

مقایسه پاسخ کمپلمان های ۳ و ۴ قایقرانان مرد نخبه به شدت تمرين هوازی در هوای گرم و سرد

اکبر فرهمند فر^{۱*}، مرتضی نقیبی^۲

^۱ عضو هیات علمی، مریبی، رفتار حرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان، بهبهان، ایران

^۲ عضو هیات علمی، استادیار، فیزیولوژی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان، بهبهان، ایران

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، مقایسه‌ی پاسخ کمپلمان های ۳ و ۴ قایقرانان مرد نخبه به شدت تمرين هوازی در هوای گرم و سرد بوده است. به این منظور از میان قایقرانان تیم استان خوزستان، تعداد ۲۲ نفر با سن ۳۱.۷۲ ± ۴.۱۷ سال، وزن ۷۳.۴۰ ± ۳.۱۵ کیلوگرم، قد ۱.۷۸ ± ۰.۰۲ متر و حداکثر اکسیژن مصرفی ۵۵.۷۳ ± ۱.۵۷ میلی لیتر در کیلوگرم در دقیقه، به طور تصادفی انتخاب و به دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. نمونه گیری خون، بلافارسله پیش از شروع تمرينات و ۱۵ دقیقه پس از اولین جلسه تمرين و به همین ترتیب در آخرین جلسه تمرينات انجام شد. تمرين هوازی بیشینه در سه ماه، شش روز در هفته، روزی ۹۰ دقیقه با شدت ۷۵ تا ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی انجام شد و گروه کنترل در این مدت به تمرينات زیر بیشینه که پیش از دوره تمرينى انجام می دادند، ادامه دادند. برای تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه های مکرر استفاده شد. یافته ها نشان داد که تمرينات هوازی در هوای گرم (بالای ۳۵ درجه سانتی گراد) و هوای سرد (زیر ۱۰ درجه سانتی گراد) بطور مستقل، بر دو کمپلمان ۳ و ۴ تاثیر معنی داری می گذارد. به علاوه، این تاثیر در تمرينات بیشینه و زیر بیشینه تفاوت معنی داری نشان می دهد ($P < 0.05$). در نتیجه، تمرين هوازی در هر دو هوای گرم و سرد تاثیرات متفاوتی بر پاسخ کمپلمان های ۳ و ۴ قایقرانان مرد نخبه نشان می دهد که تاثیر شدت تمرينات نیز در ایجاد این تغییرات زیاد می باشد.

واژه های کلیدی: تمرين هوازی بیشینه، هوای گرم و سرد، کمپلمان های ۳ و ۴ ، قایقرانان مرد نخبه.

مقدمه:

ورزش هایی مانند قایقرانی، شنا در رودخانه ها و دریاهای، دوها و دوچرخه سواری بین شهرها، اسکی و کوهنوردی که در محیط های طبیعی و در شرایط آب و هوایی متفاوت انجام می شود، با عواملی همچون درجه حرارت، رطوبت، ارتفاع و شدت باد و اشعه آفتاب سروکار دارند که در محیط های سر بسته اثری از آن ها نیست و یا قابل کنترل هستند. با وجود این شرایط، نیازهای متفاوتی در ورزشکاران بوجود می آید که عدم توجه دقیق به آن ها، احتمال آسیب های جدی به ورزشکاران را در پی خواهد داشت. قایقرانی در آب های آرام و خروشان، سال هاست که علاقه مندان بیشمarsi را به خود جلب کرده و ساعت ها صرف انجام این ورزش مفرح می شود؛ اما دفع حرارتی که از بدن توسط عرق ریختن انجام می شود با رطوبتی که در سطح آب، همیشه بیش از خشکی وجود دارد، با تاخیر مواجه شده، چرا که ظرفیت هوا برای پذیرش آب بیشتر کاهش می یابد و اختلاف غلظت کم می شود؛ بنابراین، رطوبت زیاد، تبخیر عرق و دفع گرمای را کاهش می دهد (Wilmor و همکاران^۱، ۲۰۰۰). قایقرانان با توجه به ماهیت این ورزش و محیطی که فعالیت در آن انجام می شود، از ویژگی های فیزیولوژیکی خاصی برخوردارند. طراحان و برنامه ریزان تمرین بدنی با درنظر گرفتن این ویژگی ها، برنامه های تمرینی مناسب را طراحی کنند. تحقیقات نشان داده اند که فعالیت ورزشی می تواند در سیستم ایمنی بدن تغییرات فیزیولوژیکی قابل توجهی ایجاد کند (پدرسن و هافمن^۲، ۲۰۰۰). گذشته از این، عوامل تنفس زای بسیاری شناخته شده است که در سیستم ایمنی بدن اختلال ایجاد می کنند. با توجه به این پیامد، در سال های اخیر درک رابطه میان تاثیر ورزش بر سیستم ایمنی بدن و خطر عفونت، حتی به عنوان ابزارهایی بالقوه برای سلامت عمومی افزایش یافته است. مطالعات بسیاری وجود دارند که شواهدی ارایه می دهند دال بر این مساله که در دوره های تمرینی و آموزش های سنگین (موسوم به «پنجره باز» مصنونیت صدمه دیده)، ورزشکاران بیشتر در معرض خطر عفونت قرار دارند (Nieman و همکاران^۳، ۲۰۰۳). با این وجود، اگرچه تمرین شدید می تواند سبب کاهش فعالیت و سطوح برخی از سلول های ایمنی بدن شود، اما فعالیت های فیزیکی متعادل، سایر کارکردهای ایمنی بدن را تحریک می کنند (خلیق فرد و همکاران، ۲۰۱۱؛ بنابراین، رابطه میان ورزش، واکنش ایمنی و مستعد شدن در برابر خطر عفونت از شدت، نوع و مدت فعالیت فیزیکی تاثیر می پذیرد (Tera و همکاران^۴، ۲۰۱۲). نتایج مطالعات، بیان گر این مطلب است که فعالیت های ورزشی با شدت بالا، علی رغم فوایدی که بر ارگان های مختلف بدنی دارند، احتمال آسیب رساندن به سیستم ایمنی را می توانند در برداشته باشند، بخصوص وقتی که در دو نوع آب و هوای متفاوت و در مدت زمان طولانی در ورزشی مانند قایقرانی تمرین در آستانه ای لاكتات انجام شود. قریب به اتفاق قهرمانان ورزشی در حال حاضر برای دست یافتن به رکوردهای جدید از چنین تمریناتی بارها و بارها استفاده می کنند. واکنش ایمنی می تواند تحت تاثیر عوامل تنفس زایی چون دمای هوا، ارتفاع جغرافیایی و شرایط تنفس زا (مثلا در طول پروازهای فضایی) باشد (Walsh و وایتمن^۵، ۲۰۰۶). نتیجه و پیامد تنفس های حرارتی همراه با ورزش بر سیستم ایمنی بدن، یک جنبه مهم در فیزیولوژی ورزش محسوب می شوند. در این راستا، آثار ورزش و تنفس های حرارتی بر کارکرد سیستم ایمنی بدن به نظر مبهم و غیرشفاف است (McFarlin و ویسل^۶، ۲۰۱۲). علاوه بر این، در خصوص این مساله که تمرینات فشرده ای ورزشی در یک زمان نسبتا طولانی و تحت شرایط آب و هوایی نامطلوب و متفاوت چطور می تواند بر واکنش های سیستم ایمنی تاثیرگذار باشد، کماکان اطلاعات محدودی در دست است. ستاری فرد و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی به بررسی تأثیر فعالیت ورزشی در شرایط دمایی سرد، گرم و طبیعی بر تعداد لکوسیت ها و پلاکت های خون ورزشکاران پرداختند. به طور کلی نتایج نشان داد که فعالیت ورزشی در محیط های دمایی مختلف باعث تحریک و تجمع سلول های ایمنی می شود. با این حال، اجرای فعالیت ورزشی در محیط گرم موجب افزایش

¹ Wilmore et al.² Pedersen and Laurie Hoffman³ Nieman et al.⁴ Terra et al.⁵ Walsh and Whitham⁶ McFarlin and Mitchell

بیشتر مقادیر این سلول‌ها و نیز موجب تاخیر در رسیدن به حالت اولیه سیستم ایمنی در دوره استراحت پس از فعالیت ورزشی می‌شود (ستاری فرد و همکاران، ۱۳۹۰). اشتارانی و همکاران (۱۳۸۴) نیز تحقیقی با عنوان مقایسه آثار یک جلسه تمرین شدید در محیط‌های معمولی و گرم بر غلظت‌های ایمونوگلوبولین A و کورتیزول باقی در دوندگان استقامت مرد انجام دادند. در این پژوهش یک جلسه تمرین شدید در محیط‌های معمولی و گرم، تفاوت معنی‌داری را در سطوح غلظت ایمونوگلوبولین A و کورتیزول در دوندگان استقامت مرد موجب نشده و همچنین، همبستگی معنی‌داری بین غلظت‌های ایمونوگلوبولین A و کورتیزول دوندگان استقامت بلافضله و دو ساعت پس از یک جلسه تمرین شدید در محیط‌های معمولی و گرم مشاهده نشد. نتایج می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از قبیل شرایط محیطی، نوع، شدت و مدت تمرینات ورزشی و همچنین تفاوت‌های فردی و سطح آمادگی شرکت کنندگان باشد (اشتارانی و همکاران، ۱۳۸۴). تحقیق حاضر به دنبال تعیین پاسخ کمپلمان‌های ۳ و ۴ قایقرانان مرد نخبه، بر اثر تمرینات هوایی بیشینه در دو نوع آب و هوای گرم و سرد است.

روش شناسی تحقیق:

این مطالعه از نوع نیمه تجربی و با اهداف کاربردی بوده و به صورت پیش آزمون و پس آزمون انجام شده است. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه قایقرانان منتخب استان خوزستان بوده که از بین آن‌ها ۲۲ نفر، به صورت تصادفی، به عنوان نمونه انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تحریبی (تمرین هوایی بیشینه = ۱۲ نفر) و کنترل (تمرین هوایی زیر بیشینه = ۱۰ نفر) تقسیم شدند. برای نمونه گیری از خون شرکت کنندگان، پیش از شروع تمرینات در حالت ناشتا و پس از آزمون تندرستی و دریافت رضایت نامه، پنج میلی لیتر خون، توسط متخصص آزمایشگاه در محل تمرینات، با استفاده از کیت شرکت بیوژن و سرنگ میبد یزد گرفته شد و در خاتمه دوره سه ماهه، ۱۵ دقیقه پس از تمرین، دوباره پنج میلی لیتر خون گرفته شد. میزان کمپلمان‌ها بر حسب میلی گرم در صد میلی لیتر خون به روش منوکلونال پادتنی و لیزر با دستگاه سایتومتر XL-MCL گردید (فائقی و رجبی، ۱۳۹۲):

$$44/73 \div 50/4/9 - \text{مسافت طی شده به متر} = \text{حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)}$$

تمرینات به مدت سه ماه، ۶ روز در هفته و هر روز یک جلسه (عصر) انجام می‌شد. تمرینات همه روزه، راس ساعت ۵ بعدازظهر، با ۱۰ دقیقه حرکات کششی شروع و به مدت ۴۵ تا ۹۰ دقیقه قایقرانی روی آب‌های آرام رودخانه کارون ادامه می‌یافتد. قایقرانان روزهای فرد، مسافت ۱۰ کیلومتر را با شدت ۷۵ تا ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی یا ۸۵ تا ۹۲ درصد ضربان قلب بیشینه طی می‌کردن و روزهای زوج به صورت اختصاصی به مدت ۴۵ تا ۹۰ دقیقه در مسافت‌های (3×1000) و (۵۰×۲۰۰) با همان شدت روزهای زوج به تمرین می‌پرداختند. یادآور می‌شود که قایقرانان از قایق‌ها و پاروهای استانداردی که در تمرینات و مسابقات کشوری به همراه داشتند، استفاده می‌کردند.

ابزار اندازه گیری: وسایل خونگیری شامل: سرنگ شرکت میبد یزد و سوزن استریل، کیت‌های آزمایشگاهی ساخت شرکت بیوژن، سانتریفیوژ و دستگاه فلوسایتومتر XL-MCL، فرستنده الکتریکی ضربان قلب، برای تعیین شدت تمرینات هوایی برای هر آزمونی به صورت جداگانه از ضربان سنج مدل 061-061 k2 ساخت آلمان، دارای کمربند مخصوص و زمان سنج دیجیتال دستی استفاده می‌شد.

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، پس از توصیف داده‌ها (میانگین و انحراف معیار) از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف برای نرمال بودن توزیع داده‌ها و آزمون t مستقل برای همسانی گروه‌ها استفاده شد و میزان تاثیر گذاری و مقایسه داده‌ها، به وسیله آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌های مکرر بررسی شد. معنی داری داده‌ها در سطح ($P \leq 0.05$) تعیین شد. تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SPSS ورژن ۱۶ انجام گردید.

یافته ها تحقیق:

ویژگی های عمومی قایقرانان که از لحاظ جسمی و روحی کاملا سالم بودند، در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. پیش از استفاده از آزمون های پارامتریک، برای بررسی توزیع طبیعی بودن داده ها از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف استفاده شد که در نتیجه، هیچ کدام از داده ها توزیع غیر طبیعی نشان ندادند. همچنین، با فرض ناهمسان بودن گروه های تحقیق در مرحله پیش آزمون، با استفاده از آزمون t مستقل مقایسه شدند و با رد ناهمسان بودن آن ها، اثبات گردید که گروه ها با هم همسان هستند. تاثیر تمرینات هوایی بیشینه بر کمپلمن های ۳ و ۴ در تفاوت بین گروهی به ترتیب با نسبت $F=6.31$ و $F=13.26$ معنی داری $P < 0.002$ در حد آلفای 0.05 معنی دار بوده است و این نشان می دهد که تفاوت گروه ها در حد معنی داری است؛ بنابراین، این تمرینات تاثیر معنی داری بر کمپلمن های ۳ و ۴ گذاشته است (جدول شماره ۲ و ۳).

جدول ۱: ویژگی های عمومی آزمودنی ها

تعداد آزمودنی ها	سن	قد	وزن	شاخص توده بدنی	حداکثر اکسیژن مصرفی
۲۲	۳۱.۷۲ \pm ۴.۱۷	۱.۷۸ \pm ۰.۰۲	۷۳.۴۰ \pm ۳.۱۵	۲۲.۱۵ \pm ۰.۴۷	۵۵.۷۳ \pm ۱.۵۷

جدول ۲: توصیف کمپلمن های ۳ و ۴ آزمودنی ها

گروه ها	تعداد آزمودنی	کمپلمن	مرحله اول هوای گرم	مرحله دوم هوای گرم	مرحله سوم هوای سرد	مرحله چهارم هوای سرد
(تجربی) هوای بیشینه	۱۲	۳	۱۴۱.۰۸ \pm ۷.۱۰	۱۴۳.۰۰ \pm ۵.۳۹	۱۴۴.۸۳ \pm ۷.۳۴	۱۴۳.۸۳ \pm ۵.۷۴
	۱۰	۴	۳۵.۵۸ \pm ۵.۰۱	۳۷.۷۸ \pm ۳.۶۳	۳۱.۰۰ \pm ۳.۱۹	۳۵.۹۰ \pm ۲.۲۸
(کنترل) هوای زیر بیشینه	۳	۳	۱۳۵.۴۰ \pm ۳.۸۶	۱۴۱.۴۰ \pm ۵.۲۳	۱۳۵.۵۰ \pm ۳.۸۹	۱۴۱.۴۰ \pm ۴.۹۲
	۴	۴	۳۰.۶۰ \pm ۳.۰۲	۳۵.۸۷ \pm ۲.۱۶	۳۱.۰۰ \pm ۳.۱۹	۳۵.۹۰ \pm ۲.۲۸

جدول ۳: نتیجه آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه های مکرر برای بررسی تاثیر تمرینات بر کمپلمن های ۳ و ۴ آزمودنی ها

متغیرها	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	معنی داری
کمپلمن ۳	بین گروهی	۴۹۴.۸۶	۱	۴۹۴.۸۶	۶.۲۱	۰.۰۲
	درون گروهی	۲۶۶.۳۱	۳	۸۸.۷۷	۵.۳۲	۰.۰۰۳
کمپلمن ۴	خطا	۱۵۶۷.۰۸	۲۰	۷۸.۳۵		
	بین گروهی	۴۴۱.۳۳	۱	۴۴۱.۳۳	۱۳.۲۶	۰.۰۰۲
	درون گروهی	۲۸۷.۵۶	۳	۹۵.۸۶	۱۱.۱۴	۰.۰۰۱
	خطا	۶۶۵.۳۸	۲۰	۳۳.۲۶		

بحث و نتیجه گیری:

تغییرات کمپلمان ۳، پس از تمرین هوای بیشینه، نسبت به گروه کنترل در حد معنی داری بوده است. به طوریکه در هوای گرم افزایش و در هوای سرد اندکی کاهش داشته است؛ این تغییرات در گروه کنترل، در هر دو هوای گرم و سرد، افزایش نشان داده است. حد مطلوب کمپلمان ۳ در افراد سالم در حد ۷۰ تا ۱۷۰ میلی گرم درصد میلی لیتر خون بوده است؛ بنابراین، در آزمودنی های این تحقیق، وضعیت مطلوبی داشته است (پاکزاد، ۱۳۸۹). محققان معتقدند فعال شدن مستقیم کمپلمان از هر دو مسیر کلاسیک و آلترناتیو^۱، ممکن است حاکی از التهاب ناشی از ورزش های طولانی مدت بوده و نقش مؤثری در پاکسازی اجزاء ناشی از شکسته شدن پروتئین ها در عضلات آسیب دیده شده باشد (گلیسن، ۱۳۸۸). پس از اجرای فعالیت ورزشی در شرایط گرما (۳۸ درجه سانتی گراد) در مقایسه با شرایط دمای طبیعی (۲۲ درجه سانتی گراد)، ۷۵ دقیقه رکاب زنی با ۵۵ درصد اوج مصرف اکسیژن در مردانی که به طور تفريحی فعال بودند، باعث افزایش زیاد تعداد لکوسیت ها و نوتروفیل ها در پایان و دو ساعت پس از فعالیت ورزشی و همچنین افزایش زیاد لنفوسيت ها و زیر رده های لنفوسيت (کمپلمان های ۳، ۴ و ۸) و تعداد تعداد سلول های کشنده طبیعی (۱۶CD و ۵۶CD) در پایان فعالیت ورزشی شد (میشل و همکاران^۲، ۲۰۰۲). به دنبال یک جلسه تمرین ممکن است سطح کمپلمان بدون تغییر بوده و یا افزایش پیدا کند (اسپرسن^۳، ۱۹۹۵). در تحقیق دافاکس و همکاران، پس از یک آزمون درجه بندی شده ورزشی تا سرحد خستگی داوطلبانه در افراد تمرین کرده و بدون تمرین، غلظت اجزاء کمپلمان ۳ و ۴ به طور معنی داری افزایش پیدا کرد. هر چند مقدار مطلق کمپلمان ۳ و ۴ بعد از ورزش و در حال استراحت، در دونده ها کمتر از غیر ورزشکاران بود ولی الگوی افزایش این اجزاء در هر دو گروه یکسان بود. بلافضله پس از ورزش، سطح کمپلمان ۴ به میزان ۱۱ تا ۱۵ درصد افزایش پیدا کرده و تا ۴۵ دقیقه بعد از ورزش به میزان اولیه باز گشت. ورزشهای طولانی تر با افزایش بیشتر و پایدار تر کمپلمان ۳ و ۴ همراه هستند (دوفو و همکاران^۴، ۱۹۹۶). نشان داده شده است که پر گرمایی به دلیل کاهش تعداد لنفوسيت های T یاریگری (کمپلمان ۴) گردد خون و کاهش تعداد لنفوسيت های T (کمپلمان ۳) پس از غوطه وری در آب است (گلیسن^۵، ۲۰۱۵). سوردا و همکاران^۶ (۲۰۱۵) بیان می کنند که تمرین بدنی در شرایط محیطی گرم می تواند فشار اکسیداتیو را افزایش دهد. آن ها با اندازه گیری عوامل آنتی اکسیدانی پلاسمما و پاسخ های سایتوکینی، مشاهده کردند که این عوامل با همدیگر، با آسیب های اکسیداتیو پس از تمرین در محیط گرم مقابله می کنند. غلظت های گلوکز سرم و لاکتان، بطور معنی داری پس از تمرین در محیط گرم افزایش داشتند، ولی در محیط معمولی ثابت ماندند. تمرین در هوای گرم و مرطوب، منتج به افزایش واکنش های بدن برای کاهش فشار گرمایی می شود. تمرین بدنی در محیط گرم، باعث افزایش غلظت قند سرم، لاکتان خون و آسیب های سلولی و اکسیداتیو بیشتری نسبت به تمرین در محیط معمولی می شود و همچنین پاسخ های ضد التهابی و آنتی اکسیدانی بیشتری در پلاسمما تولید می شود. این نتایج پیشنهاد می کنند که حرارت محیطی نیازمند محاسبه فشار اکسیداتیو و التهابی ایجاد شده بر اثر تمرین در محیط گرم می باشد (سوردا^۷، ۲۰۱۵).

تغییر در کمپلمان ۴، پس از تمرین هوای بیشینه در حد معنی داری بوده است. به این ترتیب که اندک افزایشی که پس از تمرین هوای بیشینه در هوای گرم دیده می شود، در هوای سرد و با ادامه تمرینات بیشتر شده است؛ در حالیکه گروه کنترل در هوای گرم و سرد مشابه بوده است. البته، حد مطلوب کمپلمان ۴ در افراد سالم در حد ۱۵ تا ۵۵ میلی گرم درصد میلی لیتر

¹ - Alternative² Mitchell et al.³ Espersen⁴ Dufaux⁵ Gleeson⁶. Sureda et al⁷ Sureda

خون گزارش شده است (قائی و رجی، ۱۳۹۲) که در این گروه ورزشکار وضعیت مطلوبی نشان داده است. تحقیقات گذشته در این مورد نتایج متفاوتی را نشان می دهد. ونگ و همکاران^۱ (۲۰۱۲) تاثیر تمرینات بدنه متناوب و تداومی را بر کمپلمان ۴ و لنفوسیت های افراد بی تحرک در پاسخ های فشار کاهش اکسیژن بررسی کردند. نتایج نشان داد که تمرینات تناوبی باشد بالا نسبت به تمرینات تداومی باشد متوسط، افزایش بیشتری در حجم تنفسی، بروونده قلبی، حداکثر اکسیژن مصرفی و اوج عملکرد نشان دادند. هر دوی تمرینات تناوبی باشد بالا و تداومی باشد متوسط به علت کاهش اکسیژن بافت ها، باعث افزایش میزان اینترلوکین ۴ و کاهش پراکسیداز می شوند و در نتیجه موجب جلوگیری از مرگ کمپلمان ۴ و لنفوسیت ها می شوند؛ که این امر توسط افزایش اینترلوکین ۴ نسبت به اینترفرون ۷ و کاهش پروکسیداز در خلال تمرینات با کاهش اکسیژن همراه است. از طرفی، تمرینات تناوبی در افزایش توان هوایی برتری نشان دادند (ونگ و همکاران، ۲۰۱۳).

نتیجه گیری کلی:

یافته ها نشان می دهد که تمرینات هوایی در هوای گرم بالای ۳۵ درجه سانتی گراد و هوای سرد زیر ۱۰ درجه سانتی گراد، بر کمپلمان های ۳ و ۴ تاثیر معنی داری دارد؛ و همچنین، این تاثیر در تمرینات بیشینه و زیر بیشینه متفاوت می باشد (۰.۰۵ ≤ P). در نتیجه، تمرین هوایی در هوای گرم و سرد تأثیرات متفاوت زیادی بر کمپلمان های ۳ و ۴ قایقرانان مرد نخبه نشان می دهد که شدت تمرینات نیز در ایجاد این تغییرات تاثیر فراوانی دارد.

تقدیر و تشکر: شایسته است تا از مسئولین پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان که همکاری لازم و هزینه این تحقیق را فراهم کردند، هیات قایقرانی و تیم کانوی یک و دو نفره استان خوزستان و مریبان و سرپرستان کارдан و پرتلاش آن که با اشتیاق و کمال میل در انجام این تحقیق با پژوهشگر همکاری نمودهند؛ و همچنین، از کادر نمونه گیری صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

منابع:

- Wilmore, J.H., Costil, D.L., and Larry Kenney. Translated by: Moeeni, Z., Rahmaninia, F., Rajabi, H., Agha Alinejad H., and Motamed, P., (2000), "Physiology of sport and exercise", 4th ed, Tehran: Moubtakeran, 339-370. (Persian)
- Pedersen, B.K., and Laurie Hoffman, G., (2000), "Exercise and the Immune System: Regulation, Integration, and Adaptation", Physiol. Rev. 80(3), 1055-1081.
- Nieman, D.C., Davis, J.M., Henson, D.A., Walberg-Rankin, J., Shute, M., Dumke, C.L., Utter, A.C., Vinci, D.M., Carson, J.A., Brown, A., Lee, W.J., McAnulty, S.R., McAnulty, L.S., (2003), "Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and plasma cytokine levels after a 3-h run", Journal of Applied Physiology Published, 94(5), 1917-1925.
- Khalighfard, S., Gaeini, A.A., Nazarali, P., (2011), "Effect of endurance exercise on cardiac marker and exercise-induced immune response", Kowsar medical journal, 16(1), 45-51. (persian)
- Terra, R., Amaral Gonçalves da Silva, S., Salerno Pinto, V., Maria Lourenço Dutra, P., (2012), "Effect of exercise on the immune system: response, adaptation and cell signaling", Rev Bras Med Esporte, 18(3), <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000300015>.
- Walsh, N.P., and Whitham, M., (2006), "Exercising in Environmental Extremes: A Greater Threat to Immune Function?", Sports med, 36(11), 10112-1642/06/0011-0001/\$39.95/0.

¹ . Weng et al

7. McFarlin, B.K., and Mitchell, J.B., (2003), "Exercise in hot and cold environments: differential effects on leukocyte number and NK cell activity", *Aviat Space Environ Med*, 74, 1231-1236.
8. Satarifard, S., Gaeini, A.A., and Choobineh, S., (1390), "The Effect of Exercise on the Total Number of Blood Leu kocytes and Platelets of the Athletes in Cold, Warm and Normal Temperature Conditions. Armaghane- danesh, Yasuj university of Medical Sciences Journal (Y UM S J), 16(5), 433-443. (Persian)
9. Ashtarani, B., Aghaallinejad, H., Gharakhanloo, R., Rajabi, H., Rajabi, Z., Kardar, G., (1384), "Comparison of a session of intence physical activity in ordinary and warm climate on imonogloboline A density and salivary cortisol among endurance male runners", *Olympic Journal*, 13(1), 41-53. (Persian)
10. Gaeini, A.A., and Rajabi, H., (1392), "Physical fitness", 9th ed. Tehran, Samt, 100-108. (Persian)
11. Pakzad, P., Rezaipoor, R., Mosaffa, N., and Satari, M., (1389), "Elementary of basic sciences 2, Imonology. Medical college, University of medical science and health and clinical servises of Shahid Beheshti", Tehran, Iran.
12. Gleeson, M., (1388), "Immune function", Trancelated by: Aghaallinejad, H., Safarzadeh, A.R., Molanoori, M., Tehran, Hatmi, 278-281. (Persian)
13. Mitchell J B, Dugas J P, McFarlin, B.K et al., (2002), "Effect of exercise, heat stress, and hydration on immune cell number and function", *Medicine and science in sports and exercise*, 34, 1941-1950.
14. Espersen, G., Toft, E., Ernst, E., Kaalund, S., Grunnet, N., (1995), "Changes of polynorphounuclear granulocyte migration and lymphocyte profliferetave respnses in elite runners undergoing intense exercise", *Scandinavian Journal of Medicind and Science in sports*, 1,158-162.
15. Dufaux, B., Order, U., and Liesen, H., (1996), "Effect of a short maximal physical exercise on coagulation, fibrinolysis and complement system", *International Journal of sports medicine*, 12, 38-42.
16. Gleeson, M., (2015), "Immune function in sport and exercise", Trancelated by: Mohebbi M et al., 2nd ed. Tehran, Samt, 221-254. (Persian)
17. Sureda, A., Antonia Mestre-Alfaro, Montserrat Banquells, Francheck Drobnic, Jordi Camps, orge Joven, Josep, A., Tur Joan Riera, Antoni Pons., (2015), "Exercise in a hot environment influences plasma anti-inflammatory and antioxidant status in well-trained athletes", *Journal of thermal Biology*, 47, 91-98.
18. Weng, T.P., Huang, S.C., Chuang, Y.F., and Wang, J.S., (2013), "Effects of Interval and Continuous Exercise Training on CD4 Lymphocyte Apoptotic and Autophagic Responses to Hypoxic Stress in Sedentary Men", *PLoS One*, 8(11): e80248. Published online 2013 Nov 13. doi: 10.1371/journal.pone.0080248.

A Comparison of the Responses of Complements 3 and 4 of Elite Male Rowers to the Intensity of Aerobic Exercise in Hot and Cold Weathers

Akbar Farahmandfar^{1*}, Morteza Naghibi²

1. Faculty member of the Department of Physical Education and Sports Science, Islamic Azad University, Branch of Behbahan, Behbahan, Iran

2. Faculty member, Assistant Professor of Physiology, Department of Physical Education and Sports Science, Islamic Azad University, Branch of Behbahan, Behbahan, Iran
*(corresponding author)

Abstract

This study aims to compare the responses of complements 3 & 4 of elite male rowers to the aerobic exercise intensity in hot and cold weathers. For this purpose, from among the rowing team of Khuzestan province, 22 people were randomly selected with the age of 31.72 ± 4.72 years, the weight of 73.40 ± 1.57 kg, the height of 1.78 ± 0.02 m. and a maximal oxygen uptake of 55.73 ± 1.57 ml per kg per minute, and were divided into two experimental ($n = 12$) and control ($n = 10$) groups. Blood samples were taken immediately before the exercises and 15 minutes after the first exercise session and at the last exercise session. Maximal aerobic exercise was performed for three months, six days a week, 90 minutes a day with intensity of 75 to 85 percent of maximum oxygen uptake. The control group continued simultaneously with submaximal exercise which they performed before the exercise period. Factor analysis of variance test with repeated measures was used for data analysis. The results showed that aerobic exercise in hot weather (above 35°C) and cold weather (below 10°C) has a significant impact on complements 3 and 4. In addition, this impact shows a significant difference in submaximal and maximal exercises ($P \leq 0.05$). As a result, aerobic exercise in both hot and cold weathers has different effects on the response of complements 3 and 4 of elite male rowers, with the great impact of the intensity of these exercises on the changes.

Keywords: maximal aerobic exercise, warm and cold weathers, complements 3 and 4, elite male rowers