مقاله پژوهشی

مقایسه اثر تمرین هوازی در آب در دو دمای مختلف با محیط خارج از آب بر شاخص امواج با فرکانس خیلی پایین تغییرپذیری ضربان قلب در مردان جوان فعال

عسگر ایران پور[1*]، لطفعلی بلبلی[2]

۱- دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: اردبیل، خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، گروه علوم ورزشی

Email: Iranpoursport@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۸/۲/٦ پذیرش: ۱٤۰۱/٦/۸

چکیده

مقدمه و هدف: پاسخ قلبی به تغییرات دمای مرکزی بدن با استفاده از پارامتر امواج با فرکانس خیلی پایین سنجیده می‌شود.هدف از پژوهش حاضر، بررسی تغییرپذیری امواج با فرکانس خیلی پایین ضربان قلب در اثر دمای متفاوت تمرین ورزشی هوازی در آب و خشکی می‌باشد.

مواد وروش‌ها: ٤۰ مرد فعال دانشگاهی به عنوان آزمودنی‌های پژوهش انتخاب شدند. سپس تمامی آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در گروه‌های مختلف پژوهش (کنترل = ۱۰ نفر؛ تمرین هوازی بر روی تردمیل= ۱۰ نفر؛ تمرین هوازی در آب با دمای معمولی = ۱۰ نفر و تمرین هوازی در آب با دمای گرم = ۱۰ نفر) تقسیم‌بندی گردیدند. در دوره پیش آزمون و بعد از مداخله تمرینی، پارامتر امواج با فرکانس خیلی پایین با استفاده از هولتر مانیتور قلبی اندازه‌گیری گردید. به منظور مقایسه تفاوت‌ها از تحلیل واریانس در اندازه‌های تکراری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان داد که در مقایسه با گروه‌های پژوهش، اجرای تمرین هوازی به مدت ۲۱ روز متوالی در محیط خشکی با دمای معمولی ۲۰ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش معنی‌دار در مقادیر ارزشی امواج با فرکانس پایین (P=۰/۰۲) و فرکانس خیلی پایین (P=۰/۰٤) می‌گردد. اجرای تمرین هوازی در آب با دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد در مقادیر ارزشی امواج با فرکانس پایین (P=۰/۲۱) و خیلی پایین(P=۰/۳۵) و آب با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد در مقادیر ارزشی امواج با فرکانس پایین (P=۰/۱۸) و خیلی پایین (P=۰/٤۱) سبب تغییر معنی‌دار نمی‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری: در شرایط اجرای تمرین هوازی درخشکی به دلیل تعریق، دمای سطحی‌و مرکزی بدن کاهش یافته و باعث افزایش تغییرپذیری ضربان قلب می‌گردد. شرایط محیط آبی و دماهای متفاوت آب اثر معنی‌داری بر تغییرپذیری ضربان قلب ندارد.

واژه‌های کلیدی: امواج با فرکانس پایین، امواج با فرکانس خیلی پایین، دمای آب، تمرین هوازی

مقدمه

فوائـد اسـتفاده از تمـرین در آب بـه سـال ۱۹۱۱ مـیلادی بـر می‌گردد که دکتر چارلز لوومن بـرای اولـین بـار از ایـن روش تمرینی استفاده نمود (۱). در اکثـر مطالعـات ورزشـی، اجـرای تمـرین در آب از منظـر کـاهش دردهـای مفصـلی و تقویـت عضلانی مورد بررسی قرار گرفته است. در کنار فوائـد مـذکور تمرین در آب، اثرپذیری و پاسخ قلبی به تمرین در آب موضوع با اهمیتی است که محققین علوم ورزشی بایست جهت ارتقـاء کیفیت سلامتی محیط تمرینی برای اقشار مختلف جامعه مـورد بررسی قرار دهند. انجمن تمرین در آب، دمای استاندارد بـرای اجرای تمرین ورزشی در آب را ۳۰-۲۸ درجه سلسیوس تعیین

نموده است (۲). سطح غوطه‌وری در آب معمولاً به دو صورت غوطه‌وری تا قسمت ران و غوطه‌وری تا قسمت زائده گزیفوئید می‌باشد. غوطه‌وری تا قسمت ران معمولاً به دلیل تفاوت‌های فشار هیدرواستاتیک آب و درگیری عضلات بیشتر نسبت به غوطه‌وری تا قسمت زائده گزیفوئید سبب پاسخ‌های بیشتر ضربان قلب، اکسیژن مصرفی و میزان درک فشار می‌گردد (۳). یکی از فاکتورهایی که در زمینه تمرین در آب نیاز به بررسی و تحقیق دارد، دمای آب و اثر آن بر پاسخ‌پذیری قلبی افراد به تمرین در آب با دماهای متفاوت می‌باشد. دمای استاندارد آب استخر در محدوده‌ی ۲۵ تا ۳۶/۵ درجه سلسیوس می‌باشد، این بدین معنی است که اکثر افراد غوطه‌ور در این دمای آب دچار تعریق و لرزش ناشی از دمای آب نمی‌گردند و تقریباً یک وضعیت خنثی در بدن فرد شکل می‌گیرد (٤). دمای بدن انسان از دو دمای مرکزی و سطحی تشکیل شده است. دمای مرکزی بدن متشکل از دمای حفره‌های شکمی، سینه‌ای و پسین (کرانیال)[1] و دمای سطحی متشکل از دمای پوست، بافت‌های زیرپوستی و عضلات می‌باشد. دمای مرکزی بدن انسان در محدوده ۳۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ولی دمای سطحی بدن انسان به وسیله‌ی جریان خون و شرایط محیطی تعدیل می‌گردد (۵). دمای مرکزی بدن انسان در طی عصر در بالاترین و در طی صبح در پایین‌ترین محدوده‌ی خود می‌باشد. دامنه‌ی این نوسانان در محدوده‌ی ۰/٦ تا ۰/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ریتم شبانه‌روزی دمایی بدون توجه به وضعیت خواب و بیداری دائماً در حال جریان می‌باشد، که نشانه‌ای از تنظیم مرکزی این ریتم دارد (٦). دمای آب، دمای بدن انسان را در حین غوطه‌وری از طریق دو روش هدایت و تبادل دمایی تنظیم می‌نماید. از دست دادن مستقیم گرمای بدن به آب را روش هدایت و از دست دادن گرما با حرکت آب را روش انتقال می‌نامند. میزان این تبادل گرمایی بین آب و بدن انسان بستگی به دمای متفاوت آب دارد. مطابق با قانون دوم انتقال گرمایی، دما از قسمت با دمای بالا به سمت قسمت با دمای پایین منتقل می‌گردد. در حالت شرایط طبیعی، دما از مرکز بدن به سمت محیط منتقل می‌گردد. بیشتر نواحی دفع گرمایی در بدن انسان در قسمت‌های انتهایی(دیستال)[2] سطح بدن می‌باشد ولی قسمت فوقانی (پروگزیمال)[3] بدن دفع گرمایی اندکی دارد (۷). نوسانات اندک در دمای مرکزی بدن توسط عمل حرکت عروقی(تنگ‌شدگی و گشادشدگی عروقی) و نوسانات بزرگ و موثر در سازگاری دمای مرکزی بدن توسط سیستم عصبی مرکزی تعدیل می‌گردد. آب گرم به آبی با دمای بیشتر از ۳۵ درجه سلسیوس اطلاق می‌گردد، که باعث افزایش جریان خون، پیش بار قلبی، حجم ضربه‌ای، برون‌ده قلبی، گشادشدگی عروقی، اکسیژن مصرفی و ضربان قلب و کاهش مقاومت تنفسی و سیستمیک می‌گردد (۸). تنظیم دمای بدن به عنوان یک فرآیند همئوستاتیک فیزیولوژیکی است که توسط سطوح کورتکس مغز کنترل می‌گردد. نورون‌های حساس به دما در ناحیه پرواپتیک[4] هیپوتالاموس قدامی قرار دارند. فرآیندهای صورت گرفته در مدولای[5] مغز به عنوان تنظیم‌کننده ریتم شبانه‌روزی دمای بدن عنوان گردیده است.تنظیم دمای بدن از سه بعد خودکاری، رفتاری و سازگاری قابل بحث می‌باشد. سازگاری دمای بدن به عواملی چون شرایط محیطی، ژنوتیپ و فنوتیپ بستگی دارد (۹). مطالعات صورت گرفته در این زمینه نشان داده‌اند که بعد از تقریباً ۲ دقیقه از غوطه‌وری در آب سازگاری‌های حاد با آب صورت می‌گیرد و با قرارگیری ۲ تا ۳ هفته از غوطه‌وری در آب، بدن با شرایط آب سازگاری بلندمدت پیدا می‌کند(۱۵). در حین اجرای فعالیت ورزشی در محیط گرم، دو نوع گرما در بدن انسان بر سیستم گرماتنظیمی بدن تأثیر می‌گذارد: الف) استرس گرمایی فعال. ب) استرس گرمایی غیرفعال. استرس گرمایی فعال در اثر متابولیسم و تولید گرما در عضلات شکل می‌گیرد، ولی استرس گرمایی غیرفعال در اثر قرارگیری در یک محیط گرم و انتقال و تبادل گرما بین بدن و محیط گرم صورت می‌گیرد (۱۰). به عقیده ویلسون و همکاران (۲۰۱۸) استرس گرمایی غیرفعال به طور ذاتی میزان متابولیک بدن را تغییر نمی‌دهد، حتی در برخی موارد سبب ایجاد یک حالت فعالیت اندک می‌گردد (۲۲).

سنجش پاسخ‌پذیری قلبی به فعالیت ورزشی با روش‌های مختلفی صورت می‌پذیرد. یکی از ساده‌ترین و غیرتهاجمی‌ترین روش‌ها برای سنجش پاسخ‌پذیری قلبی، روش پایش تغییرپذیری ضربان قلب با استفاده از هولتر مانیتور قلبی می‌باشد. تغییرپذیری ضربان قلب با دو روش زمان محور و فرکانس محور تغییرات صورت گرفته در توالی‌های ضربان قلب را نشان می‌دهد (۲۰). از بین پارامترهای روش فرکانس محور، شاخص امواج با فرکانس خیلی پایین (۰/۰٤-۰/۰۰۳۹

1. Cranial
27Distal
3. Proximal

4. Preoptic
5. Medulla

هرتز) به عنوان شاخص سنجش اثرات تغییرات دمای مرکزی بدن انسان بر پاسخ‌پذیری قلبی و ترکیب امواج با فرکانس پایین و امواج با فرکانس خیلی پایین (۰/۱۵-۰/۰٤ هرتز) به عنوان شاخص‌های سنجش اثرات تغییرات دمای سطح پوستی بدن انسان و اثر آن بر پاسخ‌پذیری قلبی گزارش گردیده است (۱۷). کاهش نوسانات امواج با فرکانس خیلی پایین در محدوده‌ی زمانی ۳۰ تا ۳۳۰ ثانیه یا ۰/۰۳ تا ۰/۰۰۳ هرتز با افزایش خطر قلبی و سنکوب همراه می‌باشد. دلیل انتخاب پارامتر فرکانس پایین و خیلی پایین به عنوان شاخص‌های سنجش تغییرات دمایی، نوسانات انقباضی عضلات صاف بستر عروق محیطی در دوره زمانی ۱۰ ثانیه‌ای عنوان گردیده است (٤). نشان داده شده است که همزمان با تغییرات آنی در دمای پوست و دیواره عروق، نوساناتی در جریان خون مشاهده گردیده است. حدود ۳ ثانیه از این دوره زمانی مربوط به فرآیند سیگنالی(دوره تاخیر یون کلسیم حدود ۵۵ میلی ثانیه، فعال شدن کیناز زنجیره سبک میوزین حدود ٦۵ میلی ثانیه و تاخیر در رسیدن به انقباض نیرومند حدود ۱/۸ ثانیه) و مابقی مربوط به فرآیند مکانیکی می‌باشد (۱) علاوه بر دما به عنوان فاکتور اثرگذار بر امواج با فرکانس خیلی پایین ضربان قلب، فعالیت سیستم رنین آنژیوتانسیون آلدوسترون نیز بر امواج با فرکانس خیلی پایین اثرگذار می‌باشد. به عقیده محققین در این زمینه نوسانات امواج با فرکانس خیلی پایین نوسانات فعالیت رنین آنژیوتانسیون و اثر آن بر سطوح فشار خون را نمایش می‌دهد (٤).

از آنجا که تغییرپذیری ضربان قلب به دلیل انعطاف و پاسخ‌پذیری قلبی فرد به شرایط غیرثابت محیط و پیشگیری از شوک و ایست قلبی ناگهانی در فرد حائز اهمیت بوده و ممکن است تحت تاثیر دمای محیط تمرینی قرار گیرد، لذا در این پژوهش برآنیم تا اثر یک دوره متوالی ۳ هفته‌ای از تمرین هوازی در آب با دمای ۲۹ و ۳۹ درجه سانتی‌گراد و محیط خشکی با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد را بر شاخص‌های امواج با فرکانس پایین و امواج با فرکانس خیلی پایین را در مردان فعال دانشگاهی بررسی نماییم.

روش‌شناسی

نوع پژوهش حاضر از نوع کاربردی و روش پژوهش نیمه تجربی بود. جامعه آماری این مطالعه مردان جوان فعال شهر اردبیل بودند که تعداد ٤۵ نمونه آماری از این جامعه با توجه به معیارهای ورود به پژوهش به صورت نمونه‌گیری دردسترس انتخاب شدند. 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 می‌باشد. تمامی اندازه‌گیری‌ها و پروتکل تمرینی بر طبق استانداردهای تعیین شده کمیته اخلاق در پژوهش صورت گرفت.

طرح تحقیق به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در چهار گروه کنترل، تمرین هوازی در خشکی با دمای محیط ۲۰ درجه سانتی‌گراد و تمرین هوازی در آب با دمای ۲۹ و ۳۹ درجه سانتی‌گراد بود. افراد شرکت‌کننده در این پژوهش به صورت پخش اطلاعیه‌ی اجرای پژوهش تحت این محتوا و غربالگری از افراد مورد علاقه انتخاب شدند. 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 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 ٤۵ آزمودنی داوطلب، شرایط لازم برای شروع این پژوهش را به دست آوردند. تعداد چهار نفر آزمودنی به دلایل خاص خودشان از ادامه پژوهش انصراف دادند و یک نفر از آزمودنی‌ها به دلیل آسیب دیدگی از پژوهش خارج گردید. در نهایت ٤۰ نفر از مردان فعال دانشگاهی، بدون سابقه مصرف سیگار و سایر مواد مخدر، بدون سابقه تمرین ورزشی قبلی (بی‌تمرین 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 = ۱۰ نفر؛ تمرین هوازی بر روی تردمیل= ۱۰ نفر؛ تمرین هوازی در آب با دمای معمولی = ۱۰ نفر و تمرین هوازی در آب با دمای گرم = ۱۰ نفر) به صورت تصادفی و روش تصادفی‌سازی ساده با جدول

1. Iranian Registry of Clinical Trials (IRCT)
2. physical activity readiness questionnaire (PAR-Q)

اعداد تصادفی تقسیم گردیدند (جدول ۱). برای سنجش درصد چربی آزمودنی‌ها از روش هفت نقطه‌ای جکسون پولاک استفاده شد(۲۵).

۱۰۰ × [٤/٥ - (چگالی بدن÷ ٤/٩٥)] = درصد چربی
+ (۰/۰۰٤۳٤۹۹ × مجموع هفت نقطه) -۱/۱۱۲= چگالی بدن
(۰/۰۰۰۲۸۸۲٦ × سن)− (۰/۰۰۰۰۰۰٥٥× مجموع هفت نقطه^{۲})

جدول۱- میانگین ± انحراف استاندارد مشخصات عمومی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	چربی بدنی (درصد)
کنترل	۲۶/۸ ±۱/۳۹	۱۷٤/۲ ±۲/٥۷	۷٥/٥ ±۳/٥۳	۲۲/۱ ±۱/۱۹
تمرین در خشکی	۲٥/۹ ±۱/۸٥	۱۷۳/٥ ±۱/٦۱	۷۷/۲ ±۲/۷٤	۲٥/۱۸ ±۱/۸۷
تمرین در آب معمولی	۲٦/٤ ±۱/۷۱	۱۷٤/۳ ±۱/٤۷	۷٤/۷ ±۲/۷۱	۲٤/٦۰ ±۱/۱۷
تمرین در آب گرم	۲٥/٦ ±۱/٥۹	۱۷٥/٦ ±۱/۸٤	۷٥/۹۰± ۱/٥۲	۲۱/۸۰ ±۱/۰۳

یک روز قبل از شروع برنامه تمرینی، اندازه‌گیری‌های ترکیب بدنی و امواج با فرکانس پایین و خیلی پایین تغییرپذیری ضربان قلب در هر چهار گروه در مرحله پیش آزمون صورت گرفت. زمان سنجش نوبت صبح بود. در تحقیق حاضر، کل دوره تمرین هوازی به مدت ۲۱ روز متوالی بود. تمامی مراحل تمرین در آب در استخر و در منطقه کم عمق با سطح آب تا قسمت ران و تمرین در محیط خشکی بر روی تردمیل در سالن ورزشی صورت گرفت. روند کار به این صورت بود که ابتدا آزمودنی‌ها به گرم کردن پرداختند، سپس حرکات کششی، تمرینات ایروبیک در آب و سپس سرد کردن و ریکاوری را اجرا نمودند. کلیه آزمودنی‌ها پس از ورود به استخر به راه رفتن در یک ردیف پرداختند، به صورتی که تا قسمت سینه در آب بودند. دمای متوسط استخر به میزان ۲۹ درجه سانتی‌گراد برای گروه تمرین در آب با دمای طبیعی و ۳۹ درجه سانتی‌گراد برای گروه تمرین در آب با دمای گرم بود (۲۳). همچنین میزان رطوبت نیز کنترل گردید. مدت زمان اجرای تمرین ۳۰ دقیقه بود که به مدت ۵ دقیقه هم حرکات گرم کردن شامل راه رفتن در آب با خم کردن پا و دست جهت اعمال فشار بر بدن، دور تا دور استخر بود. در مدت ۳۰ دقیقه‌ای فعالیت در محل تعیین شده به طور متوسط در هر دقیقه به میزان ۳۰ متر را طی نمودند، که در مجموع به طور میانگین در ۳۰ دقیقه فعالیت، هر آزمودنی مسیر ۹۰۰ متری را طی نمود. بعد از اتمام تمرین حرکات سرد کردن و بازیافت به مدت ۱۰ دقیقه شامل حرکات کششی و دراز کشیدن در آب بود. گروه تمرین هوازی در خارج از آب (تمرین در خشکی) تمرین را با همان میزان شدت فعالیت و با روش معادل‌سازی مصرف انرژی به میزان گروه‌های تمرین در آب بر روی تردمیل اجرا نمود (۲٤). گروه کنترل در طول این دوره هیچ‌گونه تمرین ورزشی نداشت.

انتخاب مت براساس نوع فعالیت هوازی) = (دقیقه/کالری)انرژی مصرفی
۰/۰۱۷٥× (کیلوگرم) وزن ×

برای اندازه گیری تغییرپذیری ضربان قلب سیستم My Patch & Vx3 + ساخت کشور آمریکا / DMS-Service Company Engineering Engineering مورد استفاده قرار گرفت. قبل از شروع فرآیند اندازه گیری ، دستورالعمل‌های استاندارد رعایت شده توسط آزمودنی‌ها مدنظر قرار گرفت: شامل اصلاح و تمیز کردن محل اتصال الکترودها ، خودداری از نوشیدن مواد حاوی کافئین ۱۲ ساعت قبل از اندازه‌گیری، اجتناب از نوشیدنیهای الکلی قبل از اندازه‌گیری ، خودداری از مشارکت در هر نوع فعالیت بدنی اضافی ٤۸ ساعت قبل از اندازه‌گیری. متغیرهای زمانی و فرکانسی دامنه تغییرات ضربان قلب پس از ۵ دقیقه استراحت در دمای ۲٤ درجه سانتیگراد در وضعیت خوابیده به پشت ، به مدت ۲۰ دقیقه ثبت شد.

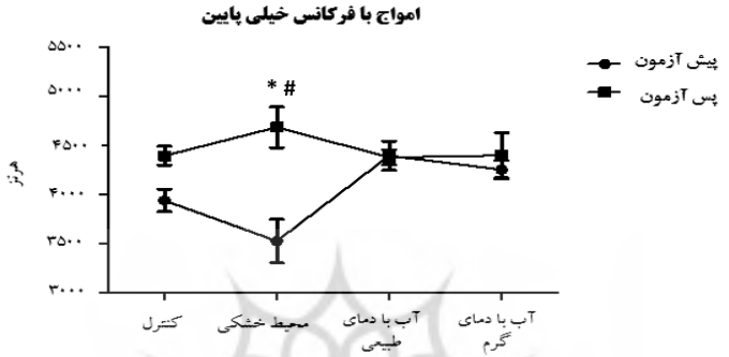
روش‌های آماری

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 عدم‌مشاهده نرمال بودن داده‌ها، داده‌ها به شکل لگاریتم طبیعی خودشان تبدیل گشته و سپس مجدداً آزمون نرمالیته تکرار گردید. به منظور مقایسه تفاوت‌های موجود در مراحل مختلف پژوهش از تحلیل واریانس در اندازه‌های تکراری استفاده گردید. خطای آلفا به میزان ۰/۰۵ تعیین گردید(سطح اطمینان ۹۵ درصد). در صورت عدم معنی‌داری یک شاخص اندازه‌گیری، گزارش گردید ولی چنانچه یک شاخص اندازه‌گیری معنی‌دار بود، در مرحله بعدی

از آزمون تعقیبی توکی جهت مشخص نمودن تفاوت‌های بهتر استفاده شد جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲٤ استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج پژوهش نشان داد که در مقایسه با گروه‌های پژوهش، اجرای تمرین هوازی به مدت ۲۱ روز متوالی در محیط خشکی سبب افزایش معنی‌دار در مقادیر ارزشی امواج با فرکانس خیلی پایین می‌گردد (F=۱۱/٥٤،P=۰/۰٤). اجرای تمرین هوازی در آب با دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد (F=۳/۸٦ ،P=۰/۳٥) و ۳۹ درجه سانتی‌گراد (F=٥/۲٤ ،P=۰/٤۱) سبب تغییر معنی‌دار در مقادیر ارزشی امواج با فرکانس خیلی پایین نمی‌گردد. در مقایسه آزمون تعقیبی با روش بونفرونی در امواج با فرکانس خیلی پایین، گروه تمرین هوازی در خشکی نسبت به گروه تمرین هوازی در آب معمولی (F=۹/٥۳ ،P=۰/۰٤) و آب گرم (F=۱۲/۲۰ ،P=۰/۰٥) تفاوت معنی‌داری را نشان دادند، ولی در مقایسه گروه تمرین هوازی در آب معمولی و گرم نسبت به هم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (F=۳/۳۹ ،P=۰/٤۳) (شکل ۱).

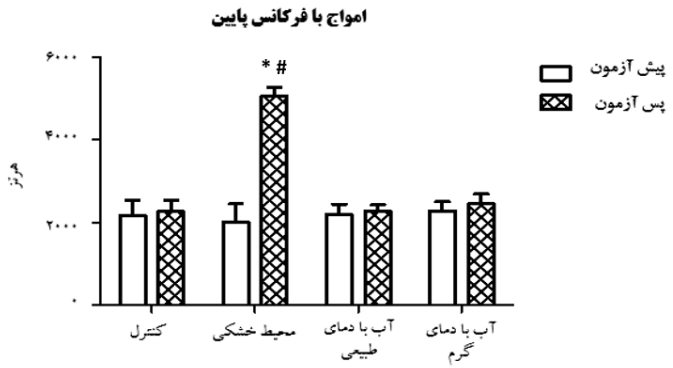


شکل ۱. مقایسه امواج با فرکانس خیلی پایین در گروه‌های مختلف پژوهش

* معنی‌داری نسبت به گروه کنترل؛

معنی‌داری نسبت به پیش آزمون

نتایج پژوهش نشان داد که تمرین هوازی در محیط خشکی باعث افزایش معنی‌داری در امواج با فرکانس پایین پس از اجرای تمرین هوازی در محیط خشکی (F=۳۸/۲٥ ،P=۰/۰۲) می‌گردد. در حالی که تمرین هوازی در محیط آب با دمای معمولی (F=٤/۸٥ ،P=۰/۲۱) و آب با دمای گرم (P=۰/۱۸، F=۷/٦۲) افزایش معنی‌داری در امواج با فرکانس پایین را در دوره پس از اجرای تمرین هوازی در محیط آبی نشان نداد. در مقایسه آزمون تعقیبی با روش بونفرونی در امواج با فرکانس پایین، گروه تمرین هوازی در خشکی نسبت به گروه تمرین هوازی در آب معمولی (F=۱۸/۱٥ ،P=۰/۰۲) و آب گرم (F=۱٤/۰٥ ،P=۰/۰٤) تفاوت معنی‌داری را نشان دادند، ولی در مقایسه گروه تمرین هوازی در آب معمولی و آب گرم نسبت به یکدیگر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (F=٦/۳٤ ،P=۰/٥٤) (شکل ۲).



شکل ۲. مقایسه امواج با فرکانس پایین در گروه‌های مختلف پژوهش

* معنی‌داری نسبت به گروه کنترل؛

معنی‌داری نسبت به پیش آزمون

بحث

کرونوتروپی قلبی با مکانیسم‌های بر هم زننده‌ی همئوستاز بدن در تعامل می‌باشد. یکی از این مکانیسم‌ها، تغییرات دمای محیط تمرینی است که سبب اثرگذاری بر دمای مرکزی بدن انسان در حین فعالیت ورزشی می‌گردد. از بین محیط‌های تمرین ورزشی، محیط آبی به عنوان یک محیط سالم و دارای اثرات و فوائد سلامتی برای سیستم قلبی و عروقی می‌باشد. ولی دمای آب تمرینی از لحاظ اثرگذاری بر سیستم قلبی عروقی افراد کمتر مورد توجه متخصصین علوم ورزشی قرار گرفته است. تغییرات دمای آب سبب اثرگذاری بر دمای پوستی فرد تمرین کننده در آب می‌گردد، که این امر متعاقباً سبب اثرگذاری بر دمای مرکزی بدن فرد می‌گردد. پارامتر امواج با فرکانس خیلی پایین به عنوان شاخص سنجش تغییرات دمای مرکزی بدن و بررسی همزمان تغییرات پارامترهای امواج با فرکانس پایین و خیلی پایین به عنوان شاخص‌های سنجش تغییرات دمای سطحی بدن ناشی از شرایط دمایی محیط شناخته شده است. دامنه‌ی فرکانسی تحریک گرمایی در روش فرکانس محور در محدوده‌ی ۰/۰۱۳ تا ۰/۰۹۶ هرتز می‌باشد. این محدوده در برگیرنده مقادیر ارزشی امواج با فرکانس خیلی پایین و پایین می‌باشد. در پژوهش ما مشخص گردید که تمرین در آب با دمای معمولی (۲۹ درجه سانتی‌گراد) نسبت به آب با دمای گرم (۳۹ درجه سانتی‌گراد) سبب تغییرات معنی‌دار در امواج با فرکانس پایین و خیلی پایین نمی‌گردد. به عقیده موورى و همکاران (۲۰۱۱) افزایش دمای محیط سبب کاهش تغییرپذیری ضربان قلب می‌گردد (۲). این مطلب بدین معنی است که هر چه دمای آب به سمت سردی تمایل داشته باشد، مقادیر ارزشی امواج با فرکانس خیلی پایین افزایش می‌یابد. بنابراین از لحاظ اثرگذاری بر تغییرپذیری ضربان قلب در افرادی که نیاز به بهبود پاسخ‌پذیری قلبی دارند، تمرین در آب با دمای گرم توصیه نمی‌گردد. یکی از محدودیت‌های پژوهش ما عدم سنجش تغییرات امواج با فرکانس پایین و خیلی پایین در آب با دمای سرد می‌باشد، که احتمالاً با این سنجش یافته‌ی کامل‌تری می‌توانست شکل گیرد. پاسخ‌پذیری عصبی قلبی به فعالیت ورزشی هوازی به صورت غیرتهاجمی با استفاده از هولتر مانیتور قلبی و سنجش تغییرپذیری ضربان قلب این امکان را به افراد تمرین‌کننده در محیط‌های مختلف تمرین هوازی می‌دهد، که از وضعیت اثرات دمای محیط بر سیستم عصبی قلبی اطلاع یابند. مربیان و متخصصین ورزشی جهت حفظ سلامتی افراد جامعه بایست در محیط‌های تمرینی آبی با سنجش و تفسیر امواج با فرکانس پایین و خیلی پایین تغییرپذیری ضربان قلب و مقایسه مقادیر ارزشی حاصله با مقادیر نرمال این شاخص از بروز هرگونه خطر قلبی در افراد جامعه جلوگیری نمایند. مطالعات چندی اثر دمای محیط بر تغییرپذیری ضربان قلب را بررسی نمودند. لیو و همکاران (۲۰۰۸) به این نتیجه رسیدند که دمای محیطی گرم سبب افزایش نسبت LF/HF[1] می‌گرددکه نشانه افزایش فعالیت سمپاتیکی است. همچنین عقیده داشتند که نسبت LF/HF می‌تواند به عنوان شاخصی برای اثر دما بر تغییرپذیری ضربان قلب به کار گرفته شود(۵). با در نظر گرفتن نتیجه پژوهش ما و پژوهش لیو و همکاران می‌توان به این نتیجه دست یافت که افزایش تعریق در اثر محیط تمرین هوازی می‌تواند سبب کاهش دمای مرکزی بدن گردیده و سبب تغییرپذیری ضربان قلب گردد. پس بنابراین محیط خارج از آب تمرین هوازی با فرآیندهای کاهنده‌ی دمای مرکزی بدن از جمله تعریق و هدایت گرمایی سبب کاهش بیشتر دمای مرکزی بدن می‌گردد. ولی اجرای تمرین هوازی در آب با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به دلیل ناتوانی بدن در انتقال گرما از بدن به سمت محیط سبب افزایش دمای مرکزی بدن و کاهش تغییرپذیری ضربان قلب می‌گردد. نکته جالب توجه در این زمینه این است که اجرای تمرین هوازی در آب با دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد نیز سبب تغییرمعنی‌داری در امواج با فرکانس پایین و خیلی پایین تغییرپذیری ضربان قلب نمی‌گردد. دلیل این امر را این طور می‌توان توجیه نمود که شاید این محدوده‌ی دمای آب در تبادل گرمایی بدن انسان در آب از لحاظ اثرگذاری بر تغییرپذیری ضربان قلب مناسب نباشد و دماهای پایین‌تری از آب به لحاظ سودمندی بر پاسخ قلبی مناسب باشند. لیچت و همکاران (۲۰۱۰) عقیده بر این داشتند که با کاهش دمای مرکزی بدن، امواج با فرکانس پایین افزایش می‌یابد (۸). احتمالاً تمرین هوازی در آب با دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد به دلیل تبادل ناکافی دمای بدن به محیط آبی کمتر باعث کاهش دمای مرکزی بدن و افزایش تغییرپذیری ضربان قلب گردیده است. دامنه‌ی سن آزمودنی‌ها نیز به عنوان یک فاکتور موثر بر نمایش تغییرات معنی‌دار در پارامترهای مذکور می‌تواند در نظر گرفته شود.کاریلو و همکاران (۲۰۱۶) به این نتیجه دست یافتند که پاسخ بدن انسان به قرارگیری در محیط گرم افزایش سطوح فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک (امواج با

1. A ratio of Low Frequency to High Frequency

فرکانس پایین) است که در افراد جوان نسبت به افراد مسن پاسخ بیشتری می‌دهد (٤). در پژوهش ما دامنه سنی آزمودنی‌ها در محدوده ۲۰ تا ۳۰ سال انتخاب گردید، تا اثرات افزایش سن بر کاهش تغییرپذیری را به حداقل برسانیم و فقط اثرات دقیق محیط تمرین هوازی را بر تغییرپذیری ضربان قلب بررسی نماییم. با این وجود دمای محیط تمرین هوازی در آب سبب تغییرات معنی‌دار در امواج با فرکانس پایین و خیلی پایین نمی‌گردد، ولی محیط تمرین خشکی با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد سبب تغییرات معنی‌دار در امواج با فرکانس پایین و خیلی پایین می‌گردد.

مطالعات زیادی اثر دمای محیط بر تغییرپذیری ضربان قلب را بررسی نمودند. کاتو و همکاران (۲۰۰۳) عنوان نمودند که غوطه‌وری در آب با دمای گرم سبب افزایش فعالیت پاراسمپاتیکی (امواج با فرکانس بالا) و تغییرپذیری بیشتر ضربان قلب می‌گردد (۷). گوبل و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی اثر دمای آب بر دمای مرکزی بدن و تغییرپذیری ضربان قلب در مردان و زنان سالم به این نتیجه دست یافتند که غوطه‌وری در آب با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش ضربان قلب و دمای مرکزی بدن و کاهش تغییرپذیری ضربان قلب می‌گردد (۹). به عقیده کنی و همکاران (۲۰۱۷) افزایش دمای محیط سبب افزایش دمای مرکزی بدن و تأثیر بر گیرنده‌های فشاری (بارورسپتوری)[1]، گیرنده‌های مکانیکی و متابولیکی بدن می‌گردد که در نهایت بر تنظیم عصبی سمپاتیکی بدن تأثیر می‌گذارد (۱۰). فعالیت سیستم رنین- آنژیوتانسیون- آلدوسترون می‌تواند بر تغییرپذیری ضربان قلب اثرگذار باشد. اگر در این مطالعه، شاخصی از این سیستم اندازه‌گیری می‌شد، می‌توانست دید بسیار بهتری در مورد تغییرپذیری ضربان قلب در اثر تمرین در محیط خشکی و آب به محققان و خوانندگان بدهد. این موضوع می‌تواند یکی از محدودیت‌های مهم این مطالعه باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تمرین در آب با دماهای ۲۹ و ۳۹ درجه سانتی‌گراد سبب اثر معنی‌دار بر تغییرپذیری ضربان قلب نمی‌گردد و جهت بهبود پاسخ پذیری قلبی به فعالیت ورزشی اجرای تمرین هوازی در محیط خشکی توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به اجرا درآمده است، نهایت مراتب سپاس را از معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی دارم.

منابع

1. Sherlock L, Fournier S, DeVallance E, et al. Effects of shallow water aerobic exercise training on arterial stiffness and pulse wave analysis in older individuals. *Int J Aquatic Res Educ*. 2014; 8: 310–320.
2. Mowery N, Morris J, Jenkins J, Ozdas A, Norris P. Core temperature variation is associated with heart rate variability independent of cardiac index: a study of 278 trauma patients. *J Crit Care*. 2011; 26: 534.
3. Fleisher L, Frank S, Sessler D, Cheng Ch, Matsukawa T. Thermoregulation and heart rate variability. *Clin Sci*.1996; 90: 97-103.
4. Brozovich F, Nicholson C, Degen C, Gao Y, Aggarwal M, Morgan K. Mechanisms of vascular smooth muscle Contraction and the basis for pharmacologic treatment of smooth muscle disorders. *Pharmacol Rev*. 2016; 68:476–532.
5. Liu W, Lian Zh, Liu Y. Heart rate variability at different thermal comfort levels. *Eur J Appl Physiol*. 2008; 103: 361-366.
6. Carrillo A, Flouris A, Herry CH, Poirier M, Boulay P, Dervis Sh, et al. Heart rate variability during high heat stress: a comparison between young and older adults with and without type 2 diabetes. *Am J Physiol-Regi*. 2016; 311: 669-675.
7. Kato T, Ohmura H, Hiraga A, Wada Sh, Kuwahara M, Tsubone H. Changes in heart rate variability in horses during immersion in warm springwater. *Am J Vet Res*. 2003; 64: 1-10.
8. Leicht AS, Sinclair WH, Patterson MJ, Rudzki S, Tulppo MP, Fogarty AL, et al. Influence of postexercise cooling techniques on heart rate variability in men. *Exp Physiol*. 2009; 94(6):695-703.
9. Gobel S, Cysarz D, Edelhaeuser F. water temperature affects heart rate and core body temperature during whole body immersion. *Eur J Integr Med*. 2009; 1(4): 256-257.
10. Kenny G, McGinn R. Restoration of thermoregulation after exercise. *J Appl Physiol*. 2017; 122: 933-944.
11. Arnold CM, Busch AJ, Schachter CL, Harrison EL, Olszynski WP. A Randomized clinical trial of aquatic versus land exercise to improve balance, function, and quality of life in older women with osteoporosis. *Physiother Can*. 2008; 60:296–306.
12. Alberton CL, Tartaruga MP, Pinto SS, Cadore EL, Silva EM, Kruel LFM. Cardiorespiratory responses to stationary running at different cadences in water and on land. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009; 49: 142-151.
13. Boussuges A. Immersion in thermoneutral water: effects on arterial compliance. *Aviat Space Environ Med*. 2006; 77: 1183–1187.

1. Baroreceptors

14.Becker B, Hildenbrand K, Whitcomb R, Sanders J. biophysiologic effects of warm water immersion. *Int J Aquat Res Educ*. 2009; 3(1): 24-37.
15. Choo H, Nosaka K, Peiffer J, Ihsan I, Yeo Ch, Abbiss Ch. Effect of water immersion temperature on heart rate variability following exercise in the heat. *Kinesiology*. 2018; 50(1): 1-6.
16. Cider A, Bente G, Margareta S, Schaufelberger M, and Andersson B. Immersion in warm water induces improvement in cardiac function in patients with chronic heart failure. Cardiovascular Institute, Department of Cardiology, Sahlgrenska University Hospital, Go¨teborg, Sweden. Doi. 2006; 10(16): 1-10.
17.Gupta PJ. Effects of warm water sitz bath on symptoms in post-anal sphincterotomy in chronic anal fissure – a randomized and controlled study. *World J Surg*. 2007; 31:1480–4.
18. Molina GE, Fontana KE, Porto LGG, Junqueira LF. Post-exercise heart-rate recovery correlates to resting heart-rate variability in healthy men. *Clin Auton Res*. 2016; 26: 415–421.
19. Prins J, Cutner D. Aquatic therapy in the rehabilitation of athletic injuries. *Clin Sport Med*. 1999; 18: 447–461.
20. Richard M, Victoria M, Adam Z, Melino G. Vigorous physical activity predicts higher heart rate variability among younger adults. *J Physiol Anthropol*. 2017; 36(24): 1-5.
21. Reyes Del Paso GA, Langewitz W, Mulder LJM, van Roon A, Duschek S. The utility of low frequency heart rate variability as an index of sympathetic cardiac tone: A review with emphasis on a reanalysis of previous studies. *Psychophysiology*. 2013; 50: 477–487.
22. Wilson T, Metzler-Wilson K. Autonomic thermoregulation. *Neuro endu auto sys sensory sys*. 2018; 10(15): 1-10.
23. Bolboli Lotfali, Nik Bakht Hojjat Elah, Rajabi Hamid. The effect of a period of activity in water with different temperatures on cardiovascular function. *Move*. 1383 [cited 2022July16];-(consecutive 19):81-107. [in Persian]
24. Pinheiro Volp AC, de Oliveira FC, Duarte Moreira Alves R, Esteves EA, Bressan J. Energy expenditure: components and evaluation methods. *Nutricion hospitalaria*. 2011: 1;26(3).
25. Jackson AS, Pollock ML, Gettman LR. Intertester reliability of selected skinfold and circumference measurements and percent fat estimates. Research Quarterly. *Aahperd*. 1978: 1;49(4):546-51.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Comparison of the effect of aerobic exercise in water with two different temperatures with outside water environment on the index of very low frequency waves of heart rate variability in active young men

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

1. PhD in Sports Physiology, Department of Sports Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran
2. Professor of Sports Physiology, Department of Sports Science, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

Received: 2019/04/26 **Accepted:** 2022/08/30

Correspondence:
Email:
Iranpoursport@yahoo.com

Abstract

Introduction and purpose: Cardiac response to body core temperature variation measured with the very low-frequency parameter of heart rate variability. The aim of this study was to investigate the variability of very low frequency due to different temperatures of aerobic training in water and dry.

Materials and methods: 40 academic active male were selected as research subjects. Then, all subjects were randomly divided into different groups of research (control=10; aerobic training on a treadmill=10; aerobic training in water with normal temperature=10 and aerobic training in hot water=10). In the pre-test and after the intervention, the parameter of very low frequency was measured using a heart rate monitor Holter. In order to compare differences in the research stages, analysis of variance in repeated measures was used.

Results: The results of this study showed that compared with control group, performing 21 consecutive days aerobic exercise in drought conditions at 20°C significantly increased in values of low-frequency waves (P=0.02) and very Low frequent (P=0.04). Performing aerobic exercise in water at 29°C in values of low frequency waves (P=0.21) and very low frequency (P=0.35) and water at 39 ° C in values of low frequency (P=0.18) and very low frequency (P=0.41) does not change significantly.

Discussion and Conclusion: In conditions of dry aerobic exercise due to sweating, surface and the central temperature reduced and the heart rate variability increased. The condition of the aquatic environment and different water temperatures do not have significant effect on heart rate variability.

Key words: Low frequency waves, Very low frequency waves, Water temperature, Aerobic training