

حرکت

شماره ۱۴ - ص ص : ۵۱ - ۳۹

تاریخ دریافت : ۸۱/۰۵/۲۲

تاریخ تصویب : ۸۱/۰۹/۱۸

تأثیر تمرینات کنترل تنفس بر توان هوازی بیشینه، ضربان قلب استراحت و اریتروپویتین در هنرجویان بسر تربیت بدنی

دکتر علی اصغر روسی^۱ - دکتر عباسعلی گائینی - دکتر ابراهیم جوادی - دکتر علیرضا علمیه
استادیار دانشگاه تهران - دانشیار دانشگاه تهران - استادیار دانشگاه علوم پزشکی
تهران - استادیار دانشگاه آزاد واحد گیلان

چکیده

آمادگی قلبی تنفسی یکی از عوامل مهم آمادگی جسمانی است که بر اثر تمرینات منظم و برنامه ریزی شده توسعه می یابد. تمرینات اینتروال که بر اساس توان هوازی طرح ریزی شده باشد، یکی از برنامه های تمرینی برای پیشرفت آمادگی قلبی - تنفسی است. نمونه ای از این تمرینات، هیپوکسی اینتروال (کنترول تنفس) است که می تواند آمادگی استقامتی افراد را افزایش دهد. منظور از هیپوکسی، مواجه کردن بدن با کاهش فشار سهمی اکسیژن در سلول هاست تا بتوانند سازگاری لازم را با این وضعیت به دست آورند. در این تحقیق، ۳۰ نفر از هنرجویان تربیت بدنی انتخاب و در سه گروه جایگزین شدند. گروه اول به مدت ۸ هفته تحت تأثیر دویدن اینتروال در شرایط عادی و گروه دوم به مدت ۸ هفته تحت تأثیر دویدن اینتروال در شرایط هیپوکسی بودند. گروه سوم (گروه کنترل) در این مدت هیچ برنامه تمرینی نداشتند. آزمون های توان هوازی بیشینه، ضربان قلب استراحت و خونگیری جهت تعیین مقدار اریتروپویتین قبل و بعد از تمرینات از هر سه گروه گرفته شد. نتایج به دست آمده نشان می دهد بین توان هوازی بیشینه و ضربان قلب استراحت گروهی که تمرینات اینتروال انجام دادند و گروه کنترل، اختلاف معنی داری وجود دارد، اما در مورد اریتروپویتین این اختلاف معنی دار نیست. بین توان هوازی بیشینه، ضربان قلب استراحت و اریتروپویتین گروهی که تمرینات هیپوکسی اینتروال انجام دادند، و گروه کنترل اختلاف معنی داری وجود دارد.

واژه‌های کلیدی

اینتروال^۱، هیپوکسی اینتروال^۲، توان هوازی بیشینه^۳، اریتروپویتین^۴ و ضربان قلب استراحت^۵

مقدمه

استقامت قلبی تنفسی یکی از عوامل مهم آمادگی جسمانی به شمار می‌رود که با تمرینات هوازی توسعه می‌یابد. برای دستیابی به آمادگی هوازی، علاوه بر داشتن قلبی قوی، باید شش‌هایی با ظرفیت بیشتر و سلول‌های خونی با هموگلوبین بالاتر برای انتقال اکسیژن به عضلات داشته باشیم (۴).

در علم امروز تربیت بدنی، فعالیت‌های جسمانی بدون داشتن آمادگی قلبی - تنفسی چندان مورد قبول نیست و این عامل آمادگی جسمانی پایه و اساس سایر آمادگی‌های بدنی است. بنابراین روش‌های تمرینی مختلفی برای بهبود آن ارائه شده است. دویدن‌های طولانی مدت و تمرینات اینتروال هوازی، از جمله تمریناتی هستند که هدفشان بالا بردن آمادگی هوازی است. هدف تمرینات اینتروالی که بر اساس تقویت توان هوازی طرح‌ریزی شده باشد، بالا بردن آمادگی هوازی است. تمرینات اینتروالی که بر اساس تقویت توان هوازی طرح‌ریزی شده باشد، برای ورزشکارانی که در سطح قهرمانی فعالیت می‌کنند، می‌تواند بسیار مؤثر باشد، چرا که ضمن دوباره‌سازی منابع انرژی در هنگام استراحت مابین فعالیت‌ها، خستگی کمتری را به دنبال دارد. بر همین اساس و برای رسیدن به آمادگی هوازی بیشتر، محققان به این نتیجه رسیده‌اند که وجود اکسیژن کمتر (هیپوکسی) و تمرین در این شرایط می‌تواند دستگاه قلبی - تنفسی ورزشکار را به ظرفیت بیشتری برساند. در گذشته کمبود اکسیژن فقط در ارتفاع امکان داشت، ولی امروزه با فراهم کردن این شرایط در آزمایشگاه، ورزشکاران به راحتی می‌توانند به بالاترین

1- Interval

2- Hypoxic Interval

3- VO_{2max}

4- Erythropoietin

5- Resting Heart Rate

سطح آمادگی قلبی - تنفسی دست یابند.

هیپوکسی به معنی رهایش اکسیژن کمتر در بافت‌های بدن است. در این شرایط، وقتی اکسیژن کمتری تنفس گردد، بدن به این تغییر پاسخ داده و وادار به تهیهٔ ربوی شده و در صورت ادامه شرایط، سلول‌های قرمز خون بیشتری تولید می‌شود. سلول‌های قرمز خون اکسیژن را در بافت‌ها می‌کنند تا با مواد قندی ذخیره شده موجب بازسازی انرژی شود (۵).

تمرینات هیپوکسی اینتروال به منظور سازگاری هرچه بیشتر قلب و شش‌ها طرح‌ریزی شده است و به نظر محققان به علت اعمال فشار اضافی و سازگاری‌های فیزیولوژیکی که ایجاد می‌کند، برای آمادگی هوازی و ورزشکاران بسیار مفید است. هدف این تحقیق، یافتن تأثیر تمرینات هیپوکسی اینتروال بر آمادگی تنفس افراد مورد تحقیق است. در این روند عواملی همچون توان هوازی بیشینه، ضربان استراحتی قلب و اریتروپویتین ارزیابی می‌شود.

روش تحقیق

جامعهٔ آماری این تحقیق را ۹۰ نفر از هنرجویان پسر تربیت‌بدنی شهر تهران تشکیل می‌دهند که ۳۰ نفر از آنها به صورت تصادفی به عنوان نمونهٔ تحقیق انتخاب شده و در سه گروه ۱۰ نفری جایگزین شدند. دو گروه به عنوان گروه تجربی و گروه دیگر به عنوان گروه کنترل مشخص شدند. برای هر سه گروه، توان هوازی بیشینه از طریق آزمون نوارگردان (بالک) محاسبه گردید. ضربان استراحتی قلب و همچنین خونگیری جهت اندازه‌گیری مقدار اریتروپویتین از افراد مورد تحقیق انجام گردید. گروه کنترل در مدت ۸ هفته هیچ‌گونه برنامهٔ تمرینی نداشتند، اما دو گروه تجربی دیگر در این مدت تحت دو نوع برنامهٔ تمرینی متفاوت قرار گرفتند. یکی از گروه‌های تجربی دویدهای اینتروال و دیگر گروه تجربی دویدهای هیپوکسی اینتروال را در مدت ۸ هفته تجربه کردند. قابل ذکر است که هر دو این تمرینات برای تقویت توان هوازی بیشینه در نظر گرفته شده بود. تمرینات ۳ روز در هفته به مدت ۸ هفته انجام گرفت. در پایان این مدت، آزمون‌های توان هوازی بیشینه، ضربان استراحتی قلب و خونگیری جهت اندازه‌گیری مجدد اریتروپویتین تکرار شد تا با آزمون‌های اولیه مقایسه گردد.

تمرینات اینتروال

این تمرینات شامل دویدن با فواصل استراحت ما بین دویدن‌ها بود. در مدت ۸ هفته نوع تمرین به صورت زیر طرح‌ریزی شده بود:

هفته اول: هر جلسه ۲/۵ دقیقه دویدن در ۵ مرتبه، زمان استراحت بین هر یک از دویدن‌ها ۱ دقیقه و ۲۵ ثانیه و کل زمان دویدن در هر جلسه ۱۲/۵ دقیقه بود.

هفته دوم: هر جلسه ۳ دقیقه دویدن در ۵ مرتبه، زمان استراحت مابین هر یک از دویدن‌ها ۱/۵ دقیقه و کل زمان دویدن در هر جلسه ۱۵ دقیقه بود.

هفته سوم: هر جلسه ۳/۵ دقیقه دویدن در ۵ مرتبه، زمان استراحت مابین هر یک از دویدن‌ها ۱/۵ دقیقه و کل زمان دویدن در هر جلسه ۱۷/۵ دقیقه بود.

هفته چهارم: هر جلسه ۴ دقیقه دویدن در ۵ مرتبه، زمان استراحت مابین هر یک از دویدن‌ها ۲ دقیقه و کل زمان دویدن در هر جلسه ۲۰ دقیقه بود.

هفته پنجم: هر جلسه ۴/۵ دقیقه دویدن در ۵ مرتبه، زمان استراحت مابین هر یک از دویدن‌ها ۲ دقیقه و کل زمان دویدن در هر جلسه ۲۲/۵ دقیقه بود.

هفته ششم: هر جلسه ۵ دقیقه دویدن در ۵ مرتبه، زمان استراحت مابین هر یک از دویدن‌ها ۲/۵ دقیقه و کل زمان دویدن در هر جلسه ۲۵ دقیقه بود.

هفته هفتم: هر جلسه ۵ دقیقه دویدن در ۶ مرتبه، زمان استراحت مابین هر یک از دویدن‌ها ۲/۵ دقیقه و کل زمان فعالیت در هر جلسه ۳۰ دقیقه بود.

هفته هشتم: هر جلسه ۵ دقیقه دویدن در ۷ مرتبه، زمان استراحت مابین هر یک از دویدن‌ها ۲/۵ دقیقه و کل زمان فعالیت در هر جلسه ۳۵ دقیقه بود.

در هر یک از دویدن‌ها ضربان قلب کنترل شد تا مقدار آن بین حداقل ۱۴۰ و حداکثر ۱۷۰ ضربه در دقیقه باشد (۳).

تمرینات هیپوکسی اینتروال

این تمرینات در داخل چادرهای اکسیژن، اتاق‌های مخصوص فعالیت هیپوکسی و تمریناتی که در آن تنفس فرد کنترل می‌شود، قابل اجراست. در نوع کنترل تنفس، فرد هنگام دویدن نفس

خود را کنترل و بدن را با کمبود اکسیژن مواجه می‌کند. در این تحقیق هدف استفاده از تمرینات کنترل تنفس بود که به صورت زیر اجرا شد:

«هنگام دویدن در قدم‌های معینی فرد هوا را وارد ریه‌ها کرده، سپس در قدم‌های مشخص بعدی هوا را حبس و سرانجام در قدم‌های بعدی هوا را از ریه‌ها به خارج می‌فرستد و این کار را بنابر برنامه تمرینی تکرار می‌کند. قدم‌ها از سه گام شروع شده و تا شش گام ادامه می‌یابد» (۲). بنابراین برنامه تمرینی گروه هیپوکسی اینتروال در زمان دویدن، تعداد تکرارها و زمان استراحت کاملاً مشابه گروهی بود که تمرینات اینتروال را انجام دادند. تنها تفاوت آن بود که گروه هیپوکسی اینتروال در هنگام دویدن تنفس خود را کنترل کردند. البته در هر جلسه ۱ تا حداکثر نصف زمان تمرین به تمرینات هیپوکسی اختصاص یافت، چرا که کمبود اکسیژن بیش از این مقدار برای بدن ضرر داشته و عواقبی برای ورزشکار به دنبال دارد.

در هفته‌های اول و دوم از هر ۵ تکرار، ۲ تکرار به هیپوکسی اختصاص یافت و تعداد هیپوکسی سه گام در نظر گرفته شد. در هفته‌های سوم و چهارم، از هر ۵ تکرار، ۲ تکرار به هیپوکسی اختصاص داده شد و تعداد قدم‌های هیپوکسی چهار گام تعیین گردید. در هفته‌های پنجم و ششم، از هر ۵ تکرار، ۲ تکرار به هیپوکسی اختصاص یافت و تعداد قدم‌های هیپوکسی پنج گام در نظر گرفته شد و سرانجام در هفته‌های هفتم و هشتم که تعداد تکرارها ۶ و ۷ بود، ۳ تکرار به هیپوکسی اختصاص یافت و تعداد قدم‌های هیپوکسی شش گام بود.

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، بقیه عوامل درگیر در دویدن مشابه کار دویدن در گروه اینتروال بود و ضربان قلب نیز مانند این گروه در دامنه ۱۴۰ تا ۱۷۰ ضربه در دقیقه کنترل و تنظیم گردید.

توان هوازی بیشینه

توان هوازی بیشینه، میزان اکسیژنی است که می‌تواند در هر دقیقه از فعالیت بیشینه به مصرف برسد. VO_{2max} نتیجه یک اندازه‌گیری ظرفیت عملی دستگاه اکسیژن یا دستگاه قلبی یا دستگاه انتقال اکسیژن است. از طریق آزمون نوارگردان (روش بالک) توان هوازی بیشینه افراد شرکت‌کننده در تحقیق ارزیابی شد.

ضربان قلب استراحت

کندی ضربان قلب در زمان استراحت یکی از مهم‌ترین شاخص‌های جسمانی سازگار شدن با تمرین بوده و نشان‌دهنده سطح آمادگی قلبی عروقی فرد است. در تحقیق حاضر، ضربان قلب افراد به هنگام صبح بعد از بیداری از طریق لمس شریان بازویی در محل مچ دست گرفته شد.

اریتروپویتین

اریتروپویتین، عامل محرک خونسازی است و در جواب هیپوکسی در خون ظاهر می‌شود. اریتروپویتین بر روی مغز استخوان اثر کرده و سرعت تولید گویچه‌های سرخ را افزایش می‌دهد. هیچ‌گونه جواب مستقیم مغز استخوان به هیپوکسی وجود ندارد، بلکه هیپوکسی فقط تولید گویچه‌های سرخ را از راه مکانیسم اریتروپویتین تحریک می‌کند. در این تحقیق از طریق خونگیری مقدار این هورمون در آزمایشگاه توسط کیت مخصوص اریتروپویتین اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای مقایسه سه گروه، از روش تحلیل واریانس (ANOVA) استفاده شد. سپس از طریق آزمون‌های Post-hoc مشخص گردید که کدامیک از گروه‌ها با هم تفاوت معنی‌دار دارند. آزمون تفاوت معنی‌دار صحیح یا تاکی (HSD) بدین منظور به کار گرفته شد. از آمار توصیفی نیز برای رسم نمودارهای ستونی در مقایسه میانگین‌های سه گروه استفاده شد.

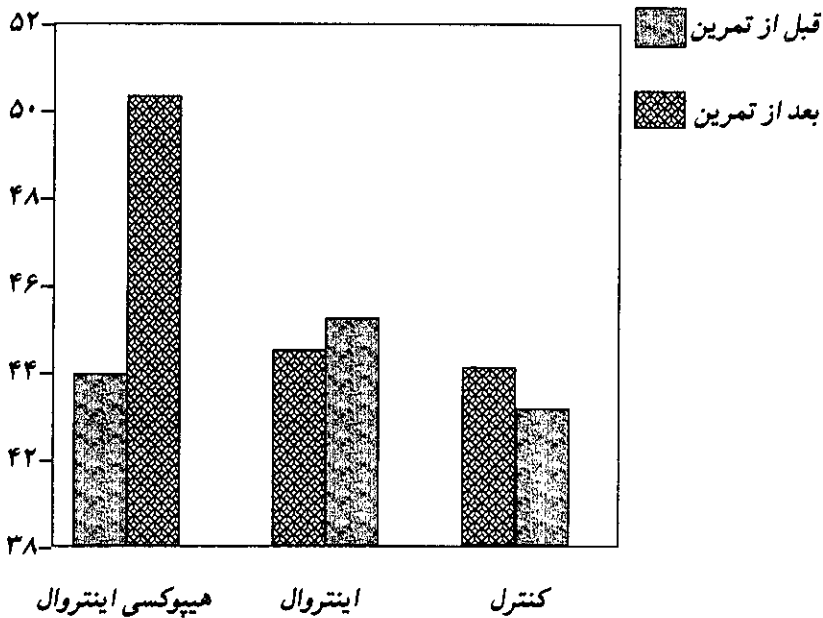
نتایج و یافته‌های تحقیق

هنرجویان تربیت‌بدنی شهر تهران در سه گروه تجربی و کنترل دارای میانگین سن $18/6 \pm 0/84$ و قد $175/7 \pm 7/41$ و وزن $68/36 \pm 12/4$ هستند. میانگین سنی گروه کنترل $18/4 \pm 0/8$ ، گروه تجربی که تمرینات اینتروال را انجام دادند، $18/5 \pm 1/02$ و گروه تجربی که تمرینات هیپوکسی اینتروال را تجربه کردند، $18/9 \pm 0/7$ بود. میانگین قد گروه کنترل $178/7 \pm 8/74$ ، گروه تجربی اینتروال $172/4 \pm 7/53$ و گروه

تجربی هیپوکسی اینتروال $176/2 \pm 5/96$ بود. میانگین وزن گروه کنترل $8/71 \pm 68/2$ ، گروه تجربی اینتروال $13/62 \pm 64/2$ و گروه تجربی هیپوکسی اینتروال $14/08 \pm 72/8$ بود.

مقایسه میانگین گروه‌ها در زمینه توان هوازی بیشینه قبل و بعد از اعمال تمرین از طریق نمودار ستونی، نشان داد میانگین گروه کنترل از $45/07$ به $42/89$ ، میانگین گروه تجربی که تمرینات اینتروال را انجام دادند، از $44/52$ به $45/87$ و میانگین گروه تجربی که تمرینات هیپوکسی اینتروال را انجام دادند، از $43/93$ به $50/36$ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه افزایش یافته است. اعداد و ارقام به دست آمده و مقایسه آنها با هم، نشان می‌دهد تمرینات هیپوکسی اینتروال در افزایش $VO_2 \max$ بسیار مؤثر بوده است.

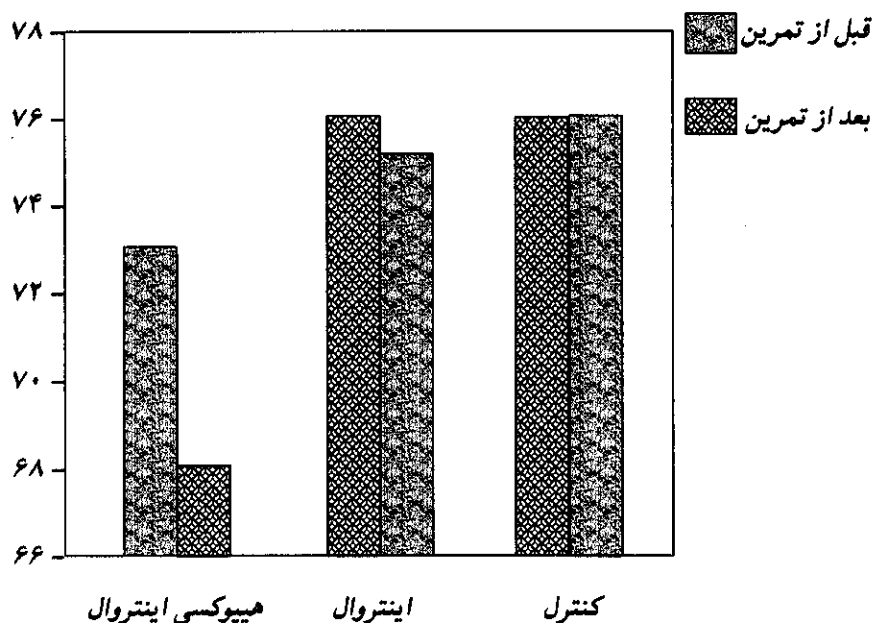
از نظر آماری استنباطی (واریانس یک‌طرفه) نیز اختلاف معنی‌داری در سطح $\alpha = 5\%$ در مورد توان هوازی بیشینه بین سه گروه مشخص شد ($F = 16/70$ محاسبه شده). آزمون Tukey HSD - هم نشان داد این اختلاف بین گروه تجربی هیپوکسی اینتروال با دو گروه دیگر است.



نمودار ۱- مقایسه میانگین‌های بیشینه اکسیژن مصرفی سه گروه قبل و بعد از اعمال ۸ هفته تمرین (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)

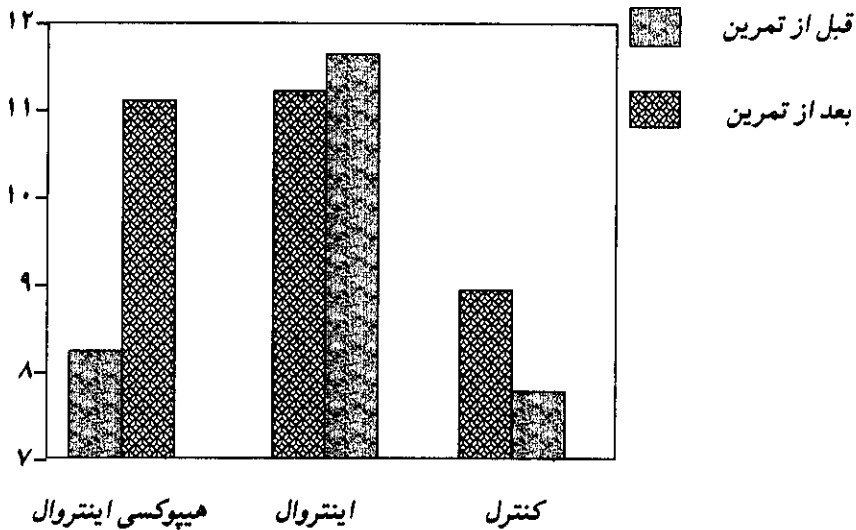
مقایسه میانگین‌های گروه‌ها در مورد ضربان قلب استراحت قبل و بعد از اعمال تمرین از طریق نمودار ستونی، نشان داد میانگین گروه کنترل هیچ‌گونه تغییری نکرده است (۷۶/۶ ضربه در دقیقه). میانگین گروه تجربی اینتروال از ۷۶/۳ ضربه به ۷۴/۶ ضربه و میانگین گروه تجربی هیپوکسی اینتروال از ۷۳ ضربه به ۶۹ ضربه در دقیقه کاهش یافته است. اعداد و ارقام به دست آمده و مقایسه آنها با هم، نشان می‌دهد تمرینات هیپوکسی اینتروال در کاهش ضربان قلب استراحت به طور قابل توجهی تأثیر داشته است.

از نظر آماری استنباطی (واریانس یک طرفه) نیز اختلاف معنی‌داری در سطح $\alpha = 0.05$ در مورد ضربان قلب استراحت بین سه گروه مشخص شد ($F = 9/01$ محاسبه شده). آزمون Tukey - HSD نیز مشخص ساخت که این اختلاف بین گروه تجربی هیپوکسی اینتروال با دو گروه دیگر است.



نمودار ۲- مقایسه میانگین های ضربان قلب استراحت سه گروه قبل و بعد از اعمال ۸ هفته تمرین (درصد)

مقایسه میانگین گروه‌ها در مورد هورمون اریتروپویتین قبل و بعد از اعمال تمرین از طریق نمودار ستونی نشان داد میانگین گروه کنترل از ۹/۱ به ۷/۷ μml کاهش، میانگین گروه تجربی اینتروال از ۱۱/۲۷ به ۱۱/۵۲ و میانگین گروه تجربی هیپوکسی اینتروال از ۸/۹ به ۱۱/۱۴ μml افزایش یافت. اعداد وارقام به دست آمده و مقایسه آنها با هم، نشان می‌دهد تمرینات هیپوکسی اینتروال تأثیر بسیار زیادی در افزایش مقدار هورمون اریتروپویتین داشته است. از نظر آمار استنباطی (واریانس یک طرفه) نیز اختلاف معنی‌داری در سطح $\alpha = 5\%$ در مورد هورمون اریتروپویتین بین سه گروه مشخص شد ($F = 11/21$) محاسبه شده). آزمون Tukey - HSD هم نشان داد این اختلاف بین گروه تجربی و اینتروال با دو گروه دیگر است.



نمودار ۳- مقایسه میانگین‌های سه گروه قبل و بعد از اعمال ۸ هفته تمرین در مقدار هورمون اریتروپویتین (mu/ml)

بحث و نتیجه گیری

نتایج آماری مشخص ساخت که هشت هفته دویدن هیپوکسی اینتروال در مقایسه با دو گروه دیگر موجب بروز تغییرات مشخص در فاکتورهای توان هوازی بیشینه، ضربان قلب استراحت و هورمون اریتروپویتین شد. هشت هفته دویدن اینتروال با اینکه تغییراتی در این فاکتورها ایجاد کرد، اما این تأثیر بسیار کمتر بوده است. با توجه به اینکه دویدن‌های هیپوکسی اینتروال شرایطی همانند ارتفاع برای افراد به وجود آورده و فرد هنگام فعالیت با کمبود اکسیژن مواجه بوده، در نتیجه سیستم قلبی تنفسی سازگاری لازم را با این شرایط ایجاد کرده و آمادگی بالانری پیدا کرده است. در واقع کاهش اکسیژن حاصل از کم تهویه‌ای به صورت یک عامل فشار عمل کرده و توانسته است تغییرات فیزیولوژیک مطلوب در بدن ایجاد کند.

بررسی اعداد و ارقام نیز برتری دویدن‌های هیپوکسی اینتروال بر دویدن‌های اینتروال در آمادگی قلبی تنفسی را نشان می‌دهد. توان هوازی بیشینه در مورد گروه هیپوکسی اینتروال از ۴۳/۹۳ به ۵۰/۳۶ درصد افزایش یافته است، یعنی تقریباً ۱۲ درصد افزایش در میانگین ایجاد

شده که در گروه اینتروال این افزایش حدود ۳ درصد بوده است. $VO_2 \max$ نشان دهنده حداکثر اکسیژنی است که فرد در یک دقیقه می تواند مصرف کند و در اختیار بافت ها قرار دهد. بنابراین هرچه درصد توان هوازی بیشینه بالاتر باشد، فرد با خستگی کمتر می تواند به راحتی احتیاج عضلات را برای اکسیژن فراهم کند. بنابراین دویدن های هیپوکسی اینتروال با افزایش بیشتری که در $VO_2 \max$ ایجاد کرده است، می تواند در برنامه های تمرینی برای اهداف گوناگون به کار برده شود. هماهنگی بالایی با نتایج این تحقیق و ادبیات بیشینه در مورد توان هوازی بیشینه وجود دارد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات جارستون^۱ (که نشان داد حداکثر اکسیژن مصرفی شناگرانی که به مدت ۳ ماه از تمرینات هیپوکسی اینتروال استفاده کردند افزایش می یابد) (۲)، روسکو^۲ و همکاران (که نشان دادند توان هوازی بیشینه در اثر تمرین در سطح دریا با کمبود اکسیژن در مدت ۲۵ روز افزایش می یابد) (۱۰) و می لسا^۳ و همکاران (که نشان دادند توان هوازی بیشینه در ۱۰ مرد که به مدت ۸ هفته با درصد اکسیژن کم تمرین کردند، افزایش می یابد) (۹)، همخوانی دارد.

در مورد کاهش ضربان قلب استراحت، نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات کانسلمن^۴ (که نشان داد ۸ هفته تمرین کنترل تنفس کاهش معنی داری را در ضربان قلب گروهی از مردان دانشگاهی به وجود آورد) (۲) و برناردی^۵ و همکاران (که نشان دادند ۲ هفته تمرین هیپوکسی اینتروال پاسخ تهویه ای را افزایش و فعالیت عصب سمپاتیک قلب را کاهش می دهد) (۷)، هماهنگ است. وقتی با توجه به اعداد و ارقام به دست آمده میانگین ضربان قلب استراحت گروه هیپوکسی اینتروال را مورد ملاحظه قرار می دهیم، می بینیم از ۷۳ ضربه در دقیقه به ۶۹ ضربه تقلیل یافته است که به نظر می رسد این مقدار در ۸ هفته تمرین کاهش قابل توجهی است. مقدار هورمون اریتروپویتین در خون با قرار گرفتن در شرایط هیپوکسی افزایش می یابد، این هورمون دارای مکانیسم کنترلی برای تولید گویچه های سرخ است.

1- Charston

2- Ruskoh

3- Melissa

4- Canselman

5- Bernardi

همان‌گونه که در تجزیه و تحلیل آماری مشخص شد، در گروه هیپوکسی ایتروال مقدار این هورمون از ۸/۰۹ به ۱۱/۱۴ μml رسید که تقریباً ۳ واحد افزایش داشت، در صورتی که در گروه ایتروال این افزایش به نیم واحد نیز نرسیده است. بنابراین دويدن در شرایط هیپوکسی مقدار این هورمون را به مقدار زیادی بالا برده و محرکی برای تولید گویچه‌های سرخ بوده است. در مورد هورمون اریتروپوئین، نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات ناپ^۱ و همکاران (که نشان دادند هیپوکسی سبب افزایش تولید اریتروپوئین می‌شود و هرچه زمان هیپوکسی افزایش یابد، میزان ترشح این هورمون بیشتر است) (۸)، اشمیت^۲ و همکاران (که نشان دادند تمرین زیربیشینه در حالت هیپوکسی منجر به افزایش اریتروپوئین می‌گردد) (۱۱)، روسکو و همکاران (که نشان دادند تمرین در شرایط کمبود اکسیژن یک محرک تغییر در هورمون اریتروپوئین است) (۱۰) و آشنندن^۳ و همکاران (که نشان دادند افزایش معنی‌دار هورمون اریتروپوئین در ۶ دوندۀ نیمه‌استقامت بعد از قرار گرفتن در شرایط هیپوکسی به وقوع می‌پیوندد) (۶)، همخوانی دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت با توجه به اینکه تغییرات به‌وجود آمده در افراد با دويدن‌های هیپوکسی ایتروال کاملاً مشخص و بارز است، اینگونه تمرینات را می‌توان به‌عنوان جایگزینی برای تمرینات ارتفاع در نظر گرفت و در برنامه‌ی تمرینی ورزشکاران برای بالا بردن آمادگی قلبی تنفسی به کار برد.

منابع و مأخذ

- ۱- جی‌وین سنت، ویلیام. "آمار تربیت‌بدنی و علوم ورزشی"، ترجمه وازگن میناسیان، انتشارات سازمان تربیت‌بدنی، ۱۳۷۸.
- ۲- رحیمی، علی‌رضا. "تمرینات کنترل تنفس (هیپوکسی) در شنا"، نشریه طب ورزش، فدراسیون پزشکی ورزشی، ۱۳۷۸.
- ۳- رواسی، علی‌اصغر. "آمادگی جسمانی"، دفتر برنامه‌ریزی آموزش‌های فنی - حرفه‌ای،

۱۳۷۹.

۴- شارکی، براین. "فیزیولوژی آمادگی جسمانی"، ترجمه بهروز ژاله دوست ثانی - محمدرضا دهخدا، انتشارات وزارت آموزش و پرورش، اداره کل تربیت بدنی، ۱۳۷۲.

۵- گایتون، آرتور. "فیزیولوژی پزشکی"، ترجمه فرخ شادان، انتشارات شرکت سهامی چهر،

۱۳۷۴.

6- Ashenden. MS and etal. "Smulated Moderate Altitude Elevates Serum Erythropoietin But Dosnot Increase Reticulocyte Production In Well Trained Runners". Appl. Physiol. 2000.

7- Bernardi. Land etal. "Respiratory and Cardiovascular Adaptations To Progressive Hypoxia Of Interval Hypoxic Training". Italy, Eur Heart 2001.

8- Knappl. W and etal. "Erythropoietin Response To Acute Normobzic Hypoxia Humans". New york. Appl. Physiol 1992.

9- Melissa. L and etal. "Skeletal Muscle Adaptations to Training Onder Normobaric Hypoxic Versus Normoxic Conditions". Conada. Med Sci Sports Exerc. 1997.

10- Ruskoh. K and etal. "Vo2max, Epo and Red Cellmass Unrelated in Trained Athlets". Medicine and Science in Sports and Exercise. 1999.

11- Schmidt. W and etal. "Effects of Maximal and Submaximal Exercise Under Normoxic and Hypoxic Conditions On Serum Erythroporetin Level". Hannover. Sport Medicine , 1991.