فصلنامه

سال هشتم ـ ضمیمه شماره ۱۵ (پیاپی ۱۷) ۱۳۷۹

تأثیر تمرین تناوبی زیر بیشینه شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی روی گازهای خونی و ظرفیت هوازی مردان جوان شناگر

«محمد علی سماواتی شریف»
«دکتر نیکبخت»
«دکتر ناظم»
«دکتر فرهپور»

فهرست :

چکیده ۳۳
مقدمه ۳۴
روش شناسی تحقیق ۳۶
شیوه اجرا ۳۷
تحلیل داده‌ها ۳۷
نتایج ۳۹
بحث و نتیجه گیری ۴۲
منابع و مآخذ ۴۵

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

چکیده:

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تمرینات زیر بیشینه شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی (کاهش اکسیژن) بر گازهای خونی ($SO_2\%$, PH, Hco_3, PCo_2, Po_2) و ظرفیت هوازی مردان شناگر با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال است . بدین منظور از بین ۱۰۰ نفر دانشجوی رشته تربیت بدنی دانشگاه بوعلی سینا که شنا را آموزش دیده بودند ، ۳۸ نفر واجد شرایط ، انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه مساوی (تجربی و کنترل) تقسیم شدند . گروه تجربی تحت تمرینات تناوبی زیر بیشینه شنای کرال سینه با شدت میانگین ۶۰ تا ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره ($HR.R\%$) با الگوی هایپوکسی (یک نفس گیری پس از دو تا شش استروک در هر تناوب) به مدت ۸ هفته و در هر هفته سه جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه قرار گرفتند . گروه کنترل همان تمرینات را با الگوی تنفس طبیعی (یک نفس گیری پس از دو استروک در هر تناوب) انجام

دادند. برای بررسی تغییرات فشار سهمی اکسیژن (PO_2)، فشار سهمی دی اکسید کربن (PCo_2)، یون بی کربنات (HCo_3)، PH و درصد اشباع اکسیژن خون ($SO_2\%$)، نمونه خون وریدی آزمودنی ها قبل از تمرین و بعد از اتمام دوره تمرین در حالت استراحت گرفته شد. گازهای خونی $SO_2\%$, HCO_3, PH, PCO_2, Po_2 به وسیله دستگاه A.B.G و توان هوازی آزمودنی ها به طور غیرمستقیم با استفاده از تست پله «استراند» اندازه گیری شد. جهت مقایسهٔ اطلاعات حاصل از پیش آزمون و پس از آزمون در هر گروه از آزمون t وابسته و برای مقایسهٔ مقادیر متغیرهای وابسته و گروه ها با یکدیگر از آزمون t مستقل استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل، افزایش معنی داری ($P < 5\%$) در فشار سهمی دی اکسید کربن خون به مقدار ۲/۷۱ میلی متر جیوه (۵/۵٪) کاهشی در درصد اشباع اکسیژن خون برابر ۴/۶۳ درصد (۹/۹۲٪) و افزایشی معادل ۰/۴۸ لیتر در دقیقه (۱۳/۰۷٪) در توان هوازی مطلق گروه تجربی (Vo_2max) به دست آمد. اما در بقیه متغیرها اختلاف معنی داری دیده نشد. یافته های تحقیق نشان می دهد که اجرای این شیوه تمرینی می تواند تغییرات سازگار شونده ای در جهت افزایش توان دستگاه هوازی شناگران مبتدی به وجود آورد.

مقدمه

یکی از مباحثی که امروز بیشتر مورد توجه متخصصین و محققین قرار گرفته است، بحث در زمینه افزایش آمادگی و تقویت قابلیت های جسمانی ورزشکاران برای بالا بردن کیفیت اجرای مهارتهای ورزشی است. این محققین بر پایه مطالعات و تحقیقات مستمر، توانسته اند بر بسیاری از اطلاعات علوم ورزشی دست یابند. امّا باید اذعان داشت که هنوز برای رسیدن به ناشناخته ها، راهی دراز در پیش است. مربیان هم همواره در پی یافتن بهترین شیوهٔ تمرینی هستند که از پشتوانه علمی و تحقیقاتی برخوردار بوده و بتواند ورزشکاران را هرچه سریع تر و بهتر به اوج آمادگی نزدیک نماید.

ردموند[1] در سال ۱۸۴۶ مسافت ۴۰۰ متر را در مدت ۸ دقیقه و ۴۳ ثانیه شنا کرد و عنوان قهرمانی جهان را به خود اختصاص داد. در حالیکه امروز شناگران جهان با بهره گیری از علوم مختلف حاصل از مطالعات متعدد و رعایت اصول صحیح تمرین، این مسافت را کمتر از ۳ دقیقه و ۵۰ ثانیه شنا می کنند. شناخت و آگاهی از تأثیر تمرینات اصولی بر متغیرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و اثر متقابل این تغییرات بر میزان آمادگی جسمانی و بهبود رکوردها از یک سو و شیوه های تمرینی جدید از سوی دیگر می تواند مربیان و ورزشکاران را در برنامه ریزی تمرینی مناسب به طور موفقیت آمیزی یاری نماید.

تقریباً همه شناگران ممتاز جهان از ترکیب چند روش مختلف تمرین (سرعتی، تکراری، تناوبی و ...) استفاده می کنند(۱۰). یکی از روشهای تمرینی که ورزشکاران به خصوص شناگران و دوندگان در بخشی از فصل تمرین به ویژه در دوره

1.Redmond

قبل از مسابقات بکار می گیرند، تمرین در شرایط هایپوکسی (هایپوبارومتریک) است (۲). برخی از مطالعات تجربی نشان داده شده است که محرومیت از اکسیژن در حین فعالیت برای یک دوره تمرین روش خوبی برای شناگران نخبه جهان است (۱۰).

به نظر می رسد اگر تمرین در شرایطی انجام گیرد که بدن انسان با کاهش چگالی و فشار اکسیژن مواجه شود (مشابه شرایط جغرافیایی هایپوبارومتریک در ارتفاع) می تواند بر روی گازهای خونی، سرعت و مدت اجرای شناگران اثر مثبت بگذارد. احتمالاً سازگاری های بیوشیمیایی و بهبود عملکرد دستگاه های قلبی ـ عروقی و تنفسی که از این طریق حاصل می شود رکوردها را بهبود می بخشد (۲).

تمرین در وضعیت هایپوکسی بسیار شدید، موجب الکالوز تنفسی و در نتیجه سازگاری بیوشیمیایی در عضلات فعال می شود(۳) که حاصل این تغییر، به بهبود نسبی کارایی دستگاه انتقال اکسیژن منجر می شود(۵).

تمرینات هایپوکسی می تواند، حتی با شدت کار کمتر، کمبود اکسیژن زیادی را در بدن به وجود آورد. وقتی شناگر به جای نفس گیری پس از هر دو استروک، تعداد تنفس خود را کاهش دهد (پس از هر ۴ یا ۶ استروک)، بدین ترتیب مقدار اکسیژن کمتری در اختیار بافت ها قرار می گیرد و در نتیجه قابلیت های هوازی و بی هوازی شناگر افزایش می یابد (۷). **کریگ**[1] (۱۹۷۸) دریافت که ترکیبات هوای ریوی کسانی که با استفاده از الگوی کنترل تنفس در روی تردمیل می دوند، شبیه کسانی است که شنا را به روش هایپوکسی تمرین می کنند. او نشان داد که اثر اصلی هایپوکسی، افزایش CO_2 در هوای ریوی نمونه ها می باشد (۱۰). **دایکر**[2] و همکارانش (۱۹۸۰) در این زمینه، یافته های مشابهی را در این زمینه نشان دادند. آنان دریافتند زمانی که شناگران از الگوهای مطلوب تر کنترل تنفسی استفاده می کنند، توان بیشتری برای مسابقات شنا به دست می آورند (۷). **اسپارکز**[3] (۱۹۸۹) جهت مشخص کردن این که آیا در طول تمرینات با روش کنترل تنفس، اشباع اکسیژن شریانی (SO_2) صورت می گیرد یا نه، تحقیقاتی را بر روی قهرمانان شنا انجام داد. شناگران پس از هر ۲ ، ۴ ، ۶ و ۸ استروک یک بار نفس می گرفتند و با ۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) خود شنا می کردند. شدت کار، ۶۰ استروک در دقیقه بود. این مطالعه نشان داد که عدم اشباع SO_2، از استراحت تا پایان تمرین در افرادی که پس از هر ۶ و ۸ استروک یک بار نفس می گرفتند، معنی دار بود. این عدم تغییر So_2 در دقیقه اول استراحت بعد از ورزش جبران شد. اما در افرادی که پس از هر ۲ و ۴ استروک یک بار نفس می گرفتند، تغییری دیده نشد. از طرفی، حجم دی اکسید کربن (Vco_2) در کسانی که پس از هر ۴ و ۶ استروک، یک بار نفس می گرفتند، هنگام بازگشت به حالت اولیه بالا رفت. بخش عمده کاهش اشباع خون شریانی، احتمالاً به دلیل کمبود PO_2 در محیط تمرین است (۱۶). **اوجیتا و تاباتا**[4] (۱۹۹۲) هفت شناگر قهرمان که در محیط نرمال (N) با فشار ۷۵۰ mmHg و محیط با فشار سهمی

1. Craig
2. Diker
3. Sparks
4. Ogita & tabata

گروه‌ها / مشخصات بدن	گروه کنترل	گروه تجربی
قد (سانتیمتر)	۱۷۳/۴۳ (± ۵/۲۲)	۱۷۳/۵۲ (± ۵/۸۹)
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۸۹ (± ۷/۱۸)	۶۷/۱۵ (± ۷/۰۳)
سن (سال)	۲۲/۸۷ (± ۱/۵۴)	۲۲/۳۱ (± ۱/۵۲)
تعداد	۱۹ نفر	۱۹ نفر

جدول ۱: مشخصات بدنی گروه کنترل و تجربی

اکسیژن ۶/۱mmHg (H) در آبی که با شدت ۱ m/s جریان داشت، تا حد خستگی شنا می کردند را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که: (۱) حجم دی اکسید کربن (Vco_2)، تهویه ریوی (VE) و حجم جاری (TV) گروه H به طور قابل توجهی بیشتر از گروه N بود؛ (۲) اما اختلاف معنی داری بین حجم اکسیژن زیر بیشینه (VO_2)، ضربان قلب (HR) و فرکانس تنفسی (FR) دو گروه دیده نشد، (۳) با این حال، حجم اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_2max) در گروه H ۱۱/۲ درصد کمتر از گروه N بود. این کاهش در تحقیقات دیگری که بر روی دوچرخه سواران و تحت شرایط کمبود اکسیژن انجام شده بود، تأیید گردید(۱۵). این نتایج، تمرینات هایپوکسی را تأیید می کند؛ اما باید دانست که تمرین همراه با کنترل تنفس (کم تهویه ای) در سطح دریا و تمرین در ارتفاع دارای اثرات فیزیولوژیکی یکسان بر بدن ورزشکاران نمی باشند(۱۰). با توجه به بیشینه این یافته ها، اثر این نوع تمرینات بر عوامل بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی ورزشکاران و نقش آن در کارایی و عملکرد آنان، بر آن شدیم تا تغییرات فیزیولوژیکی و سازگاری به دست آمده از تمرینات در شرایط هایپوکسی با الگوی کنترل تنفس را در شناگران جوان روشن سازیم. به عبارت دیگر، چنانچه شناگران کرال سینه تحت تمرینات تناوبی زیر بیشینه در شرایط هایپوکسی به مدت هشت هفته قرار گیرند، آیا رفتار گازهای خونی $\%SO_2$ Hco_3 و همچنین عملکرد دستگاه قلبی ـ تنفسی (شاخص حداکثر اکسیژن PH, Pco_2, Po_2 مصرفی) نسبت به قبل از برنامه تمرین خواهد شد؟

بنابراین، ضرورت انجام تحقیقات مختلف در این زمینه و نیاز جامعه ورزشی به آنها کاملاً احساس می شود. به همین لحاظ، در پژوهش حاضر اثر تمرین زیر بیشینه شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی بر روی عوامل ویژه بیوشیمیایی خون مردان شناگر جوان و همچنین بهبود ظرفیت هوازی آنان مورد مطالعه قرار گرفت.

روش شناسی تحقیق

آزمودنی ها

از بین دانشجویان مرد رشته تربیت بدنی دانشگاه بوعلی سینا همدان با میانگین سنی ۲۲ سال که با شنای کرال سینه آشنایی داشتند. ۳۸ شناگر بدون سابقه قهرمانی به طور، تصادفی انتخاب شدند. این افراد کاملاً سالم و فاقد هرگونه ناراحتی های قلبی ـ عروقی، تنفسی، ناهنجاری های اسکلتی و بیماری های متابولیکی اثرگذار بر تحقیق بودند. سپس نمونه ها به طور تصادفی به دو گروه (کنترل و تجربی) تقسیم شدند. میانگین قد، وزن و سن آنان در جدول ۱ مشخص شده است. دو گروه کنترل و تجربی از نظر مشخصات بدنی با هم متجانس بودند.

شیوهٔ اجرا

برای بررسی اثر تمرین تناوبی زیربیشینه شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی با استفاده از الگوی کنترل تنفس (یک بار نفس گیری پس از هر ۲ تا ۶ استروک) بر روی متغیرهای مورد نظر و مقایسه آن با تمرین تناوبی زیربیشینه، شنای کرال سینه در شرایط طبیعی (یک بار نفس گیری پس از هر دو استروک)، مراحل اعمال متغیر مستقل بر متغیرهای وابسته به ترتیب ذیل انجام شد:

الف) اندازه گیری متغیرهای خون:

۱ـ برای تعیین گازهای خونی Hco_3, PH, Pco_2, Po_2 و $\%SO_2$، قبل از اعمال تمرینات هایپوکسی، ۳cc خون در حالت استراحت از ورید جلوی بازوئی دست راست آزمودنی ها گرفته شد. نمونه های خونی جهت بررسی و اندازه گیری گازهای آن توسط دستگاه خودکار A.B.G[1] به مرکز آزمایشگاه بیوشیمی بیمارستان انتقال داده شد.

۲. برای برآورد توان هوازی آزمودنی ها، از روش غیرمستقیم (میدانی) استرند[2] بر پایه پیش فرض ارتباط مستقیم تغییرات ضربان قلب و حجم اکسیژن مصرفی تحت فشار کار زیر بیشینه یا PWc_{170} استفاده شد (۱۷).

ب) برنامه تمرین و اعمال متغیرهای مستقل:

گروه تجربی به مدت ۸ هفته، هر هفته سه نوبت و در هر جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه مفید تحت تمرینات تناوبی زیر بیشینه شنای کرال سینه قرار گرفت. شدت تمرین حدود ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره ای افراد در نظر گرفته شد (۵). آزمودنی ها برای بکارگیری روش هایپوکسی، بتدریج در هر ۲ تا ۶ استروک کامل دست، یک بار نفس می گرفتند. این تمرینات با توجه به دستورالعمل کانسلمن[3] اجرا گردید(۷). گروه کنترل همان تمرینات را به روش طبیعی (یک بار نفس گیری پس از هر دو استروک) انجام داد.

ج) اندازه گیری متغیرها پس از برنامه تمرین:

در پایان دوره تمرین هشت هفته ای، کلیه عملیات پیش آزمون (استراحت) جهت ارزیابی و اندازه گیری تغییرات احتمالی متغیرها انجام شد.

تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل آماری، از تست t استیودنت استفاده شد. پس از عملیات آماری،

1. arterio blood gas
2. Astrand
3. Consilman

شاخصها	(انحراف استاندارد) میانگین		مقدار اختلاف
	گروه کنترل	گروه تجربی	
$(mmHg)PO$	۲۷/۸۸ (± ۷/۱۳)	۲۷/۶۴ (± ۷/۶۶)	۰/۲۴
$(mmHg)co_2$	۴۸/۵۷ (± ۴/۶۸)	۴۸/۲۵ (± ۵/۵۸)	۰/۳۲
$(mmol/L)HCo_3$	۲۶/۱۷ (± ۲/۰۶)	۲۶/۵۲ (± ۲/۶۳)	۰/۳۵
PH	۷/۳۴۸ (± ۰/۰۳۱)	۷/۳۶۱ (± ۰/۰۲۴)	۰/۰۱۳
$\%So_2$	۴۷/۲۸ (± ۱۷/۳۳)	۴۷/۰۹ (± ۱۶/۴۸)	۰/۱۹
$(L/min)Vo_2Max$	۳/۴۳ (± ۰/۵۲)	۳/۳۶ (± ۰/۴۸)	۰/۰۷

جدول ۲: مقایسه میانگین شاخص های اندازه گیری شده از گروه کنترل و تجربی در مرحله پیش آزمون

جدول ۳ ـ مقایسه میانگین شاخص های اندازه گیری شده از گروه کنترل در مراحل پیش و پس آزمون

شاخصها	(انحراف استاندارد) میانگین		مقدار اختلاف
	گروه کنترل	گروه تجربی	
$(mmHg)\ PO$	۲۷/۸۸ (± ۷/۱۳)	۲۷/۳۴ (± ۵/۷۲)	-۰/۵۴
$(mmHg)\ Pco_2$	۴۸/۵۷ (± ۴/۶۸)	۴۹/۲۲ (± ۳/۴)	+۰/۴۷
$(m.mol/L)\ HCo_3$	۲۶/۱۷ (± ۲/۰۶)	۲۶/۷۴ (± ۱/۴۴)	+۰/۵۴
PH	۷/۳۴۸ (± ۰/۰۳۱)	۷/۳۴۶ (± ۰/۰۱۶)	-۰/۰۰۲
$\%So_2$	۴۷/۲۸ (± ۱۷/۳۳)	۴۶/۶۴ (± ۱۴/۲۸)	-۰/۶۴
$L/min\ Vo_2Max$	۳/۴۳ (± ۰/۵۲)	۳/۶۷ (± ۰/۵۴)	*+۰/۲۴

*(P <۰/۰۵)

شاخصها	(انحراف استاندارد) میانگین		مقدار اختلاف
	گروه کنترل	گروه تجربی	
$(m.mHg)\ PO_2$	۲۷/۶۴ (± ۷/۶۶)	۲۵/۵۱ (± ۵/۳۶)	-۲/۱۳
$(m.mHg)\ Pco_2$	۴۸/۲۵ (± ۵/۵۸)	۵۱/۹۳ (± ۴/۴۴)	* +۳/۶۸
$(m.mol/L)\ HCo_3$	۲۶/۵۲ (± ۲/۶۳)	۲۷/۳۳ (± ۱/۶۲)	+۰/۸۱
PH	۷/۳۶۱ (± ۰/۰۲۴)	۷/۳۴۸ (± ۰/۰۲۴)	-۰/۰۱۳
$\%So_2$	۴۷/۰۹ (± ۱۶/۴۶)	۴۲/۱ (± ۱۳/۴۵)	* -۴/۹۹
$L/n\ in\ Vo_2Max$	۳/۳۶ (± ۰/۴۸)	۴/۱۵ (± ۰/۴۹)	* +۰/۷۹

جدول ۴ ـ مقایسه میانگین شاخص های اندازه گیری شده از گروه تجربی در مراحل پیش و پس آزمون (P <۰/۰۵) *

میانگین ها در گروه های پیوسته و ناپیوسته در مراحل پیش آزمون و پس آزمون با استفاده از روش پارامتریک t استیودنت با خطای $\alpha = ۰/۰۵$ با هم مقایسه شدند. به علاوه از برنامه رایانه ای Ms=Exel برای نمایش تغییر درصد متغیرهای وابسته به صورت نمودار ستونی استفاده شد.

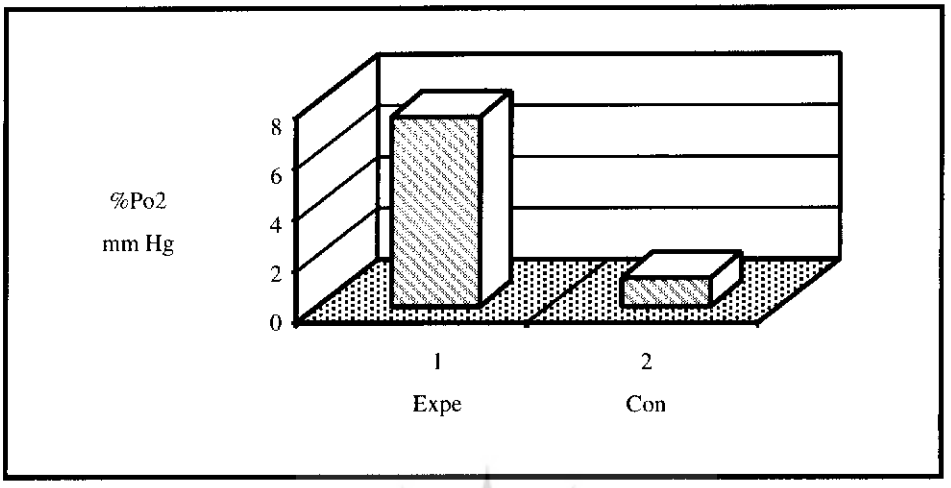
نتایج

اطلاعات حاصل از اندازه گیری های شاخص ها در مراحل پیش و پس آزمون، مقایسه شده و نتایج ذیل به دست آمد:

۱ـ مقایسه میانگین شاخص های اندازه گیری شده از دو گروه کنترل و تجربی در مرحله پیش آزمون، اختلاف معنی داری در هیچ یک از متغیرهای مورد نظر را نشان نداد (جدول ۲). این نتیجه احتمالاً بیانگر آن است که هر دو گروه قبل از تمرین در متغیرهای مورد نظر از تجانس خوبی برخوردار بودند.

۲ـ مقایسه میانگین شاخص های اندازه گیری شده از گروه کنترل در مراحل پیش آزمون و پس آزمون نشان می دهد که هشت هفته تمرینات تناوبی زیر بیشینه شنای کرال سینه در شرایط طبیعی (یک بار نفس گیری پس از هر دو استروک در هر تناوب) به استثنای افزایش معنی داری (P <۰/۰۵) در توان هوازی آزمودنی ها به مقدار ۰/۲۴ لیتر در دقیقه (۶/۹۹٪)، تغییر قابل توجهی در بر نداشت (جدول ۳). این نکته شاید به عواملی مثل شدت کار زیر بیشینه، طول مدت و تواتر هفته تمرین یا ترکیب آن دو یا نبود الگوهای هایپوکسی وابسته باشد.

۳ـ مقایسه میانگین شاخص های اندازه گیری

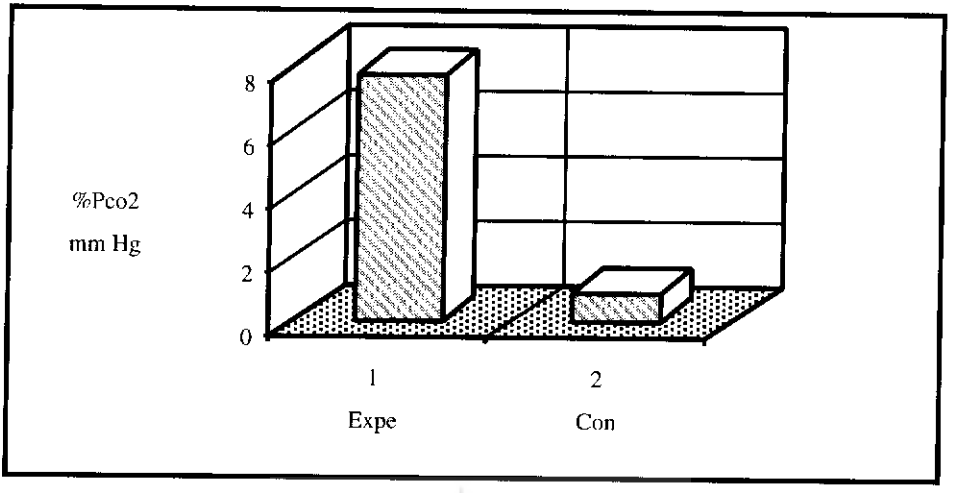


شکل ۱ـ مقایسه تغییرات درصد کاهش فشار سهمی اکسیژن خون آزمودنیهای گروه کنترل و گروه تجربی در مرحله پس آزمون

جدول ۵ : مقایسه میانگین شاخص های اندازه گیری شده از گروه کنترل و تجربی در مرحله پس آزمون

شاخصها	(انحراف استاندارد) میانگین		مقدار اختلاف	درصد
	گروه کنترل	گروه تجربی		
$(mmHg)PO_2$	۲۷/۴۳ (± ۵/۷۲)	۲۵/۵۱ (± ۵/۳۴)	-۱/۸۳	۶/۶۹
$(mmHg)Pco_2$	۴۹/۲۲ (± ۳/۵۴)	۵۱/۹۳ (± ۴/۴۴)	*+۲/۷۱	۵
$(mmol/L)HCo_3$	۲۶/۷۴ (± ۱/۴۴)	۲۷/۳۳ (± ۱/۶۲)	+۰/۵۹	۲/۲
PH	۷/۳۶۴ (± ۰/۰۲۴)	۷/۳۴۴ (± ۰/۰۱۶)	-۰/۰۰۲	۰/۰۲
$\%So_2$	۴۶/۶۴ (± ۱۴/۲۸)	۴۲/۰۱ (± ۱۳/۴۵)	*-۴/۶۳	۹/۹۲
$(L/min)Vo_2Max$	۳/۶۷ (± ۰/۵۴)	۴/۱۵ (± ۰/۴۹)	*+۰/۴۸	۱۳/۰۷

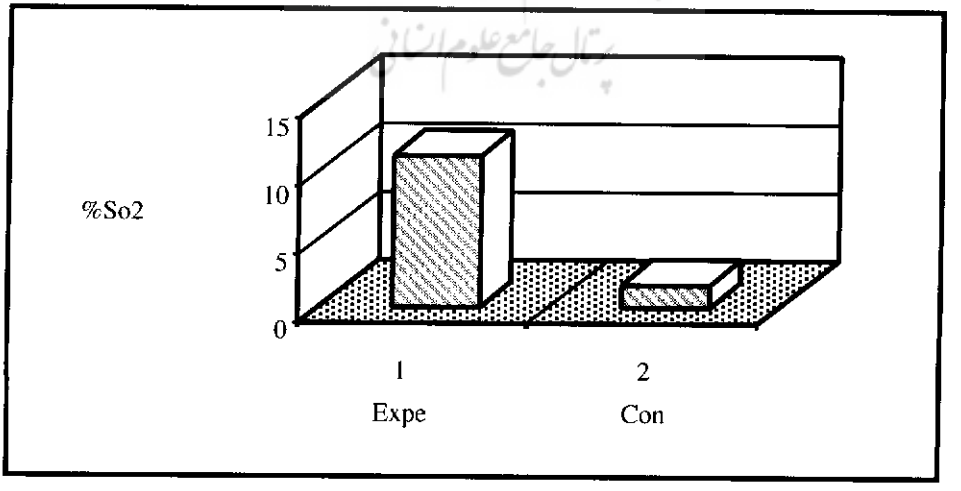
* (P <۰/۰۵)

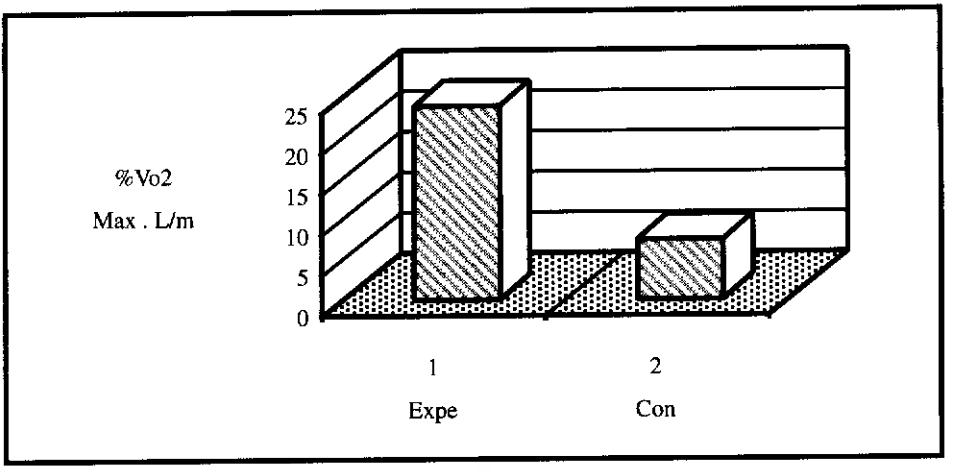


شکل ۲ـ مقایسه درصد تغییرات فشار سهمی دی اکسید کربن خون آزمودنیهای گروه کنترل و تجربی در مرحله پس آزمون

شده از گروه تجربی در مراحل پیش آزمون و پس آزمون، نشان می دهد که اجرای تمرینات تناوبی زیر بیشینه شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی (یک بار نفس گیری پس از هر ۲ تا ۶ استروک در هر تناوب)، تغییرات معنی داری ($P < ۰/۰۵$) در فشار سهمی دی اکسید کربن خون وریدی، درصد اشباع خون وریدی و حداکثر ظرفیت هوازی آزمودنی ها به ترتیب به میزان ۳/۶۸ میلی متر جیوه

شکل ۳ـ مقایسه درصد تغییرات اشباع اکسیژن خون آزمودنی های گروه کنترل و تجربی در مرحله پس آزمون





شکل ۴ـ مقایسه درصد تغییرات حداکثر توان هوازی آزمودنی های گروه تجربی و کنترل در مرحله پس آزمون

(۷٪)، ۴/۹۹ درصد (۱۰/۵۹٪) و ۰/۷۹ لیتر در دقیقه (۲۳/۵۱٪) به وجود آورده است (جدول ۴)؛ اما این تغییرات در سایر متغیرها معنی دار نبود.

۴ـ مقایسه میانگین شاخص های اندازه گیری شده از گروه کنترل و تجربی در مرحله پس آزمون (مقایسه اثر تمرین در شرایط طبیعی و هایپوکسی) نشان می دهد که در فشار سهمی اکسیژن خون، کاهشی به مقدار ۱/۸۳ میلی متر جیوه (۶/۶۹٪) (شکل ۱) و همچنین تغییراتی در افزایش HCO_3 خون برابر ۰/۵۹ میلی مول در لیتر و کاهش PH خون (۰/۰۰۲) گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به وجود آمد که این مقادیر از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۵).

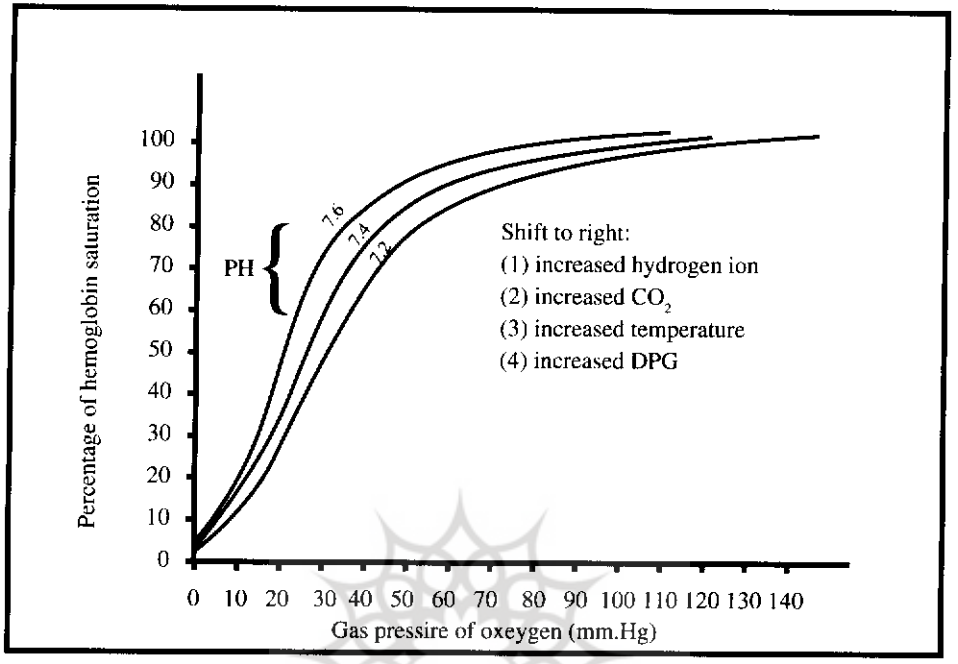
اما مقایسه میانگین فشار سهمی دی اکسید کربن خون در گروه کنترل و گروه تجربی نشان داد، میزان این فشار در گروه تجربی افزایش قابل توجهی ($P < 0/05$) (۵٫۵٪) را نسبت به گروه کنترل در بر داشت (شکل ۲، جدول ۵).

علاوه بر این، مقایسه درصد اشباع اکسیژن خون آزمودنی ها (So_2) کاهش قابل توجهی (۹/۹۲٪) در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل نشان داد. (شکل ۳ و جدول ۵).

در مقایسه بین حداکثر توان هوازی دو گروه، افزایش قابل توجهی (۱۳/۰۷٪) در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل دیده شد ($P < 0/05$) (شکل ۴ و جدول ۵).

بحث و نتیجه گیری

مقایسه میانگین متغیرهای اندازه گیری شده از دو گروه کنترل و تجربی در مرحله پس از تمرین، کاهشی در فشار سهمی اکسیژن خون (PO_2) به مقدار ۱/۸۳ میلی متر جیوه (۶/۶۹٪)، افزایشی برابر ۰/۵۹ میلی مول در لیتر در HCO_3 خون (۲/۲٪) و افزایشی معادل ۰/۰۰۲ در PH خون (۰/۰۲٪) آزمودنی ها را نشان داد. این مقادیر از نظر



شکل ۵ ـ تغییر محل منحنی تجزیه اکسی هموگلوبین به طرف راست به وسیله (۱) افزایش یون هیدروژن؛ (۲) افزایش دی اکسید کربن؛ (۳) افزایش دما و (۴) افزایش ۲ـ۳ دی فسفو گلیسرات.

آماری معنی دار نبودند. امّا افزایش معنی داری (P <۰/۰۵) در فشار سهمی دی اکسید کربن خون (۵٪) و کاهش قابل توجهی (P <۰/۰۵) در درصد اشباع خون (۹/۹۲٪) مشاهده شد (شکل های ۲ و ۳).

این تحقیق با نتایج مطالعات **گیبسون**[1] و همکارانش (۱۹۷۷)، **هرمیستون**[2] (۱۹۸۳) مبنی بر اثر تمرین هایپوکسی در شنا بر روی گلوکز، لاکتات و PH خون، تحقیق **گیبر**[3] (۱۹۸۸) پیرامون تأثیر فعالیت های بدن بر روی PH، PO_2، PCO_2 خون سیاهرگی ورزشکاران ورزیده و تمرین نکرده و پژوهش، **یاشیدا**[4] و همکارانش (۱۹۹۳) در بررسی گازهای خونی و زمان شناگران در ارتفاع مطابقت دارد. اما **لاتولاوز**[5] و همکارانش (۱۹۹۰) که تغییرات گازهای خونی و تعادل اسید ـ بازی را بر روی ۶ ورزشکار ششگانه طی رکاب زدن روی دوچرخه ثابت در شرایط هایپوکسی مورد اندازه گیری قرار دادند، تغییرات معنی داری در PO_2، PCO_2، PH و HCO_2 آزمودنی ها مشاهده نکردند.

در این تحقیق گرچه کاهش فشار سهمی اکسیژن و افزایش بی کربنات خون آزمودنی ها قابل

1. Gibson
2. Hermiston
3. Giber
4. Yashida
5. Latozalvz

توجه نبود، اما به افزایشی قابل قبول در فشار سهمی دی اکسید کربن و کاهشی در درصد اشباع خون آزمودنی ها انجامید. این موضوع یک عامل مهم در بهبود فرآیند تبادل گازها در بافت های فعال به شمار می رود (اثر هالدان) (۸). در واقع عواملی مانند کاهش فشار سهمی اکسیژن منجر به افزایش ۲ـ۳ دی فسفو گلیسرات (2-3DPG) می شود (۱). کاهش PO_2 خون در بافت ها و افزایش PCO_2، HCO_3 و (2-3DPG) میل ترکیب اکسیژن را با هموگلوبین کم می کند و در نتیجه منحنی اکسی هموگلوبین به سمت راست هدایت می شود (شکل ۵). این امر باعث می شود تا اکسیژن بیشتری از خون سرخرگی آزاد و جذب بافتهای فعال (عضله اسکلتی) شود. در این فرآیند درصد اشباع خون وریدی نیز کاهش پیدا می کند(۸). از طرفی، کاهش PH و افزایش PCO_2، عامل مؤثری در تحریک مرکز عصبی سیستم تنفسی است که این روند نیز به نوبهٔ خود باعث افزایش تهویه ریوی خواهد شد و در نتیجه به دفع بیشتر دی اکسید کربن از ریه ها و جذب اکسیژن بیشتر ریه ها از هوای تنفسی (دم) منجر خواهد شد(۴). بنابراین احتمالاً این مجموعه تغییرات، تا اندازه ای تأثیر مثبت تمرین زیر بیشینهٔ کرال سینه را نشان می دهد. با توجه به نتایج این تحقیق تغییر مثبت اخیر بیشتر به گروهی مربوط می شود که از شیوهٔ تمرین در شرایط هایپوکسی استفاده کرده اند.

نتایج حاصله از مقایسه میانگین توان هوازی بین مراحل پیش آزمون، پس آزمون افزایش معنی داری ($P < ۰/۰۵$) را در هر دو گروه (گروه کنترل ۰/۲۴ لیتر در دقیقه و گروه تجربی ۰/۷۹ لیتر در دقیقه) نشان داد. به عبارتی، هر دو شیوهٔ تمرینی (تمرین در شرایط طبیعی و هایپوکسی) تأثیر مثبتی بر توان هوازی (VO_2max) داشته است؛ اما همان طور که اشاره شد، در مقایسه میانگین توان هوازی بین گروه کنترل و تجربی در مرحله پس آزمون، افزایش قابل توجهی ($P < ۰/۰۵$) به مقدار ۰/۴۸ لیتر در دقیقه (۱۳/۰۷٪) در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد (شکل ۴). بنابراین می توان نتیجه گرفت که تمرین در شرایط هایپوکسی می تواند اثر بیشتری در بهبود ظرفیت اکسایشی شناگران داشته باشد. **هالمن ولایسن**[1] (۱۹۷۳) نیز اثر تمرینات هایپوکسی را بر روی ۳۶ شناگر آزمایش کردند. نتایج مطالعات آنان افزایش قابل توجهی (۱۶/۶٪) در توان هوازی شناگرانی که تحت شرایط هایپوکسی تمرین می کردند را نشان داده؛ در حالیکه توان هوازی گروه کنترل ۵/۵ درصد افزایش داشت (۷). همچنین نتایج **یاشیدا**[2] (۱۹۸۹) و **گونزالس**[3] (۱۹۹۱) نیز با یافته های این تحقیق مطابقت دارد. با توجه به یافته های حاصل، تمرینات فوق باعث کاهش PO_2، افزایش PCO_2، افزایش HCO_2، کاهش PH و کاهش SO_2% شده و پاسخ آزمودنی ها به این شیوه تمرین نیز توان هوازی هر دو گروه را افزایش داد؛ اما این افزایش بیشتر به گروهی مربوط بود که از روش تمرین هایپوکسی استفاده کردند. بنابراین به نظر می رسد ادامهٔ تمرینات تناوبی زیر بیشینه شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی می تواند اثر فیزیولوژیک مناسبی بر روی توان هوازی و بهبود نسبی رکورد شناگران داشته باشد.

1. Hollman & Licsen
2. Yachida
3. Gonzale

منابع و مآخذ

۱ . ادنگتون، وارگرتون . (۱۳۷۲) **بیولوژی فعالیتهای بدنی**، (حجت‌ا ... نیکبخت، مترجم) . تهران : سمت .

۲ . خداداد، حمید . (۱۳۶۷) **تمرینات هایپوکسی . فصل نامه ورزشی**، ۴ و ۵، انتشارات دفتر تحقیقات و آموزش سازمان تربیت بدنی ۱۳۶۷ .

۳ . دیویدسون، بن . (۱۳۷۲) **بیوشیمی بالینی** . ترجمه (سید رضا پاکزاد . مترجم) . تهران : دانش پژوه ۱۳۷۳ . (تاریخ انتشار اثر به زبان اصلی ۱۹۹۱) .

۴ . سندگل، حسین . (۱۳۷۱) **فیزیولوژی انسان**، یزد .

۵ . فاکس، و ماتیوس، (۱۳۶۹) **فیزیولوژی ورزش** . (اصغر خالدان، مترجم) تهران : انتشارات دانشگاه تهران (تاریخ انتشار اثر به زبان اصلی ۱۹۸۱) .

۶ . فتحی، هوشنگ . (۱۳۷۱) **تاریخچه و مقررات و ورزشها**، تهران : مدرسه .

۷ . کانسلمن، جیمز . (۱۳۶۹) . **راهنمای شنا برای مربیان و شناگران** . (فاطمه سلامی، مترجم) . تهران : انتشارات مرکز دانشگاهی . (تاریخ انتشار اثر به زبان اصلی ۱۹۷۷) .

۸ . گایتون، آرتور . (۱۳۷۶) فیزیولوژی پزشکی، (فرخ شادان، مترجم) . تهران : (تاریخ انتشار به زبان اصلی ۱۹۹۶) چهر .

9. Astrand, P., and Kaare, R. (1970). Texbook of work physiologty NewYork: Mc Graw. Hill.

10. Ernest, W; and Maglischo, R. (1982). swimming faster. NewYork:

11. Gamperl, A.; Axelsson, M., and Farrell, A.P. (1995) Effects of swimming and enviromental hypoxia on coronary blood flow in rainbow trout. Am. J. Physiol. 269.

12. Gibson, K., Retting, E., and Horris, P (1977). Effects of propanolol on rat myocardial ornittin decarboxlas activity during exercise hypoxia. Res. *Commun. Chem. Pathol- Pharmaeol.*, 1, 62-74.

13. Gonzalez. WM., and Zamugni, R.L. (1991); Effect of alkalosis on minimum oxygen up take in rats acelimated to simulated altilude. J-Appl. *Physiol.* 71(3) 1050-6.

14. Hermistion. RT., and Hsieh, SS.O (1983).: The acute effects of controlled breathing swimming on glycoytic parameters. J. Appl. Sport. Med., 8(3); 149-54.

15. Ogita, F., and Tabata, I. (1992) Oxygan uptake during Swimming in a hypobaric hpoxic environment. European-journal-Applied physiology and occupational physiology (Berlin-FR6); 65(2): Aug, 1992; 192-196.

16. Sparks, k. (1930) *Physiological respons with two types of interval, training programs.* Unpublished study, Indiana university school of health, physical Education, and recreution.

17. Watson, A. W.S. (1990) *Physical fitness and athletic performance a guide for students, athletes and coaches*: london and New York longman.

18. Yashida, To., Mado, K., Mehide, M; I., and Maraka, I; (1989) Arterial blood gass acid-base balance and lactate and gas exchange variables during hypoxic exercise. Int. J. Sports. Med., 10, 229-285.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی