸/۹۵۸	۰/۰۰۸
LF	۱۴۱۱۹۱۱/۱۱	۱۱/۳۳۹	۰/۰۰۴
LF/HF	۱/۰۴۰	۰/۶۰۳	۰/۴۴۸

جدول ۳: نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه پس آزمون متغیرهای تنفسی بین گروه های تجربی و کنترل

متغیر	مربعات میانگین	F	P
FEV_1	۰/۹۹۹	۱۲/۳۱	۰/۰۰۳
FVC	۸/۴۲۱	۱۴/۲۶۱	۰/۰۰۲
FEV_1/FVC	۰/۰۷۴	۷/۲۴۱	۰/۰۱۵

بحث و بررسی

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر شش هفته تمرین اینتروال شدید بر عملکرد سیستم عصبی اتونوم و عملکرد ریوی انجام شد. نتایج نشان داد که شاخص های تغییرپذیری ضربان قلب شامل SDNN، RMSSD، LF و HF بعد از شش هفته تمرینات اینتروال شدید در مردان کم تحرک افزایش معنی دار یافت. نشان داده شده است که تمرینات تناوبی در بیماران قلبی- عروقی می تواند سبب بهبودیHRV شود. یکی از مکانیزمهای احتمالی به اثرات سیستم عصبی اتونوم مربوط می شود. مطالعات متعددی نشان می دهند که پس از تمرینات ورزشی هوازی عملکرد پاراسمپاتیکی افزایش می یابد(۲۹، ۳۰، ۳۱) در بیماران عروق کرونری کاهش HRV پیش بینی کننده مرگ و میر است. افزایش SDNN به میزان 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 می شود. افزایش RMSSD در گروه های تمرینی نشانگر کاهش فعالیت سمپاتیکی و افزایش فعالیت پاراسمپاتیکی است. مکانیزم بهبودی فعالیت سیستم اتونوم قلبی و HRV در اثر تمرینات ورزشی بطور کامل درک نشده است. با این حال مطالعات نشان داده اند که تمرینات تناوبی می توانند منجر به کاهش سطوح کاتکولامین ها، تراکم گیرنده های بتا آدرنرژیک و آنژیوتنسین II شود. همچنین سبب افزایش قابلیت در دسترس بودن NO و واسطه هایی می شوند که این واسطه ها در تمرینات ورزشی تولید شده و موجب بهبودی فعالیت اتونوم قلبی می شود (۳۲، ۳۳).

آنژیوتنسین II پپتیدی است که سبب افزایش خروجی سمپاتیکی شده و فعالیت واگی را مهار می کند. نتایج یک مطالعه نشان داد که سطوح آنژیوتنسین II در مدل های حیوانی در اثر تمرینات تناوبی کاهش می یابد (۳۴). مطالعه ای دیگر نشان داد پس از تمرینات تناوبی فعالیت سیستم رنین- آنژیوتنسین (RAS) در موش ها از طریق کاهش بیان آنزیم تبدیل کننده آنژیوتنسین، گیرنده های آنژیوتنسین و رنین کاهش می یابد (۳۵). مطالعه ای دیگر در بیماران دارای فشار خون بالا نشان داد که تمرینات هوازی سبب بهبودی فعالیت اتونوم قلبی بدون تاثیر گذاری بر مهارکننده آنزیم تغییردهنده آنژیوتنسین شد (۳۶). بنابراین به نظر می رسد تمرینات ورزشی هوازی از طریق سایر مکانیزمها مانند قابلیت در دسترس بودن NO سبب بهبودی فعالیت اتونوم قلبی می شودکه از طریق افزایش فسفریلاسیون نیتریک اکساید سنتاز اندوتلیالی و کاهش تجزیه نیتریک اکساید صورت می گیرد. NO می تواند بطور غیرمستقیم در مهار فعالیت سمپاتیکی و افزایش تون واگی دخالت کند. مطالعات مدل های انسانی و حیوانی نشان داده است که افزایش بیان NO با افزایش فعالیت واگی همراه است (۳۷، ۳۸).

تمرینات تناوبی از طریق ایجاد نوسانات مابین شدت های زیاد و کم تمرینی باعث ایجاد تنش برشی زیادی می شود که منجر به پاسخ های سلولی و مولکولی می شود. علاوه بر آن این تمرینات باعث کاهش گونه های فعال اکسیژن و افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز می شود. همچنین تمرینات تناوبی باعث می شود آزمودنی ها مدت زمان بیشتری در شدت بالای تمرین ورزشی فعالیت کنند (۲۳). تنش برشی ایجاد شده در اثر تمرینات هوازی ضمن افزایش فسفریلاسیون و فعال سازی آنزیم eNOS باعث افزایش بیان آن نیز می شود که در کل موجب افزایش NO در دسترس می شود (۳۹). 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 می شود. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات اینتروال شدید موجب بهبود شاخص های عملکرد ریوی FEV_1 و FVC و FEV1/FVC می شود. افزایش FVC در مطالعه حاضر را شاید بتوان به بهبود قدرت و استقامت عضلات تنفسی و کاهش چربی بدن نسبت داد. FEV_1 آزمونی منحصر بفرد از عملکرد تنفسی است که با بهبود قدرت عضلات تنفسی افزایش می یابد (۴۱). به نظر می رسد ورزشهایی که باعث افزایش قدرت عضلات تنفسی شوند سبب افزایش FEV_1 می شوند.

برای توجیه ارتباط بین عملکرد ریوی و فعالیت بدنی ۳ مکانیزم وجود دارد: ۱- فعالیت بدنی منظم اثرات سیستماتیک ضدالتهابی طولانی مدت دارد و احتمالا افراد کم تحرک دچار التهاب هستند بنابراین تمرینات می تواند باعث بهبود عملکرد ریوی شود (۴). ۲- تمرینات تناوبی سبب بهبودی ترکیب بدن و توزیع چربی می شود که مکانیک تنفس را تحت تاثیر قرار می دهد. ۳- فعالیت بدنی می تواند باعث افزایش قدرت و استقامت عضلات تنفسی شود (۴۱). مکانیزم دیگر برای افزایش عملکرد ریوی ناشی از تمرینات ورزشی می تواند به تاثیر این تمرینات بر بیان فاکتور رشد انتقالی آلفا (TGF-α) مربوط باشد. TGF-α پروتئینی است که توسط ژن TGF-α کدگذاری می شود و از ترشح سورفکتانت در سلول های اپی تلیال ریه جلوگیری می کند (۲۸). 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 سورفکتانت در اثر TGF-α کشش سطحی در آلوئول ها بیشتر شده عملکرد ریوی افت می کند. مطالعات نشان داده اند بین بیان TGF-α با FVC و FEV_1

ارتباط منفی معنی داری وجود دارد. ترتیبیان و همکاران در مطالعه ای نشان دادند ۸ هفته تمرین اینتروال ضمن کاهش بیان TGF-α باعث بهبودی معنی دار FEV_1 وFVC می شود (۲۸).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شش هفته تمرین اینتروال شدید موجب بهبودی عملکرد سیستم عصبی اتونوم قلبی و همچنین بهبودی عملکرد تنفسی در مردان کم تحرک می شود. بنابراین استفاده از این تمرینات به جهت ماهیت کار و استراحت آن که موجب می شود مدت زمان تمرین کم باشد به مردان کم تحرک توصیه می شود.

منابع

1. Laurendi G, Donfrancesco C, Palmieri L, Vanuzzo D, Scalera G, Giampaoli S. 2015. Association of lifestyle and cardiovascular risk factors with lung function in a sample of the adult Italian population: a cross-sectional survey. Respiration, 89: 33–40, doi: 10.1159/000369035.
2. Dumith SC, Hallal PC, Reis RS, Kohl HW. 2011. Worldwide prevalence of physical inactivity and its association with human development index in 76 countries. J. Prev. Med. 53: 24–28.
3. Cornelissen VA, Smart NA. 2013. Exercise training for blood pressure: A systematic review and meta-analysis. J. Am. Heart Assoc. 2: 1–68.
4. World Health Organization. 2016. Monitoring Health for the SDGs Sustainable Development Goals; World Health Organization: Geneva, Switzerland.
5. Clarke TC, Ward BW, Norris T, Schiller JS. 2017. Early release of selected estimates based on data from the January–September 2016 National Health Interview Survey. Center for Disease Control and Prevention: Atlanta, GA, USA, 1–120.
6. Mullahy J, Robert SA. 2010. No time to lose: Time constraints and physical activity in the production of health. Rev. Econ. Househ. 8: 409–432.
7. Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT. 2005. Heart rate variability: measurement and clinical utility. Ann Non invasive Electro cardiol. 10 (1):88–101.
8. Tsuji H, Larson MG, Venditti Jr FJ, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, et al. 1996. Impact of Reduced Heart Rate Variability on Risk for Cardiac Events. The Framingham Heart Study. Circulation, 94: 2850-2855.
9. Liao D, Cai J, Rosamond WD, Barnes RF, Hutchinson RG, Whitsel EA, et al. 1997. Cardiac Autonomic Function and Incident Coronary Heart Disease: A Population-Based Case-Cohort Study. American Journal of Epidemiology, 145: 696-706.
10. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. 1996. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation. 93(5): 1043–1065.
11. Ramírez-Vélez Ro, Tordecilla-Sanders Al, Téllez-T Lu, Camelo-Prieto Di, Hernández-Quiñonez Pa, Correa-Bautista Jo, et al. 2017. 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, 49: 908- 909.
12. Al-Ani M, Munir SM, White M, Townend J, Coote JH. 1996. Changes in R-R variability before and after endurance training measured by power spectral analysis and by the effect of isometric muscle contraction. Eur. J. Appl. Physiol. 74:397-403.
13. Dixon EM, Kamath MV, McCartney N, Fallen EL. 1992. Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. Cardiovasc. Res. 26:713-719.
14. Smith ML, Hudson DL, Graitzer HM, Raven PB. 1989. Exercise training bradycardia: The role of autonomic balance. Med. Sci. Sports. Exerc. 21: 40-44.
15. Bonaduce D, Petretta M, Cavallaro V, Apicella C, Ianniciello A, Romano M, et al. 1998. Intensive training and cardiac autonomic control in high level athletes. Med. Sci. Sports. Exerc. 30:691-696.

16. Boutcher SH, Stein P. 1995. Association between heart rate variability and training response in sedentary middle-aged men. Eur. J. Appl. Physiol. 70:75-80.
17. Iellamo F, Manzi V, Caminiti G, Vitale C, Castagna C, Massaro M, et al. 2013. Matched dose interval and continuous exercise training induce similar cardiorespiratory and metabolic adaptations in patients with heart failure. Int J Cardiol, 167(6): 2561-5.
18. Mendes RG, Simoes RP, de Souza Melo CF, Pantoni CB, Di Thommazo L, Luzzi S, et al. 2011. Left ventricular function and autonomic cardiac adaptations after short-term in patient cardiac rehabilitation: A prospective clinical trial. J Rehabil Med, 43(8): 720-7.
19. Sandercock GR, Grocott-Mason R, Brodie DA. 2007. Changes in short-term measures of heart rate variability after eight weeks of cardiac rehabilitation. Clin Auton Res. 17(1): 39-45.
20. Kong Z, Fan X, Sun S, Song L, Shi Q, Nie J. 2016. Comparison of high-intensity interval training and moderate-to-vigorous continuous training for cardiometabolic health and exercise enjoyment in obese young women: A randomized controlled trial. PLoS ONE, 11: 1–16.
21. Gibala MJ, McGee SL. 2008. "Metabolic adaptations to shortterm high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain?" Exercise and sport sciences reviews, 36(2): 58.
22. Ghardashi-Afousi A, Holisaz MT, Shirvani H, & Pishgoo B. 2018. 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, 14(6): 260-271.
23. Alansare A, Alford K, Lee S, Church T, Hyun Chul Jung. 2018. 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,15: 1508;
24. Gilles N. 2018. 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.
25. Besnier F, Labrune´e M, Richard L, Faggianelli F, Kerros H, Soukarie L, et al. 2019. Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 62: 321–328.
26. Hannan AL, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes JS, Jayasinghe R, et al. 2018. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. Journal of Sports Medicine. 9: 1-17.
27. Duru F, Candinas R, Dziekan G, Goebbels U, Myers J, Dubach P. 2000. Effect of exercise training on heart rate variability in patients with new-onset left ventricular dysfunction after myocardial infarction. American Heart Journal. 140(1): 157-61.
28. Sloan RP, Shapiro PA, DeMeersman RE, Bagiella E, Brondolo EN, McKinley PS, et al. 2009. The effect of aerobic training and cardiac autonomic regulation in young adults. American Journal of Public Health. 99(5): 921-8.
29. Ciolac EG, Bocchi EA, Bortolotto LA, Carvalho VO, Greve JM, Guimaraes GV. 2010. 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. 33(8): 836-43.
30. Izadi MR, Ghardashi Afousi A, Asvadi Fard M, Babaee Bigi MA. 2018. 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. 74(1): 47-55.
31. Holloway TM, Bloemberg D, da Silva ML, Simpson JA, Quadrilatero J, Spriet LL. 2015. High intensity interval and endurance training have opposing effects on markers of heart failure and cardiac remodeling in hypertensive rats. PLoS One,10(3): e0121138.
32. de Oliveira SáG, Dos Santos Neves V, de Oliveira Fraga SR, Souza-Mello V, Barbosa-da-Silva S. 2017. 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. 189: 8-17.
33. Chowdhary S, Townend JN. 1999. Role of nitric oxide in the regulation of cardiovascular autonomic control. Clinical Science. 97(1): 5-17.
34. Munk PS, Staal EM, Butt N, Isaksen K, Larsen AI. 2009. 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. 158(5): 734-41.
35. Massion PB, Dessy C, Desjardins F, Pelat M, Havaux X, Belge C, et al. 2004. Cardiomyocyte-restricted overexpression of endothelial nitric oxide synthase (NOS3) attenuates beta-adrenergic stimulation and reinforces vagal inhibition of cardiac contraction. Circulation. 110(17): 2666-72.
36. Smith DL, Fernhall B. 2011. Advanced cardiovascular exercise physiology. ISBN-13: 978-0-7360-7392-9.
37. Moradians V, Rahimi A, Javad Moosavi SA, Sahebkar Khorasani FS, Mazaherinejad A, Mortezazade M, et al. 2016. Effect of Eight-Week Aerobic, Resistive, and Interval Exercise Routines on Respiratory Parameters in Non-Athlete Women. Tanaffos. 15(2): 96-100.

Effect of 6 weeks intense interval training on cardiac autonomic nervous system function and on lung function in sedentary males

Habib Abdi[1], Lotfali Bolboli[1], Roghayyeh Afroundeh[1*], Marefat Siahkouhian[1].

1 Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

[*]**Corresponding author**: afroundeh@gmail.com

Abstract

Background and Purpose: Sedentary lifestyle is a risk factor that affects cardiovascular and pulmonary function. The aim of the present study was to investigate the effect of six weeks intense interval training on cardiac autonomic nervous system activity and pulmonary function.

Methodology: 20 sedentary males participated voluntarily in the present study and were divided into experimental and control groups. The experimental group participated in an intense interval training program for six weeks, 3 sessions per week (90-second activities with 60 seconds rest between activities). Heart rate variability and pulmonary function indices were measured before and after six weeks of exercise in both groups.

Results: SDNN, RMSSD, HF and LF indices and FEV1, FVC and FEV1/FVC pulmonary function indices increased significantly after six weeks of intense interval training in the experimental group ($P < 0.05$). Also, the results of analysis of covariance for these indicators except than RMSSD showed a significant difference between the post-test of the experimental and control groups ($P < 0.05$).

Conclusion: The results of the present study indicate that six weeks intense interval training leads to improved cardiac autonomic nervous system function and pulmonary function in sedentary males.

Key words: Cardiac Autonomic Nervous System Function, Pulmonary Function, Intense Interval Training, Sedentary Males