پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۱۱، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۸
ص ص : ۱۵۵ - ۱۴۳

پاسخ سیستم خودکار قلبی، الکترولیت‌های پلاسمایی و فشار خون به تمرین هوازی در شرایط تمرینی مختلف

عسگر ایران‌پور[۱] – لطفعلی بلبلی *[۲] – سلیم واحدی نمین[۳]

۱.دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران ۲.دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران ۳.استادیار طب ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

(تاریخ دریافت : ۳۰/ ۰۷ / ۱۳۹۷، تاریخ تصویب : ۰۳/ ۰۶ / ۱۳۹۸

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر متفاوت اجرای تمرین هوازی کوتاه‌مدت در محیط خشکی و آبی بر مکانیسم‌های کنترل‌کنندهٔ فشار خون است. ۳۰ مرد جوان سالم به‌عنوان آزمودنی‌های پژوهش انتخاب شدند. سپس تمامی آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در گروه‌های پژوهش (گروه کنترل؛ میانگین ± انحراف معیار، سن ۱/۳۹± ۲۶/۸ سال؛ گروه تمرین هوازی در محیط خشکی؛ ۱/۸۵± ۲۵/۹ سال و گروه تمرین هوازی در محیط آبی؛ ۱/۷۱± ۴/ ۲۶سال) تقسیم شدند. گروه‌های مداخله در فعالیت ورزشی هوازی در خشکی و آب با شدت تقریبی ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۳ هفته با جلسات متوالی روزانه شرکت کردند. در دورهٔ پیش‌آزمون و بعد از مداخلهٔ تمرینی، تمامی پارامترهای تغییرپذیری ضربان قلب، فشار خون و الکترولیت‌های پلاسما اندازه‌گیری شد. به‌منظور مقایسهٔ تفاوت‌ها در مراحل پژوهش، از تحلیل واریانس یکراهه استفاده شد. نتایج نشان داد که در مقایسه با گروه کنترل، تمرین هوازی در محیط خشکی سبب تفاوت معنادار در شاخص‌های تغییرپذیری ضربان قلب (P=۰/۰۱) و تفاوت غیرمعنادار در شاخص‌های الکترولیت‌های پلاسمایی و فشار خون می‌شود (P≥۰/۰۵). ولی تمرین هوازی در محیط آبی در هیچ‌یک از شاخص‌های تغییرپذیری ضربان قلب، الکترولیت‌های پلاسمایی و فشار خون تفاوت معناداری نشان نداد (P≥۰/۰۵). به‌طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که اجرای فعالیت ورزشی هوازی در محیط خشکی احتمالاً از مسیر کنترل عصبی سبب اثرگذاری بر سطوح فشار خون می‌شود. با وجود این کنترل اندک سطوح فشار خون متعاقب تمرین هوازی در محیط آبی را نمی‌توان به تغییرات عصبی و الکترولیت‌های پلاسمایی نسبت داد و احتمالاً فاکتورهای اثرگذار دیگری در این زمینه وجود دارند که به بررسی‌های بیشتری نیاز دارند.

واژه‌های کلیدی

الکترولیت‌های پلاسمایی، تمرین در خشکی، تمرین در آب، سیستم خودکار قلبی، فشار خون.

*- نویسنده مسئول : تلفن: ۰۹۱۴۳۵۱۲۵۹۰ Email: L_bolboli@uma.ac.ir

مقدمه

سیستم عصبی خودکار قلبی مسئول فعالیت‌های غیرآگاهانهٔ بدن از جمله فعالیت قلبی عروقی، اعمال گوارشی و تنظیم دماست (۱). تحریک اعصاب سمپاتیک سبب افزایش ضربان قلب، افزایش مقاومت نسبت به جریان خون و فشار خون می‌شود (۲). درحالی‌که تحریک اعصاب پاراسمپاتیک (واگی) سبب کاهش ضربان قلب، اثر اندک بر انقباض‌پذیری قلب و کاهش فشار خون می‌شود. علاوه‌بر مکانیسم مذکور، که با میزان حجم خون در دسترس در عروق خونی ارتباط دارد، در شرایطی که سطوح فشار خون در مویرگ‌ها پایین است، مایعات خارج از گردش خون با تغییر جهت مایعات به‌دلیل فشار اسمزی وارد جریان خون می‌شوند، همچنین در شرایطی که فشار خون به سطوح طبیعی برمی‌گردد، این مایعات از خون به بافت‌های اطراف عروق بازجذب می‌گردند و بدین‌ترتیب با مکانیسم تغییر جهت مایعات، فشار خون تنظیم می‌شود (۳). فاکتور بااهمیت در جذب و بازجذب مایعات به گردش خون وجود الکترولیت‌های موجود در خون از جمله سدیم و پتاسیم است (۴). افزایش سدیم پلاسما همراه با بالا رفتن غلظت مایع بینابینی و تأثیرات آن روی گیرنده‌های اسموتیک، عامل اصلی افزایش حجم پلاسماست. همچنین تغییرات در سطوح پتاسیم در مایع بینابینی، سبب تغییرات در حجم تنفس دقیقه‌ای به‌دلیل تحریک پایانه‌های عصبی تارهای نوع C در بافت عضلانی فعال و اتساع عروق در عضلات می‌شود (۵). محیط تمرین به‌خصوص تمرین هوازی به‌دلیل قابلیت ایجاد تعریق بیشتر، احتمالاً با تغییرات اسمزی ارتباط دارد (۶). مطالعات نشان داده‌اند که قرار گرفتن مکرر (بیش از دو هفته) در معرض محرک‌های مناسب فعالیتی و گرمایی و نوسانات مایعات و الکترولیت‌های پلاسما، سبب تحریک حساسیت گیرنده‌ها، افزایش قابلیت آنها در پاسخ به این تغییرات و افزایش احساس تشنگی می‌شود (۷). تحریک مداوم گیرنده‌های اسمزی- سدیمی به مدت بیش از دو هفته سبب تغییر مجدد نقطهٔ تنظیم گیرنده‌های اسمزی – سدیمی و گیرنده‌های هورمونی می‌شود (۸). بنابراین، بررسی سیستم عصبی خودکار و تغییرات الکترولیت‌های پلاسما هر کدام تأثیراتی بر تغییرات فشار خون دارند (۹). اجرای تمرین هوازی در شرایط محیط خشکی به‌دلیل تعریق و تغییرات عصبی صورت‌گرفته احتمالاً تأثیراتی بر تغییرپذیری سطوح فشار خون دارد (۱۰). از طرفی، اجرای تمرین هوازی در محیط آبی، به‌دلیل خاصیت فشار هیدرواستاتیک آب بر بدن و کاهش تأثیرات فشار گرمایشی تولیدشده در بدن بر متغیرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، همچنین تعدیل اثر مضاعف غالب سیستم سمپاتیک توسط سیستم پاراسمپاتیک، احتمالاً می‌تواند تأثیرات متفاوتی نسبت به تمرین در محیط خشکی بر تغییرپذیری فشار خون داشته باشد (۱۱-۱۳). گومز[1] و همکاران (۱۴) (۲۰۱۶)، با مقایسهٔ تأثیرات تمرین هوازی کوتاه‌مدت در محیط خشکی و آبی بر پاسخ‌های قلبی عروقی و پاسخ‌های کلیوی به این نتیجه رسیدند که در مقایسه با تمرین هوازی در خشکی، اجرای تمرین هوازی در محیط آبی سبب افزایش اندک در ضربان قلب می‌شود، این در حالی است که اجرای همان شدت تمرین هوازی در خشکی پاسخ افزایش ضربان قلب بیشتری را نشان داده است. همچنین در پژوهش گومز مشخص شده است که فشار خون دیاستولیک در محیط خشکی نسبت به محیط آبی دامنهٔ منفی را نشان داد. به‌طور کلی گومز و همکاران نتیجه گرفتند که در شرایط تمرین هوازی در محیط آبی تفاوت معناداری در فشار خون سیستولی و دیاستولی وجود ندارد. در پژوهش دیگری، بلبلی و همکاران (۷) (۱۳۸۴) نشان دادند که اجرای یک دوره فعالیت ورزشی هوازی در

1. Gomes

محیط آبی با دماهای معمولی و گرم موجب تغییرات معنادار در مقادیر پلاسمایی سدیم و پتاسیم در مردان میانسال نمی‌شود. درحالی‌که ونداواسی[1] و همکاران (۱۵) (۲۰۱۶) در پژوهش خود در زمینهٔ اثرات تمرین هوازی بر فشار خون و ضربان قلب عنوان کردند که اجرای تمرین هوازی در خشکی سبب حفظ فشار خون سیستولی در بالاترین مقادیر همراه با ضربان قلب پایین در افراد تمرین‌کرده می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی مکانیسم‌های کنترل‌کنندهٔ کوتاه‌مدت (عصبی) و بلندمدت (سطوح الکترولیت‌های پلاسمایی) فشار خون و سازگاری تمرینی صورت‌گرفته در هر یک از گروه‌های مداخلهٔ تمرینی است.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها

افراد شرکت‌کننده در این پژوهش به‌صورت پخش اطلاعیهٔ اجرای پژوهش تحت این محتوا و غربالگری از افراد مورد علاقه انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل داشتن حداکثر اکسیژن مصرفی در محدودهٔ ۵۰-۴۸ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن (معیار سالم بودن و داشتن آمادگی بدنی مطلوب جهت همسان‌سازی آزمودنی‌ها به‌عنوان متغیر کنترل)، نداشتن برنامهٔ تمرینی خارج از طرح حاضر، نداشتن سابقهٔ بیماری قلبی و عروقی، نداشتن هر گونه حساسیت پوستی به تمرین در محیط آبی، دارا بودن تمامی الزامات مذکور در پرسشنامهٔ سلامتی و داشتن سن ۲۰ تا ۳۰ سال بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل مشاهدهٔ هر گونه نارسایی قلبی به تشخیص پزشک حاضر در تیم پژوهش در حین تست‌گیری، خروج آزمودنی از پژوهش به‌دلیل شرکت نامنظم در تمرینات و هر گونه آسیب‌دیدگی در حین تمرینات بود. تعداد ۳۵ آزمودنی داوطلب، شرایط لازم برای شروع پژوهش را به‌دست آوردند. ت چهار نفر آزمودنی‌ها به دلایل خاص خودشان از ادامهٔ پژوهش انصراف دادند و یک نفر از آزمودنی‌ها به‌دلیل آسیب‌دیدگی از پژوهش خارج شد. در نهایت ۳۰ نفر از مردان جوان سالم، بدون سابقهٔ مصرف سیگار و سایر مواد مخدر، بدون سابقهٔ تمرین ورزشی قبلی (بی‌تمرین به مدت طولانی) و بدون داشتن بیماری‌ها و ناراحتی‌های قلبی و تنفسی (تکمیل پرسشنامهٔ فعالیت فیزیکی[2] پرسشنامهٔ سلامتی پزشکی و گرفتن نوار قلبی در حالت استراحت) به‌عنوان آزمودنی‌های این پژوهش انتخاب شدند. بعد از انتخاب آزمودنی‌ها، تمامی آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامهٔ شرکت آگاهانه در پژوهش را تکمیل کردند. سپس آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف پژوهش (کنترل = ۱۰ نفر؛ تمرین هوازی در محیط خشکی= ۱۰ نفر؛ تمرین هوازی در محیط آبی = ۱۰ نفر) به‌صورت تصادفی و روش تصادفی‌سازی ساده با جدول اعداد تصادفی قرار گرفتند.

جدول ۱. میانگین ± انحراف استاندارد مشخصات عمومی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	چربی بدن (درصد)	شاخص تودهٔ بدنی
کنترل	۲۶/۸ ±۱/۳۹	۱۷۴/۲ ±۲/۵۷	۷۵/۵ ±۳/۵۳	۲۲/۱ ±۱/۱۹	۲۵/۱ ±۰۰/۲۴
تمرین در خشکی	۲۵/۹ ±۱/۸۵	۱۷۳/۵ ±۱/۶۱	۷۷/۲ ±۲/۷۴	۲۵/۱ ±۱۸/۸۷	۲۵/۱ ±۸۱/۵۲
تمرین در آب	۲۶/۴ ±۱/۷۱	۱۷۴/۳ ±۱/۴۷	۷۴/۷ ±۲/۷۱	۲۴/۶ ±۱/۱۷	۲۴/۲ ±۷۳/۰۱

1. Vandavasi

2. Physical activity readiness questionnaire (PAR-Q)

اخلاق در پژوهش

این پژوهش در قالب کارآزمایی بالینی[1] (کد ثبت در سامانهٔ کارآزمایی بالینی IRCT20180724040579N1) مورد تأیید کمیتهٔ اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با کد IR.ARUMS.REC.1396.217 قرار گرفت. تمامی اندازه‌گیری‌ها و پروتکل تمرینی بر طبق استانداردهای تعیین‌شده کمیتهٔ اخلاق در پژوهش صورت گرفت. همچنین از پرسشنامهٔ سلامتی و فرم رضایت‌نامهٔ شرکت داوطلبانه در پژوهش کمیتهٔ اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی اردبیل استفاده شد.

روش اندازه‌گیری داده‌ها

مدت این مرحله بیست روز بود. آزمودنی‌های گروه تجربی در این بیست روز به محل سالن تمرینی و استخر تعیین‌شده اعزام شدند و تحت نظارت محقق یا دستیاران محقق به تمرین هوازی در خشکی و آب پرداختند.

مرحلهٔ اول: یک روز قبل از شروع برنامهٔ تمرینی، آزمودنی‌های هر دو گروه در آزمون‌های زیر شرکت کردند. زمان شروع آزمون‌ها نوبت صبح بود.

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدنی با استفاده از کالیپر (روش هفت‌نقطه‌ای)، متر نواری و ترازو

اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از تردمیل تکنوجیم مدل T940 و تست بروس

اندازه‌گیری الکترولیت‌های پلاسمایی با اخذ نمونه‌های خونی به‌صورت ناشتا از ورید بازویی

اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب با استفاده از هولتر مانیتور مدل My Patch & Vx3+

مرحلهٔ دوم: قسمت اصلی برنامهٔ تمرینی برای هر دو گروه تمرین در خشکی و آب به مدت بیست روز مطابق با پروتکل تمرین هوازی تعیین‌شده برای هر دو گروه شروع شد.

پروتکل تمرین هوازی

در پژوهش حاضر، تمامی مراحل تمرین در استخر و در منطقهٔ کم‌عمق صورت گرفت. روند کار به این صورت بود که ابتدا آزمودنی‌ها بدن خود را گرم کرده و سپس حرکات کششی، تمرینات ایروبیک در خشکی و آب و سپس سرد کردن و ریکاوری را اجرا کردند. کلیهٔ آزمودنی‌ها پس از ورود به استخر به راه رفتن در یک ردیف پرداختند، به‌صورتی که تا قسمت سینه در آب بودند. دمای متوسط استخر ۲۶ تا ۲۸ درجهٔ سلسیوس بود. همچنین میزان رطوبت (۵۰ تا ۶۰ درصد) توسط محقق کنترل شد. مدت زمان اجرای تمرین ۷۷ دقیقه بود که به مدت پنج دقیقه حرکات گرم کردن شامل راه رفتن با پای خم و دست خم، دور تا دور عرض استخر اجرا شد. در مدت ۷۲ دقیقه‌ای فعالیت در محل تعیین‌شده به‌طور متوسط در هر دقیقه به میزان ۳۰ متر را طی کردند که در مجموع به‌طور میانگین در ۷۲ دقیقه فعالیت، هر آزمودنی مسیر ۲۱۶۰ متری را پیمود. بعد از اتمام تمرین حرکات سرد کردن و بازیافت به مدت ۱۰ دقیقه شامل حرکات کششی و دراز کشیدن در آب صورت گرفت. شدت تمرین با استفاده از ضربان‌سنج پولار در محدودهٔ تقریبی ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره کنترل شد. گروه تمرین هوازی در خشکی (تمرین هوازی در خشکی بر روی تردمیل مدل T940 تکنوجیم، ساخت ایتالیا)، فعالیت هوازی را با همان میزان شدت فعالیت (۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه) به مدت ۳۰ دقیقه و با روش معادل‌سازی مصرف انرژی به میزان گروه تمرین هوازی در آب اجرا کرد (۷).

فرمول معادل‌سازی انرژی مصرفی در جلسات تمرین هوازی در محیط خشکی بر روی تردمیل و تمرین هوازی در محیط آبی برای هر یک از آزمودنی‌ها به‌صورت جداگانه و متغیر برحسب وزن آزمودنی و نوع تمرین هوازی با استفاده از فرمول زیر (۱۶) و ایجاد تناسب در انرژی مصرفی

1. Iranian Registry of Clinical Trials (IRCT)

برای هر جلسهٔ تمرین معادل‌سازی شد. دلیل معادل‌سازی انرژی مصرفی در این نوع تمرینات (محیط خشکی و آبی) همسان‌سازی فشار واردهٔ ناشی از تمرین هوازی بر بدن آزمودنی‌های دو گروه است، تا اثر خالص محیط تمرین سنجیده شود نه اثر عوامل مداخله‌ای دیگر مانند فشار تمرین یا مدت نابرابر تمرین.

مدت فعالیت ورزشی (دقیقه) ×(۶۰/ (کیلوگرم) وزن × انتخاب مت براساس نوع فعالیت هوازی) = (دقیقه/کالری) انرژی مصرفی

مرحلهٔ سوم: در این مرحله تمامی شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده در مرحلهٔ اول مجدداً اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب

برای اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب از سیستم هولتر مانیتور مدل My Patch & Vx3+ ساخت آمریکا (نمایندگی در ایران- شرکت اوسینا) استفاده شد. از روش فرکانس‌محور فوریه برای تشخیص تغییرات در فرکانس‌های مختلف استفاده شد. از آنجا که جهت تحلیل بهتر داده‌های حاصل از روش فرکانس‌محور، نیاز به داده‌های تنفسی است، به‌دلیل پرهزینه بودن این داده‌ها اندازه‌گیری نشده‌اند و به‌عنوان محدودیت پژوهش به‌حساب می‌آیند. در پروسهٔ اندازه‌گیری تمامی دستورالعمل‌های راهنمای اندازه‌گیری کاملاً رعایت شد؛ از آزمودنی‌ها خواسته شد تا محل اتصال لیدهای سیستم هولتر مانیتور به بدن را به‌صورت کامل و تمیز بتراشند و قبل از اتصال لید و الکترودها به روی بدن آزمودنی، محل مربوط با الکل به‌خوبی تمیز شد. به‌منظور اتصال بهتر از لیدهای مرغوب و مناسب دارای فوم و ژل استفاده شد. از آزمودنی و دستیاران کمکی خواسته شد تا در محیط مربوطه از تلفن همراه استفاده نکنند و تلفن همراه خود را حداقل به فاصلهٔ ۳ متر و در حالت خاموش قرار دهند. هنگام اتصال لیدها به بدن آزمودنی توجه شد که فشار اضافی به هستهٔ مرکزی لیدها وارد نشود، زیرا فشار زیاد در رسانایی تأثیر سوء دارد. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد تا لوازم فلزی و گردنبند و دستبند فلزی به‌همراه نداشته باشند. به‌منظور اتصال لیدها به بدن آزمودنی‌ها از روش استاندارد توصیه‌شدهٔ شرکت سازندهٔ سیستم هولتر مانیتور مربوطه استفاده شد (۱۷). پیش از شروع اندازه‌گیری تغییرپذیری ضربان قلب (پیش‌آزمون) از آزمودنی‌ها خواسته شد در اتاق ساکت با نور کم به مدت ۱۵ دقیقه دراز بکشند. سپس به مدت ۱۰ دقیقه به‌وسیلهٔ هولتر ضربان قلب استراحتی فرد در حالت طاق‌باز مانیتور شد سپس آنالیز طیفی بر روی تغییرات خودبه‌خودی ضربان قلب انجام گرفت. از نتایج این اندازه‌گیری برای محاسبه محدودهٔ فرکانسی پارامترهای فرکانس‌محور تغییرپذیری ضربان قلب (فرکانس پایین[1] فرکانس بالا[2] و نسبت فرکانس بالا/فرکانس پایین[3] و پارامترهای زمان‌محور تغییرپذیری ضربان قلب (SDNN SDANN, pNN50, rMSSD)با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری مربوط به سیستم اندازه‌گیری (My Patch &Holter) استفاده شد. پس از آخرین روز تمرینات هوازی در خشکی و آب به‌منظور فروکش کردن تأثیرات موقتی آخرین جلسهٔ تمرینی، یک روز بعد از اتمام تمرینات در شرایط استاندارد اشاره‌شده در قسمت پیش‌آزمون، تمامی مراحل اشاره‌شده یک‌بار دیگر به‌صورت دقیق و کنترل‌شده در همان محیط ثبت و به نرم‌افزار مربوطه منتقل شد.

اندازه‌گیری فشار خون

میزان فشار خون آزمودنی‌ها با استفاده از فشارسنج بیورر[4]سنجیده شد. سنجش فشار خون قبل از خون‌گیری و از دست غیربرتر (به‌دلیل اینکه در دست برتر همیشه

1. Low frequency
2. High frequency
3. Low frequency/High frequency
4. Beurer

تغییراتی در مقادیر اندازه‌گیری مشاهده می‌شود) آزمودنی‌ها به‌عمل آمد که در آن مقدار فشار خون سیستولی، فشار خون دیاستولی و متوسط فشار خون سرخرگی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری الکترولیت‌های پلاسما

به‌منظور سنجش سطوح الکترولیت‌ها (سدیم و پتاسیم) در دورهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون نمونه‌های خونی در شرایط ناشتا (۱۲-۱۴ ساعت) از ورید جلویی بازویی گرفته شد. سپس نمونه‌های خونی با استفاده از دستگاه آنالیز الکترولیت‌ها مدل Convergent ISE NG ساخت آلمان با روش کار تجزیه‌وتحلیل الکترودی بررسی شد و داده‌های خروجی آزمایش جهت تجزیه‌وتحلیل آماری تنظیم شدند. شایان ذکر است که تمامی اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه تحت نظارت پزشک مربوطه و توسط متخصصان علوم آزمایشگاهی صورت پذیرفت.

روش‌های آماری

داده‌ها به‌صورت میانگین± انحراف معیار تجزیه‌وتحلیل و گزارش شدند. برای تمامی تجزیه‌وتحلیل‌ها، نرمالیتهٔ داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک بررسی شد. در صورت عدم مشاهدهٔ نرمال بودن داده‌ها، داده‌ها به شکل لگاریتم طبیعی خودشان تبدیل شده و سپس مجدداً آزمون نرمالیته تکرار شد. به‌منظور مقایسهٔ تفاوت‌های موجود در مراحل مختلف پژوهش از تحلیل واریانس یکراهه استفاده شد. خطای آلفا به مقدار ۰/۰۵ تعیین شد (سطح اطمینان ۹۵ درصد). در صورت عدم معناداری یک شاخص اندازه‌گیری، گزارش شد، ولی چنانچه یک شاخص اندازه‌گیری معنادار بود، در مرحلهٔ بعدی از آزمون تعقیبی توکی برای مشخص ساختن تفاوت‌های بهتر استفاده شد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار $Spss_{24}$ استفاده شد.

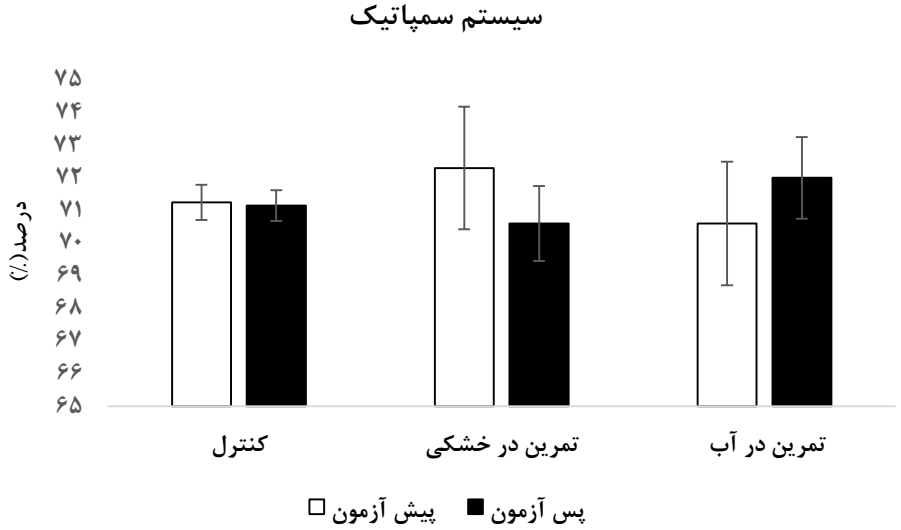
طرح پژوهش

شکل ۱. نمایی شماتیک از طرح تحقیق و مراحل مختلف اندازه‌گیری در گروه‌های مختلف پژوهش (اعداد بر روزهای متوالی تمرینی اشاره دارند)

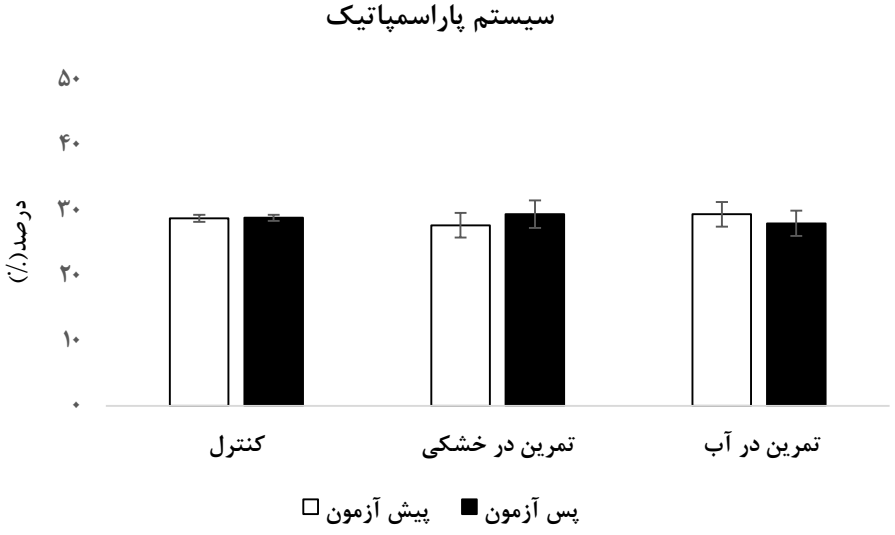
نتایج

نتایج پژوهش نشان داد که اجرای تمرین هوازی در محیط خشکی به‌طور معناداری سبب کاهش تغییرپذیری ضربان قلب در پارامترهای زمان‌محور مانندrMSSD ، pNN50، SDANN، SDNN و توان کل (F=۱۲/۵۸، P =۰/۰۱، اندازهٔ تأثیر = ۰/۲۵) و افزایش پارامترهای فرکانس‌محور تغییرپذیری ضربان قلب مانند فرکانس پایین، فرکانس بالا، نسبت فرکانس پایین به فرکانس بالا، فرکانس

خیلی پایین، سیستم سمپاتیک، پاراسمپاتیک و نسبت سیستم سمپاتیک به پاراسمپاتیک می‌شود (P =۰/۰۱، F =۱۹/۳۴، اندازۀ تأثیر = ۰/۳۱)، ولی فعالیت ورزشی هوازی در محیط آبی سبب تغییرات غیرمعنادار در شاخص‌های مذکور می‌شود (F =۲/۸۰، P =۰/۰۷، اندازۀ تأثیر = ۰/۰۶).



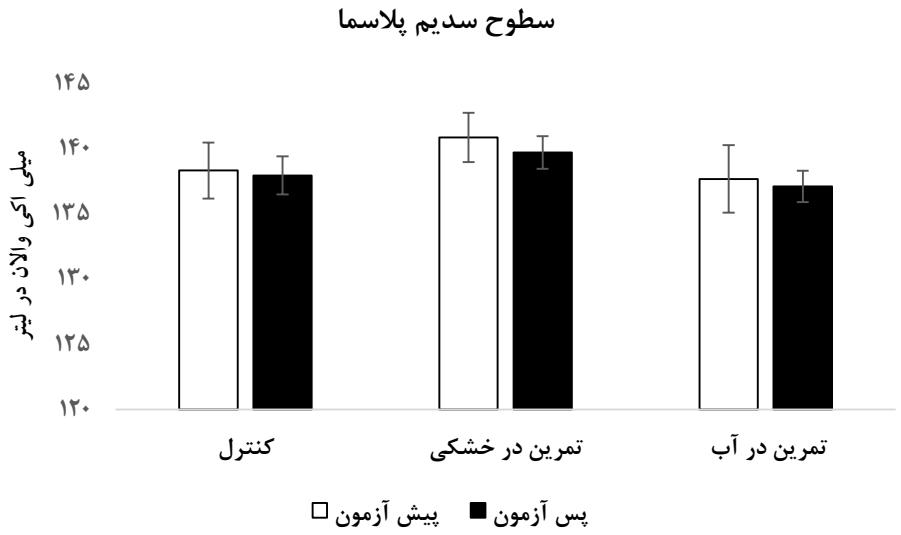
شکل ۲. مقایسۀ نتایج غلبۀ سیستم سمپاتیک در گروه‌های مختلف پژوهش
***معناداری نسبت به پیش‌آزمون †معناداری نسبت به گروه کنترل**



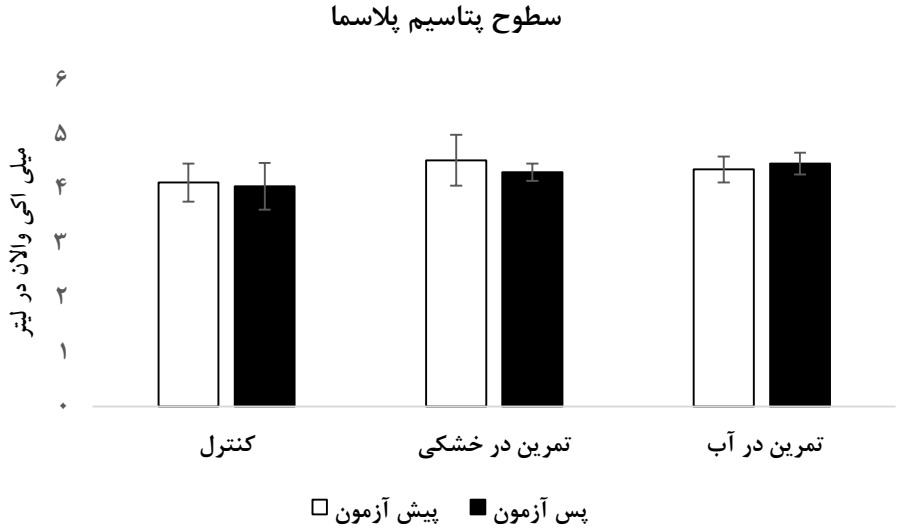
شکل ۳. مقایسۀ نتایج غلبۀ سیستم پاراسمپاتیک در گروه‌های مختلف پژوهش
***معناداری نسبت به پیش‌آزمون †معناداری نسبت به گروه کنترل**

فشار خون سیستولی در گروه تمرین هوازی نسبت به دیگر گروه‌ها به‌طور معناداری پایین بود (P=۰/۰۱، ۱۱/۴۲= F، اندازۀ تأثیر= ۰/۳۴) به هر حال، در دیگر شاخص‌های پژوهش، مانند فشار خون دیاستولی، فشار خون متوسط و

الکترولیت‌های پلاسما (سدیم و پتاسیم)، هیچ‌یک از گروه‌های تمرین هوازی نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری نداشتند (P=۰/۰۹). (P=۰/۰۹، F=۱۷/۶۳، اندازهٔ تأثیر= ۰/۰۳).



شکل ۴. مقایسهٔ نتایج سطوح سدیم پلاسما در گروه‌های مختلف پژوهش



شکل ۵. مقایسهٔ نتایج سطوح پتاسیم پلاسما در گروه‌های مختلف پژوهش

جدول ۲. نتایج داده‌های تغییرپذیری ضربان قلب و الکترولیت‌های پلاسما در گروه‌های مختلف پژوهش

متغیرها	کنترل		تمرین هوازی در خشکی		تمرین هوازی در آب	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
SDNN	۸۸/۹۰ ±۲/۸۴	۸۸/۰ ±۳/۵۱	۸۹/۱۰ ±۴/۶۲	۶۰/۱۲ ±۴/۵۹	۹۲/۵۰ ±۱۱/۰۶	۸۹/۱۴ ±۷/۱۹
SDANN	۱۷/۰۰ ±۸/۴۳	۱۵/۰۰ ±۳/۳۲	۲۰/۷۰ ±۹/۹۴	۵/۰۰ ±۰/۶۴	۱۵/۵۵ ±۶/۴۸	۱۴/۰۰ ±۱/۰۲
pNN50	۷۲/۹۰ ±۱۰/۷۵	۷۵/۴۰ ±۸/۲۲	۶۷/۶۰ ±۱۳/۴۵	۲۹/۱۸ ±۵/۶۴*†	۷۶/۴۰ ±۸/۲۲	۷۸/۱۹ ±۳/۲۵
rMSSD	۱۰۱/۱۴ ±۱۶/۰۲	۱۰۵/۲ ±۱۲/۰۱	۹۳/۶۰ ±۱۹/۸۸	۴۶/۰۰ ±۰/۹۸*†	۱۰۶/۱ ±۱۲/۳۳	۱۰۵/۰۰ ±۲/۱۴
توان کل	۹۲۶۵/۵ ±۱۳۷/۸	۹۶۰۳/۲ ±۹۷۷/۸	۸۴۸۰/۵ ±۱۹۰/۶	۱۳۹۵/۰ ±۴۱۲/۱*†	۹۶۹۹/۵± ۶۳۴	۸۴۰۰/۲ ±۲۹/۸۲
فرکانس پایین	۲۱۸۰/۹ ±۳۶۱/۱	۲۲۶۶/۹ ±۲۶۹/۷	۲۰۰۷/۷ ±۴۴۵/۲	۵۰۶۱/۰ ±۲۱۳/۱*†	۲۱۹۵/۱ ±۲۵۲/۶	۲۲۷۵/۰ ±۱۵۶/۱
فرکانس بالا	۲۵۸۱/۲ ±۶۰۲/۰۸	۲۷۵۴/۳ ±۳۱۸/۷	۲۳۰۳/۴ ±۷۴۳/۵	۴۰۶۴/۰ ±۷۲/۱*†	۲۸۰۷/۳ ±۳۲۷/۹	۳۲۰۰/۰ ±۶۴/۲۹
LF/HF	۰/۸۵ ±۰/۱۶	۰/۸۰ ±۰/۱۰	۰/۹۰ ±۰/۲۱	۱/۲ ±۰/۲۵*†	۰/۷۸ ±۰/۱۳	۰/۷۱ ±۰/۱۳
فرکانس خیلی پایین	۴۳۸۷/۴ ±۵۲۹/۷	۴۵۱۳/۱ ±۳۹۷/۲	۳۵۲۳/۴ ±۱۵۶/۲	۴۶۸۲/۰ ±۲۵/۱۱*†	۴۲۹۰/۰ ±۹۸۰/۳	۴۳۰۰/۰ ±۱۱/۲۹
سمپاتیک	۷۱/۲۵ ±۰/۵۴	۷۱/۱۵ ±۰/۴۷	۷۲/۳۰ ±۱۰/۸۸	۷۰/۶۰ ±۱/۱۵*†	۷۰/۶۰ ±۱/۸۹	۷۲/۰۰ ±۱/۲۵
پاراسمپاتیک	۲۸/۷۵ ±۰/۵۷	۲۸/۸۵ ±۰/۴۹	۲۷/۷۰ ±۱/۸۵	۲۹/۴۰ ±۲/۱۳*†	۲۹/۴۰ ±۱/۸۵	۲۸/۰۰ ±۱/۹۲
S/P	۲/۴۴ ±۰/۰۸	۲/۴۲ ±۰/۰۷	۲/۵۹ ±۰/۲۸	۲/۴۰ ±۰/۱۱*†	۲/۴۷ ±۰/۲۴	۲/۵۷ ±۰/۶۴
فشار خون سیستولی	۱۲۳/۲۵ ±۴/۱۳	۱۲۲/۶۳ ±۳/۲۴	۱۲۱/۱۴ ±۳/۲۳	۱۱۷ ±۲/۱۴	۱۲۴/۱۰ ±۱/۵۳	۱۱۴/۲۱ ±۲/۳۶
فشار خون دیاستولی	۸۲/۱۱ ±۲/۱۵	۸۲/۰۵ ±۱/۴۵	۸۱/۲۵ ±۱/۶۵	۸۰/۱۱ ±۱/۳۶	۸۲/۵۴ ±۱/۸۹	۸۱/۳۲ ±۱/۵۱
فشار خون متوسط	۹۵/۱۸ ±۲/۰۱	۹۴/۰۳ ±۱/۸۷	۹۴/۳۴ ±۱/۲۰	۹۲/۳۱ ±۱/۱۰	۹۶/۱۲ ±۲/۰۳	۹۲/۱۶ ±۱/۶۴
سدیم	۱۳۸/۳۲ ±۲/۱۵	۱۳۷/۹۵ ±۱/۶۵	۱۴۰/۸۶ ±۱/۸۸	۱۳۹/۷۱ ±۱/۲۵	۱۳۷/۶۷ ±۲/۵۹	۱۳۷/۱۰ ±۱/۲۱
پتاسیم	۴/۱۲ ±۰/۳۵	۴/۰۵ ±۰/۴۳	۴/۵۳ ±۰/۴۷	۴/۳۱ ±۰/۱۶	۴/۳۶ ±۰/۲۴	۴/۴۷ ±۰/۲۰

(SDNN= انحراف معیار تمامی اینتروال‌های ضربه به ضربهٔ قلب، SDANN= انحراف معیار متوسط اینتروال‌های ضربان قلب در بازهٔ زمانی پنج دقیقه، pNN50 = تعداد جفت‌های مجاور اینتروال‌های ضربه به ضربهٔ متفاوت در بازهٔ ۵۰ میلی‌ثانیه تقسیم بر تعداد کل اینتروال‌های ضربه به ضربه، rMSSD = ریشهٔ مربع میانگین مجموع مربعات تفاوت بین اینتروال‌های ضربه به ضربهٔ مجاور، LF/HF = فرکانس پایین تقسیم بر فرکانس بالا، S/P = سمپاتیک تقسیم بر پاراسمپاتیک). *معناداری نسبت به پیش‌آزمون † معناداری نسبت به گروه کنترل

بحث

پژوهش حاضر نشان داد که تمرین در محیط خشکی نسبت به تمرین در محیط آبی و گروه کنترل موجب تغییر معنادار امواج با فرکانس پایین، امواج با فرکانس بالا و نسبت امواج با فرکانس پایین به بالا می‌گردد. این امر نشان‌دهندهٔ تغییرپذیری بهتر ضربان قلب در تمرین هوازی در محیط خشکی در مقایسه با محیط آبی است. علاوه‌بر این، در گروه‌های تمرینی مذکور نوع محیط تمرین بر الکترولیت‌های پلاسما (سدیم و پتاسیم) نیز تأثیر معناداری نداشته است. بدین‌معنا که تغییرات الکترولیت‌های پلاسما نیز دلیل کاهش فشار خون سیستولی در گروه تمرین در آب و عدم تغییر معنادار در فشار خون دیاستولی و فشار خون متوسط در هر دو گروه نبوده است، یا احتمالاً مدت زمان تمرین می‌تواند عامل کلیدی در اثرگذاری تمرین در موارد مذکور باشد، چه‌بسا تمرین طولانی‌مدت قابلیت اثرگذاری بر فاکتورهای مذکور را داشته باشد.

دلایل معناداری و غیرمعناداری یافته‌های مذکور در محیط تمرینی خشکی را می‌توان این‌گونه بیان کرد که سیستم اتونوم قلبی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله فعالیت ورزشی هوازی قرار می‌گیرد. مطالعات نشان داده‌اند که تمرین هوازی موجب افزایش تغییرپذیری ضربان قلب

می‌شود. این مطالعات دلیل این امر را به فعالیت سیستم سمپاتیک و رنین – آنژیوتانسیون نسبت داده‌اند (۱۸). در مطالعات صورت‌گرفته بحث اصلی در خصوص این موضوع، برآورد فعالیت سیستم سمپاتیک از موج با فرکانس پایین است، که نسبت به برآورد فعالیت سیستم پاراسمپاتیک از موج با فرکانس بالا به‌مراتب سخت‌تر است. بنابراین اجرای تمرین ورزشی هوازی در محیط خشکی سبب افزایش تغییرپذیری ضربان قلب، عدم تأثیر معنادار بر الکترولیت‌های پلاسما و عدم تأثیر معنادار بر فشار خون می‌شود. محققان دلیل اصلی عدم تأثیر معنادار این نوع تمرین ورزشی بر فشار خون را به‌تناسب حضور رنین و سدیم جریان خون نسبت داده‌اند، که احتمالاً مدت تمرین دلیل این عدم معناداری باشد، زیرا نتایج نزدیک به مشابه با این مورد در شرایط محیط آبی نیز به‌دست آمد. پس می‌توان نتیجه گرفت که محیط تمرین در این زمینه عامل متمایزکننده نیست. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اجرای تمرین هوازی کوتاه‌مدت متوالی در محیط خشکی بیشتر به لحاظ سیستم عصبی بر سیستم قلبی عروقی و فشار خون تأثیر دارد. ولی این تأثیر عصبی به‌عنوان عامل اصلی مؤثر بر تغییرات فشار خون نیست. عوامل دیگری مانند الکترولیت‌های پلاسما به تمرین کوتاه‌مدت متوالی پاسخ آنچنانی نمی‌دهند. مکانیسم اصلی درگیر در این شرایط تمرینی و اثر آن بر سیستم قلبی عروقی را می‌توان به فعالیت سیستم سمپاتیک و سیستم رنین آنژیوتانسیون، همچنین توازن بین سطوح سدیم و رنین در جریان خون نسبت داد. اسکوت[1] و همکاران (۳) (۲۰۱۷) با بررسی مروری پاسخ‌های خودکار قلبی به فعالیت ورزشی هوازی شدت اجرای فعالیت ورزشی و میزان استرس ناشی از فعالیت ورزشی را به‌عنوان اولین فاکتور مؤثر بر تغییرپذیری ضربان قلب عنوان کردند. جایی که اجرای فعالیت ورزشی هوازی با شدت بالا، تغییرپذیری آهستهٔ ضربان قلب در حین تمرین را سبب می‌شود.

اجرای تمرین ورزشی هوازی در محیط آبی به‌دلیل فشار هیدرواستاتیک آب و خاصیت آرام‌بخش بودن آب قابل بحث است. مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه نشان داده‌اند که در اثر اجرای تمرین ورزشی هوازی در آب به‌صورت متوالی سطوح الکترولیت‌های پلاسمایی تغییر معناداری ندارد. مکانیسم عمل این مورد را به مکانیسم‌های تنظیم‌کنندهٔ سدیم (آتریوناتریورتیک پپتید قلبی، وازوپرسین و آلدوسترون) نسبت داده‌اند که به‌طور خودکار میزان سدیم پلاسما را تنظیم می‌کنند. در پژوهش حاضر، محیط تمرین ورزشی آبی به‌تنهایی سبب تغییرات معنادار در الکترولیت‌های پلاسمایی و شاخص‌های تغییرپذیری ضربان قلب نشد. احتمالاً به‌منظور دستیابی به اثرات معنادار در زمینهٔ محیط تمرین ورزشی به مدت زمان طولانی تمرین در این شرایط محیطی، زمان و مدت تمرین نیاز است (۱۹). هووارد[2] و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی با عنوان «پاسخ‌های قلبی و عروقی به غوطه‌وری در آب در آزمودنی‌های انسان» نمونهٔ تحقیقی ۹ نفره از مردان جوان سالم ۶±۲۴ سال را انتخاب کردند. متغیرهای همودینامیک سیستمی جریان خون در رگ کاروتید عمومی و شریان‌های مغزی میانی و خلفی تا دهلیز راست را بررسی کردند. میانگین فشار شریانی، برون‌ده قلبی و کربن دی‌اکسید پایان بازدمی با غوطه‌وری در آب افزایش یافت. به‌طور کلی این محققان نتیجه‌گیری کردند که غوطه‌وری در آب با تغییرات همودینامیکی و تغییرات کربن دی‌اکسید پایان بازدمی ارتباط دارد (۲۰). پیش از اجرای پژوهش و در قالب فرضیه گمان بر این بود که احتمالاً محیط آبی به‌دلیل تغییرات اسمزی نسبت به محیط خشکی سبب تغییرات بهتری در سطوح الکترولیت‌های پلاسمایی شود، ولی این فرضیه مورد

1. Scott

2. Hovard

قبول قرار نگرفت. براساس اطلاعات گردآوری‌شده از مطالعات معتبر صورت‌گرفته در این زمینه، تغییرپذیری ضربان قلب و پاسخ سیستم اتونوم قلبی احتمالاً با شدت و مدت تمرین ارتباط معنادار داشته باشد، که در این زمینه، محیط تمرین طبق داده‌های ثبت‌شده در این پژوهش سبب تغییراتی در موارد مذکور شده، ولی به لحاظ آماری تفاوت‌های به‌دست‌آمده آنچنان معنادار نبوده است.

در قالب مقایسه دو نوع محیط تمرین ورزشی با فشار یکسان تمرین هوازی، برحسب اطلاعات مستند از مطالعات قبلی کاملاً شناخته شده است، که غوطه‌وری در آب سبب افزایش حجم خون مرکزی می‌شود، که این تغییرات برحسب عمق غوطه‌وری افزایش می‌یابد. افزایش در حجم خون مرکزی ناشی از دو نوع اثر است؛ رقیق شدن خون[1](افزایش در جذب مایعات) و جابه‌جایی‌های صورت‌گرفته در خون. در طول غوطه‌وری در سطح ران، رقیق شدن خون به‌دلیل فشار انتقال مویرگی منفی در ساق‌ها رخ می‌دهد. این گرادیان فشاری سبب یک نوع تغییر جهت مایعات از قسمت روده‌ای به سمت فضای بین عروقی در ساق‌ها می‌شود. در حالت غوطه‌وری تا قسمت بالاتر از ران، افزایش‌های اضافی در گسترش حجم خون مرکزی در خون قسمت شکم رخ می‌دهد، که به‌عنوان یک ذخیرهٔ خون عمل می‌کند (۲۰). ولی در شرایط تمرین هوازی در محیط خشکی شرایط تمرین معمولی است و موارد ذکرشده فقط در محیط آبی صورت می‌گیرد. با استناد به مطالعهٔ میشائل[2] و همکاران (۲۱) (۲۰۰۲)، می‌توان گفت که بین تغییر عملکرد سیستم عصبی مرکزی و تغییر در فشار خون متوسط شریانی در محیط خشکی ارتباط مثبت معناداری وجود دارد. ولی در پژوهش حاضر، تغییرپذیری در سیستم عصبی مرکزی با تغییرپذیری در فشار خون متوسط شریانی همسو نبود و فقط فشار خون سیستولی در گروه تمرین در محیط آبی نسبت به گروه کنترل و گروه تمرین در محیط خشکی معنادار بود. این مطلب گویای این است که تغییر در فشار خون سیستولی در محیط آبی و عدم تغییر در محیط خشکی با عامل دیگری از سیستم عصبی مرکزی ارتباط دارد. با در نظرگیری این یافته‌ها، نتایج پژوهش حاضر احتمالاً به دلیل متوالی بودن و مدت معمولی تمرین معنادار نبوده است. همچنین به‌منظور ارائهٔ اطلاعات کامل‌تر در این زمینه، نیاز است تا این پژوهش توسط تیم پژوهشی حاضر و محققان دیگر در مدت‌های مختلف تمرینی اجرا شود. همچنین به محققان دیگر علاوه‌بر اجرای پژوهش حاضر در مدت‌های مختلف تمرینی، فاکتورهای تکمیل‌کنندهٔ این یافته‌ها مانند اندازه‌گیری فاکتورهای تنفسی به‌دلیل مرتبط بودن با مقادیر فرکانس محور تغییرپذیری ضربان قلب پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که فاکتور تغییرپذیری ضربان قلب به‌عنوان یک روش غیرتهاجمی بررسی سیستم عصبی اتونوم قلبی در شرایط برابر انرژی مصرفی، احتمالاً در شرایط محیطی خشکی نسبت به شرایط محیطی آبی بیشتر دستخوش تغییرات می‌شود. همچنین باید گفت که محیط تمرین (دورهٔ کوتاه‌مدت تمرین) در شرایط برابر انرژی مصرفی تأثیری بر الکترولیت‌های پلاسما ندارد. پس بنابراین در شرایط برابر انرژی مصرفی در مقایسهٔ عوامل کوتاه‌مدت کنترل‌کنندهٔ فشار خون (عوامل عصبی) و عوامل بلندمدت کنترل‌کنندهٔ فشار خون (الکترولیت‌های پلاسما) هر گونه تغییر در فشار خون در شرایط محیط خشکی را می‌توان به عوامل عصبی نسبت داد. در نهایت، احتمالاً اجرای تمرین هوازی در محیط خشکی نسبت به محیط آبی

1. hemodilution

2. Michael

در کنترل کوتاه‌مدت فشار خون ناشی از عوامل عصبی بهتر
عمل می‌کند.

منابع و مآخذ

1. Tulppo M, Hautala A, Kallio M, Seppänen T, TiinanenS, Sympathovagal interaction in the recovery phase of exercise. Clinical Physiology and Functional Imaging, 2011. 4(31): p. 272-281.
2. Lovato N, Polito M, blood pressure and heart rate variability after aerobic and weight exercises performed in the same session. Journal of exercise and sports medicine clinic, 2012. 1(18): p. 22-24.
3. 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.
4. Nasor A, Azimzadeh E, Hedayati M, Comparison of the effect of one session of aerobic activity and sauna on sodium and potassium concentration of serum and urine of athletes. Medical Research (Journal of Research in School of Medicine), 1388. 2(33): p. 70-76. [In Persian].
5. Davoodi M, Azarbayjani M, Matinhomayi H, Effect of 12 weeks of selected exercise training in water and atorvastatin administration on changes in the natriuretic peptides in men with cardiovascular disease. Journal of Birjand University of Medical Sciences, Special Issue on Biochemistry and Metabolism, 1396. 2(5): p. 10-21.[In Persian].
6. Petrofsky J, Bomgaars J ,Burgert C, Jacobs S, Lyden D, Lohman E, The influence of warm hydrotherapy on the cardiovascular system and muscle relaxation. Department of Physical Therapy Loma Linda University Loma Linda, 2014. 3(12): p. 3-5.
7. Bolboli L, Rajabi H, effect of one bout of physical activity on in warm and normal water temperature training on plasma electrolyte. Research in sport science, 1384. 7(5): p. 31-44 [In Persian].
8. Sepanlou S, Poustchi H, Malekzadeh M, Etemadi A, Khademi H, et al, Hypertension and mortality in the Golestan Cohort Study: A prospective study of 50 000 adults in Iran. Journal of Human Hypertension, 2015. 2(3): p. 1-8.
9. KalaniZohreh, S., Rafiei Mansour Comparison of obesity indexes BMI, WHR and WC in association with Hypertension: results from a Blood Pressure Status Survey in Iran. Journal of Cardiovascular Disease Research, 2015. 2(6): p. 72-77.
10. Julien BoissiereV, Marie-Christine Machet, Daniel Courteix, Pierre Bonnet, Moderate exercise training does not worsen left ventricle remodeling and function in untreated severe hypertensive rats. J ApplPhysiol 2008. 1(104): p. 321-327.
11. Nikolai L, Cortney L, Kathryn M, Lance C, the cardiovascular and metabolic responses to water aerobics exercise in middle-age and older adults. Journal of physical activity and health. human kinetics, 2016. 9(3): p. 1-21.

12. Bocalini D, Evangelista A, Rica R, Pontes F, FigueiraA,Serra A, Rossi E, Tucci P, Santos L, Post-exercise hypotension and heart rate variability response after water- and landergometry exercise in hypertensive patients. Journal of Plos one, 2017. 6(12): p. 1-14.
13. Huang Ch, Yang A, Kuo T, Kue C, Lee Sh, Anti-renal fibrotic effect of exercise training in hypertension. International journal of molecular sciences, 2018. 2(19): p. 1-11.
14. Gomes S, Santos T, Totou N, Souza P, Pinto K, Coelho D, Becker L, elderly hypertensive subjects have a better profile of cardiovascular and responses during water-based exercise. Official research journal of the American society of exercise physiologist, 2016. 4(19): p. 21-27.
15. Vandavasi M, Effect of exercise on blood pressure in athletes and untraininedindividuls. Journal of Cont Med a Dent, 2016. 2(4): p. 1-4.
16. Ravagnan C, estimation of the metabolic equivalent(MET) of an exercise protocol based on indirect calorymetry. Journal of Rev Bras Med Esporte, 2013. 19(2): p. 1-5.
17. Oscina company. Cardiac Holter Heart Rate Guide Guide. www.avecinna.com/languen-us/, 1396: p. 1-20 [In Persian].
18. James B, Banister. Andrew P, Blaber, Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. sports medicine, 2003. 1(33): p. 33-6.
19. Buchheit M, Abbiss A. Laursen, Effect of cold water immersion on postexercise parasympathetic reactivation. jouranal of heart Circ physiology, 2009. 12(1): p. 421-429.
20. Hovard S, Katusic Z, Cardivascuar respnse tn immersin in water. juornal of Circ Res 2010. 107(3): p. 1498–1502.
21. Michael D, Robert V. Mark A, Sympathetic activity and the heterogenousbloodpressure response to exercise training in hypertensives. journal of Appl Physiology, 2002. 10(92): p. 1434–1442.

The Response of Autonomous Heart System, Plasma Electrolytes and Blood Pressure to Aerobic Exercises in Different Training Conditions

Asgar Iranpour[1] - Lotfali Bolboli[2*] - Salim Vahedi Namin[3]
1.PhD of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardebil, Iran 2.Associate Professor of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardebil, Iran 3.Assistant Professor of Sport Medicine, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardebil, Iran
(Received: 2018/10/22;Accepted: 2019/08/25)

Abstract
The aim of this study was to investigate different effects of short-term aerobic exercises in land and water environments on blood pressure controlling mechanisms. 30 healthy young men were selected as study subjects. Then, all subjects were randomly divided into study groups (control group: mean ± SD, age 26.8 ± 1.39 years, land aerobic exercise group: 25.9 ± 1.85 years and water aerobic exercise group: 26.4 ± 1.71 years). The intervention groups participated in aerobic exercises in land and water with an intensity of approximately 70% of heart rate reserve for 3 weeks with consecutive daily sessions. All parameters of heart rate variability, plasma electrolytes and blood pressure were measured in the pretest and after exercise intervention. In order to compare differences through research stages, one-way ANOVA was used. The results showed that aerobic exercise in land environment made a significant difference in the parameters of heart rate variability (P=0.01) and insignificant difference in plasma electrolytes and blood pressure compared with the control group (P≥0.05). But, aerobic exercise in water environment showed no significant difference in heart rate variability, plasma electrolytes and blood pressure (P≥0.05). In general, it can be concluded that the aerobic exercise in land is likely to affect the blood pressure levels through the path of the nervous control. However, little control of blood pressure levels following aerobic exercise in water cannot be attributed to neural changes and plasma electrolytes, and there may be other influential factors in this regard that need further investigation.

Keywords
Aquatic training, autonomous heart system, blood pressure, land training, plasma electrolytes.

* Corresponding Author: Email: L-bolboli@uma.ac.ir ; Tel: +989143512590