تأثیر ۱۵ جلسه تمرین هایپوکسی تناوبی (IHT) بر عملکرد آزمون هایپوکسی زنان کوهنورد

خدیجه فریدون فرا[1]

کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه رازی

دکتر ناصر بهپور

استادیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه رازی

دکتر وحید تأدیبی

دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه رازی

افسانه آستین چپ

کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه رازی

چکیده

زمینه و هدف: هایپوکسی می‌تواند سازگاری‌های فیزیولوژیکی سودمندی را در پی داشته باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تمرین هایپوکسی تناوبی بر عملکرد آزمون هایپوکسی زنان کوهنورد بود. **روش بررسی:** پس از اعلان فراخوان در بین کوهنوردان زن کرمانشاه، ۱۲ نفر داوطلب با میانگین سن ۸/۰۰±۲۹/۰۰ سال، میانگین قد ۴/۷۱±۱۶۲/۴۱ سانتی‌متر و میانگین وزن ۷/۲۷±۵۴/۱۵ کیلوگرم در پژوهش شرکت کردند. پس از تکمیل پرسشنامه سلامت و فرم رضایت نامه، شرکت-کننده‌ها به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش و گواه تقسیم شدند. تمرین هایپوکسی تناوبی به مدت ۱۵ روز، روزانه یک ساعت (۵ دقیقه هوای هایپوکسی و ۵ دقیقه هوای نرموکسی، از طریق دستگاه هایپوکسی‌کاتور در حالت نشسته) اجرا شد. شدت هایپوکسی در ۵ روز اول ۱۱ درصد، در ۵ روز دوم ۱۰ درصد و در ۵ روز سوم معادل ۹ درصد اکسیژن در هوای دمی بود. در ابتدا و انتهای دوره تمرین هایپوکسی تناوبی، آزمون هایپوکسی که شامل دو مولفه به نام‌های TD و TR می‌باشد از هر دو گروه گرفته شد. **یافته‌ها:** استفاده از آزمون ویلکاکسون برای بررسی تغییرات در سطح ۰/۰۵ نشان داد که پس از ۱۵ روز، افزایش TD گروه آزمایش بیشتر از گروه گواه بود (۱۴۷/۲۹درصد در مقابل ۴/۹۳ درصد) که این تفاوت معنادار بود، همچنین کاهش TR گروه آزمایش بیشتر از گروه گواه بود (۳۷/۲۴ درصد در مقابل۲۱/۲۰درصد) اما این تفاوت معنادار نبود. **نتیجه-گیری:** نتایج پژوهش حاضر بیانگر اثر مثبت تمرین هایپوکسی تناوبی بر عملکرد آزمون هایپوکسی زنان کوهنورد در بخش Td می‌باشد.

کلید واژه‌ها:

تمرین هایپوکسی تناوبی، آزمون هایپوکسی، دستگاه هایپوکسی‌کاتور، کوهنورد

[1] fereidoonfara@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ارتفاعات بالا و شرایط هایپوکسی فشار و استرس ویژه‌ای را بر بدن انسان وارد می‌کند به‌طوری‌که این محیط منحصربه‌فرد را به یک محیط تحقیقاتی عالی برای بررسی محدودیت‌های فیزیولوژیکی انسان تبدیل می‌سازد (۴). کوهنوردی در ارتفاعات بالا عموماً به سطح آمادگی تنفسی بسیار بالایی نیازمند است؛ بطوری‌که کوهنوردان تندرست نیز در حین صعود به ارتفاعات مکرراً برای بازیافت تنفسشان بعد از هر دو گام توقف می‌نمایند. علت اصلی این کاهش شدید در ظرفیت تمرین و فعالیت، هیپوکسمی[1] ناشی از کاهش فشار سهمی اکسیژن در هوای استنشاقی در ارتفاع می‌باشد که ضرورتاً اکسیژن تحویل داده شده به عضلات فعال را در حین فعالیت کاهش می‌دهد (۴). هرچند با افزایش ارتفاع نسبت اکسیژن موجود در اتمسفر تقریباً ۲۱ درصد کل فشار بارومتریک[2] باقی می‌ماند، اما فشار سهمی اکسیژن بطور قابل ملاحظه‌ای افت می‌یابد. این فشارکلی پائین‌تر اتمسفر که موجب می‌شود در هر لیتر از هوای تنفسی مولکول‌های اکسیژن کمتری وجود داشته باشد (۵)، منجر به افزایش تهویه ریوی حتی در حالت استراحت می‌شود. افزایش تهویه بسیار شبیه به حالت پرتهویه‌ای در سطح دریا عمل می‌کند که به موجب آن میزان دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد. دی‌اکسیدکربن از شیب فشار پیروی می‌کند؛ بنابراین مقدار بیشتری دی‌اکسیدکربن از خون خارج شده و وارد شش‌ها می‌شود و از طریق بازدم خارج می‌گردد. چنین کاهشی در دی‌اکسیدکربن باعث افزایش pH خون می‌شود، شرایطی که به آن آلکالوز تنفسی[3] می‌گویند (۱). آلکالوز تنفسی میل ترکیبی اکسیژن به هموگلوبین را افزایش داده و در نتیجه بارگیری اکسیژن در مویرگ‌های ریوی تحت شرایط انتشار محدود شده افزایش می‌یابد (۴). در واقع یک pH آلکالین منحنی تجزیه هموگلوبین را به سمت چپ شیفت می‌کند، که بارگیری اکسیژن را در ریه تسهیل کرده، اما رها سازی اکسیژن را در سطح بافت کاهش می‌دهد (۱۱). نتیجه این امر وقوع هایپوکسی است که منجر به وقوع علائم سردرد، تهوع، بیحالی، بیخوابی، تغییر خلق و خو و الگوی نفس کشیدن، تشنج و حتی کما می‌شود که این علائم و نشانه‌ها، وقوع بیماری حاد کوه‌گرفتگی[4] را نشان می‌دهد. به علاوه، اختلالات ظریف نروفیزیولوژیکی نیز مانند آسیب دیدن قدرت درک، قضاوت و دید، ناکارآمدی قدرت یادگیری، افزایش احساس خستگی و ناتوانی و یا خواب آلودگی ممکن است در ارتفاع بین ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ متری شروع شود(۵).

با توجه به اینکه بیماری‌های مربوط به قرارگیری در معرض ارتفاع همواره دردسر ساز بوده، و این بیماری‌ها عموماً با افت در میزان اشباع اکسیژن خون سرخرگی (SpO_2)[5] نمودار می‌شوند، بدون تردید سازگاری‌های ایجاد شده در افراد قبل از صعود به

[1] Hypoxemia
[2] Barometric Pressure
[3] Respiratory Alkalosis
[4] Acute Mountain Sickness (AMS)
[5] Arterial Oxygen Saturation

Archive of SID

www.SID.ir

ارتفاع (آکلیماتیزاسیون) می‌تواند در کمرنگ کردن شدت وقوع این علائم مؤثر باشد. امروزه از شبیه‌سازهای ارتفاعی که برای اولین بار توسط دانشمندان روسی بیشتر از ۳۰ سال قبل طراحی شده‌اند و قادرند سطوح پایینی از اکسیژن را که معادل ارتفاع بالاست، در سطح دریا ایجاد کنند به عنوان روشی برای ایجاد این سازگاری‌ها در شرایط نرموکسی به طور وسیعی استفاده می‌شود(۱۲). همین امر منجر به توسعه استفاده از تکنیک هایپوکسی تناوبی (IHE)[1] شده است که درآن فرد با استفاده از یک شبیه‌ساز ارتفاع به صورت متناوب درمعرض هایپوکسی قرار می‌گیرد (۶). زمانی که هایپوکسی تناوبی به عنوان یک پروتکل خاص برای انجام یک هدف ویژه، برای مثال، آکلیماتیزاسیون با ارتفاعات بالا بکار گرفته شود از اصطلاح تمرین هایپوکسی تناوبی یا IHT[2] استفاده می‌شود (۱۰). این تکنیک روشی است که به وسیله آن افراد، من جمله ورزشکاران، ۲-۱ ساعت در روز و به مدت ۳-۲ هفته، درحالی‌که ساکن و بدون فعالیت هستند در معرض دوره‌های کوتاه مدتی (۷-۵ دقیقه) از هایپوکسی شدید (۱۲-۹٪ O_2) که با دوره‌های مشابهی از استنشاق هوای نرموکسی جایگزین می‌شود، قرار می‌گیرند (۹،۱۰). ماشینی که امکان اجرای این تکنیک را فراهم می‌کند هایپوکسی‌کاتور[3] نامیده می‌شود که در این ماشین تنفس هوای هایپوکسی از طریق ماسک امکان‌پذیر است (۷، ۱۳).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد ظرفیت افراد مختلف برای سازگاری با ارتفاع ویژه و منحصربه‌فرد است. آزمون هایپوکسی یک پروتکل انفرادی است که به منظور تعیین وضعیت تنفسی افراد و شناسایی میزان آمادگی جسمانی و واکنش آن‌ها نسبت به استنشاق هوایی با درصد اکسیژن کم استفاده می‌شود. این آزمون شامل دو بخش می‌باشد یکی ثبت مدت زمانی که طول می‌کشد تا SpO_2 فرد در زمان استشاق هوای هایپوکسی (۱۱درصد اکسیژن) به زیر ۸۵٪ برسد (TD)[4]، و دیگری متعاقب آن مدت زمانی که طول می‌کشد تا SpO_2 فرد پس از برداشتن ماسک و استنشاق هوای اتاق (نورموکسی) به مقدار ۹۵٪ یا بیشتر برسد (TR)[5] (۱۳).

براساس دانش موجود و با توجه به متغیرهای سن، جنس، جامعه آماری سالم و غیر سالم، شرایط محیطی و پروتکل‌های تمرینی متفاوت و اهداف فیزیولوژیکی متفاوت، تحقیقات مختلفی در زمینه اثر IHT بر سازگاری‌های فیزیولوژیکی بعمل آمده است. چنانچه بهبود در عملکرد ریه به همراه کاهش مصرف دارو در افراد مبتلا به آسم و برونشیت، تأخیر در زمان وقوع علائم بیماری حاد کوه‌گرفتگی و با شدت کمتر، افزایش بارز در میزان اریتروپوئیتین و دیگر پارامترهای سلول‌های خونی به عنوان نتایج مقالات مختلف گزارش شده است. اما تاکنون در زمینه اثرات IHT بر آزمون هایپوکسی کوهنوردان که در واقع یکی از راه‌های ارزیابی میزان سازگاری و قدرت تحمل در برابر شرایط هایپوکسی و ارتفاع می‌باشد مطالعه‌ای انجام نگرفته است. بر این

[1] Intermittent hypoxic exposure
[2] Intermittent hypoxic training
[3] Hypoxicator
[4] Time to Descend
[5] Time to Recovery

Archive of SID

www.SID.ir

مبنی هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر اعمال هایپوکسی تناوبی (IHT) با استفاده از هایپوکسی‌کاتور بر قدرت تحمل خون سرخرگی کوهنوردان از نقطه نظر سرعت افت و ریکاوری اشباع اکسیژن خون سرخرگی، زمانی که در برابر شرایط هایپوکسی قرار می‌گیرند می‌باشد که این غربالگری با انجام آزمون هایپوکسی انجام شده است.

روش‌ها

جامعه آماری این پژوهش را کوهنوردان زن شهر کرمانشاه تشکیل دادند. از بین جامعه آماری با استفاده از فراخوان عمومی، ۱۲ نفر از داوطلبان شرکت در پژوهش پس از انجام مصاحبه حضوری و بررسی سوابق پزشکی با میانگین سن ۸/۰۰±۲۹/۰۰ سال، میانگین قد ۴/۷۱±۱۶۲/۴۱ سانتی‌متر و میانگین وزن ۷/۲۷±۵۴/۱۵ کیلوگرم به عنوان شرکت-کننده‌های این پژوهش انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل: نداشتن سابقه کشیدن سیگار، سابقه بیماری‌های ریوی و یا هرگونه بیماری مزمن دیگر و معیارهای خروج از تحقیق برای شرکت کنندگان شامل: داشتن هرگونه بیماری قلبی ریوی و عدم حضور در جلسات تمرینی بیشتر از ۲ جلسه در مراحل آتی پژوهش بود. شرکت‌کننده‌ها یک روز پیش از اعمال مداخله، با اهداف و مراحل مختلف اجرای پژوهش و همچنین روش اجرای تمرین هایپوکسی تناوبی و آزمون هایپوکسی آشنا شده و فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش را امضا نمودند. پس از آن از تمامی شرکت‌کننده‌ها آزمون هایپوکسی پیش‌آزمون گرفته شد و سپس شرکت‌کننده‌ها به صورت تصادفی (از طریق www.randomizer.org) به دو گروه شش نفره آزمایش و گواه تقسیم شدند.

مداخله هایپوکسی تناوبی در مجموع شامل ۱۵ جلسه یک ساعته، طی ۳ هفته متوالی و هر هفته ۵ جلسه برای شرکتکننده‌های گروه آزمایش بود. به منظور ایجاد شرایط هایپوکسی تناوبی از دستگاه شبیه‌ساز هایپوکسی (هایپوکسی‌کاتور ساخت کمپانی BioMedTech استرالیا، مدل GO2 Altitude) استفاده شد. ژنراتور این دستگاه می‌تواند هوای حاوی ۱۵ تا ۹ درصد اکسیژن معادل ارتفاعی حدود ۲۷۰۰ تا ۶۵۰۰ متر تولید کرده و از طریق تیوب و ماسک به سمت بینی و دهان شرکت‌کننده هدایت کند. پروتکل تمرین هایپوکسی تناوبی به این صورت بود که ابتدا ماسک ضد عفونی شده برای هر شرکت-کننده از لحاظ اندازه مناسب انتخاب می‌شد. سپس درصد اکسیژن مورد نظر برای دستگاه تعریف می‌شد. شدت هایپوکسی در ۵ روز اول، دوم و سوم به ترتیب ۱۱، ۱۰ و ۹ درصد اکسیژن (به ترتیب معادل ارتفاع حدود ۵۲۰۰، ۵۸۰۰ و ۶۵۰۰ متر) بود. همچنین زمان مداخله که برای هر شرکت کننده در هر روز ۱ ساعت بود برای دستگاه تعریف می‌شد. سپس از شرکت کننده خواسته می‌شد ماسک مخصوص خود را روی بینی و دهان بگذارد و بر اساس برنامه زمان‌بندی شده، هوای هایپوکسی را در تناوب‌های ۵ دقیقه‌ای (۵ دقیقه هوای هایپوکسی و ۵ دقیقه هوای اتاق) به مدت ۱ ساعت استنشاق کند. شرکت کننده‌ها در

Archive of SID

www.SID.ir

حالت نشسته روی صندلی قرار می‌گرفتند و مختار بودند در صورتی که احساس ناراحتی یا بی‌قراری کنند ماسک را از صورت خود برداشته و از هوای اتاق تنفس کنند. همچنین اگر میزان اشباع اکسیژن خون سرخرگی آن‌ها که توسط پالس‌اکسی‌متری که به انگشت اشاره شرکت کننده در کل جلسه تمرینی متصل بود اندازه‌گیری می‌شد تا ۶۵٪ افت می‌کرد استنشاق هوای هایپوکسی قطع می‌شد. اوقات مختلف روز، برای حذف اثر احتمالی ریتم شبانه روزی، برای هر شرکت کننده هم از نظر زمان آزمون‌گیری و هم از نظر زمان اجرای پروتکل تمرینی در کل دوره ثابت بود.

در ۱۵ جلسه‌ای که شرکت کننده‌های گروه آزمایش تمرینات هایپوکسی تناوبی را به ترتیب فوق انجام می‌دادند از شرکت کننده‌های گروه گواه خواسته شد که به زندگی عادی خود ادامه دهند. در روز پانزدهم یعنی پس از پایان مداخله هایپوکسی تناوبی مجدداً از هر دو گروه آزمون هایپوکسی گرفته شد. از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین، انحراف معیار و واریانس داده‌های پژوهش مورد نظر استفاده شد. همچنین از آزمون کلموگروف- اسمیرنف برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد و پس از اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها، بر اساس اهداف پژوهش از آزمون ویلکاکسون (Wilcoxon) برای مقایسه نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ استفاده شد که در این رابطه داده ها با نرم افزار spss نسخه ۲۰ تجزیه و تحلیل شدند و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

آزمون‌هایپوکسی و نحوه اجرای آن

آزمون هایپوکسی یک پروتکل انفرادی است که در آن فرد معمولاً حداکثر ظرف مدت ۱۰ دقیقه در معرض استنشاق هوایی حاوی ۱۳-۱۱٪ اکسیژن قرار می‌گیرد، و شامل دو بخش می‌باشد یکی ثبت مدت زمانی است که طول می‌کشید تا SpO_2 شرکت کننده در زمان استشاق هوای هایپوکسی به زیر ۸۵٪ برسد (TD) و دیگری متعاقب آن مدت زمانی که طول می‌کشد تا SpO_2 شرکت کننده پس از برداشتن ماسک و استنشاق هوای اتاق به مقدار ۹۵٪ برگردد (TR)؛ که میزان اشباع اکسیژن خون سرخرگی و ضربان قلب شخص در زمان اجرای آزمون توسط پالس‌اکسی‌متر کنترل می‌شود. درصد اکسیژن هوای هایپوکسی برای اجرای این آزمون و برای همه آزمون شوندگان در این مطالعه ۱۱ ٪ بود. هدف از اجرای این آزمون شناسایی افرادی است که در مواجهه با شرایط هایپوکسی نسبت به هایپوکسی مقاومتر و یا سازگارتر بوده و در واقع می‌توان این آزمون را برای انتخاب بهترین کوهنوردان جهت اعزام به ارتفاع قبل از اعزام به کار برد (۱۳).

Archive of SID

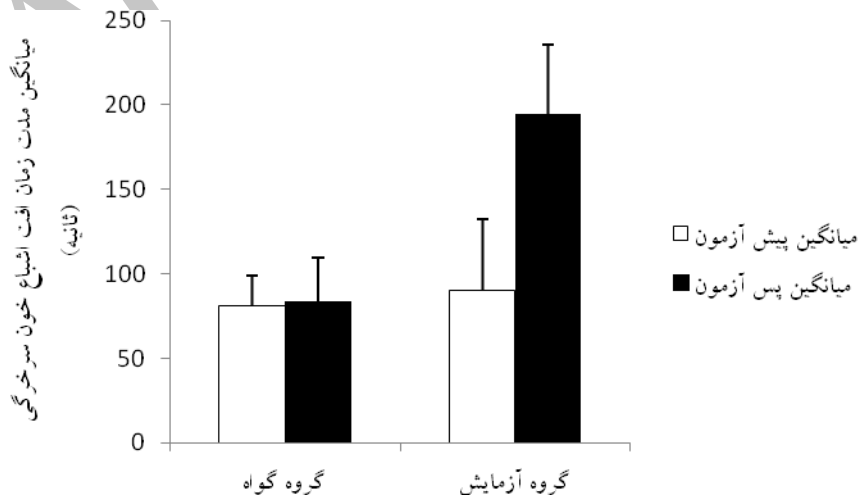
www.SID.ir

نتایج

تمامی ۱۲ نفر شرکت‌کننده در همه مراحل مطالعه تا انتها حضور داشتند. میانگین سنی آن‌ها ۲۹ سال بود (با دامنه سنی بین ۲۱-۴۷ سال). جدول ۱ و همچنین شکل‌های ۱ و ۲ تغییرات بوجود آمده در اندازه‌های TD و TR را نشان می‌دهد.

جدول (۱) تغییرات در پارامترهای آزمون هایپوکسی از پیش به پس‌آزمون گروه‌های گواه و آزمایش

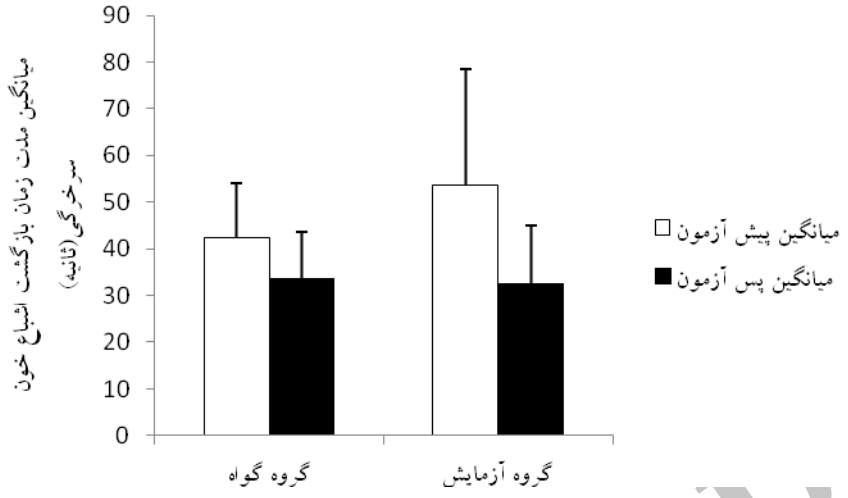
پارامترهای آزمون هایپوکسی	میانگین پیش‌آزمون	انحراف استاندارد	میانگین پس‌آزمون	انحراف استاندارد	تعداد
TD گروه گواه (ثانیه)	۸۰٫۸۳	۱۸٫۰۷	۸۳٫۵۰	۲۶٫۲۱	۶
TR گروه گواه (ثانیه)	۴۲٫۵۰	۱۱٫۶۹	۳۳٫۶۷	۹٫۸۹	۶
TD گروه آزمایش (ثانیه)	۹۰٫۰۰	۴۲٫۶۲	۱۹۴٫۸۳	۴۰٫۸۹	۶
TR گروه آزمایش (ثانیه)	۵۳٫۶۷	۲۴٫۹۲	۳۲٫۵۰	۱۲٫۵۶	۶



شکل (۱) تغییر در میانگین مدت زمان افت اشباع خون سرخرگی از پیش به پس‌آزمون

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۲) تغییر در میانگین مدت زمان بازگشت اشباع خون سرخرگی

نتایج مطالعه نشان داد که تدوین و اجرای یک دوره تمرین هایپوکسی تناوبی به مدت پنج روز در هفته و در طول ۳ هفته‌ی متوالی و در مجموع ۱۵ جلسه یک ساعته، بر افزایش قدرت تحمل خون سرخرگی کوهنوردان گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه، در برابر افت در اشباع اکسیژن در زمان قرارگیری در معرض شرایط هایپوکسی تأثیر مثبتی داشت ($P\leq$ ۰/۰۵) یعنی موجب افزایش در رکورد TD شد. همچنین این پروتکل تمرینی موجب ریکاوری سریعتر اشباع اکسیژن خون کوهنوردان گروه آزمایش در مقایسه با گروه گواه، یعنی کاهش در رکورد TR شد اما این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. البته افزایش و کاهش (بترتیب) در مقادیر TD و TR مربوط به گروه گواه نیز دیده شد که این امر می‌تواند ناشی از تأثیر احتمالی تمریناتی کوهنوردی باشد که برخی از افراد این گروه در فاصله آن ۳ هفته انجام داده‌اند؛ چون هر چند که از افراد این گروه خواسته شده بود تمرین کوهنوردی نداشته باشند، اما این افراد کاملاً در اختیار محققان نبوده و اذعان داشته‌اند که کوهنوردی جزئی از زندگی عادی آن‌هاست. اما در مجموع تغییرات در پارامترهای آزمون هایپوکسی این گروه در مقایسه با گروه آزمایش معنادار نبود.

بحث و نتیجه‌گیری

در مورد تأثیر تمرین هایپوکسی تناوبی بر عملکرد آزمون هایپوکسی، نتایج تحقیق نشان داد که اجرای ۱۵ جلسه تمرین هایپوکسی تناوبی در مجموع سبب بهبود عملکرد آزمون هایپوکسی کوهنوردان گروه آزمایش نسبت به گروه گواه شد. این نتایج با تحقیق هلمانس و همکار[1] (۷) همخوانی دارد که در آن تحقیق سه گروه شامل ورزشکاران، بیماران و کوهنوردان در معرض تمرین هایپوکسی تناوبی قرار گرفتند و تغییرات اشباع خون آن‌ها طی سه هفته متوالی بررسی شد. در شروع پروتکل و

[1] Hellemans et al

Archive of SID

www.SID.ir

در هفته اول میانگین افت در درصد اشباع خون سرخرگی برای ورزشکاران تا ۹۲-۸۸٪، برای بیماران ۹۶-۹۲٪، و برای کوهنوردان ۸۸-۸۴٪ قابل تحمل بود اما پس از سه هفته اجرای هایپوکسی تناوبی برای ورزشکاران این میزان تا ۸۴-۸۰٪، برای بیماران ۸۸-۸۴٪ و برای کوهنوردان تا ۸۰-۷۶٪ قابل تحمل شد. این محققان قدرت تحمل افت بیشتر در میزان اشباع اکسیژن خون را پس از هایپوکسی تناوبی مرتبط با سازگاری بوجود آمده در سیستم تحویل اکسیژن، سیستم تنفسی، سیستم نرو- آندوکرین، سیستم متابولیک، سیستم ایمنی و بیان ژنی دانستند. در تحقیق حاضر یافته شد که با قرار گرفتن در معرض هایپوکسی شبیه‌سازی شده در شرایط نرموکسی به شکل تناوبی حتی در حالت استراحت اشباع اکسیژن خون بالاتر است که این یافته با نتایج تحقیق ریکارت و همکاران[1] (۲۰۰۰) همخوانی ندارد (۹). ریکارت و همکاران، ۹ شرکت کننده را بصورت تناوبی و به مدت ۱۴ روز و هر روز به مدت ۲ ساعت در معرض یک ارتفاع شبیه‌سازی شده معادل ۵۰۰۰ متری قرار دادند. سپس ضربان قلب و میزان اشباع اکسیژن خون سرخرگی شرکت‌کننده‌ها را در دو حالت استراحت و نمرین و در دو شرایط نرموکسی و هایپوکسی شبیه‌سازی شده ارزیابی کردند. آن‌ها یافتند که چنین پروتکلی در زمان تمرین در شرایط هایپوکسی موجب بالا رفتن اشباع اکسیژن خون از ۶۵٪ به ۷۱٪ شد اما تفاوت بارزی در این متغیر نه در حالت استراحت و نه در حالت تمرین در شرایط نرموکسی و یا استراحت در هایپوکسی دیده نشد. علت عدم همخوانی نتایج این تحقیق با مطالعه ما احتمالاً به وجود تفاوت بین پروتکل تمرینی ما و پروتکل تمرینی این محققان برمی‌گردد. آین‌اسلی و همکاران (۲) در تحقیقی اثر ۱۲-۱۰ روز هایپوکسی تناوبی را در شرایط نرموکسی که روزانه به مدت ۹۰ دقیقه بصورت ۵ دقیقه استنشاق هوای هایپوکسی و ۵ دقیقه هوای اتاق بود را بر پاسخ‌های قلبی- ریوی و مغزی- عروقی۷ شرکت کننده پس از قرارگیری در معرض هایپوکسی مزمن (۱۲ روز اقامت دائم در ارتفاع ۱۵۶۰ متری) بررسی و آن را با نتایج حاصله از گروه کنترل که قبل از صعود و مواجهه با هایپوکسی مزمن هایپوکسی تناوبی را تجربه نکرده بودند، دریافتند که مقدار اشباع اکسیژن خون سرخرگی پس از رسیدن به ارتفاع، در ۴ روز اول اقامت در ارتفاع متوسط در گروه تجربی بالاتر بود. آنان علت این امر را ایجاد سازگاری یا آکلیماتیزاسیون با فشار اکسیژن پائین قبل از مواجهه با هایپوکسی مزمن در گروه تجربی دانستند که این سازگاری را به افزایش احتمالی در حساسیت اجسام کاروتیدی نسبت دادند که یافته‌های این محققان با یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر سازگاری دارد.

با توجه به یافته‌های تحقیق بنظر می‌رسد که تمرین هایپوکسی تناوبی در ایجاد سازگاری بیشتر با شرایط هایپوکسی در کوهنوردان مؤثر بوده و بتوان این شیوه تمرینی و همچنین آزمون هایپوکسی را برای شناسایی کوهنوردان دارای آمادگی جسمانی بهتر قبل از اعزام به ارتفاعات بکار برد.

[1] Ricart et al.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. ویلمور جک اچ.، کاستیل دیوید ال.، لاری کن دابلیو.، (۱۳۸۹). فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی، مترجمان: ضیاء معینی، فرهاد رحمانی نیا، حمید رجبی، حمید آقاعلی نژاد، فاطمه سلامی، چاپ چهاردهم، تهران. انتشارات مبتکران، صفحات ۱۲۱-۱۲۳.

2. Ainslie, Ph.N. Barach, A. Cummings, K.J. Murrell, C. Hamlin, M. Hellemans, J. (2007). Cardiorespiratory and Cerebrovascular Responses to Acute Poikilocapnic Hypoxia Following Intermittent and Continuous Exposure to Hypoxia in Humans. Eur J Appl Physiol, 102: 1953-1961.
3. Bernardi, L. Passion, C. Serebrovskaya, Z. Serebrovskaya, T. Appenzeller, O. (2001). Respiratory and cardiovascular adaptations to progressive hypoxia. European Heart Journal, 22: 879-886.
4. Cheung, S.S. (2010). Advanced Environmental Exercise Physiology. Washington: Human Kinetics, 127-162.
5. Gong Jr, H. (1992). Air travel and oxygen therapy in cardiopulmonary patients. Chest, 101:1104-1113.
6. Harrison, C. Fleming, J.M. Giles, L.C. (2002). Does interval hypoxic training affect the lug function of asthmatic athletes. Sport Med, 30(3): 64-67.
7. Hellemans, J. Hamilin, M. (2011). Intermittent hypoxic training. Available from: URL: www.coachjohnnewsom.com
8. Kay, B. L. Feroze, U. M. (2009). Physiology and pathophysiology at high altitude: considerations for the anesthesiologist. J Anesthesia, 23: 543-553.
9. Ricart, A. Casas, H. Casas, M. Pages, T. Palacios, L. Rama, R. et al. (2000). Acclimatization near home? early respiratory changes after short-term intermittent exposure to simulated altitude. Wilderness & Environmental Medicine, 11: 84-88.
10. Serebrovskaya, T.V. (2002). Intermittent hypoxia research in the Former Soviet Union and the commonwealth of independent states: History and Review of the Concept and Selected Applications. J High Altitude Medicine & Biology, 3:205-221.
11. Sharma, S. Brown, B. (2007). Spirometry and respiratory muscle function during ascent to higher altitudes. Lung J, 185:113-121.
12. Woolcock, A. Rubinfeld, A.R. Seale, P. Landau, L.L. Antic, R. Mitchell, C. et al. (1989).Thoracic Society of Australia and New Zealand, Asthma Management Plan. Med J of Australia, 151: 650-653.
13. www.GO2Altitude® ,(2003).

Archive of SID

www.SID.ir