پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی سال پانزدهم/ شماره سی ام/پاییز و زمستان ۱۳۹۸

دریافت: ۹۸/۱/۱۹ پذیرش: ۹۸/۵/۵ ص ص: ۱۸۸-۱۷۵

بررسی اثر فعالیت ورزشی هوازی بر سیستم عصبی خودکار قلبی با استفاده از روش ژئومتریکی Poincare plot

عسگر ایران پور[۱] ، لطفعلی بلبلی[۲]

چکیده

سابقه و هدف: روش ژئومتریکی دینامیک غیرخطی بررسی تغییرپذیری ضربان قلب نسبت به روش‌های خطی از قبیل روش زمان محور و فرکانس محور تغییرپذیری ضربان قلب اطلاعات ارزشمندی از ساختار پاسخ‌پذیری سیستم اتونوم قلبی ارائه می‌نماید. هدف از این پژوهش، بررسی اثر یک دوره متوالی فعالیت ورزشی هوازی بر تغییرپذیری ضربان قلب با استفاده از روش غیرخطی احتمال تکرار توالی‌های هم شکل در مردان جوان دانشگاهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ۲۸ مرد جوان دانشگاهی به طور تصادفی در گروه‌های پژوهش(گروه کنترل؛ گروه تمرین هوازی) تقسیم‌بندی گردیدند. در دوره پیش آزمون و بعد از مداخله تمرین هوازی، تمامی پارامترهای تغییرپذیری ضربان قلب با روش زمانی و توالی‌های ضربان قلب اندازه‌گیری گردید. سپس انحراف معیار توالی‌های ثبت شده با استفاده از روشPoincare plotتفسیر گردید. به منظور مقایسه تفاوت‌ها در مراحل پژوهش، از آزمون‌های تی مستقل و همبسته استفاده گردید.

یافته‌ها: انحراف معیار آنی اینتروال ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب(SD1) نسبت به گروه کنترل(p=۰/۰۱) و پیش آزمون(p=۰/۰۱) و انحراف معیار مداوم اینتروال ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب(SD2) نسبت به گروه کنترل(p=۰/۰۱) و پیش آزمون(p=۰/۰۲) افزایش معنی‌داریداشت.بعد از تبدیل به حالت نرمال SD1nنسبت به گروه کنترل(p=۰/۰۲)افزایش معنی‌دار و نسبت به پیش آزمون(p=۰/۰۸) افزایش غیرمعنی‌داری داشت،SD2nنسبت به گروه کنترل(p=۰/۰۴) افزایش معنی‌دارو نسبت به پیش آزمون(p=۰/۰۲) افزایش غیرمعنی‌داری داشت. مقایسه نسبت انحراف معیار آنی به انحراف معیار مداوم(SD1/SD2) نسبت به گروه کنترل و پیش آزمون تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

نتیجه‌گیری: اجرای منظم و مداوم فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط سبب بهبود پاسخ‌پذیری عصبی قلبی در مردان جوان دانشگاهی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: فعالیت ورزشی هوازی، سیستم اتونوم قلبی، تغییرپذیری ضربان قلب، روشPoincare plot

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۲. دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، نویسنده مسئول L.Bolboli@uma.ac.ir

مقدمه

پاسخ‌پذیری سیستم اتونوم قلبی به استرس‌های فیزیکی و ذهنی موضوع با اهمیتی است، که بایست به عنوان یک فاکتور سلامت عمومی مد نظر قرار گیرد. سیستم اتونوم قلبی با وجود فعالیت ذاتی، از تعدیل‌گرهای عصبی مراکز بالاتر مغزی تأثیر می‌پذیرد (۱). علاوه بر مراکز مغزی، تعدیل فعالیت گیرنده‌های فشاری (۴-۲) و شیمیایی (۵) در اثر شرکت منظم در فعالیت ورزشی هوازی احتمالاً سبب تغییراتی در پاسخ‌پذیری قلبی به فعالیت ورزشی گردد. تغییرپذیری ضربان قلب به عنوان یک روش غیرتهاجمی جهت سنجش پاسخ‌پذیری عصبی قلبی به فعالیت ورزشی و تغییرات محیط پیرامون شناخته می‌شود(۶،۷).روش‌های رایج برای آنالیز تغییرپذیری ضربان قلب روش‌های خطی آنالیز در حیطه زمانی و آنالیز در حیطه فرکانسی می‌باشند(۸).در مورد آنالیز در حیطه زمانی اساس کار فواصل زمانی امواج R به R می‌باشد، در خصوص آنالیز فرکانسی نیز روش‌های متعددی وجود دارد. آنالیز چگالی طیف فرکانسی که در این روش چگالی زیرمنحنی شدت فرکانسی محاسبه می‌گردد (۹). هر دو روش زمان محور و فرکانس محوراطلاعات زیادی پیرامون میزان تغییرات ضربان قلب ارائه می‌دهند، ولی ازساختار این تغییرات اطلاعاتی به ما رائه نمی‌دهند (۱۰).

با استفاده از روش‌های دینامیک غیرخطی، ساختار تغییرات ضربان‌های قلب مورد مطالعه قرار می‌گیرد. به طور نمونه، میزان نظم(احتمال تکرار توالی‌های هم شکل) و بی‌نظمی (آنتروپی) و ساختار فرکتالی(میزان خود شبیه بودن تغییرات ضربان‌های قلب در مقیاس‌های زمانی مختلف) محاسبه می‌شود (۱۱). از این روش‌های غیرخطی می‌توان به روش Poincareplot اشاره نمود (۱۲)، افزایش تغییرات ضربان قلب نشانه پاسخ‌پذیری بهتر و سلامتی قلبی است که افراد در سنین جوانی به دلیل تجربه استرس و فشار بالای تمرین ورزشی مطلوب است تا پاسخ‌پذیری بهتری نسبت به فشار تمرین داشته باشند. بیشتر ورزشکاران و افراد دارای فعالیت ورزشی در سنین جوانی با وجود سطح آمادگی مطلوب بدنی با مرگ ناگهانی قلبی به دلیل پایین بودن پاسخ‌پذیری قلبی به فعالیت ورزشی مواجه می‌شوند (۱۷). فعالیت ورزشی هوازی به دلیل اثرات مثبت بر سطوح فشار خون سیستولی و دیاستولی احتمالاً بر سطح تنظیم گیرنده‌های فشاری و شیمیایی واقع در دیواره عروق خونی موثر خواهد بود. همچنین به دلیل تنظیم منظم ریتم تنفسی در اثر شرکت منظم در فعالیت ورزشی احتمالاً منجر به بهبود تغییرپذیری ضربان قلب گردد (۱۸). در این راستا، کاتای و همکاران[1] (۲۰۰۲) با بررسی اثرات تمرین ورزشی ایروبیک بر تغییرپذیری ضربان قلب در طول بیداری و خواب و پاسخ‌های قلبی تنفسی در مردان میانسال و جوان به این نتیجه رسیدند که با افزایش سن غلبه سیستم عصبی واگی کاهش می‌یابد. همچنین یافتند که برادی کاری استراحتی ناشی از تعدیل عصبی سیستم عصبی واگی- سمپاتیکی صورت می‌گیرد. بدین معنی که افراد جوان به تغییرپذیری ضربان قلب ناشی از تمرین هوازی بهتر پاسخ داده‌اند (۳۳). آسچباچر و همکاران[2] (۲۰۱۶) با بررسی تغییرپذیری ضربان قلب در افراد جوان به این نتیجه رسیدند که پایین بودن سن تضمینی برای سلامتی عصبی قلبی نمی‌باشد و سبک زندگی مطلوب را فاکتور با اهمیت در حفظ سلامتی قلبی عنوان نمودند (۳۴). اجرای فعالیت ورزشی هوازی یکی از فاکتورهای بااهمیت داشتن سبک زندگی مطلوب شناخته شده است. لذا در این پژوهش برآنیم تا اثرات اجرای فعالیت ورزشی هوازی منظم به مدت ۲۱ روز متوالی بر تغییرپذیری ضربان قلب با روش ژئومتریکی غیرخطی در مردان جوان دانشگاهی را بررسی نماییم.

1. Catai and et al
2.Aeschbacher and et al

روش شناسی

این پژوهش در قالب کارآزمایی بالینی[1](کد ثبت در مرکز کارآزمایی بالینی ایران IRCT20180724040579N1) مورد تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با کد اخلاق IR.ARUMS.REC.1396.217 قرار گرفت. تمامی اندازه‌گیری‌ها و پروتکل تمرینی بر طبق استانداردهای تعیین شده کمیته اخلاق در پژوهش صورت گرفت.معیارهای ورود به پژوهش شامل نداشتن برنامه‌ی تمرینی خارج از طرح حاضر، نداشتن سابقه‌ی بیماری قلبی و عروقی، دارا بودن تمامی الزامات مذکور در پرسشنامه سلامتی و داشتن سن در محدوده‌ی ۲۰ تا ۳۰ سال بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل مشاهده هر گونه نارسایی قلبی به تشخیص پزشک حاضر در تیم پژوهش در حین تست‌گیری، خروج آزمودنی از پژوهش به دلیل شرکت نامنظم در تمرینات و هر گونه آسیب‌دیدگی در حین تمرینات بود. تعداد ۲۸ نفر از مردان جوان دانشگاهی، بدون سابقه مصرف سیگار و سایر مواد مخدر، بدون سابقه تمرین ورزشی قبلی(بی تمرین به مدت طولانی) و بدون داشتن بیماری‌ها و ناراحتی‌های قلبی و تنفسی(تکمیل پرسشنامه فعالیت فیزیکی[2]، پرسشنامه سلامتی پزشکی و گرفتن نوار قلبی در حالت استراحت) به عنوان آزمودنی‌های این پژوهش انتخاب شدند. بعد از انتخاب آزمودنی‌ها، تمامی آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت آگاهانه در پژوهش را تکمیل نمودند. سپس آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف پژوهش(کنترل = ۱۴ نفر؛ تمرینهوازی= ۱۴ نفر) به صورت تصادفی و روش تصادفی‌سازی ساده با جدول اعداد تصادفی تقسیم گردیدند.

جدول۱. میانگین ± انحراف استاندارد مشخصات عمومی آزمودنی‌ها

گروه	**سن**(سال)	**قد**(سانتی متر)	**وزن**(کیلوگرم)	**چربی بدن**(درصد)
کنترل	۲۶/۸ ۱±/۳۹	۱۷۴/۲ ۲±/۵۷	۷۵/۵ ۳±/۵۳	۲۲/۱±۱/۱۹
تمرین هوازی	۲۵/۹ ۱±/۸۵	۱۷۳/۵ ۱±/۶۱	۷۷/۲ ۲±/۷۴	۲۵/۱±۱۸/۸۷

پروتکل مطالعه

کل دوره مطالعه ۴۵ روز بود. طی هفته اول، انتخاب آزمودنی‌ها با توجه به معیارهای ورود به پژوهش صورت پذیرفت. سپس مراحل کسب مجوز اخلاق در پژوهش و ثبت کارآزمایی بالینی اجرا گردید. قبل از اجرای تست یک جلسه آشنایی با مراحل اجرای تمرین برنامه‌ریزی شد و سپس در مرحله پیش آزمون یک روز قبل از شروع برنامه تمرینی، آزمودنیهای هر دو گروه در آزمون‌های اندازه‌گیری ترکیب بدنی با استفاده از کالیپر(روش هفت نقطه‌ای)، متر نواری و ترازو، اندازه‌گیری‌حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از تردمیل تکنوجیم مدل T940 و تست بروس، اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب با استفاده از هولتر مانیتور مدل My Patch & Vx3+ شرکت نمودند. سپس به مدت ۲۱ روز متوالی قسمت اصلی دوره تمرین هوازی را تکمیل نموده و در نهایت در مرحله پس آزمون اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب به دقت و در همان محل مرحله پیش آزمون مجدداً اندازه‌گیری گردید.دلیل اجرای متوالی روزهای تمرین هوازی به دلیل احتمال اثرگذاری این مدل تمرین هوازی بر ریتم شبانه روزی ضربان قلب بود.مطابق با برنامه خواب و بیداری که در اختیار آزمودنی‌ها قرار داده شده بود، حداقل میزان خواب برای آزمودنی به مدت ۷ ساعت از ساعت ۱۲ شب تا ۷ صبح بود. تمامیآزمودنی‌ها توصیه‌های لازم برای داشتن تغذیه

1. Clinical Trials
2. physical activity readiness questionnaire

کامل در وعده صبحانه را اجرا نموده وتوجیه گردیدند که ۳ ساعت قبل از اجرای فعالیت ورزشی هوازی از تغذیه سنگین اجتناب نموده و مصرف مناسبی از نوشیدنی‌های مطلوب جهت حفظ مناسب آب بدن را داشته باشند.اجرای تمرین هوازی از ساعت ۱۰ صبحشروع شده و مطابق با جدول برنامه‌ریزی برای هر آزمودنی تا ۳ ساعت برنامه تمرینی تمامی آزمودنی‌ها به اتمام می‌رسید. براساس برنامه تمرینی هر جلسه از فعالیت ورزشی هوازی، قبل از شروع قسمت اصلی فعالیت هوازی هر آزمودنی به مدت ۱۵ دقیقه برنامه گرم کردن عمومی بر روی تردمیل با سرعت پایین ۵ کیلومتر در ساعت را اجرا می‌نمود و سپس با استفاده از سیستم پولار شدت فعالیت ورزشی هوازی را در محدوده‌ی ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه(متغیر برای هر آزمودنی با توجه به ضربان قلب بیشینه در محدوده‌ی ۱۳۵ تا ۱۴۵ ضربه در دقیقه) تنظیم نموده و به مدت ۳۰ دقیقه و بدون شیب سطح فعالیت ورزشی هوازی را اجرا می‌نمود. در طول اجرای فعالیت شدت فعالیت ورزشی توسط محقق یا دستیار کمکی وی کنترل می‌گردید. با اتمام برنامه تمرین هوازی آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه برنامه سرد کردن تعیین شده را اجرا می‌نمودند.جهت تعادل گرمایی مطلوب در حین تمرین به عنوان فاکتور موثر بر تغییرپذیری ضربان قلب، تمامی آزمودنی‌ها از لباس ورزشی مطلوب استفاده می‌نمودند.

اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب

قبل از اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب تمامی توصیه‌های لازم برای اندازه‌گیری به طور دقیق رعایت گردید: به تمامی آزمودنی‌ها توصیه گردید تا ۱۲ ساعت قبل از اندازه‌گیری از خوردن مواد محتوی کافئین خودداری نمایند، تا ۲۴ ساعت قبل از اندازه‌گیری از مصرف سیگار خوددرای نموده و از انجام هر گونه فعالیت فیزیکی شدید اجتناب نمایند. اندازه‌گیری در محیطی سرپوشیده در محدوده‌ی دمایی مطلوب ۲۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه صورت پذیرفت.برای اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب از سیستم هولتر مانیتور مدل My Patch & Vx3+ ساخت کشور آمریکا(نمایندگی در ایران– شرکت اوسینا) استفاده شد (۳۲). در پروسه‌ی اندازه‌گیری تمامی دستورالعمل‌های راهنمای اندازه‌گیری کاملاً رعایت گردید؛ از آزمودنی‌ها خواسته شد تا محل اتصال لیدهای سیستم هولتر مانیتور به بدن را به صورت کامل و تمیز بتراشند و قبل از اتصال لید و الکترودها به روی بدن آزمودنی، محل مربوطه کاملاً تمیز گردید. به منظور اتصال بهتر، از لیدهای مرغوب و مناسب دارای فوم و ژلاستفاده شد. از آزمودنی و دستیاران کمکی خواسته شد تا در محیط مربوطه از تلفن همراه استفاده ننمایند و تلفن همراه خود را حداقل به فاصله ۳ متر و در حالت خاموش قرار دهند. در هنگام اتصال لیدها به بدن آزمودنی توجه شد که فشار اضافی به هسته مرکزی لیدها وارد نگردد، زیرا فشار زیاد در رسانایی تأثیر نامطلوب دارد. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد تا لوازم فلزی و گردنبند و دستبند فلزی به همراه نداشته باشند. به منظور اتصال لیدها به بدن آزمودنی‌ها از روش استاندارد توصیه شده شرکت سازنده سیستم هولتر مانیتور مربوطه با ۷ لید استفاده گردید.قبل از شروع اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب(پیش آزمون) از آزمودنی‌ها خواسته شد در یک اتاق ساکت با نور کم به مدت ۱۵ دقیقه دراز بکشند. سپس به مدت ۱۰ دقیقه به وسیله‌ی هولتر مانیتور، ضربان قلب استراحتی هر فرد در حالت طاق‌باز مانیتور شد، سپس آنالیز طیفی بر روی تغییرات خودبخودی ضربان قلب انجام گرفت.دلیل اختلاف اندک داده‌ها در پیش آزمون بین دو گروه کنترل و تجربی انتخاب آزمودنی‌ها براساس تعداد ضربان قلب در دقیقه، سطوح ترکیب بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی بود،که بایست بر حسب تغییرات توالی‌های ضربان قلب همسان‌سازی می‌گردید. ولی به دلیل اینکه این فاکتور، متغیر بر حسب شرایط روحی و روانی افراد می‌باشد، کنترل این فاکتور مشکل و به

عنوان محدودیت پژوهش به حساب می‌آید. جهت کنترل این سطح تغییرات از روش تحلیل کوواریانس استفاده شد. پس از آخرین روز تمرینات هوازیبر روی تردمیل به منظور فروکش کردن اثرات موقتی آخرین جلسه‌ی تمرینی، یک روز بعد از اتمام تمرینات تحت شرایط استاندارد اشاره شده در قسمت پیش آزمون، تمامی مراحل اشاره شده یکبار دیگر به صورت دقیق و کنترل شده در همان محیط ثبت و به نرم‌افزار مربوطه منتقل گردید. با توجه با فواصل زمانی ثبت شده بر روی نرم افزار، انحراف معیار(SD) توالی‌های زمانی بین دو ضربان قلب با واحد میلی ثانیه (RR n) نسبت به انحراف معیار توالی‌های بعدی(RR n+1) در قالب روش غیرخطی ژئومتریکی Poincareplot برای هر یک از آزمودنی‌ها در نوار قلبی ۵ دقیقه‌ای محاسبه و با نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید. تغییرپذیری مطلوب در هر یک از این توالی‌ها نسبت به توالی‌های بعدی سبب ترسیم مناسب شیب خطی می‌گردد. در شکل زیر نمونه‌ای از نوار قلبی ثبت شده یک آزمودنی ارائه شده است. اعداد قسمت بالایی تعداد ضربان قلب پایه تخمینی در یک دقیقه به شرط حفظ فاصله زمانی میلی ثانیه‌ای نشان داده شده (اعداد قسمت پایین) در زیر همان عدد را نشان می‌دهد. انحراف معیار دو توالی مجاور هم نسبت به انحراف معیار توالی‌های مجاور بعدی خروجی اصلی این روش به حساب می‌آید.

شکل۱.نمونه‌ای از توالی‌های ضربان قلب ثبت شده توسط یکی از آزمودنی‌ها

تحلیل آماری

داده‌ها به صورت میانگین± انحراف معیار تجزیه و تحلیل و گزارش گردیدند. برای تمامی تجزیه و تحلیل‌ها، نرمالیته‌ی داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک مورد بررسی قرار گرفت. در صورت عدم مشاهده نرمال بودن داده‌ها، داده‌ها به شکل لگاریتم طبیعی خودشان تبدیل گشته و سپس مجدداً آزمون نرمالیته تکرار گردید. به منظور مقایسه تفاوت‌های موجود از روش تحلیلی کوواریانس استفاده شد. در این روش ابتدا پیش فرض مهم همگنی شیب رگرسیون‌ها ارزیابی گردید. جهت احراز این پیش فرض مهم، معنی‌دار نشدن(p = ۰/۲۳) اثر تعاملی نمرات کوواریانس مورد توجه قرار گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارSpss$_{24}$ و جهت ترسیم نمودارها از نرم افزار Excelاستفاده شد.

یافته‌ها

تجزیه و تحلیل استنباطی نتایج نشان داد که اجرای تمرین ورزشی هوازی به مدت ۲۱ روز متوالی با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه سبب افزایش معنی‌دار انحراف معیار آنی اینتروال ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب (SD1) نسبت به گروه کنترل (p=۰/۰۰۹) و پیش آزمون (p=۰/۰۱)،انحراف معیار مداوم اینتروال ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب (SD2) نسبت به گروه کنترل (p=۰/۰۱) و پیش آزمون (p=۰/۰۲) می‌گردد. بعد از انتقال نتایج مطلق به حالت نرمال، حالت نرمال شده انحراف معیار آنی اینتروال ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب(SD1n) نسبت به گروه کنترل (p=۰/۰۱۹)افزایش معنی‌دارو نسبت به پیش آزمون (p=۰/۰۸) افزایش

غیرمعنی‌داری داشت،حالت نرمال شده انحراف معیار مداوم اینتروال ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب (SD2n) نسبت به گروه کنترل (p=۰/۰۴)افزایش معنی‌دارو نسبت به پیش آزمون(p=۰/۰۲) افزایش غیرمعنی‌داری داشت. مقایسه نسبت انحراف معیار آنی به انحراف معیار مداوم اینتروال ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب (SD1/SD2) نسبت به گروه کنترل و پیش آزمون تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

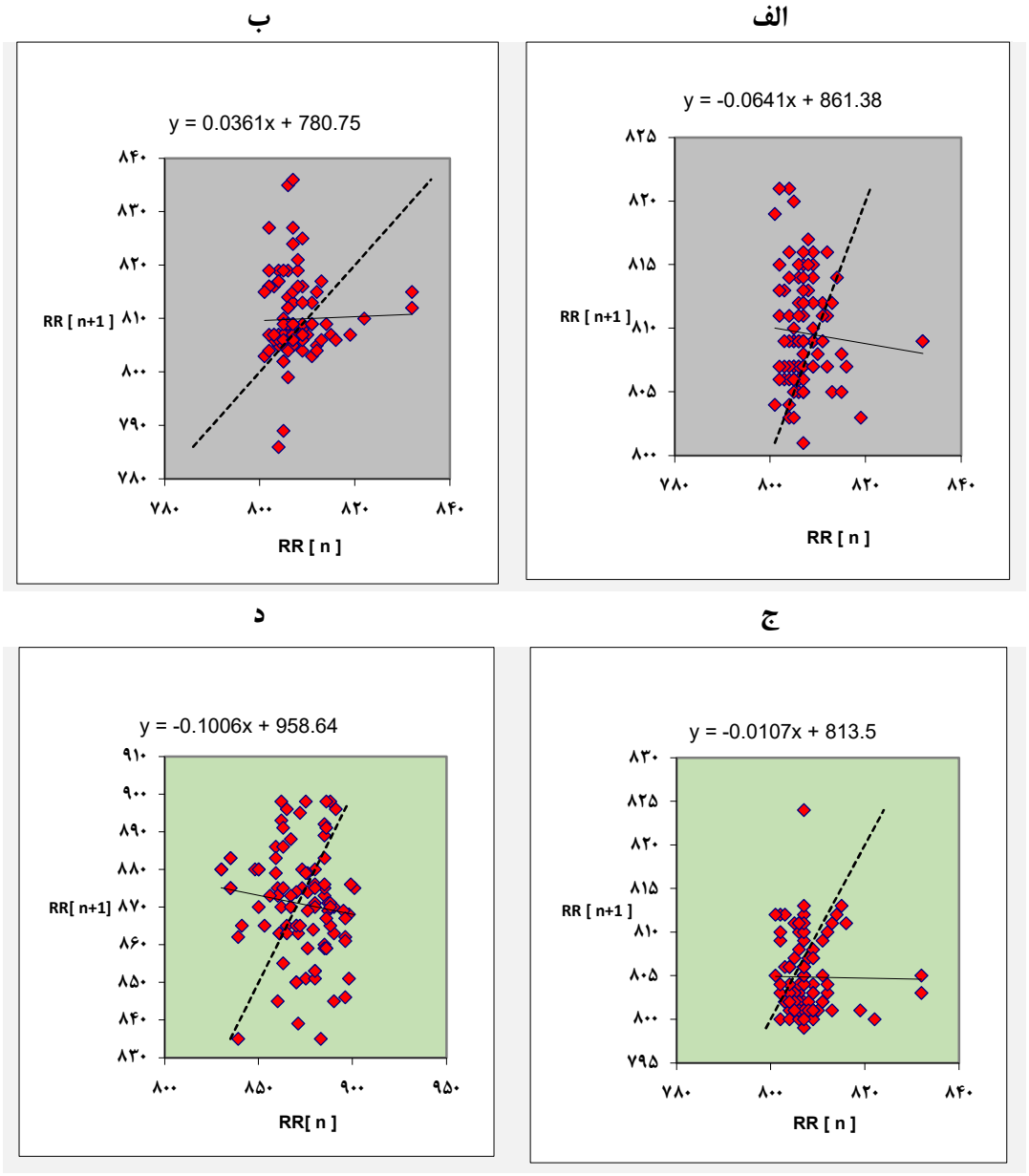
جدول۲. میانگین ± انحراف استاندارد شاخص‌های روش Poincare plot **در گروه‌های پژوهش**

متغیرها	**گروه کنترل**(n = ۱۴)		**گروه تمرین هوازی**(n= ۱۴)	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
SD1	۳۴/۱۵±۳/۳۲۲۹/۱۱±۴/۵۴		۵۳/۱۶±۶/۳۵*†۳۴/۱۳±۸/۰۸	
SD2	۵۹/۱۲±۱/۵۷۱۸/۹ ۱۹±/۳۶		۹۴/۱۹±۹/۶۷*†۶۰/۲ ۲۱±/۴۱	
SD1n	۳۵/۱۸±۸/۳۴۶۷/۱۳±۱/۰۲		۵۱/۱۸±۱/۳۹†۳۶/۱۰±۴/۹۶	
SD2n	۶۵/۱۵±۴/۶۳۳۲/۱۷±۲/۱۹		۹۰/۱۶±۲/۵۵ †۶۷/۱۴±۹/۶۸	
SD1/SD2	۰/۰±۵۷/۰۹/۰±۵۸/۶		۰/۰±۵۶/۰۸/۰±۵۷/۷	

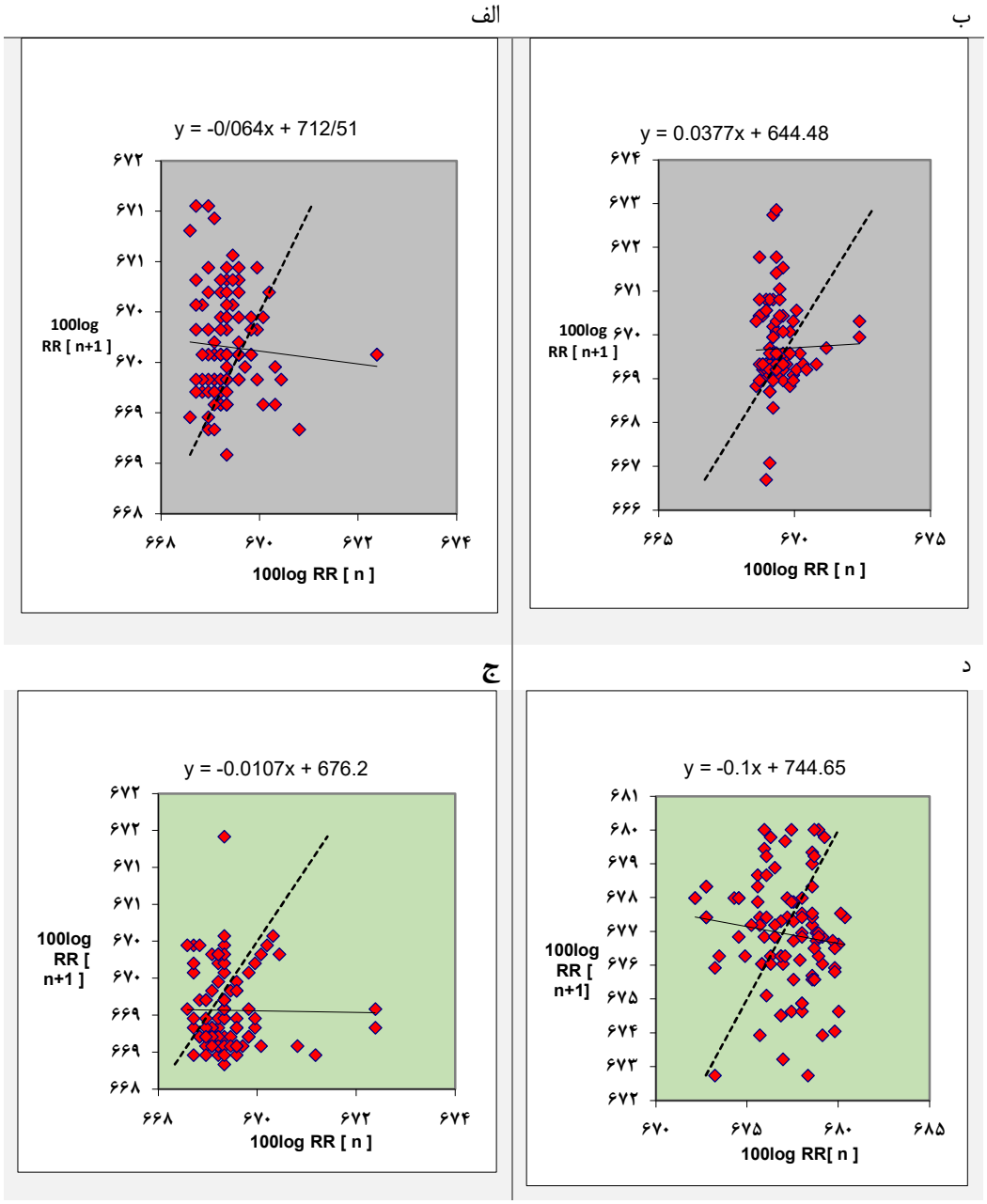
تفاوت معنی‌دار بین گروه کنترل و تجربی(†)، تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون(*)، SD1: انحراف معیار آنی اینتروال ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب، SD2: انحراف معیار مداوم اینتروال ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب، n: واحد نرمال‌گر

نتایج تغییرات انحراف معیار آنی اینتروال‌های ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب(SD1) به صورت خط برازش نقطه چین و تغییرات انحراف معیار مداوم اینتروال‌های ضربه به ضربه تغییرپذیری ضربان قلب(SD2) به صورت خط برازش ممتد در منحنی پراکندگی در نمودار شماره ۱ گزارش گردیده است. نقطه تلاقی دو خط نقطه چین و ممتد به عنوان میانگین مجموع انحراف معیارهای توالی‌های ضربان قلب در یک نوار قلبی ثبت شده ۵ دقیقه‌ای را نشان می‌دهد.

نتایج نمودار شماره ۱ در نمودار شماره ۲ به صورت انتقال لگاریتمی گزارش گردیده است. مزیت این روش تفسیری در این است که در انتقال لگاریتمی نتایج مطلق(نمودار شماره ۱) با بیان ریشه اصلی داده‌ها، خروجی نمودارها علت تأثیر فاکتور موثر(فعالیت ورزشی هوازی) بر فاکتور تأثیرپذیر(تغییرپذیری ضربان قلب) را به صورت دقیق بیان می‌نمایند.



نمودار۱. نتایج اثر فعالیت ورزشی هوازی بر تغییرپذیری ضربان قلب به صورت روش غیرخطی: (الف) پیش آزمون گروه کنترل، (ب) پس آزمون گروه کنترل؛ (ج) پیش آزمون گروه فعالیت ورزشی هوازی و (د) پس آزمون گروه فعالیت ورزشی هوازی



نمودار۲. نتایج اثر فعالیت ورزشی هوازی بر تغییرپذیری ضربان قلب با روش غیرخطی به صورت انتقال لگاریتمی: (الف) پیش آزمون گروه کنترل، (ب) پس آزمون گروه کنترل؛ (ج) پیش آزمون گروه فعالیت ورزشی هوازی و (د) پس آزمون گروه فعالیت ورزشی هوازی

بحث

تغییرات فیزیولوژیکی در سیستم عصبی قلبی ناشی از عوامل خارجی از قبیل شرکت در فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط سبب پاسخ‌پذیری بهتر سیستم عصبی قلبی عروقی در مواجه با تغییرات شدت فعالیت ورزشی هوازی می‌گردد(۱۹). تغییرپذیری ضربان قلب بالا نشانه‌ای از سلامتی قلبی عروقی است(۲۰) که فرد را قادر می‌سازد، تا در حین اجرای فعالیت ورزشی به تغییرات ضرب آهنگ فعالیت ورزشی سازگاری آنی و مطلوبی داشته باشد(۲۱). ویتو و همکاران[1](۲۰۰۲) عقیده بر این داشتند که در افراد تمرین کرده سیستم اتونوم قلبی در حین فعالیت ورزشی هوازی پاسخ‌پذیری عصبی بهتری نسبت به افراد غیرفعال داشت. بدین معنی که افراد تمرین کرده در مواجه با شرایط و فشار تمرینی ناگهانی سریعتر خود را با شرایط تمرین سازگار می‌نمایند.پژوهش ما نشان داد که شرکت منظم و متوالی در فعالیت ورزشی با شدت متوسط سبب بهبود پاسخ‌پذیری ضربان قلب در مردان جوان دانشگاهی می‌گردد. بیشتر مطالعات اثر فعالیت ورزشی هوازی متناوب را بر شاخص‌های تغییرپذیری ضربان قلب بررسی نموده‌اند(۲۲). موروت و همکاران[2](۲۰۰۴) اثر تمرین استقامتی کوتاه‌مدت ۶ هفته‌ای متناوب(سه جلسه در هفته) را بر تغییرپذیری ضربان قلب به روش آنالیز Poincare plot اجرا نمودند و به این نتیجه دست یافتند که اجرای کوتاه‌مدت تمرین هوازی تأثیر معنی‌داری بر پارامترهای تغییرپذیری ضربان قلب دارد و باعث افزایش پاسخ‌پذیری قلبی می‌گردد. این محققین همچنین در کنار این روش آنالیزی، روش‌های دیگر آنالیز تغییرپذیری ضربان قلب از قبیل روش زمان محور و فرکانس محور را نیز اجرا نمودند و به این نتیجه دست یافتند که بین نتایج روش‌های مذکور همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. به عقیده موروت و همکاران، این نوع منحنی نتیجه هر دو روش زمان محور و فرکانس محور را در یک نمودار تجمیع نموده است که ارتفاع نمودار اشاره بر تغییرات فرکانسی و پهنای نمودار تغییرات زمانی را به صورت ساختاری منعکس می‌نماید(۲۳). نتایج پژوهش ما با یافته‌های مطالعه موروت و همکاران با وجود متفاوت بودن مدل تمرین هوازی همسو می‌باشد. نکته جالب توجه در مطالعه موروت و همکاران، وجود همبستگی مثبت بالا در روش‌های تفسیر تغییرپذیری ضربان قلب به صورت خطی و غیرخطی می‌باشد. پیسکورسکی و همکاران[3](۲۰۰۷) کارایی روش آنالیز Poincare plot را نسب به سایر روش‌های آنالیز تغییرپذیری ضربان قلب مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که در این روش نتایج واقعی‌تری نسبت به روش‌های دیگر در بررسی عوامل موثر بر تغییرپذیری ضربان قلب به دست می‌آید(۲۴). بنابراین مزیت اصلی بررسی تغییرپذیری با روش غیرخطی و ساختاری مشاهده همزمان پاسخ‌پذیری زمانی و فرکانسی تغییرپذیری ضربان قلب به صورت شیب خط می‌باشد. در پژوهش ما اثر فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط بر تغییرپذیری ضربان قلب مردان جوان مورد بررسی قرار گرفت، دلیل انتخاب افراد جوان در این پژوهش، کنترل اثر عامل مداخله‌گر افزایش سن بر تغییرپذیری ضربان قلب بود. با این وجود نمی‌توان اذعان نمود که افراد میانسال پاسخ‌پذیری مطلوبی به فعالیت ورزشی هوازی ندارند. سوتیریو و همکاران[4](۲۰۱۳) با بررسی تغییرپذیری ضربان قلب با دو روش خطی و غیرخطی در افراد سالم ورزشکار و غیرورزشکار میانسال به این نتیجه رسیدند که اجرای فعالیت ورزشی هوازی سبب بهبود عملکرد سیستم اتونوم قلبی در افراد تمرین کرده می‌گردد. در مطالعه سوتیریو و همکاران پارامتر SD1 و SD2 به ترتیب به میزان ۴۳ و ۲۶ درصد بهبودی معنی‌داری یافتند(۲۵).

1 .Vito and et al
2.Mourot and et al
3.Piskorski and et al
4 .Sotiriouand et al

بحث دیگر در این زمینه بررسی اثرگذاری فعالیت‌های ورزشی هوازی با شدت‌های متفاوت بر تغییرپذیری ضربان قلب می‌باشد. در پژوهش ما، اثر فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه بر تغییرپذیری ضربان قلب با روش غیرخطی مورد بررسی قرار گرفت. با در نظرگیری اثر شدت فعالیت ورزشی هوازی، هنریگز و همکاران[1](۲۰۱۳) کنترل سیستم اتونوم ضربان قلب را بعد از فعالیت ورزشی هوازی در کشتی‌گیران تمرین کرده مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که شدت فعالیت ورزشی هوازی عامل اصلی و اثرگذار بر تغییرپذیری ضربان قلب می‌باشد(۲۶). در پژوهش هنریکز و همکاران اجرای فعالیت ورزشی هوازی با دو شدت بالا به صورت اختیاری برای هر آزمودنی تا رسیدن به حالت واماندگی در فعالیت و شدت متوسط صورت پذیرفت. به عقیده این محققین با افزایش شدت فعالیت ورزشی، اثرگذاری فعالیت ورزشی هوازی بر شاخص‌های خطی و غیرخطی تغییرپذیری ضربان قلب افزایش می‌یافعالیت ورزشی هوازی به کار رفته در پژوهش ما نزدیک به مقادیر شدت متوسط در پژوهش هنریکز و همکاران بود، که موافق با یافته‌های پژوهش ما بود. زیرا در هر دو مطالعه شدت متوسط فعالیت ورزشی هوازی سبب اثرگذاری معنی‌دار بر تغییرپذیری ضربان قلب گردید، هر چند که به عقیده هنریکز و همکاران شدت بالای فعالیت ورزشی هوازی نسبت به شدت متوسط فعالیت ورزشی هوازی سبب تغییرپذیری بیشتر ضربان قلب در افراد تمرین کرده می‌گردد. نکته جالب توجه در زمینه اثرگذاری شدت فعالیت ورزشی هوازی بر تغییرپذیری ضربان قلب این است که با وجود تغییر مدل تمرینی نیز شدت فعالیت ورزشی به تنهایی عامل اثرگذار بر تغییرپذیری ضربان قلب می‌باشد. با وجود متفاوت بودن مدل تمرینی هنرکیز و همکاران با مدل تمرینی سوارز میراندا و همکاران[2]، سوارز میراندا و همکاران(۲۰۰۹) فعالیت ورزشی هوازی را با چهار شدت سبک(کمتر از ۱۹۵۱ شمارشگام در دقیقه)، متوسط(بین ۵۷۲۴-۱۹۵۲ شمارشگام در دقیقه)و شدید(بین ۹۴۹۸-۵۷۲۵ شمارشگام در دقیقه) با روش تمرینی فردسون و همکاران[3] طبق استاندارد زمانی تعیین شده توسط کالج پزشکی ورزشی آمریکا[4] و انجمن قلب آمریکا[5] به مدت ۱۰ دقیقه مداوم اجرا نمودند. نتایج نشان داد که افزایش شدت تمرین سبب اثرات معنی‌دار در شاخص‌های خطی(امواج با فرکانس پایین و بالا) و غیرخطی(SD1 و SD2) تغییرپذیری ضربان قلب در مردان و زنان جوان می‌گردد. از آنجایی که شدت فعالیت ورزشی در پژوهش ما ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه تعیین شده بود، این میزان شدت در طبقه‌بندی شدت فعالیت ورزشی به عنوان شدت فعالیت ورزشی متوسط گروه‌بندی می‌گردد(۲۷). در مطالعه سوارز میراندا و همکاران اجرای فعالیت ورزشی با شدت بالا نسبت به شدت متوسط اثر بهتری بر سیستم اتونوم قلبی داشت، بنابراین، یافته مطالعه سوارزمیراندا و همکاران مغایر با یافته پژوهش ما می‌باشد. دلیل این مغایرت را این طور می‌توان توجیه نمود که به دلیل پروتکل متفاوت تمرین در دو پژوهش احتمال تفاوت اثر نوع پروتکل در این نتایج دخیل بوده باشد تا شدت فعالیت ورزشی هوازی. البته در کنار شدت تمرین هوازی به عنوان فاکتور اثرگذار بر تغییرپذیری ضربان قلب، اجرای منظم و متوالی فعالیت ورزشی هوازی با حجم تمرین روزانه و هفتگی نیز بنا به نتایج پژوهش ما و مطالعاتی از این قبیل استنتاج می‌گردد. در این راستا، بوچهیت و همکاران[6](۲۰۰۴) با بررسی اثر افزایش حجم تمرین هوازی با شدت متوسط بر شاخص‌های مرتبط با تعدیل واگی تغییرپذیری ضربان قلب در مردان جوان عقیده بر این داشتند که افزایش حجم تمرین هفتگی از میزان کمتر از ۲ ساعت در هفته(گروه کنترل) به ۶-۴ ساعت در هفته(گروه تمرین با حجم متوسط) و بیش از ۱۸ ساعت در هفته(گروه تمرین با حجم بالا) سبب اثر بهتر و معنی‌داری بر شاخص‌های خطی و غیرخطی(SD1

1.Henriquez and et al
2.Soares-Miranda and et al
3.Freedson and et al
4 . American College of Sports Medicine (ACSM)
5.American Heart Association
6 .Buchheit and et al

و SD2) تغییرپذیری ضربان قلب می‌گردد(۲۸). نتایج این پژوهش موافق با یافته پژوهش ما می‌باشد، زیرا در پژوهش ما تاکید بیشتر بر حجم بیشتر تمرین هفتگی به صورت متوالی با شدت متوسط فعالیت ورزشی هوازی می‌باشد. مکانیسم عمل اصلی اثرگذاری فعالیت ورزشی هوازی بر شاخص‌های تغییرپذیری ضربان قلب را می‌توان به اثر فعالیت ورزشی هوازی بر رفلکس‌های قلبی تنفسی، گیرنده‌های فشاری و شیمیایی دیواره عروق خونی و تبادل پیام‌های وابران از این مراکز کنترلی با نواحی تنظیمی بصل‌النخاع و مراکز بالاتر از بصل‌النخاع شامل نواحی کورتکس مغز نسبت داد(۳۱-۲۹). پیام‌های عصبی تارهای وابران رفلکس‌های قلبی تنفسی، گیرنده‌های فشاری و شیمیایی دیواره عروق در هسته منزوی مغز تلفیق می‌گردند. در این ناحیه هسته دمی شکمی جانبی و هسته تاجی شکمی جانبی بصل‌النخاع ضربان قلب را در حالت پایه نگه می‌دارند(۳). فعالیت ورزشی هوازی به عنوان یک فاکتور خارجی اثرگذار بر رفلکس‌های قلبی، بارورفلکس‌ها و گیرنده‌های شیمیایی عروقیسبب تنظیم مجدد نقطه بازیابی این مراکز عصبی می‌گردد. بازیابی نقطه تنظیم این مراکز عصبی سبب تغییر در آهنگ ساعت ریتم مرکزی[1]واقعدر هسته‌های فوق کیاسمایی[2]مغز می‌گردد(۴). ساعت ریتم مرکزی از طریق اثر فاکتورهای نوروهورمونی از جمله گلوکوکورتیکوئیدها، اسید رتینوئیک، ملاتونین بر ساعت‌های کنترل‌کننده محیطی که در نواحی خاصی از بدن از جمله قلب قرار دارند، تأثیر می‌پذیرد. گره سینوسی دهلیزی قلب که مرکز اصلی تنظیم‌کننده آهنگ ضربان قلب می‌باشد علاوه بر تأثیرپذیری از ساعت‌های کنترل‌کننده‌ی مرکزی و قلبی، تحت تأثیر ساعت‌های ولتاژی از قبیل ولتاژهای یون‌های سدیم ، پتاسیم و کلسیم قرار دارد(۶).تغییر در ریتم بدن انسان به دلایلی مختلفی از قبیل اثر سیستم عصبی سمپاتیک، تون عروقی، پاسخ بدن به آگونیست‌های گیرنده آدرنرژیک، مقاومت عروقی، تغییرات صورت گرفته در شریان بازویی همچنین نوسانات سطوح mRNA در عضلات صاف عروق سرخرگی و سیاهرگی، سلول‌های اندوتلیال و فیبروبلاست‌های عروقی صورت می‌گیرد(۳).

نتیجه گیری

فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط در مردان جوان دانشگاهی از طریق اثرگذاری بر سیستم کنترلی گیرنده‌های فشاری و شیمیایی واقع در دیواره عروق خونی و تنظیم نقطه بازیابی ریتم بدن در بصل‌النخاع و مراکز بالاتر مغزی از جمله کورتکس مغز سبب اثر گذاری بر سیستم عصبی قلبی می‌گردد و منجر به پاسخ‌پذیری بهتر سیستم عصبی قلبی می‌گردد. بدین ترتیب اجرای فعالیت ورزشی هوازی منظم با شدت متوسط جهت پاسخ‌پذیری قلبی عروقی افراد جوان به تغییرات بار اعمال شده بر قلب در حین فعالیت ورزشی و سایر فعالیت‌های روزمره توصیه می‌گردد.

References:

1. Adams J, Patel SH, Lopez J, Shacker A. The Effects of Passive Simulated Jogging on Short-Term Heart Rate Variability in a Heterogeneous Group of Human Subjects. Journal of Sports Medicine. 2018. 12(5): 1-9.
2. Bellenger CR, Fuller JT, Thomson RL, Davison K, Robertson EY, Buckley JD. Monitoring athletic training status through autonomic heart rate regulation: a systematic review and meta-analysis. Sports medicine. 2016 Oct 1; 46(10):1461-86.
3. Monahan K. Effect of aging on baroreflex function in humans. Am J PhysiolRegulIntegr Comp Physiol. 2007; 293:1-10.

1.central circadian clock 2.Suprechiasmic Nucleus or SCN

4. Sheldahl L, Ebert T, Cox B, Tristani F. Effect of aerobic training on baroreflex regulation of cardiac and sympathetic function. Journal of Applied Physiology. 1994; 76(1): 1-2.
5. Cornelissen V, Verheyden B, Aubert A, Fagard R. Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability. Journal of Human Hypertension. 2010; 24: 175–182.
6. Barbier J, Reland S, Ville N, Rannou-Bekono F, Wong S, Carré F. The effects of exercise training on myocardial adrenergic and muscarinic receptors. ClinAuton Res. 2006; 16: 61–65.
7. Gomes R, Vanderle F, Vanderlei L, Garner D, Oliveira L, Raimundo R, Porto A, Valenti E. Dynamics of Heart Rate Responses to Exercise in Normotensive Men. Journal of physiolpharmacol. 2018. 62(1): 20-31.
8. Shaffer F, Ginsberg JP. An overview of heart rate variability metrics and norms. Frontiers in public health. 2017 Sep 28; 5:258.
9. Molina GE, Fontana KE, Porto LGG, Junqueira LF. Post-exercise heart-rate recovery correlates to resting heart-rate variability in healthy men. ClinAuton Res, 2016; 26: 415–421.
10. Richard M, Victoria M, Adam Z, Melino G. Vigorous physical activity predicts higher heart rate variability among younger adults. Journal of Physiological Anthropology. 2017 36(24): 1-5.
11. Shmid AV, Novopashin MA, Zimina EY and Berezin AA. Splitting of the ECG Pattern is Not only a Sign of Possible Myocardial Infarction or Cardio Pathology, But one of Many Possible Normal States of the Nonlinear Dynamics of the Heart as Well. Austin Cardio &Cardiovasc Case Rep. 2018; 3(1): 1021.
12. Goshvarpour A, Goshvarpour A, Rahati S. Analysis of lagged Poincare plots in heart rate signals during meditation. Digital Signal Processing. 2011 Mar 1; 21(2):208-14.
13. Voss A, Heitmann A, Schroeder R, Peters A, Perz S. Short-term heart rate variability—age dependence in healthy subjects. Physiological measurement. 2012 Jul 20; 33(8):1289.
14. Scott M, Cardiac Autonomic Responsesduring Exercise and Post-exerciseRecovery Using Heart Rate Variabilityand Systolic Time Intervals—A Review. Frontiers in Physiology, 2017. 301(8): p. 1-19.
15. Hautala AJ, Kiviniemi AM, Tulppo MP. Individual responses to aerobic exercise: the role of the autonomic nervous system. Neuroscience &Biobehavioral Reviews. 2009 Feb 1; 33(2):107-15.
16. Chua KC, Chandran V, Acharya UR, Lim CM. Computer-based analysis of cardiac state using entropies, recurrence plots and Poincare geometry. Journal of medical engineering & technology. 2008 Jan 1; 32(4):263-72.

17. Villareal RP, Liu BC, Massumi A. Heart rate variability and cardiovascular mortality. Current atherosclerosis reports. 2002 Mar 1;4(2):120-7.
18. Naranjo J, De la Cruz B, Sarabia E, De Hoyo M, Domínguez-Cobo S. Heart rate variability: a follow-up in elite soccer players throughout the season. International journal of sports medicine. 2015 Nov; 94(11):881-6.
19. Lewis MJ, Kingsley M, Short AL, Simpson K. Rate of reduction of heart rate variability during exercise as an index of physical work capacity. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2007 Dec; 17(6):696-702.
20. Goit RK, Paudel BH, Khadka R, Roy RK, Shrewastwa MK. Mild-to-moderate intensity exercise improves cardiac autonomic drive in type 2 diabetes. Journal of diabetes investigation. 2014 Nov 1; 5(6):722-7.
21. Kleiger RE, Stein PK, Bigger Jr JT. Heart rate variability: measurement and clinical utility. Annals of Noninvasive Electrocardiology. 2005 Jan; 10(1):88-101.
22. De Vito G, Galloway SD, Nimmo MA, Maas P, McMurray JJ. Effects of central sympathetic inhibition on heart rate variability during steady-state exercise in healthy humans. Clinical physiology and functional imaging. 2002 Jan; 22(1):32-8.
23. Mourot L, Bouhaddi M, Perrey S, Rouillon JD, Regnard J. Quantitative Poincare plot analysis of heart rate variability: effect of endurance training. European journal of applied physiology. 2004 Jan 1; 91(1):79-87.
24. Piskorski J, Guzik P. Geometry of the Poincaré plot of RR intervals and its asymmetry in healthy adults. Physiological measurement. 2007 Feb 19; 28(3):287.
25. Sotiriou P, Kouidi E, Samaras T, Deligiannis A. Linear and non-linear analysis of heart rate variability in master athletes and healthy middle-aged non-athletes. Medical engineering & physics. 2013 Nov 1; 35(11):1676-81.
26. Henriquez OC, San Martín EB, Von Oetinger A, Cañas JR, Ramírez CR. Autonomic control of heart rate after exercise in trained wrestlers. Biology of sport. 2013 Jun; 30(2):111.
27. Soares-Miranda L, Sandercock G, Valente H, Vale S, Santos R, Mota J. Vigorous physical activity and vagal modulation in young adults. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. 2009 Dec; 16(6):705-11.
28. Buchheit M, Simon C, Piquard F, Ehrhart J, Brandenberger G. Effect of increased training load on vagal-related indexes of heart rate variability:

a novel sleep approach. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2004 Dec 1.
29. Tulppo MP, Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kallio M, Seppänen T, Tiinanen S, Huikuri, HVR. Sympatho-vagal interaction in the recovery phase of exercise. ClinPhysiolFunct Imaging, 2011: 31: 272–281.
30. Dong JG. The role of heart rate variability in sports physiology. Experimental and therapeutic medicine. 2016 May 1; 11(5):1531-6.
31. Cassirame J, Stuckey MI, Sheppard F, Tordi N. Accuracy of the Minicardio system for heart rate variability analysis compared to ECG. J. Sports Med. Phys. Fitness. 2013 Jun 1; 53:248-54.
32. Oscina Company. Cardiac Holter Heart Rate Guide Guide. www.avecinna.com/languen-us/, 1396: p. 1-20.
33. Catai AM, Chacon-Mikahil MP, Martinelli FS, Forti VA, Silva E, Golfetti R, Martins LE, Szrajer JS, Wanderley JS, Lima-Filho EC, Milan LA. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 2002 Jun; 35(6):741-52.
34. Aeschbacher S, Bossard M, RupertiRepilado FJ, Good N, Schoen T, Zimny M, Probst-Hensch NM, Schmidt-Trucksäss A, Risch M, Risch L, Conen D. Healthy lifestyle and heart rate variability in young adults. European journal of preventive cardiology. 2016 Jul; 23(10):1037-44.

The Effect of Aerobic Exercise on Cardiac Autonomic Nervous System Using Poincare's Geometric Method

Asgar Iranpour[1], Lotfali Bolboli[2]*

Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

*Corresponding author: Email: L.Bolboli@uma.ac.ir

Background and Purpose: Nonlinear dynamic geometric methods of heart rate variability over linear methods such as time and frequency-domain provides valuable information about the response of the cardiac autonomic system. The aim of this study was to investigate the effect of a consecutive course of aerobic exercise on heart rate variability using a nonlinear method with the possibility of repeating similar sequences of heart rate in young college men.

Methodology: 28 young college men were randomly divided into research groups (control group; aerobic exercise group). In the pre-test period and after the aerobic exercise intervention, all parameters of heart rate variability were measured by time-domain method and heart rate sequences. The standard deviation of the recorded sequences was then interpreted using the Poincare plot method. In order to compare the differences in the research stages, independent and paired t-tests were used.

Results: Immediate interval standard deviation of heart rate variability (SD1) increased significantly compare to the control group ($p = 0.01$) and pretest ($p = 0.01$) and continuous interval standard deviation of heart rate variable (SD2) increased significantly compared to the control group ($p = 0.01$) and pre-test ($p = 0.02$). After conversion to normal, SD1n compared to the control group ($p = 0.02$) increased significantly and There was a non-significance increases compared to the pre-test ($p = 0.08$), SD2n had a significant increase compared to the control group ($p = 0.04$) and a significant increase compared to the pre-test ($p = 0.02$). Comparing the ratio of the instantaneous standard deviation to the continuous standard deviation (SD1 / SD2) with respect to the control and pretest groups did not show a significant difference ($p \geq 0.05$).

Conclusion: Regular and continuous performance of moderate-intensity aerobic exercise improves cardiac neuroresponsibility in young college men.

Keywords: Aerobic Exercise, Cardiac Autonomic System, Heart Rate Variability, Poincare Plot Method