Archive of SID

حرکت
شمارهٔ ۱۵ ــ ص ص : ۷۰ ــ ۵۵
تاریخ دریافت : ۸۱/۰۵/۰۹
تاریخ تصویب: ۸۱/۱۲/۱۳

تأثیر تمرین تناوبی زیربیشینهٔ شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی روی آنزیم‌های CPK و LDH خون، ظرفیت هوازی و رکورد مردان جوان

محمدعلی سمواتی شریف [1] - *دکتر حجت‌ا... نیکبخت* - *دکتر فرزاد ناظم* - *دکتر نادر فرهپور*
عضو هیأت علمی دانشگاه بوعلی سینا ــ دانشیار دانشگاه تربیت‌معلم ــ استادیار دانشگاه بوعلی سینا ــ استادیار دانشگاه بوعلی سینا

چکیده

تحقیق حاضر، به بررسی تأثیر تمرینات زیربیشینهٔ شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی روی آنزیم‌های *CPK* و *LDH* خون، ظرفیت هوازی و رکورد مردان جوان شناگر با دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۲۵ سال می‌پردازد. ۳۸ نفر از دانشجویان رشتهٔ تربیت‌بدنی که با فن شنا آشنایی داشتند، به‌طور تصادفی انتخاب و به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۲ ماه، سه جلسه در هفته و ۴۵ تا ۶۰ دقیقه در هر جلسه به تمرینات تناوبی زیربیشینه با شدت ۶۰ تا ۶۵٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره در شرایط هایپوکسی (هر ۶ تناوب دست یک نفس‌گیری) پرداختند. گروه کنترل همان تمرینات را با الگوی تنفس طبیعی (هر ۲ تناوب دست یک نفس‌گیری) انجام دادند. در ابتدا و پس از اتمام دورهٔ تمرین، آنزیم‌های *CPK* و *LDH* توسط دستگاه اتوآنالایزر، توان هوازی به‌طور غیرمستقیم (آزمون استراند) و رکورد شنای ۳۰ متر اندازه‌گیری شد. به‌منظور مقایسهٔ داده‌ها در هر گروه، از آزمون *t* وابسته و مستقل استفاده شد. نتایج نشان داد تمرین در شرایط هایپوکسی، افزایش معنی‌داری ($P< ۰/۰۵$) در آنزیم‌های *CPK* و *LDH* به ترتیب ۱۶/۴۵٪ و ۱۶/۱۲٪ توان هوازی به مقدار ۱۳/۰۷٪ و بهبود رکورد ۳۰ متر شناگران به میزان ۱۴/۹۵٪ نسبت به تمرین در شرایط طبیعی در بردارد. یافته‌های این تحقیق نشان داد، این شیوهٔ تمرین تغییرات مثبتی در قابلیت‌های بی‌هوازی، ظرفیت هوازی و بهبود عملکرد شناگران ایجاد می‌کند.

1- Email : m_samavati@basu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

واژه‌های کلیدی

تمرین زیربیشینه، شنای کرال سینه، هایپوکسی، فسفوکراتین کینار، لاکتات دهیدروژناز و حداکثر اکسیژن مصرفی.

مقدمه

پیشرفت دانش فیزیولوژی ورزشی، توجه ویژه در امر توسعه و گسترش نیمرخ‌های فیزیولوژیک بدن پدید آورده‌است. چنین نیمرخ‌های فیزیولوژیک، درک بهتر و کاربرد واقع‌بینانهٔ ورزش قهرمانی را فراهم ساخته است (۱). بدین منظور پژوهشگران و مربیان مجرب، با تکیه بر آگاهی‌های به‌دست آمده از متغیرهای فیزیولوژیکی، ورزشکاران را در صحنه‌های تمرین یا رقابت‌های ورزشی به روشنی هدایت می‌کنند.

امروزه بررسی سطح آمادگی و قابلیت‌های فیزیولوژیکی ورزشکاران برای برنامه‌ریزی و ارتقاء کمّی و کیفی عملکرد ورزشی ضروری است. مربیان و ورزشکاران همواره به‌دنبال به‌کارگیری بهترین شیوهٔ تمرینی‌اند که از پشتوانهٔ علمی برخوردار باشد تا بتوانند به نتایج و پیروزی‌های ارزنده‌ای دست یابند.

شناگران ممتاز جهان، از ترکیب چندین روش مختلف تمرینی (سرعتی، تکراری، تناوبی و ...) استفاده می‌کنند (۱۷). برخی مطالعات نشان می‌دهد محرومیت از اکسیژن در حین فعالیت برای یک دورهٔ تمرینی، روش مناسبی برای بهبود عملکرد شناگران نخبهٔ جهان است (۱۷). این نکته بر پایهٔ این پیش‌فرض طرح شده‌است که کاهش تنفس سبب کاهش اکسیژن در بافت‌ها می‌شود. براساس این فرضیه، آثار این الگوی تمرینی، مشابه شرایط جغرافیایی هیپوبارومتریک[1] در ارتفاع، می‌تواند روی میزان سرعت شناگران اثر مثبت بگذارد (۲). بنابراین وقتی شناگران به جای یک بار نفس‌گیری در هر دو تواتر دست، در هر ۴ یا ۶ تواتر دست یک بار نفس‌گیری کنند، بدین ترتیب حتی با شدت کار کم مقدار اکسیژن کمتری در اختیار بافت‌ها قرار می‌گیرد و در نتیجه امکان دارد قابلیت‌های هوازی و بی‌هوازی شناگران افزایش یابد (۱۰). این

1- *Hypobarometric*

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات فیزیولوژیکی با سازگاری‌های بیوشیمیایی گلیکولیز بی‌هوازی (ظرفیت تحمل اسید لاکتیک) و بهبود عملکرد دستگاه قلبی تنفسی ارتباط دارد (۷).

یاشیدا (۱۹۸۹) اظهار می‌دارد پیاده‌روی طولانی شناگران برای مدت ۴ هفته در ارتفاع، بهترین شیوهٔ آمادگی برای سازگاری با شرایط هایپوکسی است (۲۹).

اوجیتا و تاباتا[1] (۱۹۹۲) در مطالعات خود روی هفت شناگر قهرمان که در دو محیط مختلف (الف - محیط طبیعی[2] (۷۵.mmHg) و ب - محیطی با شرایط کاهش فشار اکسیژن[3] (mmHg ۶۰۱) در آبی که با سرعت m/s ۱ جریان داشت، تا حد خستگی شنا می‌کردند) نشان دادند:

۱ـ حجم دی‌اکسید کربن (Vco_2)[4]، تهویهٔ ریوی (VE)[5] و حجم جاری (VT)[6] به‌طور قابل توجهی در محیط کم فشار، بیشتر از محیط طبیعی بود، ۲ـ حجم اکسیژن زیربیشینهٔ (VO_2)[7] ضربان قلب (HR)[8] و تعداد تنفس (FR)[9] نسبت به محیط طبیعی تغییری نیافت.۳ـ حجم حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2Max}) در محیط کم فشار به‌طور عمده ۱۱/۲٪ کمتر از گروه در محیط طبیعی بود (۲۵). در تحقیقات دیگری که روی دوندگان، تحت شرایط کمبود اکسیژن انجام شده، این کاهش تأیید شده‌است (۲۰). اسپارکز و همکارانش[10] (۱۹۸۹) در طول تمرینات با روش کنترل تنفس، برای برآورد اشباع اکسیژن شریانی (SaO_2)[11] روی ۶ شناگر قهرمان، روش فوق‌العاده مجهزی را اجرا کردند. شناگران با هر ۲،۴،۶،۸ تواتر دست یک‌بار نفس می‌کشیدند. شدت تمرین ۶۰ تواتر دست در دقیقه بود. در این مطالعه، (SaO_2) به‌طور معنی‌داری از سطح استراحت تا پایان تمرین در افرادی که با هر ۶ و ۸ حرکت دست یک بار نفس می‌کشیدند، کاهش داشت. این کاهش در اشباع اکسیژن، در اولین دقیقهٔ استراحت بعد از

1- *Ojita and Tabata*
2- *Normal*
3- *Hypoxia*
4- *Deoxidecarbon Volume*
5- *Pulmonaryventilation*
6- *Tidal Volume*
7- *Oxigen Volume*
8- *Heart Rete*
9- *Ferguency Respiratory*
10- *Sparkes. et. al*
11- *Percentage of Satutation Arterid*

www.SID.ir

Archive of SID

تمرین جبران شد. اما این تغییر در شناگرانی که با هر ۲ و ۴ حرکت دست یک بار نفس می‌کشیدند، دیده نشد. آنها نتیجه گرفتند که بخش عمدهٔ کاهش اشباع اکسیژن خون شریانی به دلیل کمبود فشار اکسیژن (PO_2)[1] در محیط تمرین بوده‌است (۲۶). مطالعات متعدد انجام شده روی شناگران، نشان داده‌است، افزایش ضربان قلب افرادی که در شرایط هایپوکسی قرار داشته‌اند، بیشتر از کسانی بوده است که در شرایط طبیعی شنا می‌کردند. در یک برنامهٔ تمرین با استفاده از الگوی کنترل تنفس شامل ۲۰۰ × ۵ یارد شنا با زمان متوسط ۲/۰۵ دقیقه و ۵۵ ثانیه استراحت متناوب در بین هر تکرار، ضربان نبض شناگران دانشگاه ایندیانا قبل از تمرین به صورت زیر بود :

۱ـ تنفس طبیعی : ضربان بعد از آخرین ۲۰۰ یارد ، ۱۵۰/۴ ضربه در دقیقه

۲ـ تمرین هایپوکسی (۴ تواتر دست، یک نفس‌گیری) : ضربان بعد از آخرین ۲۰۰ یارد، ۱۵۳/۴ ضربه در دقیقه

۳ـ تمرین هایپوکسی (۶ تواتر دست، یک نفس‌گیری) : ضربان بعد از آخرین ۲۰۰ یارد، ۱۶۷/۳ ضربه در دقیقه

پس از ۸ هفته تمرین، تغییرات بین سه نمونهٔ تمرین فوق به‌صورت زیر دیده شد:

۱ـ نفس‌گیری طبیعی : ضربان ۱۵۰/۸ ضربه در دقیقه

۲ـ تنفس پس از هر ۴ تواتر دست : ضربان ۱۵۲/۹ ضربه در دقیقه

۳ـ تنفس پس از هر ۶ تواتر دست : ضربان نبض ۱۶۱/۴ ضربه در دقیقه (۱۰)

کم شدن ضربان نبض بر اثر تمرینات هایپوکسی پس از ۸ هفته، ممکن است به‌دلیل بعضی از تغییرات فیزیولوژیکی باشد.

در مطالعاتی که روی شناگران نوجوان ۱۱ تا ۱۲ سال انجام گرفت، گروهی که تحت شرایط کنترل تنفس تمرین می‌کردند، افزایش معنی‌داری در PO_2 و HCO_3 خونشان مشاهده شد، اما در PCO_2، PH خون، هموگلوبین Hb، هماتوکریت HCT، آنزیم‌های CPK و LDH تأثیر

1- Oxygen pressure

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری نداشت (۵). در این زمینه، دیویز و همکارانش[1] (۱۹۹۵) یافته‌های مشابهی به‌دست آوردند، به‌طوری‌که شناگرانی که از الگوی مطلوب کنترل تنفس استفاده می‌کردند، توان بیشتری برای مسابقات شنا کسب کردند (۱۵).

این داده‌ها تأثیر تمرین هایپوکسی را روشن می‌کند، اما باید در نظر داشت که اجرای تمرین شامل کنترل تنفس در سطح دریا و تمرینی که در ارتفاع انجام می‌گیرد، پاسخ‌های فیزیولوژیکی یکسانی در بدن ندارد (۱۷). بنابراین مکانیزم سازگاری‌های فیزیولوژیکی تمریناتی که با روش کنترل تنفس انجام می‌شود، بخوبی روشن نیست.

هدف اصلی تحقیق حاضر، بررسی تغییرات فیزیولوژیکی و سازگاری‌های احتمالی در تمرینات هایپوکسی بود. به عبارت دیگر، اگر شناگران جوان در وضعیت تمرینات زیربیشینهٔ شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی به مدت ۸ هفته قرار گیرند، در آنزیم‌های (LDH) و (CPK) آنها تغییری رخ می‌دهد؟ همچنین آیا تمرینات شنای هایپوکسی در بهبود عملکرد دستگاه قلبی - تنفسی و نیز رکورد شناگران مؤثر است؟

روش تحقیق

نمونهٔ آماری : از بین دانشجویان مرد رشتهٔ تربیت‌بدنی دورهٔ کارشناسی که با شنای کرال سینه آشنایی داشتند، ۳۸ نفر داوطلب و بدون سابقهٔ قهرمانی انتخاب شدند. این افراد کاملاً سالم و بدون هر گونه ناراحتی قلبی - عروقی، تنفسی ، ناهنجاری اسکلتی و بیماری‌های متابولیسمی اثرگذار بر تحقیق بودند. سپس نمونه‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه (کنترل و تجربی) تقسیم شدند. مشخصات بدنی، قد، وزن و سن آزمودنی‌های هر دو گروه در جدول ۱ آمده است.

1- Davies et al

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ـ مشخصات بدنی گروه‌های کنترل و تجربی

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

شیوهٔ اجرا

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

الف ـ برنامهٔ تمرینی گروه‌ها

گروه تجربی به مدت ۸ هفته، هر هفته سه جلسه و در هر نوبت به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه تمرینات تناوبی زیربیشینهٔ شنای کرال سینه را انجام می‌دادند. شدت تمرین ۶۰ تا ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره بود (۸). برنامهٔ تمرینی شامل ۳ تا ۴ دوره و ۳ تا ۷ تکرار به مسافت ۳۰ تا ۱۰۰ متر و با استراحت ۳ تا ۵ دقیقه برای هر تکرار و ۷ تا ۱۰ دقیقه برای هر دور به‌طور فزاینده بود. آزمودنی‌ها برای به‌کارگیری روش هایپوکسی، بتدریج در هر ۲ تا ۶ تواتر کامل دست، یک بار نفس می‌گرفتند. این تمرینات با توجه به دستورالعمل کانسلمن[1] اجرا شد (۱۰) . گروه کنترل همان تمرینات را به روش طبیعی (یک بار نفس‌گیری پس از هر ۲ تواتر دست) انجام می‌دادند.

1- Consilman

www.SID.ir

Archive of SID

ب ـ اندازه‌گیری متغیرها

۱ـ برای تعیین آنزیم‌های خونی CPK و LDH قبل از به‌کار بستن تمرینات هایپوکسی، ۳ میلی‌لیتر خون از ورید جلو بازویی دست راست آزمودنی‌ها در حالت استراحت گرفته شد. نمونه‌های خونی برای اندازه‌گیری آنزیم‌ها توسط دستگاه اتوآنالایزر[1] به مرکز آزمایشگاه بیوشیمی انتقال داده شد.

۲ـ برای برآورد توان هوازی آزمودنی‌ها، از روش غیرمستقیم استراند و واتسن[2] بر پایهٔ پیش‌فرض ارتباط مستقیم تغییرات ضربان قلب و حجم اکسیژن مصرفی تحت فشار کار زیربیشینه pwc_{165} استفاد شد (۱۲ و ۲۸).

۳ـ اندازه‌گیری رکورد شنا در مسافت ۳۰ متر (شنای سرعت کرال سینه) انجام گرفت. زمان اجرای شنا برای تمامی شناگران در یک ساعت و در صبح انجام شد.

این اندازه‌گیری‌ها در پایان دورهٔ تمرین (پس از دو ماه تمرین) نیز تکرار گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای تحلیل آماری، از آزمون تی – استیودنت استفاده شد. میانگین‌های قبل و بعد از تمرین در هر گروه با استفاده از t وابسته و برای مقایسهٔ دو گروه از t مستقل استفاده شد. میزان خطای نوع اول، $\alpha = ۰/۰۵$ تعیین گردید. کلیهٔ عملیات آماری در محیط SPSS انجام شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

۱ـ مقایسهٔ میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شدهٔ دو گروه کنترل و تجربی در مرحلهٔ پیش‌آزمون، اختلاف معنی‌داری در هیچ یک از متغیرهای مورد مطالعه نشان نداد (جدول ۲). این نکته نشان می‌دهد که هر دو گروه قبل از اجرای تمرین همگن بوده‌اند.

1- Auto Analizer R.A.1000

2- Astrond & Watsoon

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ـ مقایسهٔ میانگین شاخص‌های آنزیمی و عملکردی گروه‌های کنترل و تجربی - پیش‌آزمون

شاخص‌ها	(انحراف استاندارد) میانگین		مقدار اختلاف
	گروه کنترل	گروه تجربی	
CPK (units)	۱۷۷/۸۹(±۷۰/۱۱)	۱۶۶/۴۷(±۵۰/۶۵)	۱۱/۴۲
LDH (units)	۱۷۵/۷۲(±۴۰/۳۲)	۱۸۹/۸۹(±۶۲/۸۷)	۱۴/۱۷
VO_2 max(L/min)	۳/۴۳(±۰/۵۲)	۳/۳۶(±۰/۴۸)	۰/۰۷
Record 30m(sec)	۲۳/۲۵(±۶/۱۵)	۲۲/۰۶(±۵/۳۳)	۱/۱۹

۲ـ مقایسهٔ میانگین شاخص‌های گروه کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، نشان می‌دهد که اجرای هشت هفته تمرینات تناوبی زیربیشینهٔ شنای کرال سینه در شرایط طبیعی (یک بار نفس‌گیری پس از هر دو تواتر دست) به تغییر قابل توجهی در آنزیم CPK نینجامید، اما افزایش معنی‌داری در آنزیم LDH (۴۵/۶٪)، توان هوازی به مقدار ۲۴٪ لیتر در دقیقه (۶/۹۹٪) و نیز بهبود معنی‌داری در رکورد شناگران، ۰/۵۱ ثانیه (۳/۶۵٪) در برداشت (جدول ۳).

جدول ۳ـ مقایسهٔ میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری‌شدهٔ گروه کنترل بین پیش و پس‌آزمون

شاخص‌ها	(انحراف استاندارد) میانگین		مقدار اختلاف
	پیش‌آزمون	پس آزمون	
CPK (units)	۱۷۷/۸۹(±۷۰/۱۱)	۱۹۸/۲۱(±۵۲/۳۲)	۲۰/۳۳
LDH (units)	۱۷۵/۷۲(±۴۰/۳۲)	۲۵۵/۸۹(±۲۸/۸۱)	*۸۰/۱۶
VO_2 max(L/min)	۳/۴۳(±۰/۵۲)	۳/۴۷(±۰/۵۴)	*۰/۲۴
Record 30m(sec)	۲۳/۲۵(±۶/۱۵)	۲۲/۷۴(±۶/۱۷)	*-۰/۵۱

* $P<۰/۰۵$

www.SID.ir

Archive of SID

۳ـ میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری‌شدهٔ گروه تجربی در مراحل پیش و پس‌آزمون، نشان می‌دهد اجرای تمرینات تناوبی زیربیشینهٔ شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی (یک بار نفس‌گیری پس از هر ۲ تا ۶ تواتر دست)، تغییرات معنی‌داری در افزایش آنزیم‌های CPK و LDH به ترتیب ۶۴/۳۷ (۳۸/۶۶٪) و ۱۰۷/۶۶ (۵۶/۴۸٪) واحد بین‌المللی، حداکثر ظرفیت هوازی ۷۹٪ لیتر در دقیقه (۲۳/۵۱٪) و کاهش قابل توجهی در رکورد شناگران به مقدار ۲/۶۸ ثانیه (۱۲/۴٪) به‌وجود آورده است (جدول ۴).

جدول ۴ـ مقایسهٔ شاخص‌های اندازه‌گیری‌شدهٔ گروه تجربی در مراحل پیش و پس‌آزمون

شاخص‌ها	میانگین (انحراف استاندارد)		مقدار اختلاف
	پیش‌آزمون	پس آزمون	
CPK (units)	۱۶۶/۴۷(±۵۰/۶۵)	۲۳۰/۸۴(±۳۷/۹۲)	*۶۴/۳۷
LDH (units)	۱۸۹/۸۹(±۶۲/۸۷)	۲۹۷/۸۵(±۳۹/۴۲)	*۱۰۷/۶۶
VO_2 max(L/min)	۳/۳۶(±۰/۴۸)	۴/۱۵(±۰/۴۹)	*۰/۷۹
Record 30m(sec)	۲۲/۰۶(±۵/۳۳)	۱۹/۳۸(±۳/۶)	*-۲/۶۸

* $P<۰/۰۵$

۴ـ میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری‌شدهٔ گروه‌های کنترل و تجربی در مرحلهٔ پس‌آزمون (مقایسهٔ اثر تمرین در شرایط طبیعی و هایپوکسی)، نشان می‌دهد که تغییر معنی‌داری ($P< ۰/۰۵$) در افزایش آنزیم‌های CPK و LDH به ترتیب ۱۶/۴۵ و ۱۶/۱۲٪، افزایش ظرفیت هوازی ۴۸٪ لیتر در دقیقه (۱۳/۰۷٪) و کاهش رکورد شنای (۱۴/۹۵٪) دارد (جدول ۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ـ مقایسهٔ میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شدهٔ گروه‌های کنترل و تجربی (پس آزمون)

شاخص‌ها	میانگین (انحراف استاندارد)		مقدار اختلاف
	گروه کنترل	گروه تجربی	
CPK (units)	۱۹۸/۲(±۵۲/۳۲)	۲۳۰/۸۴(±۳۷/۹۲)	*۳۲/۶۲
LDH (units)	۲۵۵/۸۹(±۲۸/۸۱)	۲۹۷/۱۵(±۳۹/۴۲)	*۴۱/۲۶
VO_2 max(L/min)	۳/۶۷(±۰/۵۴)	۴/۱۵(±۰/۴۹)	*۰/۴۸
Record 30m(sec)	۲۲/۷۴(±۶/۱۷)	۱۹/۳۴(±۳/۶)	*-۳/۴

* $P < ۰/۰۵$

بحث و نتیجه‌گیری

نقش برجستهٔ روند گلیکولیز در ورزشهای سنگین و شدید، سرعت تبدیل اسید پیرویک به اسید لاکتیک و فراهم کردن (NAD)، مقیاس سنجش این نمونه از فعالیت‌ها به‌شمار می‌رود (۷). در این فرایند آنزیم‌ها نقش کلیدی در تسریع واکنش‌های شیمیایی دارند (۴). شناخت ویژگی‌های عملکرد آنزیم هنگام ورزش برای درک بهتر تدوین شیوهٔ تمرین و برگشت به حالت اولیه، ضروری است (۱۳). برخی از آنزیم‌های کلیدی دستگاه گلیکولیز به مقدار قابل توجهی با تمرینات هوازی و بی‌هوازی دستخوش تغییر می‌گردد (۷). بر همین اساس، نیکلسون[1] (۱۹۸۵) در مطالعه‌ای پس از ۸ هفته تمرین سرعتی، افزایشی در آنزیم‌های (ATPase) به مقدار ۳۰٪، میوکنیاز (MK) ۲۰٪ و کراتین فسفوکینار (CPK) ۳۶٪ را گزارش داد (۲۳). اوکاچی و همکارانش[2] (۱۹۸۷)، دریافتند که پاسخ LDH و CPK در اسکی‌بازان طی یک مسابقهٔ استقامتی به مدت سه روز که هر روز ۳۰کیلومتر اسکی می‌کردند، بین اولین و سومین روز افزایش معنی‌داری داشت (۲۴). اباشی[3] (۱۹۸۹) (۱۶)، هالونین و کانتین[4] (۱۹۶۲) (۲۰)

1- Nichlson
2- Ocachi et al
3- Ebashi

www.SID.ir

Archive of SID

و فولر[5] (۱۹۸۲)(۱۸) نیز مشاهده کردند که فعالیت شدید بدنی موجب بالارفتن غلظت LDH و CPK سرم می‌شود. اما این افزایش آنزیمی در فعالیت‌های بدنی سبک کمتر است. از طرف دیگر، نیکلسون (۱۹۸۵) گزارش داد افراد تمرین کرده نسبت به گروه کنترل در برابر یک فعالیت بدنی مشابه، درجهٔ کمتری از فعالیت آنزیمی نشان می‌دهند (۲۳). در انواع فعالیت‌های ورزشی مثل بوکس، کشتی، فوتبال و بسکتبال، فعالیت آنزیمی افزایش می‌یابد (۲۲). با این حال، بیشترین افزایش در فعالیت‌هایی مانند دویدن است که ورزشکار وزن بدنش را تحمل می‌کند (۲۱). عواملی مانند ورزش، هایپوکسی، انفارکتوس میوکارد، عکس‌العمل‌های حاد روانی و آتروفی عضلانی، موجب افزایش CPK و LDH می‌شود (۴). هرچند مطالعات زیادی در زمینهٔ تغییرات بیوشیمیایی ناشی از فعالیت‌های بدنی انجام گرفته است، اما در این تحقیق نقش تمرین شنا در شرایط هایپوکسی روی تغییرات آنزیم‌های CPK و LDH بررسی شد و افزایش زیادی در CPK و LDH شناگرانی که از الگوی تمرینی شنا در شرایط هایپوکسی استفاده می‌کردند، دیده شد (جدول ۵).

نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین توان هوازی در مراحل پیش و پس‌آزمون در هر دو گروه نشان می‌دهد، که هر دو شیوهٔ تمرینی (شرایط طبیعی و هایپوکسی) تأثیر مثبتی بر توان هوازی (VO_{2max}) آزمودنی‌ها داشته‌است، اما همان‌طورکه اشاره شد، در مقایسهٔ میانگین توان هوازی بین گروه‌های کنترل و تجربی در مرحلهٔ پس‌آزمون، افزایش معنی‌داری به مقدار ۰/۴۸ لیتر در دقیقه در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در برداشت (جدول ۵).

نتایج نشان می‌دهد تمرین در شرایط هایپوکسی، می‌تواند تأثیر بیشتری در بهبود ظرفیت اکسایشی شناگران داشته باشد. در این زمینه، تاناکا و همکاران[6] (۱۹۹۷) در مطالعاتی که در روی موش‌ها انجام دادند، دریافتند شمارش گلبول‌های قرمز خون، غلظت هموگلوبین، مقدار هماتوکریت موش‌هایی که در وضعیت هایپوکسی قرار داشتند نسبت به موش‌های گروه کنترل

4- *Halonen & Kontin*

5- *Fowler*

6- *Tanaka et al*

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش بیشتری یافته است (۲۷). هالمن و لایسن[1] (۱۹۷۳) نیز اثر تمرینات هایپوکسی را روی ۳۶ شناگر آزمایش کردند. نتایج مطالعات آنان افزایش ۱۶/۶ درصدی توان هوازی شناگرانی را که تحت شرایط هایپوکسی تمرین می‌کردند نشان داد، درحالیکه توان هوازی گروه کنترل ۵/۵ درصد افزایش داشت (۱۰). نتایج یاشیدا[2] (۱۹۸۹)(۲۹) و گونزالز[3] (۱۹۹۱)(۱۹) نیز با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد، یعنی پاسخ آزمودنی‌ها به این شیوهٔ تمرین، توان هوازی هر دو گروه را افزایش می‌دهد، اما این افزایش بیشتر به گروهی که از روش تمرین هایپوکسی استفاده کرده‌اند، اختصاص دارد (جدول ۵).

نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین رکورد شناگران بین مراحل پیش و پس آزمون، کاهش معنی‌داری را در هر دو گروه کنترل (۵۱٪ ثانیه) و تجربی (۲/۶۸ ثانیه) نشان داد؛ یعنی هر دو الگوی تمرینی، تأثیر مثبتی روی عملکرد شناگران داشته‌است . مقایسهٔ میانگین رکورد شنای سرعت (۳۰ متر) در دو گروه کنترل و تجربی در مرحلهٔ پس‌آزمون، اختلاف چشمگیری به مقدار ۳/۴ ثانیه به نفع گروه تجربی (الگوی هایپوکسی) نشان داد (جدول ۵).

کالوین[4] (۱۹۹۶) اظهار می‌دارد افرادی که در مناطق مرتفع (هایپوبارومتریک) شنا می‌کنند، در سطح دریا به راحتی می‌توانند بهتر از رکورد خود شنا کنند (۱۴). در یک تحقیق کاملاً کنترل‌شده در ارتفاع (۷۴۰۰ - ۱۳۰۰ پایی) که در آن افراد غیرورزشکار شرکت داشتند، توان هوازی بیشینه و همچنین عملکرد ورزش آنان در سطح دریا افزایش زیادی پیدا کرد (۱۰). نوهام[5] و همکاران (۱۹۸۵) اظهار داشتند انتظار می‌رود افزایش CPK در سلول‌های عضلانی بر اثر تمرین شدید ورزشکاران، موجب بهبود اجرا و رکورد آنان شود (۲۲).

ازاین‌رو با توجه به یافته‌های این تحقیق از تغییرات آنزیم‌های CPK و LDH و بهبود رکورد شنای آزمودنی‌های هر گروه، احتمالاً تمرینات تناوبی شنا روی عملکرد آزمودنی‌ها اثر زیادی خواهد داشت. همان‌طورکه جدول ۵ نشان می‌دهد، این بهبود بیشتر در گروهی رخ می‌دهد که

1- *Holman & Licsn*
2- *Yachida*
3- *Gonzalez. et al.*
4- *Colwin*
5- *Newhum et al*

www.SID.ir

Archive of SID

از تمرینات هایپوکسی استفاده می‌کردند. بنابراین این روش تمرین (تمرین در شرایط هایپوکسی می‌تواند تغییراتی در جهت افزایش توان هوازی و ظرفیت بی‌هوازی و در نهایت بهبود عملکرد شناگران (مبتدی) به‌وجود آورد. در بررسی اثر تمرین تناوبی زیربیشینهٔ شنای کرال سینه در شرایط هایپوکسی روی برخی از آنزیم‌های کلیدی اثرگذار بر متابولیسم بی‌هوازی، توان هوازی و رکورد شناگران، زمینه‌ای فراهم می‌شود تا مسیر ارائهٔ روش تمرین شناگران به‌منظور دستیابی به آمادگی لازم در صحنهٔ رقابت‌ها روشن‌تر گردد. نتایج این تحقیق نشان داد افزایش قابل توجهی در آنزیم‌ها و بهبود معنی‌داری در رکورد شناگرانی که از الگوی هایپوکسی استفاده می‌کردند، رخ داده است. با توجه به یافته‌های این تحقیق، نتیجه می‌شود این‌گونه تمرین (کاهش تواتر تنفس در حین شنا) می‌تواند تغییراتی در جهت افزایش بهبود ظرفیت گلیکولتیک بی‌هوازی و نیز افزایش توان هوازی شناگران و در نهایت بهبود عملکرد آنان داشته‌باشد.

منابع و مآخذ

۱ـ ادینگتون و ادگرتون. "بیولوژی فعالیت‌های ورزشی". ترجمهٔ حجتا... نیکبخت، سمت، ۱۳۷۲.

۲ـ خداداد،حمید. "تمرینات هیپوکسی"، فصلنامه ورزشی شماره ۵ و ۴، انتشارات دفتر تحقیقات و آموزش سازمان تربیت‌بدنی، ۱۳۶۷، ص ۶۶.

۳ـ دوستی، محمود. "بیوشیمی با تفسیر در پزشکی"، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.

۴ـ دیوید،سون. "بیوشیمی بالینی"، ترجمهٔ سیدرضا پاکزاد، انتشارات دانش پژوه، ۱۳۷۲.

۵ـ رحیمی، علیرضا. "تأثیر تمرین هایپوکسی بر برخی از شاخص‌های زیست شیمیایی خون"، پایان‌نامهٔ دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۶.

۶ـ سندگل ، حسین. "فیزیولوژی انسان"، جلد دوم، مؤسسه انتشارات نیرو، ۱۳۷۱.

۷ـ سندگل، حسین. "فیزیولوژی ورزشی"، جلد اول، انتشارات کمیته ملی المپیک جمهوری اسلامی ایران، تابستان ۱۳۷۲.

۸ـ فاکس و ماتیوس. "فیزیولوژی ورزشی"، ترجمهٔ اصغر خالدان، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.

www.SID.ir

Archive of SID

۹ـ کاشف، مجید. "بررسی اثرات دو نوع بازیافت فعال و غیرفعال بر آنزیم‌ها و گازهای خونب در مردان جوان ورزشکار"، پایان‌نامهٔ دکتری، دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.

۱۰ـ کانسلمن، جیمز. "راهنمای شنا برای مربیان و شناگران"، ترجمهٔ فاطمه اسلامی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۹.

۱۱ـ مگ داگال، جی. دی. "تغییرات ساختاری حاصل از تمرینات قدرتی و بی‌تحرکی بر عضلات اسکلتی انسان"، ترجمهٔ حمید رجبی، نشریه المپیک ، سال چهارم، بهار و تابستان ۱۳۷۵، ص ۶۸.

12- Astrand.P.O & K.Rodaht, "Textbook of Work Physiology". New York : Mc Graw-Hill Book Company,1977, PP: 341-342.

13- Baldwin, KM," Effects of chronic exercise on biochemical and functional propertied of the heart". Med.Sci. Sports . Exercise, Oct ,1985, 17(5), PP: 522-8 .

14- Colwin.JM, Chatcau.P; Guezennec. CY; Effects of Physcial Training in Hypobarometric Chamber the Physical Performance of Competitive : Ers.J.Appl. Phy. 1996. 73(5), PP: 471-8.

15- Davies, B.N Donalson, G.C; Joels, N, "Do the competition rules of Synchronized swimming encourage undersirable Levels of hypoxia?" Br.J.SP.Med.Mar;1995, Vol. 29, No . 1, PP:16-9.

16- Ebashi, S; Toyokura, Y; Momei, H:Sugita, H, "High Creatinekinase activity of serom of progressire muscular dystrophy". Journal of Biochemistry. 1989, Vol. 46, PP : 103-107.

17- Ernest, W; & Maglischo , R, "Physiology applied to training swimmers". Publishing company New York, 1982, 274-7, 336 341.

18- Fowler, WM; Chowchary, SR, "Changing Enzyme Levels ofter exercise in trained and nontraiend subject". Journal of Applied Physiology ,1982, No

www.SID.ir

Archive of SID

12, PP:943- 946.

19- Gonzalz, WM; Zamagni, RL, "Effect of Alkalosis on minimum oxygen up take in rats acelimated to simulated altilude". J.Appl. Physiol.Sep 1991, 71(3), 1050-6.

20- Halonen. PL; Konttinen , A,"Effect of Physical Exercise on some enzymes in serom nature". Am.J.Ph 1962, No.193, PP:942-944.

21- James, A; Schwane, Scarlet , R; Johnson, Carol, B; Vandenakker, and Robert, B. Armastrong,"Delayed Onset muscular soreness and plasma CPK and LDH activities after down hill running". Medicine and Science in Sports and Exercise,1985, Vol. 15, No. 1, PP: 51-56.

22- Newham, DJ; et al. "Large delayed plasma creatinekinase changes after stepping exercises". Muscle and nerve.1983, Vol. 6, PP:380-385 .

23- Nicholson, GA and et al. "Distributions of serom creatinekinase reference relationship to exercise activity". Journal of Neurological Science, 1985, 71,PP: 225-231.

24- Occhi,G; Gemman, S.et al, "Effects of repeated endurance Exercise on some metablic parameters in cross country skies".J. Sports, Med and physical Fitness, (Torino, Italy),June 1987, 27(2). 184-190.

25- Ogita, F; Tabata, I,"Oxygan uptake during swimming in a hypobarice hypoxic enviroment".European Journal Applied Physiology and Occupational Physiology. (Berlin FR6); Aug 1992, 65(2): PP: 192-196.

26- Sparks. K;Samaj, AM; {hysiological response with two types of interval training programs. Unpublished study, "Indianan University School of Health, Physical Education and Recreation". Bloomington, Ind,1973, P: 74.

27- Tanaka, M; Mizuta, K; Koba, F; Ohira, Y;Kobuyashi; T;Hondd, Y:
www.SID.ir

Archive of SID

"Effects of exposure to hypobaric hypoxia on body wight, Muscular and Hematolagical Characteristics, and work Performance in rats". J.Appl.Physiol. Feb 1997, 47(1), PP: 51-7.

28- Watson ; A.W.S. "Physical Fitness and Athletic Performance .Aguide for Students, Athletes and Coaches". LONGMAN Landan and New York Fourth impression, 1990. P: 149-157.

29-Yashida, T; Mudo , K; Mehide , M;Iniko and Marka , I, "Arterial Blood gass acid base Balance and Lactat gas Exchange Variables During Hypoxic Exercise". Int.J.Sports.Med.1989, 10. PP: 229-235.

www.SID.ir