

حرکت

شماره ۱۰ - ص ص: ۸۶ - ۶۷

تاریخ دریافت: ۸۰/۱۰/۲۰

تاریخ تصویب: ۸۰/۱۲/۱۳

بررسی و مقایسه تأثیر یک دوره فعالیت ورزشی هوازی تناوبی و تداومی بر تغییرات غلظت هورمون اریتروپوئین (EPO) مردان ۲۳-۱۸ سال

محمد رضا کردی^۱ - محمد علی سالیانه - دکتر عباسعلی گائینی
عضو هیأت علمی دانشگاه تهران - کارشناس ارشد دانشگاه تهران
استادیار دانشگاه تهران

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، بررسی میزان تأثیرگذاری و همچنین مقایسه دوروش از فعالیت ورزشی تناوبی و تداومی بر تغییرات غلظت هورمون اریتروپوئین (EPO) مردان ۱۸-۲۳ سال است. در این مطالعه، ۵۰ نفر از دانشجویان یکی از مراکز آموزش عالی شهر تهران به روش تصادفی انتخاب و به دو گروه ۲۵ نفری برای انجام دو روش از فعالیت‌های ورزشی، یک گروه به شکل تناوبی و گروه دیگر به شکل تداومی تقسیم شدند. میزان تغییرات غلظت هورمون اریتروپوئین به عنوان متغیر اصلی و تعداد و سلول‌های قرمز خونی (RBC)، میانگین حجم متوسط سلول‌های قرمز خون MCV حداکثر اکسیژن مصرفی به عنوان متغیر کنترلی به صورت پیش و پس‌آزمون (قبل و بعد از فعالیت ورزشی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج تحقیق به طور خلاصه بیانگر آن است که هیچکدام از دو روش انتخابی تناوبی و تداومی منتخب، تأثیر معنی‌داری بر میزان تغییرات غلظت هورمون اریتروپوئین نداشت ($P = 0/230$) و ($P = 0/635$) و بین تغییرات جزئی ایجاد شده (معنی‌دار نبون از نظر آماری) نیز در غلظت این هورمون ناشی از تمرینات ورزشی هوازی تناوبی و تداومی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P = 0/423$). تأثیر فعالیت تناوبی بر افزایش میزان VO_{2max} ، شاخص خونی RBC معنی‌دار، و لیکن بر MCV غیر معنی‌دار بود، در حالی که تأثیر فعالیت تداومی بر شاخص‌های خونی RBC و MCV غیر معنی‌دار و فقط بر میزان VO_{2max} تأثیر معنی‌داری داشت.

واژه‌های کلیدی

تمرین، هوازی، تناوبی، تداومی، غلظت، هورمون اریتروپویتین و مردان.

مقدمه

تحولات شگفت‌آوری که هر لحظه در جهان کنونی به‌وقوع می‌پیوندد، موجب بروز تغییرات همه‌جانبه‌ای در عرصه فعالیت‌های جوامع بشری شده‌است، به‌طوری‌که شاهد شکوفایی روزافزون جنبه‌های علمی و پژوهشی رشته تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در کنار سایر علوم هستیم، به‌گونه‌ای که اعتبار و اثربخشی این پدیده جهانی بیش از گذشته در حال افزایش است. پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه‌های گوناگون فیزیولوژی ورزشی، پزشکی - ورزشی، علم تمرین و سایر امور، اطلاعات علمی و راهکارهای مؤثر را برای عموم مردم و به‌ویژه برای مربیان و ورزشکاران رشته‌های مختلف به ارمغان آورده‌است. از جمله عوامل اساسی که در افزایش آمادگی جسمانی به‌منظور بهبود وضعیت سلامتی مردم و همچنین عملکرد مطلوب قهرمانان ورزشی نقش عمده‌ای دارند، موضوعات مرتبط با شیوه‌های تمرینی مناسب و چگونگی دریافت، انتقال و جذب اکسیژن است که مد نظر پژوهشگران تربیت‌بدنی قرار گرفته‌است. در خصوص آمادگی قلبی - تنفسی، سیستم غالب برای تأمین انرژی مورد نیاز بدن، دستگاه اکسیژن^۱ است و فعالیت‌هایی که این دستگاه را برای تأمین و بازسازی ATP فعال می‌کنند، زمینه‌ساز بهبود و افزایش ظرفیت حیاتی^۲ در دستگاه‌های گردش خون و تنفس می‌باشند. برای بهبود و افزایش ظرفیت دستگاه اکسیژن نیز از روش‌های تمرینی متعددی از قبیل تمرینات اینتروال^۳ (تناوبی)، تداومی^۴، اینتروال شبکه، فارتلک^۵، نرم دویدن^۶ و برخی از روش‌های دیگر می‌توان بهره‌گرفت (۱).

دریافت، انتقال و جذب اکسیژن از محیط بیرونی به محیط داخل بدن به‌منظور متابولیسم و سوخت مواد سه‌گانه غذایی در سیتوپلاسم و میتوکندری سلول به‌ویژه عضلات فعال، بسیار ضروری و مهم است. دریافت اکسیژن به عواملی از جمله میزان ارتفاع، فشار سهمی اکسیژن و سلامت ریه‌ها

1- Oxygen System

2-Vital Capacity

3- Interval Training

4- Continuous Training

5- Fartlec Training

6- Jogging

بستگی دارد (۴). انتقال اکسیژن به تعداد سلول‌های قرمز خون^۱، تعداد هموگلوبین^۲، درصد همتوکریت^۳ و شاخص‌های خونی (۴)، و جذب یا مصرف اکسیژن به ظرفیت هوازی عضلات، نوع عضله، تعداد میوگلوبین^۴، تعداد و حجم میتوکندری^۵ و آنزیم‌های اکسیداتیو^۶ وابسته است (۴).

با فرض در حد مطلوب بودن دو عامل دریافت و جذب اکسیژن، در این پژوهش محققان توجه خود را به عامل انتقال اکسیژن معطوف ساخته‌اند که به‌طور اعم خون و به‌طور ویژه گویچه‌های سرخ یا اریتروسیت‌ها^۷ این وظیفه را بر عهده دارند. تصور بر این است که میزان تولید گویچه‌های سرخ توسط مقدار اکسیژن خون کنترل می‌شود. هنگامی که میزان حمل اکسیژن به بافت‌ها به‌طور بارزی کاهش می‌یابد، سبب آنوکسی^۸ (کمبود اکسیژن) موضعی بافتی شده و این شرایط نیز سبب تولید هورمون اریتروپویتین^۹ در کلیه‌ها و ترشح کمی از آن در کبد می‌شود (۶).

به نظر می‌رسد در برخی از تمرینات به دلیل نوع فعالیت، کمبود اکسیژن در بافت‌های فعال بیشتر از روش‌های دیگر تمرینی باشد. در چنین شرایطی، بدن برای ادامه کار به اکسیژن بیشتری نیاز دارد. در طی فعالیت و حتی بعد از آن، این کمبود تا مدتی ادامه خواهد یافت که احتمال می‌رود متعاقب آن، کمبود اکسیژن، تحریک سلول‌های اپیتلیال توبول کلیه^{۱۰} را سبب شده و موجب فعال شدن سیستم EPO و در پی آن ترشح اریتروپویتین شود که خود در مرحله بعد به تحریک و تولید گلبول قرمز منجر خواهد شد (۵).

با افزایش تعداد سلول‌های قرمز خونی، تعداد هموگلوبین و میزان همتوکریت نیز افزایش می‌یابد، از این رو کار انتقال اکسیژن از ریه‌ها به بافت‌ها بهتر و اضافه خواهد شد. از طرفی، ترکیبات CO₂ تولیدی ناشی از اثر متابولیسم^{۱۱} عضلات فعال، سریع‌تر از محیط سلولی خارج می‌شود. در چنین وضعیتی، تارهای عضلانی و بافت‌های فعال در محیط مناسب‌تری قادر به ادامه

1- Red Blood Cells

2- Hemoglobin

3- Hematocrit

4- Myoglobin

5- Mitochondria

6- Oxidative Enzymes

7- Erythrocytes

8- Anoxia

9- Erythropoietin

10- Tubular Epithelial

11- Metabolism

فعالیت خواهند بود. به نظر می‌رسد این موضوع نیز خود سبب افزایش عمل و استقامت افراد شده و ظرفیت هوازی آنها را افزایش می‌دهد.

به لحاظ تأثیرگذاری هورمون اریتروپویتین در افزایش گلبول‌های قرمز خون، تغییرات این هورمون در اثر فعالیت‌های ورزشی موضوعی است که همواره مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. از آنجایی که ورزش‌های هوازی در مقایسه با ورزش‌های بی‌هوازی، بستگی شدیدتری به اکسیژن برای تولید انرژی دارند، به همین دلیل هر عملی که به اکسیژن‌گیری بافت‌ها کمک کند، می‌تواند در موفقیت ورزشکار مؤثر واقع شود (۳). بعضی‌ها مدعی هستند که ترشح هورمون اریتروپویتین بر اجرای فعالیت‌های استقامتی ورزشکاران مؤثر است و میزان این تأثیرگذاری را حدود ۱۰ درصد برآورد کرده‌اند (۳). با توجه به اینکه در مطالعات قبلی در مورد تأثیر نوع فعالیت‌های ورزشی در تغییرات غلظت هورمون اریتروپویتین نتایج متفاوتی گزارش شده، از این رو این سؤال مطرح است که یک دوره فعالیت هوازی تناوبی چه تأثیری بر تغییرات غلظت این هورمون دارد؟ و آیا تغییرات EPO ناشی از دوهای هوازی تناوبی با تغییرات EPO ناشی از دوهای هوازی تداومی همسو و یکسان است؟

روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی^۱ است که بدون گروه کنترل و با استفاده از پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام می‌شود.

الف) آزمودنی‌ها

داده‌های مورد نیاز در این پژوهش از بین دانشجویان یکی از مراکز آموزش عالی شهر تهران (دانشگاه علوم و فنون انتظامی) به تعداد ۵۰ نفر که به‌صورت اردویی زندگی می‌کنند و از نظر نوع فعالیت و تغذیه روزانه بسیار به هم شبیه‌اند، جمع‌آوری شد. این ۵۰ نفر به روش تصادفی و مجدداً با قرعه‌کشی به روش جایگزینی به دو گروه ۲۵ نفری تقسیم شدند که گروه اول تحت تأثیر متغیر مستقل دو هوازی تناوبی و گروه دیگر تحت تأثیر فعالیت‌های معمولی که شامل فعالیت‌های هوازی تداومی آن دانشگاه بود قرار گرفتند. در دوره مطالعه، فعالیت‌های آموزشی و فوق‌برنامه مرکز برای جلوگیری از آثار این برنامه‌ها بر تمرینات طراحی شده درباره آزمودنی‌ها حذف شد.

میانگین سنی دانشجویان در گروه تناوبی برابر ۱۹/۹۰ و در مورد دانشجویان گروه تداومی برابر با ۲۰/۲۹ بود. میانگین قد و وزن آزمودنی‌ها نیز در دو گروه تناوبی و تداومی به ترتیب برابر با ۱۷۵/۴ و ۱۷۲/۹ سانتی‌متر و ۶۴/۹۳ و ۶۳/۳۳ کیلوگرم در مرحله پیش‌آزمون و ۶۳/۰۲ و ۶۲/۰۸ در مرحله پس‌آزمون بود.

ب) متغیرهای پژوهش

متغیر مستقل پژوهش شامل یک دوره برنامه‌تمرینی دو هوازی تناوبی و متغیرهای وابسته شامل تغییرات حاصل از انجام فعالیت بر هورمون اریتروپویتین، بر شاخص‌های خونی نظیر RBC و MCV^۱ و همچنین بر حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌هاست.

ج) وسایل مورد نیاز برای جمع‌آوری اطلاعات

در راستای بررسی و کنترل متغیرهای پژوهش و جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، از وسایل زیر استفاده شد:

سرنگ خون‌گیری ۱۰ میلی‌لیتری یک بار مصرف، سوزن یک بار مصرف ۲/۵ سانتی‌متری، لوله‌های آزمایش، شیشه مخصوص پنی‌سیلین حاوی ماده ضد انعقاد E.D.T.A (اتیلن دی‌آمین تتراستیک اسید)، الکل ۷۰ درجه و پنبه، گارو^۲، دستگاه کولتر^۳ مدل تی ۸۹۰، میکروپی‌پت^۴ در اندازه‌های مختلف، روکش جهت حفاظت از محلول‌ها در طی آزمایش، اپندورف^۵، میکروفیوژ^۶، دستگاه سانتریفوژ^۷، شیکر^۸، دستگاه اسپکتروفتومتر^۹، کیت EPO^{۱۰}، ترازوی پزشکی برای سنجش وزن، قدسنج، زمان‌سنج دیجیتال YAGAMI با دقت ۰/۰۱ ثانیه برای ثبت زمان، ضربان‌سنج، نوارگردان دیجیتال ساخت شرکت تکنوجیم ایتالیا برای اجرای پروتکل بروس به منظور برآورد VO2max^{۱۱} آزمودنی‌ها.

1- Mean Corpuscular Volume

2- Garo

3- Colter

4- Micro Pipet

5- Apendorf

6- Micro-Spin FUG/VORTEX KST7803

7- Centrifuge

8- Innov2 TM 4000 INCUBATOR Shaker new

9- Spectrophotometer

10- Erthropoietin

د) نحوه جمع‌آوری اطلاعات

قبل از صرف صبحانه، درحالی‌که هر دو گروه دانشجویان در حدود ۱۴ ساعت در وضعیت روزه غذایی بودند، نمونه‌گیری خونی از ورید بازویی به مقدار ۸ سی‌سی به عمل آمد. خون دریافتی در دو محفظه جداگانه برای تهیه سرم و همچنین آزمایش CBC و بررسی میزان غلظت هورمون اریتروپویتین به مرکز بهداشت دانشگاه تهران واحد آزمایشگاه تخصصی خون ارسال شد.

قد و وزن آزمودنی‌ها با استفاده از وسایل استاندارد و دقیق به ترتیب به سانتی‌متر و کیلوگرم مورد سنجش قرار گرفت و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها بعد از انجام نرمش‌های اولیه و گرم کردن مناسب با نصب ضربان‌سنج بر سینه آنان و ثبت وزن و سن آزمودنی در حافظه دستگاه نوارگردان^۱ و با استفاده از قرارداد بروس^۲ محاسبه گردید.

در آزمون بروس، آزمودنی فعالیت را بر روی نوارگردان آغاز می‌کند که شامل هفت مرحله سه دقیقه‌ای است که به‌طور خودکار یکی پس از دیگری ادامه می‌یابد. در هر مرحله شیب و سرعت نوارگردان به‌صورت خودکار افزایش می‌یابد و هر آزمودنی با توجه به توان و آمادگی جسمانی خود، آزمون را تا سر حد واماندگی ادامه داده و در پایان با اشاره دست به مسئول و ناظر دستگاه، انصراف خود را از ادامه کار به اطلاع وی می‌رساند تا دستگاه متوقف شود. بعد از اتمام آزمون، از آزمودنی خواسته می‌شود در مرحله برگشت به حالت اولیه به مدت چند دقیقه راه برود.

دستگاه نوارگردان دیجیتال تکنوجیم^۳ در هنگام فعالیت، اطلاعاتی از قبیل حداکثر اکسیژن مصرفی (ml.Kg.min)، کالری مصرفی، مقدار شیب، زمان، مرحله فعالیت، ضربان قلب و مسافت پیموده شده را در هر لحظه به رؤیت محقق و آزمودنی می‌رساند (۲). شرایط انجام فعالیت از نظر برخی متغیرها از جمله، دما، رطوبت، پوشش ورزشی، خواب و تغذیه برای همه آزمودنی‌ها تقریباً یکسان و زمان اجرای آزمون برای همه از ساعت ۸/۳۰ دقیقه صبح الی ۱۲ ظهر بود. چگونگی مراحل، سرعت، شیب و زمان قرار داد نوارگردان آزمون بروس در جدول (۱) آمده‌است.

1- Tredmil

2- Bruss Protocol

3- Digital Technogym Tredmil

جدول ۱- قرارداد نوارگردان آزمون بروس

مرحله	سرعت (مایل در ساعت)	شیب (درصد)	زمان (دقیقه)
اول	۱/۷	۱۰	۳
دوم	۲/۵	۱۲	۳
سوم	۳/۴	۱۴	۳
چهارم	۴/۲	۱۶	۳
پنجم	۵	۱۸	۳
ششم	۵/۵	۲۰	۳
هفتم	۶	۲۲	۳

برگرفته از منبع شماره ۵

نتایج و یافته‌های پژوهش

در این بخش، نتایج و یافته‌های تحقیق در چند جدول و نمودار خلاصه شده است. مطالب مربوط به تحلیل نتایج و یافته‌های پژوهش، در بخش بحث و بررسی مقاله مورد توجه قرار خواهد گرفت.

جدول ۲- اطلاعات مربوط به میزان ترشح هورمون EPO

شاخص‌های آماری گروه‌ها	تعداد	میانگین mu/ml	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
پیش‌آزمون گروه تناوبی	۱۸	۷/۹۶۱۲	۲/۲۲۸۷	۴/۶۰	۱۳/۸۰
پس‌آزمون گروه تناوبی	۱۸	۹/۱۴۴۴	۴/۳۹۳۳	۴/۸۰	۱۸/۸۰
پیش‌آزمون گروه تداومی	۲۰	۸/۷۱۵۰	۸/۵۰۰۲	۳/۳۰	۴۳/۳۰
پس‌آزمون گروه تداومی	۲۰	۹/۰۰۵۰	۸/۳۳۹۵	۴/۳۰	۴۳/۵۰

در جدول ۲، میانگین ترشح هورمون اریتروپویتین دانشجویان گروه تناوبی و تداومی در پیش و پس‌آزمون بر مقیاس میلی‌یونیت در میلی‌لیتر نشان داده شده که حاکی از اختلاف کم بین میانگین‌های دو گروه و غیرمعنی‌دار بودن اختلاف در هر دو گروه در اثر پرداختن به فعالیت‌های هوازی

تناوبی و تداومی است.

جدول ۳- اطلاعات مربوط به تعداد سلول‌های قرمز خونی ($X \times 10^6$)

شاخص‌های آماری گروه‌ها	تعداد	میانگین mu/ml	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
پیش‌آزمون گروه تناوبی	۲۱	۴/۸۸۱۰	۰/۴۷۶۸	۴/۳۲	۶/۵۸
پس‌آزمون گروه تناوبی	۲۱	۵/۰۴۷۱	۰/۴۸۶۵	۴/۲۵	۶/۵۰
پیش‌آزمون گروه تداومی	۲۱	۴/۸۹۷۱	۰/۳۴۷۶	۴/۲۵	۵/۴۶
پس‌آزمون گروه تداومی	۲۱	۴/۹۴۳۲	۰/۴۴۱۹	۴/۴۱	۶/۴۴

در جدول ۳، میانگین تعداد سلول‌های قرمز خونی دانشجویان گروه تناوبی به ترتیب در پیش و پس‌آزمون به میزان ۴/۸۸ و ۵/۰۴ میلیون و در گروه تداومی به ترتیب در پیش و پس‌آزمون به میزان ۴/۸۹ و ۴/۹۴ میلیون نشان داده شده‌است که با توجه به میانگین‌ها در گروه تناوبی در پیش و پس‌آزمون، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، و لیکن در گروه تداومی اختلاف بین میانگین‌های به دست آمده معنی‌دار نیست.

جدول ۴- اطلاعات مربوط به حجم متوسط گلبول‌های قرمز خون (MCV)

شاخص‌های آماری گروه‌ها	تعداد	میانگین mu/ml	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
پیش‌آزمون گروه تناوبی	۲۱	۸۷/۷۱۹۰	۷/۲۱۱۴	۶۲/۸۰	۹۵/۱۰
پس‌آزمون گروه تناوبی	۲۱	۸۷/۸۴۲۹	۷/۳۲۹۸	۶۲/۲۰	۹۵/۹۰
پیش‌آزمون گروه تداومی	۲۱	۸۷/۲۵۲۴	۶/۳۲۳۲	۶۵/۵۰	۹۲/۹۰
پس‌آزمون گروه تداومی	۲۱	۸۷/۳۰۹۵	۶/۳۶۴۲	۶۵/۷۰	۹۵/۲۰

در جدول ۴، میانگین حجم متوسط گلبول‌های قرمز خون دانشجویان بر مقیاس فمتولیترا^۱ در

مراحل پیش و پس‌آزمون در مورد هر دو گروه تناوبی و تداومی نشان داده شده‌است. اختلاف بین میانگین‌ها در قبل و بعد از اعمال هر دو نوع تمرین حاکی از معنی‌دار نبودن آنهاست.

جدول ۵- اطلاعات مربوط به VO_2max آزمودنی‌ها

شاخص‌های آماری گروه‌ها	تعداد	میانگین mu/ml	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
پیش‌آزمون گروه تناوبی	۲۱	۴۳/۲۸۵۷	۴/۶۵۹۹	۳۴	۵۵
پس‌آزمون گروه تناوبی	۲۱	۵۱/۱۹۰۵	۶/۱۶۹۴	۴۴	۶۶
پیش‌آزمون گروه تداومی	۲۱	۴۵/۳۸۱۰	۶/۲۱۶۷	۳۴	۵۷
پس‌آزمون گروه تداومی	۲۱	۴۸/۲۳۸۱	۴/۴۸۲۲	۴۲	۵۵

در جدول ۵، میانگین ارزش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) آزمودنی‌ها در هر دو گروه تناوبی و تداومی در دو مرحله پیش و پس‌آزمون (قبل و بعد از انجام تمرینات) بر مقیاس میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن آنان در دقیقه نشان داده شده‌است.

اختلافات قابل توجه در میانگین‌های به‌دست‌آمده در قبل و بعد از اعمال متغیر مستقل (تمرینات تداومی و تناوبی)، حاکی از معنی‌دار بودن این اختلافات در هر دو گروه است. این نتایج نشان می‌دهد که هر دو نوع تمرین بر میزان حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها تأثیر مثبت و فزاینده داشته‌است. آزمایش سایر فرضیه‌های پژوهش نتایجی به شرح ذیل را به‌دنبال داشت:

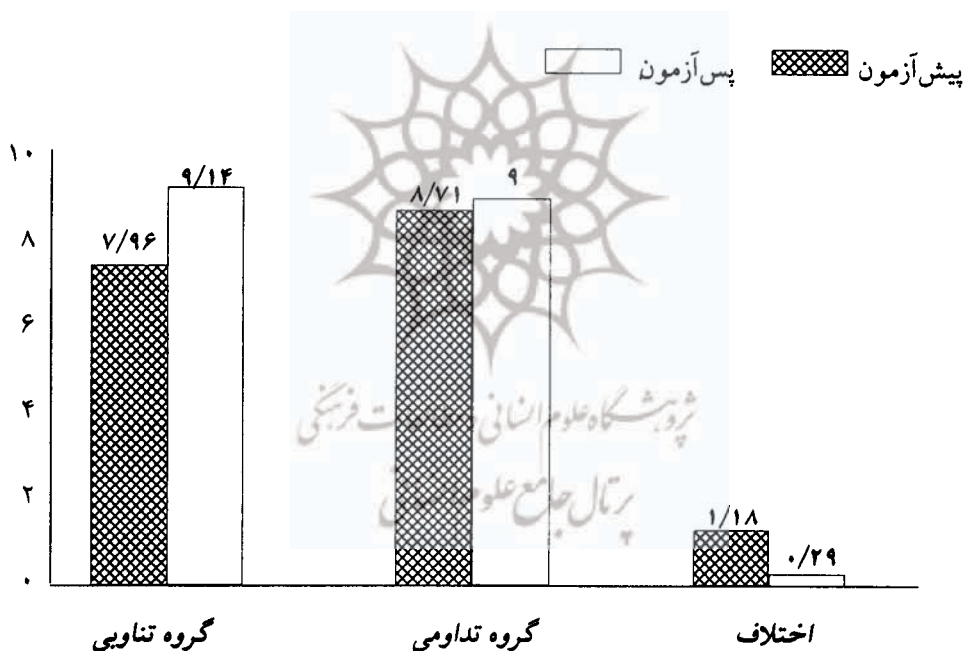
۱- بین میانگین تفاضل نمرات مربوط به تغییرات غلظت هورمون اریتروپویتین آزمودنی‌ها در پیش و پس‌آزمون فعالیت‌های ورزشی تناوبی و تداومی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری، مشاهده نشد، به عبارت دیگر، بین پاسخ تغییرات هورمون اریتروپویتین به فعالیت‌های ورزشی تناوبی و تداومی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

۲- بین میانگین تفاضل نمرات مربوط به سلول‌های قرمز خون (RBC) آزمودنی‌ها در پیش و پس‌آزمون فعالیت‌های ورزشی تناوبی و تداومی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، به عبارتی بین پاسخ تعداد سلول‌های قرمز خونی به هر دو نوع فعالیت اعمال شده اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت.

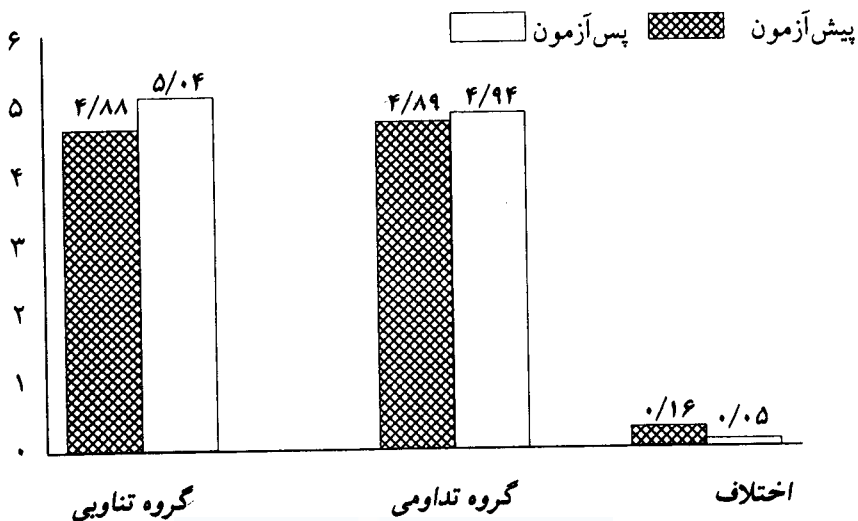
۳- بین میانگین تفاضل نمرات مربوط به حجم متوسط سلول‌های قرمز خون (MCV)

آزمودنی‌ها در قبل و بعد از انجام تمرینات تناوبی و تداومی، اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد، به عبارتی بین پاسخ MVC به دوهای تناوبی و تداومی اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت.

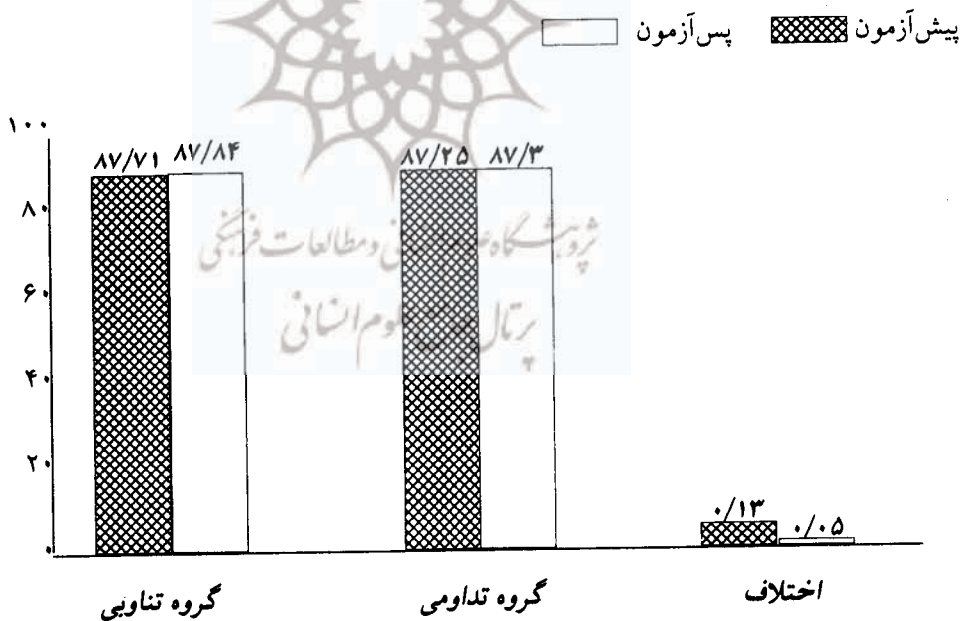
۴- بین میانگین تفاضل نمرات مربوط به ارزش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) آزمودنی‌ها و بعد از انجام تمرینات تناوبی و تداومی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. به عبارت دیگر، بین پاسخ حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها به دوهای تناوبی و تداومی اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. در بخش آخر مرتبط با نتایج یافته‌های پژوهش، نمودارهای مربوط به مقایسه میانگین‌های غلظت هورمون EPO، تعداد سلول‌های قرمز خون، حجم متوسط سلول‌های قرمز خون و ارزش حداکثر اکسیژن مصرفی VO_2max در آزمودنی‌ها که در مراحل پیش و پس‌آزمون (قبل و بعد از فعالیت‌های تناوبی و تداومی) به دست آمده، نشان داده شده‌است.



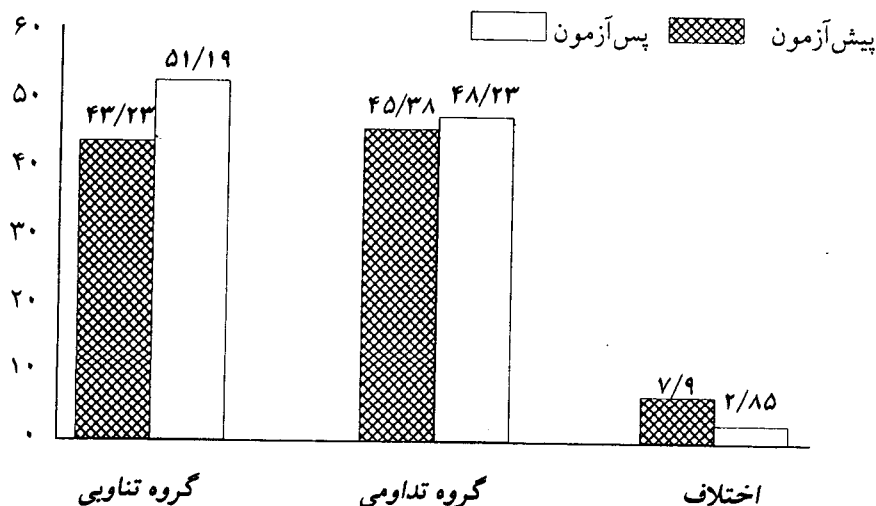
نمودار ۱- اطلاعات مربوط به مقایسه میانگین غلظت هورمون EPO آزمودنی‌ها در قبل و بعد از تمرینات تناوبی و تداومی



نمودار ۲- اطلاعات مربوط به مقایسه میانگین تعداد سلول‌های قرمز خون آزمودنی‌ها در قبل و بعد از تمرینات تناوبی و تداومی



نمودار ۳- اطلاعات مربوط به مقایسه میانگین حجم متوسط سلول‌های قرمز خون آزمودنی‌ها در قبل و بعد از تمرینات تناوبی و تداومی



نمودار ۴- اطلاعات مربوط به مقایسه میانگین ارزش حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها در قبل و بعد از تمرینات تناوبی و تداومی

بحث و نتیجه گیری

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر یک دوره فعالیت دو هوازی تناوبی و مقایسه آن با تأثیرات یک دوره فعالیت دو هوازی تداومی بر میزان تغییرات غلظت هورمون EPO در مردان ۱۸ تا ۲۳ سال بود. طرح اندازه‌گیری این تغییرات در پیش و پس‌آزمون و همچنین اندازه‌گیری متغیرهای کنترلی همانند تعداد سلول‌های قرمز خون (RBC)، میانگین حجم سلول‌های قرمز خون (MVC) و حداکثر اکسیژن مصرفی VO_{2max} آزمودنی‌ها عواملی هستند که ما را در دقت و صحت نتایج به‌دست آمده یاری دادند. آنچه به‌عنوان نتیجه پژوهش مطرح است، در بحث یافته‌های پژوهش ارائه شد، ولیکن مقایسه نتایج به‌دست آمده با آنچه محققان دیگر به‌دست آورده‌اند، قابل بررسی و تعمق است. اکثر پژوهش‌های انجام شده در زمینه میزان ترشح هورمون اریتروپویتین حاکی از آن است که فعالیت‌های ورزشی، افزایشی را در میزان این هورمون ایجاد کرده‌اند، اما در اغلب آنها این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبوده است (۹، ۱۵، ۱۱)، این یافته‌ها با نتایج حاصل از پژوهش حاضر همسویی دارد. شایان ذکر است بعضی از پژوهش‌ها نیز افزایش معنی‌داری را در مورد هورمون مذکور گزارش کرده‌اند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت ندارد (۸ و ۱۱).

هورمون EPO موقعی شروع به ترشح می‌کند که بدن دچار هیپوکسی^۱ شود. عامل زمان را باید مدنظر داشت، زیرا تا زمانی که کمبود اکسیژن وجود داشته باشد، این عمل ادامه می‌یابد، اما وقتی که اکسیژن کافی به بافت برسد، عامل مذکور قطع خواهد شد (۸). از سوی دیگر، عامل ارتفاع نیز می‌تواند بر ترشح هورمون EPO مؤثر باشد، چرا که سطح دریا به دلیل برخورداری هوا از اکسیژن کافی نمی‌تواند بدن را با کمبود اکسیژن مواجه سازد، ولیکن در ارتفاعات به علت کمبود تراکم اکسیژن و پایین بودن فشار سهمی آن (PO_2)، هیپوکسی بافتی به سهولت ایجاد می‌شود (۱۱، ۲۰، ۱۸). عامل دیگری که می‌تواند بر غلظت هورمون EPO مؤثر باشد، تکرار اندازه‌گیری و نمونه‌برداری در مراحل مختلف است، به گونه‌ای که در پژوهشی مشاهده شد بعد از ۵ مرتبه نمونه‌برداری در مرحله‌ای از قبیل بلافاصله بعد از پایان تمرین، ۴، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت، در آخرین نمونه‌گیری، یعنی ۴۸ ساعت بعد از پایان تمرینات شدید تناوبی نسبت به نخستین مرحله نمونه‌گیری، یعنی بلافاصله بعد از تمرین، تغییرات غلظت هورمون EPO معنی‌دار نشان داد (۸). قبل از پرداختن بیشتر به نتایج حاصل از پژوهش انجام شده و مقایسه این نتایج با یافته‌های دیگر محققان، به ویژه نتایجی که در خارج از کشور به دست آورده‌اند، لازم است برای شناسایی و عملکرد هورمون EPO به‌طور مختصر به نکاتی اشاره شود. این هورمون به‌طور طبیعی در بدن انسان و توسط کلیه‌ها و در پاسخ به هیپوکسی (فقدان اکسیژن در خون) ترشح می‌شود (۱۷). هورمون EPO مسئول تنظیم میزان تولید سلول‌های قرمز خون است و تحقیقات تجربی ثابت کرده‌اند که با استفاده از این هورمون (به‌صورت برون‌زا)، توده سلول‌های قرمز خون افزایش می‌یابد (۷ و ۱۶). هنگامی تولید درون‌زا اریتروپویتین افزایش می‌یابد که فشار سهمی اکسیژن در شریان خونی کاهش یافته باشد و در پی آن کلیه‌ها در بدن هورمون اریتروپویتین را تولید می‌کنند (۱۲). به همین دلیل، در ارتفاعات بالا سطح هورمون EPO افزایش می‌یابد (۱۱، ۲۰، ۱۸). اگر هیپوکسی بافتی در کلیه ایجاد شود، از یاخته‌های اپی‌تلیال گلوامرول‌ها^۲ آئزیمی به نام اریتروژن^۳ ترشح می‌شود که بر روی یک گلوبولین^۴ پلاسمایی به نام اریتروپویتینوزن^۵ اثر می‌کند و اریتروپویتین به وجود می‌آید (۳) که تصویر زیر چگونگی تولید این هورمون را نشان می‌دهد.

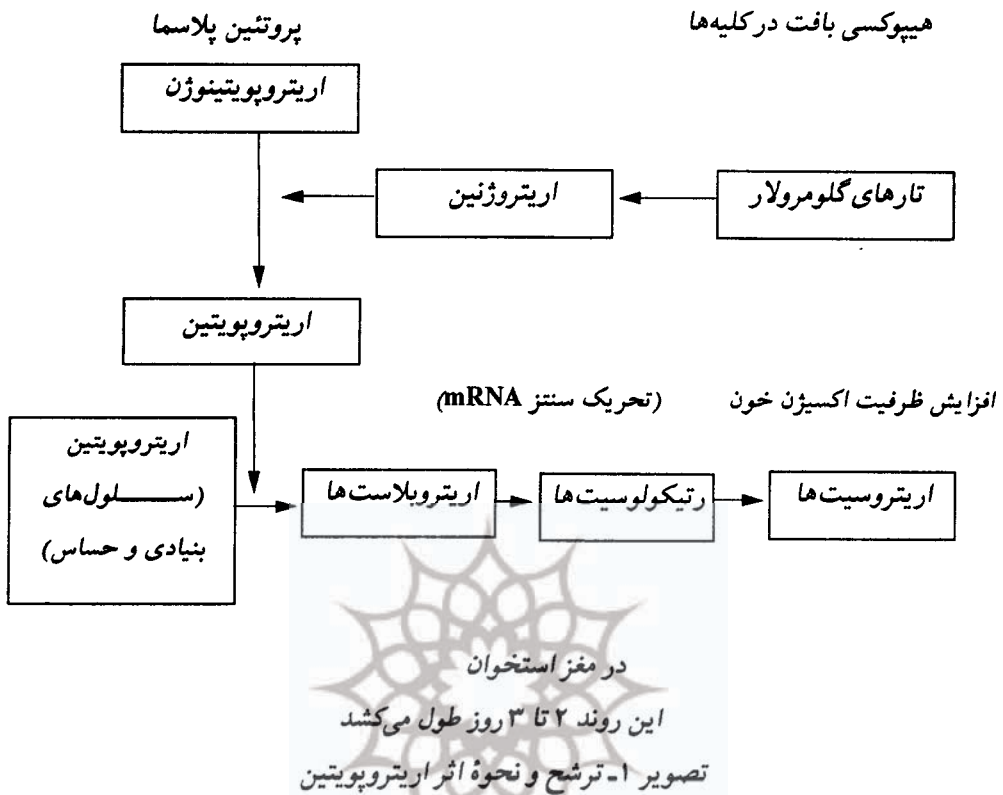
1- Hypoxia

2- Epitilial Glomerular cells

3- Erythrogenin

4- Globolin

5- Erythropoietinogen



در افراد طبیعی ۹۰ درصد از کل هورمون EPO، در کلیه‌ها ساخته شده و باقیمانده آن عمدتاً در کبد تولید می‌شود. احتمالاً سلول‌های اپیتلیال توبول کلیه، این هورمون را ترشح می‌کنند، زیرا کم‌خونی موجب می‌شود اکسیژن کافی از مویرگ‌های دور توبولی به سلول‌های توبولی که اکسیژن زیادی مصرف می‌کنند، نرسد و در نتیجه آنها را وادار به ساخت هورمون EPO می‌کند (۵).

گاهی هیپوکسی در سایر قسمت‌های بدن غیر از کلیه‌ها نیز سبب ترشح هورمون EPO می‌شود، از این رو، احتمال می‌رود نوعی گیرنده غیرکلیوی هم علائم اضافی به کلیه‌ها می‌فرستد و آنها را وادار به ساخت این هورمون می‌کند، بخصوص نور اپی نفرین^۱، اپی نفرین^۲ و چند پروستاگلاندین^۳ به ساخت

1- Nore Epinephrine

2- Epinephrine

3- Prostaglandin

هورمون EPO نیز منجر می‌شوند (۵). اگر هر دو کلیه فردی را بردارند یا کلیه‌ها بر اثر بیماری از بین بروند، فرد قطعاً دچار کم‌خونی خواهد شد، زیرا تنها ۱۰ درصد از مقدار طبیعی هورمون EPO در سایر بافت‌ها (عمدتاً در کبد) ساخته می‌شود و این مقدار برای تولید $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ گلبول قرمز مورد نیاز بدن کافی است (۵).

در هر صورت هر نوع محرومیت از اکسیژن در بافت‌ها، توسط هر عاملی از جمله کاهش حجم خون، کم‌خونی، کاهش مقدار هموگلوبین^۱، کاهش جریان خون، بی‌نظمی ریوی یا تمرینات سنگین، موجب تولید هورمون EPO توسط کلیه‌ها می‌شود (۱۴).

درباره تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر ترشح هورمون EPO، تحقیقات نشان می‌دهند که تمرین استقامتی شدید سبب پدیدار شدن و افزایش گسترده حجم پلاسما و افزایش اندک حجم سلول‌های قرمز خون می‌شود (۱۰)، زیرا هورمون EPO نقش مرکزی را در تنظیم حجم سلول قرمز خونی بر عهده دارد. به نظر می‌رسد که ورزش بتواند در تولید هورمون EPO مؤثر باشد، اگر چه نقش این هورمون در فرایند سازگاری به‌خوبی روشن نشده‌است. مطالعات گذشته نشان می‌دهد که تغییر و افزایشی در هورمون اریتروپویتین در ساعات و روزها بعد از یک تمرین شدید در سطح دریا مشاهده نشده‌است (۲۰، ۲۱، ۱۹، ۱۵ و ۱۳). از طرفی فرض بر این است که تمرین شدید در ارتفاعات به‌ویژه توانایی‌های با ارزشی را برای ورزشکاران به همراه می‌آورد، زیرا هورمون EPO در پاسخ به تحریکات شدید (کمبود اکسیژن) تغییراتی را نشان داده‌است. فرض اصلی بر این است که این هورمون توانایی افزایش پاسخ به یک تحریک تمرینی شدید را دارد، چون تمرینات شدیدتر ممکن است به کاهش جریان خون به سوی کلیه‌ها منجر شود (۹).

دی پاولی ویتالی و همکارانش^۲ (۱۹۸۸) پژوهشی را در خصوص تغییرات غلظت هورمون اریتروپویتین بر روی ۲۱ ورزشکار رشته اسکی صحرانوردی در تمرینات فصل به مورد اجرا گذاشتند. نتایج به‌دست آمده بیانگر نبودن اختلاف معنی‌دار بین میزان تغییرات غلظت هورمون EPO در پیش و پس‌آزمون آزمودنی‌ها بود. در پژوهش دیگری که توسط همین محققان بر روی ۱۱ ورزشکار قبل و بعد از ۵۰ کیلومتر مسابقه اسکی در ارتفاع ۱۶۰۰ متری از سطح دریا به مرحله اجرا درآمد، به استثنای هماتوکریت، سایر عوامل از قبیل هورمون اریتروپویتین، افزایش معنی‌داری را بعد از پایان مسابقه نشان

داد. از مطالب فوق می‌توان نتیجه گرفت هر چند کاهش هماتوکریت و هموگلوبین در تمرینات استقامتی مشاهده می‌شود، اما توأم با هیپوکسی (سیستم محرک هورمون اریتروپویتین) نیستند. هیپوکسی سیستم کلیوی به هنگام اجرای مسابقات فعال در ارتفاعات ایجاد می‌شود که در نهایت ممکن است در افزایش هورمون اریتروپویتین خون مؤثر باشد (۱۱).

کلازن^۱ و همکاران (۱۹۹۳) نیز پژوهشی را در مورد تأثیر تمرینات کوتاه و بلندمدت بر روی تغییرات غلظت سرم اریتروپویتین انجام دادند. تعداد آزمودنی‌ها در این تحقیق ۱۵ نفر ورزشکار در رشته‌های اسکی صحرانوردی و دو ماراتون بودند. در فعالیت کوتاه‌مدت نتایج نشان داد غلظت لاکنات خون در پایان تمرین از ۱/۳ به ۳/۶ میلی‌مول افزایش یافت، حال آنکه غلظت هورمون اریتروپویتین در پیش از فعالیت و بعد از ۵ دقیقه، ۱۹،۶ و ۳۰ ساعت بعد از فعالیت تغییر معنی‌داری نداشت و در فعالیت بلندمدت نیز غلظت این هورمون و هورمون تستوسترون در پایان هر دوره بدون تغییر باقی ماند (۱۵).
بادری، پی.اف.^۲ و همکاران (۱۹۹۶) در زمینه تأثیر شدت تمرین بر میزان هورمون اریتروپویتین، ترشح این هورمون را به دنبال یک فعالیت سنگین در دوهای تمرین کرده مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش تعداد ۱۰ نفر از ورزشکاران در سه گروه و تحت فعالیت‌های تناوبی با شدت ۹۰ تا ۹۲ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و تداومی با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و یک گروه کنترل قرار گرفتند. نتایج به دست آمده در خصوص هورمون اریتروپویتین نشان داد که فعالیت ملایم و شدید هر دو تأثیر معنی‌داری بر غلظت این هورمون نداشتند (۸).

بادری، پی.اف. در سال ۱۹۹۹ پژوهش دیگری را تحت عنوان تأثیر شدت تمرین بر میزان هورمون اریتروپویتین پلاسمای دوندگان انجام داد. در این پژوهش، دوندگان در سه گروه جداگانه، یعنی یک گروه تحت تأثیر تمرینات شدید تناوبی به مدت ۶۰ دقیقه (۵ دقیقه دویدن با شدت ۹۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و ۵ دقیقه راه رفتن تند)، گروه دیگر تحت تأثیر تمرینات تداومی به مدت ۶۰ دقیقه دویدن با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و گروه سوم در استراحت قرار گرفتند. نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها پیش از تمرین، بلافاصله بعد از تمرین، ۴، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت جمع‌آوری شد که نتایج حاصل بیانگر معنی‌دار نبودن تغییرات غلظت هورمون اریتروپویتین ناشی از هر نوع تمرینات بود. نکته قابل توجه در این پژوهش، مشخص شدن تأثیر زمان اندازه‌گیری بر تغییرات این هورمون بود، به

گونه‌ای که در ۴۸ ساعت بعد از پایان تمرینات شدید تناوبی تغییر معنی‌داری بر غلظت این هورمون مشاهده شد (۸).

با توجه به این‌که اکثر پژوهش‌های انجام شده در پیشینه پژوهش در مورد نتایج به دست آمده با پژوهش حاضر همسویی دارد، اما اختلافاتی را با یکدیگر و همچنین با این مطالعه دارد که به طور مختصر به بخشی از این تفاوت‌ها اشاره می‌شود:

۱- در تمام پژوهش‌های مورد بحث، آزمودنی‌ها از ورزشکاران حرفه‌ای یعنی دوندگان (۹ و ۸) قهرمانان اسکی صحرانوردی مارتن (۱۵) بودند، درحالی‌که در پژوهش حاضر، آزمودنی‌ها افراد عادی را شامل شدند.

۲- در سایر پژوهش‌ها سن آزمودنی‌ها بین ۱۸ تا ۴۸ سال متغیر است (۸)، حال آنکه محدوده سنی در پژوهش حاضر ۱۸ تا ۲۳ سال است.

۳- در خصوص فعالیت در پیشینه پژوهش، آزمودنی‌ها در فعالیت‌هایی مانند اسکی صحرانوردی (۱۵)، دو تداومی و تناوبی (۹ و ۸)، دوچرخه‌سواری (۱۵) و مسابقه اسکی ۵۰ کیلومتر (۱۱) شرکت داشتند، اما در پژوهش حاضر نوع فعالیت، دو هوازی تناوبی و تداومی است که با نوع فعالیت در تحقیق بادری، پی‌اف در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۹ همسویی دارد.

۴- در خصوص مدت فعالیت در پژوهش‌های قبلی، ۶۰ دقیقه فعالیت شدید کوتاه‌مدت (۱۵)، مسابقه یک ساعته (۹)، مسابقه ۵۰ کیلومتر اسکی (۱۱)، سه هفته تمرین بلند مدت (۱۵)، یک دوره تمرینات فصل (۱۱) و چهار هفته تمرین دو تناوبی و تداومی ۶۰ دقیقه‌ای (۸) به عنوان مدت فعالیت آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد، اما در پژوهش حاضر تمرینات تناوبی و تداومی در ۴۰ جلسه طی دو ماه به عبارتی ۸ هفته، هفته‌ای ۵ جلسه و جلسه‌ای ۴۵ دقیقه انجام گرفته است.

۵- شدت تمرین در پژوهش‌های پیشین در تمرینات تناوبی و تداومی به ترتیب برابر با ۹۰ و ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (۸)، در تمرینات شدید بین ۸۰ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب (۱۵) و در تحقیق دیگر در گروه‌های تناوبی و تداومی به ترتیب ۹۰ تا ۹۲ و ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (۹) در نظر گرفته شد، حال آنکه در پژوهش حاضر شدت تمرین برای گروه تناوبی ۸۰ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب منظور شده است.

با توجه به شباهت‌ها و اختلاف‌های پژوهش‌های پیشین و حاضر، می‌توان نتیجه گرفت هدف این پژوهش‌ها در این زمینه، یافتن راهی برای افزایش کارایی فیزیولوژیکی بدن انسان به خصوص

ورزشکاران است تا با تولید طبیعی هورمون EPO در بدن، از مزایای آن استفاده کنند. به همین منظور، شیوه‌های مختلف تمرینی یا ورزش‌ها را مورد مطالعه قرار داده‌اند تا بهترین شیوه تمرینی یا ورزش را به منظور بهره‌وری فیزیولوژیکی بیشتر بدن شناسایی کنند. در پژوهش حاضر، پاسخ هورمون EPO در گروه تناوبی افزایش بیشتری را نسبت به گروه تداومی نشان داده که در واقع این ترشح، پاسخی به کمبود اکسیژن بافتی است. نظر به اینکه متعاقب پرداختن به فعالیت‌های تناوبی تحریک و تولید سلول‌های قرمز خون در بدن افراد افزایش معنی‌داری را سبب شده و از طرفی تفاضل پاسخ حداکثر اکسیژن مصرفی به تمرینات تناوبی نسبت به تمرینات تداومی که با توجه به معنی‌دار بودن آنها به ترتیب $7/9$ و $2/85$ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه یعنی ۳ برابر گزارش گردیده، از این رو نتیجه می‌گیریم یک دوره فعالیت دو هوازی تناوبی نسبت به یک دوره فعالیت دو هوازی تداومی پاسخ مناسب را به هورمون EPO نشان داده است. به نظر می‌رسد ورزشکارانی که با فعالیت‌های استقامتی سر و کار دارند، برای کارایی بیشتر، بهتر است از تمرینات تناوبی استفاده کنند.

منابع و مآخذ

- ۱- خداداد، احمد. «اصول عمومی آمادگی جسمانی»، انتشارات دفتر تحقیقات و آموزش سازمان تربیت‌بدنی، چاپ اول، ۱۳۶۸.
- ۲- رولند، تامس دبلیو، «فیزیولوژی ورزشی دوران رشد»، ترجمه عباسعلی گائینی، انتشارات پژوهشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، چاپ اول، ۱۳۷۹.
- ۳- عزیزی، فریدون. «فیزیولوژی غدد مترشح داخلی»، انتشارات بخش فرهنگی جهاد دانشگاهی شهید بهشتی، پاییز ۱۳۶۶.
- ۴- فاکس، ادوارد و ماتیسوس. «فیزیولوژی ورزشی»، جلد اول، ترجمه اصغر خالدان، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم بهمن‌ماه ۱۳۶۹.
- ۵- گایتون، آرتور. «فیزیولوژی پزشکی گایتون». ترجمه احمدرضا نیاورانی، انتشارات نشر طبیب، ویرایش نهم ۱۹۹۶، چاپ اول تابستان ۱۳۷۵.
- ۶- گریسهایمر و ویدمن، «فیزیولوژی انسان»، ترجمه فرخ شادان و ابوالحسن حکیمیان، انتشارات پیام، چاپ هفتم، ۱۳۷۶.

Treatment on Blood Pressure (BP) and some Haematological Parameters in Healthy men" J.Int. Med, 1991, 222. PP: 125-130.

8- Bodary, P.F., R.R Pate, Q.F.WU, and G.S. Mcmillan. "Effects of Acute Exercise on Plasma Erythropoietin Levels in Trained Runners". Med. Sci. Sports Exers 1999 Vol. 31,No 4, PP. 543-546.

9- Bodary, P.E.Pate, R.R. Wu, Q.F, Bodary, J.M. "The effect of exercise in Intensity on Erythropoietin Levls Following Acute Exercise in Trained Runners". Medicine and Science in Exercise and Sport, 28(5), Supplement Abstract 496,1996.

10- Convection, V.A. Blood Volume: "Its adaption to Endurance Training". Med.Sci.Sport Exere.1991, 23 PP: 1338-1348.

11- Depaoli Vitali, E;Guglielmini, C;Casoni;Vedorato, M;Gili, Fannelli, A; Salvatorellig; Coni, F.(Sirc 224952 Serum-EPO Beiskilafem) Int. J.Sport Med. Stuttgart, 9 April 1988, 20 S. PP. 99-101.

12- Epstein, F.H., Y. "Agmon, and M-Berzis Physiology of renal hypoxia". Ann. N.Y.Acad 1994, Sci-718, PP:72-81.

13- Gareau R.,C. Caron, and G.R.Brisson . "Exercise Duration and Serum Erythropoietin Level". Horm. Metab. Res.1991 23 PP: 355 .

14- Http://google yahoo.com teach.biosci.arizona. edu/462 a H2000 /reddiag /workshop/Backgroun. htm, 3/18/2001.

15- Klausen, T,L. Breum, N.Fogh. Andersen, P.Bennett and E.Hippe. "The effect of Short and Long Duration Exercise on Serum Erythropoietin Concentration Eur".J.Appl. Physiol. 1993.

16- Porter. D,L. and M.A. "Goldberg Physicology of Erythropoietin Production semin Hematol".1994, 31 PP: 112-121.

17- Reid, Alan. Parisotoo'Robin. Epo 2000, "Background and Technical Information". http://www. ausport. gov.au/epoback.htm.3/18/2001

18- Ricci, G.M. Masotti, E.Depalivitalt. M. Vedovato. and G."Zanotti Effects of Exercise on Haematologic Parameters. Contents. and Serum Erythropoietin in long Distance Runners During Basal Training". Acta Haematol, 1988, 80, PP. 95-98.

19- Ricci, G,M.Massimo , E.Depaoli Vitali, M.Vedovato, and G.Zanott. "Effects of a miyed Physical Activity (biathlon) on Haematologic Parameters, Red Cell 2.3 DPG and Creatine Serum Erythropoietin, Urinary Enzymes and Microalbumin". Eur.J.Haematol.1990 45 PP: 178-179.

20- Schmidt. W., K.U. Echadt, A.Hilgendorf. S.Strauch, and C.Bauer."Effects of Maximal and Submaximal Exercise under Normoxic and hypoxic Conditinos on Serum Erythropoientin Levels". Int.J. Sport Med.1991, 12 P.461-1991.

21- Weight, L.M,D.Alexander, T.Ellott, and P.Jacobs. "Erythropoietin Adaptation to Endurance Training". Eur.J.Appl.Physiol.1992, 64 PP: 444-448 .

