پاسخ ظرفیت تامپونی و تنظیم یون هیدروژن خون به سه نوع بازیافت حین انجام تمرین استقامتی شدید تکراری

علی کاظمی[1]* محمد فشی**

*استادیار دانشگاه تربیت معلم تهران

**دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۰۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۰۳

چکیده

هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر اجرای سه نوع بازیافت به صورت فعال، غیرفعال و حرکات کششی حین انجام تمرین استقامتی شدید تکراری بر ظرفیت تامپونی و تنظیم یون هیدروژن خون و ارائهٔ راهبردهایی برای بهبود پاسخ‌های فیزیولوژیکی در رابطه با سیستم‌های بافری بدن می‌باشد که ممکن است موجب تأخیر در بروز خستگی و بهبود اجرای ورزشی در مورد برخی از رشته‌های ورزشی که الگوی فعالیت‌بدنی آن‌ها شبیه به پروتکل انجام شده در این تحقیق است، خواهد شد. به همین منظور، محقق ۱۰ نفر از دانشجویان رشتهٔ تربیت‌بدنی ورودی سال ۸۶ دانشگاه تربیت معلم تهران را تحت عنوان گروه تجربی یا آزمایش انتخاب کرده و این موضوع را طی پژوهش خود مورد بررسی قرار داده است. گروه آزمایش سه نوع بازگشت به حالت اولیه را حین اجرای پروتکل ورزشی آزمون استقامتی شدید تکراری[2] طبق الگویی خاص و با اجرای یکی از سه نوع بازیافت ذکر شده به صورت متقاطع[3] طی سه روز متوالی به مدت یک هفته انجام دادند. بلافاصله پس از آخرین مرحله بازیافت از آزمودنی‌ها نمونهٔ خون شریانی گرفته شد و با دستگاه گازومتری PH[4]، PCO_2[5]، BB[6]، HCO_3^-[7]، BE[8] و O_2-sat[9] اندازه‌گیری شدند. نتایج تحلیل واریانس برای اندازه‌گیری‌های تکراری نشان داد که بین بازیافت فعال و حرکات کششی و نیز بین بازیافت غیرفعال و حرکات کششی در مورد PH و BB، بین بازیافت فعال و غیرفعال برای O_2-sat تفاوت معناداری در سطح آلفای ۰/۰۵ وجود دارد. بین بازیافت فعال، غیرفعال و حرکات کششی در مورد PCO_2، HCO_3^- و BE در سطح آلفای ۰/۰۵ تفاوت معناداری مشاهده نشد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که انجام انواع بازیافت حین تمرینات استقامتی

1 . a44_kazemi@yahoo.com
2 . Repeated High-Intensity Endurance Test (RHIET)
3 . Cross design
4 . Power of hydrogen ion
5 . Partial Pressure of Carbon Dioxide
6 . Buffer Base
7 . Bicarbonate
8 . Base Excess (positive number) or Base Deficit (negative number)
9 . Oxygen saturation

شدید تکراری بر روی ظرفیت تامپونی خون شریانی تأثیرگذار است و با توجه به معنادار بودن اختلاف میانگین‌ها در مورد برخی اجزای سیستم بافری بدن حین بازیافت غیرفعال نسبت به دو نوع دیگر بازیافت انجام شده، ظرفیت تامپونی خون شریانی طی بازیافت غیرفعال نسبت به بازیافت فعال و حرکات کششی کمتر تضعیف می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، ظرفیت تامپونی، آزمون استقامتی شدید تکراری، یون هیدروژن

مقدمه

امروزه ورزشکاران، در برنامه‌های آماده سازی قبل از مسابقه، شیوه‌های تمرینی گوناگونی را انجام می‌دهند که اجرای تمرینات تناوبی و شدید تکراری جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. بدیهی است کلید موفقیت در اکثر تمرینات و مسابقاتی که از فعالیت بدنی شدید و تکراری تشکیل شده‌اند، بازیافت مناسب پس از هر وهلهٔ تمرینی است. به‌طور نسبی اطلاعات کمی دربارهٔ متابولیسم عضله و خستگی هنگام ورزش‌های تیمی که ویژگی آن‌ها تناوب و تکرار فعالیت‌های بدنی کوتاه‌مدت با زمان بازیافت محدود بین آن‌ها در دسترس است(۱۵). در این‌گونه ورزش‌ها از جمله فوتبال، بسکتبال و هندبال توانایی اجرای فعالیت‌های تناوبی و تکراری از شاخص‌های مهم آمادگی در ورزشکاران محسوب می‌شود (۹). این توانایی اجرای فعالیت‌های تناوبی و تکراری و حفظ سرعت مستلزم بازیافت مطلوب در فواصل فعالیت‌های بدنی و مقاومت در برابرخستگی است (۱۰). از جمله عوامل تأثیرگذار بر توانایی اجرای فعالیت‌های تکراری شدید ظرفیت بافری است. افزایش بافری شدن H^+ از طریق تسهیل دوباره‌سازی PCr و کاهش مهار گلیکولیز بی‌هوازی باعث افزایش توانایی تکرار فعالیت‌های سرعتی و تکراری شدید با دورهٔ بازیافت کوتاه می‌شود. اخیراً گزارش شده است که بین دوهای تکراری و تغییرات PH ارتباط معناداری وجود دارد (۲۱). با توجه به فیزیولوژی فعالیت‌های استقامتی شدید تکراری مشاهده می‌شود که چندین عامل می‌تواند در اجرای این‌گونه فعالیت‌های بدنی مؤثر باشد که به نظر می‌رسد ظرفیت بافری یکی از عوامل کلیدی در اجرای فعالیت‌های تکراری یا تناوبی شدید با دوره‌های بازیافت کوتاه باشد. بنابراین، ورزشکارانی که مقاومت بیشتری در برابر تغییرات PH دارند، می‌توانند توانایی بیشتری در اجرای فعالیت‌های بدنی شدید و تکراری داشته باشند. بازیافت مناسب حین و پس از این‌گونه فعالیت‌های ورزشی می‌تواند نقش مهمی در توانایی تکرار چنین فعالیت‌هایی ایفا کند. یافته‌های تحقیقاتی نشان می‌دهند که نوع بازیافت (فعال، غیرفعال، حرکات کششی) پس از فعالیت‌های تکراری یا تناوبی شدید بر اجرای ورزشی ورزشکاران در وهله‌های بعدی تمرین یا مسابقه تأثیرگذار است (۶،۱۲،۱۳،۲۲،۲۴). پژوهش‌های گوناگون نشان داده‌اند که اجرای بازیافت به صورت فعال حین و پس از فعالیت بدنی دفع اسیدلاکتیک و ظرفیت تامپونی بدن را بهبود می‌بخشد(۱۶). این بهبود در ظرفیت بافری و به

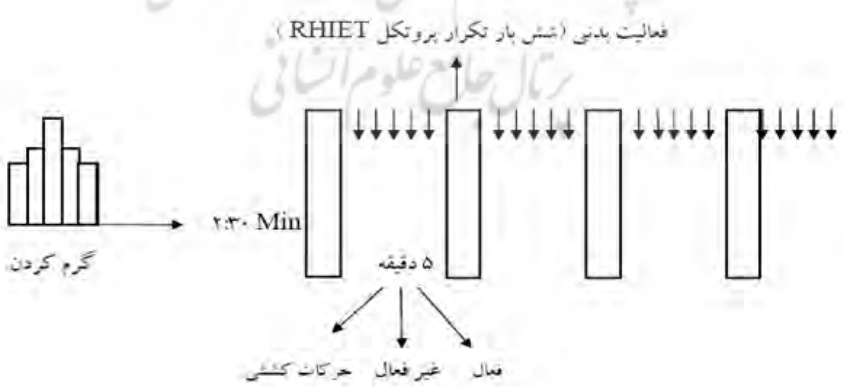
تبع آن پیشرفت در ظرفیت تمرین می تواند ناشی از افزایش جریان خون و نهایتا افزایش تحویل اکسیژن به عضلات باشد (۱۰). علاوه بر این که مطالعات انجام گرفته در زمینهٔ تأثیر اجرای انواع بازیافت حین تمرین بر بهبود ظرفیت بافری و تنظیم یون هیدروژن بسیار اندک بوده و نتایج آن‌ها نیز همسو نمی باشد، برخی از پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه نیز تأثیر مثبت بازیافت فعال حین فعالیت‌بدنی را نسبت به دیگر انواع بازیافت بر ظرفیت تامپونی خون تأیید نکرده‌اند (۱۸،۱۹،۲۰). همچنین در مطالعات انجام‌شده فقط از چند الگوی تمرینی محدود استفاده شده است؛ بنابراین استفاده از دیگر الگوهای تمرینی که بتوان نتایج آن را به سایر رشته‌های ورزشی نیز تعمیم داد ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق از نوعی الگوی فعالیت‌بدنی شدید و تکراری (RHIET) استفاده شده است که با به‌کارگیری آن می‌توان تأثیر اجرای انواع بازیافت به صورت فعال، غیرفعال و حرکات کششی بر ظرفیت تامپونی خون و تنظیم یون هیدروژن را حین این‌گونه فعالیت‌های بدنی که ممکن است بر توانایی تکرار فعالیتهای تناوبی و تکراری تأثیرگذار باشد مورد بررسی قرار داد تا ابعاد بیشتری از جنبه‌های علمی این موضوع در اختیار مربیان قرار گیرد و بتوان برنامه‌ریزی‌های تمرینی را براساس واقعیات و یافته‌های علمی طرح‌ریزی کرد.

روش تحقیق

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی بوده که به صورت متقاطع انجام شده است. فرآیند کار بدین صورت بود که پس از انجام مطالعات مقدماتی، انتخاب نمونه، مشخص شدن گروه‌های مورد آزمایش، تعیین و تهیهٔ ابزار و وسایل گردآوری داده‌های پژوهش، یک گروه ۱۰ نفری از دانشجویان تربیت بدنی ورودی سال ۸۶ دانشگاه تربیت معلم تهران با میانگین سن ۰/۳۳±۲۲/۴۹، وزن ۷/۳۱±۶۸/۳۳ و قد ۸/۳۲±۱۷۶/۷۶ تحت عنوان گروه تجربی یا آزمایش در فرایند پژوهش شرکت کردند. از آزمودنی‌ها خواسته شد سطح فعالیت‌بدنی خود را طی ۲۴ ساعت قبل از هر جلسه عملیات میدانی پژوهش به صورت طبیعی و معمول حفظ کنند. آزمودنی‌ها در یک دورهٔ یک‌هفته‌ای (سه جلسه در هفته) سه نوع بازیافت فعال، غیرفعال و حرکات کششی را حین انجام آزمون استقامتی شدید تکراری (RHIET) اجرا کردند. شدت فعالیت‌بدنی حین اجرای این پروتکل ورزشی به وسیلهٔ استفاده از ضربان‌سنج[1] با توجه به ضربان قلب بیشینه که از طریق فرمول کارونن[2] محاسبه شده بود کنترل می‌شد. هفتهٔ اول دورهٔ اعمال متغیر مستقل پژوهش جهت آشنایی و آمادگی روان‌شناختی آزمودنی‌ها انجام شد و در هفتهٔ دوم متغیر مستقل پژوهش طی انجام عملیات میدانی پژوهش اعمال گشته است. بلافاصله پس از اتمام پروتکل ورزشی در آخرین مرحلهٔ بازیافت از آزمودنی‌ها پنج سی‌سی نمونهٔ خون شریانی از سرخرگ زندزیرین در ناحیه داخلی مچ دست با سرنگ انسولینی گرفته شد. برای جلوگیری از لخته شدن خون و حذف اثر هپارین در کلیهٔ نمونه‌ها از یک میلی‌لیتر هپارین استفاده شد.

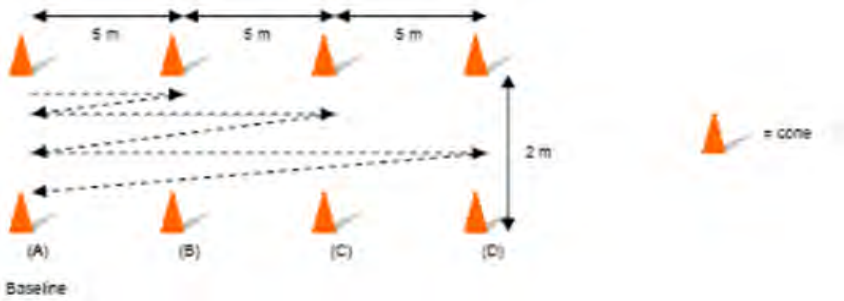
1. Pulse meter
2. Karvonen formula (Max Heart Rate = 220 - Age)

نمونه‌های خونی با رعایت کلیهٔ شرایط آزمایشگاهی لازم جهت تجزیه و تحلیل گازهای خونی به بیمارستان شهید رجایی کرج جهت استفاده از دستگاه گازومتری آن بیمارستان منتقل شد. علاوه بر داده‌های بدست آمده از طریق اندازه‌گیری گازهای خونی توسط دستگاه گازومتری (PH، PCO_2، BB، HCO_3^-، BE و O_2-sat)، سن، قد و وزن آزمودنی‌ها نیز قبل از شروع دورهٔ پژوهش ثبت شد. در این پژوهش چون از یک گروه برای انجام سه نوع بازیافت حین فعالیت‌بدنی استفاده شده بود که متغیر مستقل تحقیق به صورت متقاطع در مورد آن‌ها اعمال می‌شد نیازی به همسان سازی گروه‌ها نبود. لیکن جهت بررسی نرمال بودن یا نبودن توزیع داده‌های تحقیق و استفاده از آزمون‌های پارامتریک یا غیرپارامتریک از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[1] استفاده شد که نرمال بودن توزیع داده‌ها مورد تأیید قرار گرفت و لذا در این تحقیق از آزمون آماری پارامتریک (تحلیل واریانس برای اندازه‌گیری‌های تکراری همراه با تست تعقیبی LSD) جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. در شروع پژوهش وضعیت سلامتی و رضایت آزمودنی‌ها از طریق پرسش‌نامهٔ آمادگی برای شروع فعالیت بدنی (rPar-Q)[2] جهت شرکت در پژوهش مورد بررسی قرار گرفت و سلامتی و آمادگی آن‌ها جهت همکاری با طرح پژوهش تأیید شد. در طول دورهٔ عملیات میدانی پژوهش مصرف غذایی و دارویی آزمودنی‌ها تا حد امکان کنترل شد. شرایط محیطی و اقلیمی طی انجام عملیات میدانی پژوهش ثبت شد و چون این دوره در روزهای متوالی و نزدیک به هم انجام می‌شد از این جهت تفاوت معنی‌داری بین روزهای تمرینی وجود نداشت و شرایط محیطی و اقلیمی برای همهٔ آزمودنی‌ها یکسان بود. آلودگی هوا زیر حد استاندارد، دما ^{o}c ۲/۳ ± ۳۴ و رطوبت ۶ ± ۳۶٪ بود. در ادامه نحوهٔ اجرای عملیات میدانی تحقیق به صورت نموگرام آورده شده است.



دستورالعمل اجرای پروتکل ورزشی

1. Kolmogorov-Smirnov
2. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire (rPar-Q)



Repeated High-Intensity Endurance Test (RHIET)

نتایج

در این قسمت اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی تنظیم شده و مـورد تجزیه و تحلیل قرار خواهند گرفت. روش تحلیل و توصیف داده‌های به دست آمده از گروه مـورد آزمـایش بدین‌گونه است که ابتدا کلیهٔ داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس برای اندازه‌گیری‌های تکراری مورد بررسـی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و به صورت جدول‌های آمار توصیفی (جدول ۱) و استنباطی (جدول ۲) تنظـیم شده اند.

جدول ۱. نتایج آمار توصیفی مربوط به متغیرهای مورد مطالعهٔ تحقیق

متغیر / گروه بازیافتی	PH	O_2-sat	BB	BE	PCO_2	HCO_3^-
فعال	۷/۳۷۳±۰/۰۱۱	۸۶/۹۱±۴/۸۴	۴۶/۲۴±۱/۵۷	-۱/۸۸±۱/۶۳	۴۰/۵۴±۳/۱۷	۲۳/۱۲±۲/۵۳
حرکات کششی	۷/۳۲۴±۰/۰۴	۸۷/۵۵±۲/۸۸	۴۳±۴/۳۳	-۳/۹۲±۳/۹۶	۳۹/۰۴±۴/۸۱	۲۰/۸۱±۳/۸۸
غیرفعال	۷/۳۷۸±۰/۰۱۴	۹۱/۳۱±۴/۴۶	۴۶/۵۶±۱/۳۲	-۱/۶۲±۰/۸۹	۴۰/۴۷±۲/۶۳	۲۳/۱۶±۱/۵۶

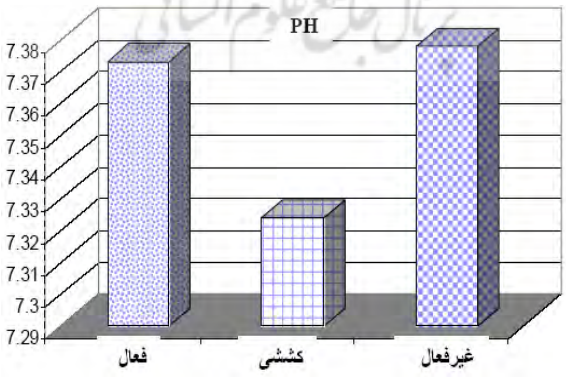
داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف استاندارد ثبت شده است.

جدول ۲. نتایج آمار استنباطی مربوط به تفاوت‌های بین گروهی در متغیرهای مورد مطالعهٔ تحقیق

متغیر	تفاوت بین گروهی		معناداری	
PH	فعال	حرکات کششی	/۰۰۰	*
	فعال	غیرفعال	۰/۷۲۳	
	غیرفعال	حرکات کششی	/۰۰۰	*
O_2-sat	فعال	حرکات کششی	۰/۷۳۳	
	غیرفعال	غیرفعال	۰/۰۲۵	*
	غیرفعال	حرکات کششی	۰/۰۵۳	
BB	فعال	حرکات کششی	۰/۰۱۴	*
	فعال	غیرفعال	۰/۷۹۸	
	غیرفعال	حرکات کششی	۰/۰۰۸	*
BE	فعال	حرکات کششی	۰/۰۸۲	
	فعال	غیرفعال	۰/۸۲۰	
	غیرفعال	حرکات کششی	۰/۰۵۲	
PCO_2	فعال	حرکات کششی	۰/۳۶۷	
	فعال	غیرفعال	۰/۹۶۶	
	غیرفعال	حرکات کششی	۰/۳۹۰	
HCO_3^-	فعال	حرکات کششی	۰/۰۷۹	
	فعال	غیرفعال	۰/۹۷۵	
	غیرفعال	حرکات کششی	۰/۰۷۴	

* معنی‌دار بودن

*** اسیدیتهٔ خون شریانی (PH):**



نمودار ۱. مقایسهٔ بین گروهی تغییرات PH خون شریانی بلافاصله پس از اتمام آخرین بازیافت پروتکل تمرینی

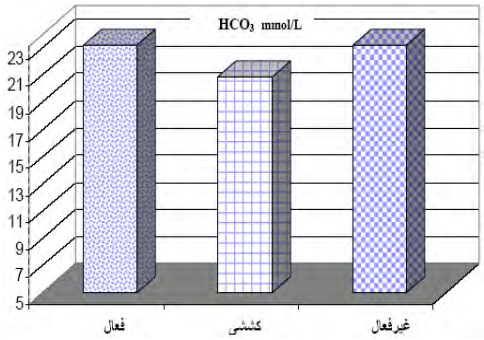
طی فعالیت‌های تناوبی شدید بیشتر دی‌اکسیدکربن تولیدشده از سوخت‌وساز انرژی برای تشکیل اسیدکربنیک با آب تحت تأثیر آنزیم کربنیک‌انیدراز واکنش انجام می‌دهد. سپس اسیدکربنیک، چون اسید ناپایداری است،

$$C_3H_6O_3+NaHCO_3 \longrightarrow NaC_3H_5O_3+H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

به H^+ و HCO_3^- تجزیه می شود. در عین حال، اسیدلاکتیک هم با بی‌کربنات سدیم واکنش داده و لاکتاک سدیم و اسیدکربنیک تولید می‌کند. اسیدکربنیک نیز تجزیه شده و غلظت H^+ خارج سلولی را افزایش می‌دهد(۱).

تهویهٔ دقیقه‌ای در ورزشکاران به‌طور قابل توجهی نسبت به غیرورزشکاران است. در پاسخ به تمرین دو عامل می‌تواند موجب افزایش تهویهٔ دقیقه‌ای شود. یکی افزایش حجم جاری و دیگری افزایش میزان تنفس هنگام فعالیت ورزشی بیشینه (۵) که این افزایش تهویهٔ دقیقه‌ای باعث افزایش دفع دی‌اکسیدکربن شده و به دنبال آن تشکیل بی‌کربنات کاهش می‌یابد، در نتیجه H^+ بیشتری در خارج سلول تجمع می‌کند. از سوی دیگر با توجه به اینکه ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران قدرت تحمل بیشتری در برابر تولید و تجمع اسیدلاکتیک دارند، بنابراین پاسخ متفاوتی را به PH خون شریانی نشان می‌دهند، لذا انجام بازیافت به صورت فعال، غیرفعال و حرکات کششی بر PH خون شریانی تأثیرگذار خواهد بود. تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در مورد PH خون شریانی بین بازیافت فعال و غیرفعال با حرکات کششی تفاوت معناداری وجود دارد که نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت و قابل ملاحظهٔ بازیافت فعال و غیرفعال نسبت به حرکات کششی بر بهبود ظرفیت بافری بدن و تنظیم یون هیدروژن است. علی‌رغم اینکه در این مورد بین بازیافت فعال و غیرفعال تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، با بازیافت غیرفعال مقدار PH خون شریانی نسبت به بازیافت فعال دارای ارزش بالاتری است. به نظر می‌رسد عوامل متعددی از جمله راهبردهای تمرینی، شدت بازیافت و شرایط محیطی در این امر دخیل باشند. با توجه به شدت زیاد برخی برنامه‌های تمرینی و تولید اسیدلاکتیک حین تمرین، این احتمال وجود دارد که اجرای بازیافت فعال خود نیز باعث تولید مقدار ناچیزی اسید شود یا فرصت حذف اسید تولیدشده بوسیلهٔ اندام‌های درگیر را از آن‌ها بگیرد که می‌تواند دلیلی برای پایین بودن مقدار PH حین بازیافت فعال نسبت به بازیافت غیرفعال باشد.

*** بی‌کربنات خون شریانی (HCO_3^-):**



نمودار ۲. مقایسهٔ بین گروهی تغییرات HCO_3^- خون شریانی بلافاصله پس از اتمام آخرین بازیافت پروتکل تمرینی

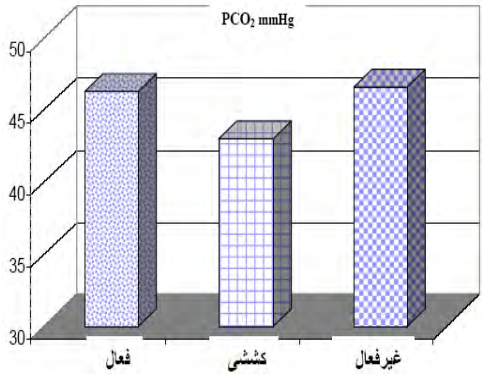
هنگام فعالیت ورزشی شدید، زمانی که بر اثر متابولیسم عضلانی اسید تولید می‌شود مانند وضعیتی کـه در آن تولید لاکتات افزایش پیدا می‌کند، H^+ یا پروتون‌ها از سلول‌های عضلانی دفع می‌شوند و با بی‌کربنات پیوند می‌خورند و در نتیجه بی‌کربنات به اسیدکربنیک و اسیدکربنیک در حضور آنـزیم کربنیـک آنیـدراز بـه آب و دی‌اکسید کربن تبدیل می شود (۳). تولید دی‌اکسیدکربن ناشـی از خنثـی‌شـدن اسـیدکربنیک، دلیـل افـزایش نسبت تبادل تنفسی تا بیش از ۱/۰۰ هنگام فعالیت ورزشی شدید و تکراری است (۵).

در بافت $CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Carbonic anhydrase}} H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$

در ریه $H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3 \xrightarrow{\text{Carbonic anhydrase}} CO_2 + H_2O$

از آنجا که دفع دی‌اکسیدکربن از ریه‌ها مانع افزایش قابل ملاحظهٔ دی‌اکسیدکربن در بدن می‌شود (۵)، با دفـع آن کاهش معنی‌داری در CO_2 شریانی رخ خواهد داد که باعث کاهش یون بی‌کربنات شریانی می‌شـود (۳) .با توجه به اینکه حداکثر تهویهٔ ریوی در ورزشکاران به میزان قابل توجهی بیشـتر از غیرورزشـکاران اسـت، این افزایش تهویهٔ ریوی پیوند یون هیدروژن و بی‌کربنات را تسهیل می‌کند (۶) که خود باعث تولیـد بیشـتر اسیدکربنیک می‌شود. اسیدکربنیک هم که ترکیبی ناپایدار است به آب و دی‌اکسیدکربن تبـدیل مـی‌گـردد و CO_2 حاصل از راه ریه‌ها دفع می‌شود. طبق یافته‌های پژوهش حاضر با اینکه در این مورد بین بازیافت فعال، غیرفعال و حرکات کششی تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، اما با بازیافت فعال و غیرفعال مقدار HCO_3^- خون شریانی نسبت به بازیافت با حرکات کششی دارای ارزش بالاتری است. همچنین بـا بازیافـت غیرفعـال نیز مقدار HCO_3^- خون شریانی نسبت به بازیافت فعال اندکی بیشتر است. با بازیافت غیرفعال میـزان تهویـه کمتر است و از آنجا که دفع دی‌اکسیدکربن از ریه‌ها با بازیافت غیرفعال نسبت به بازیافـت فعـال و حرکـات کششی پایین‌تر است باعث می‌شودCO_2 بیشتری در خون شریانی مانده و مقدار بی‌کربنات نیز بیشتر شود.

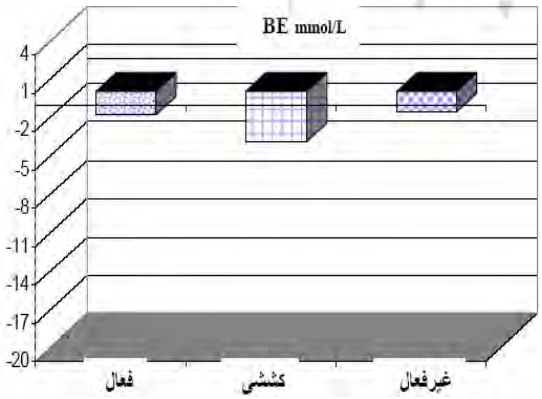
*** فشار دی‌اکسیدکربن خون شریانی (PCO_2):**



نمودار ۳. مقایسهٔ بین گروهی تغییرات PCO_2 خون شریانی بلافاصله پس از اتمام آخرین بازیافت پروتکل تمرینی

در اسیدوز متابولیکی که با کاهش بی‌کربنات همراه است، هیپرونتیلاسیون یا بیش تهویه‌ای منجر به کاهش PCO_2 می‌شود. هنگام فعالیت ورزشی شدید، جریان خون ریوی به علت فعال شدن مویرگ‌های بسته، گشاد شدن آن‌ها و افزایش برون‌ده قلبی بیشتر می‌شود (۱). ریه‌ها در هنگام فعالیت به طور کامل متسع می‌شوند زیرا حجم خون ریه‌ها متناسب با افزایش هوای تهویه‌ای زیاد می‌گردد. افزایش حجم هوا سبب می‌شود که غشای حبابچه‌های ریوی متسع، نازک‌تر و نفوذپذیرتر شود. با افزایش تهویهٔ ریوی میزان خروج گاز کربنیک از مویرگ‌های ریوی بیشتر شده و در نتیجه فشار CO_2 خون شریانی کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند (۴). هرچند تغییر در میزان کاهش PCO_2 در سه گروه بازیافت فعال، غیرفعال و حرکات کششی معنی‌دار نیست، اما بین میانگین‌های آن‌ها اندکی اختلاف وجود دارد. با بازیافت به صورت حرکات کششی مقدار PCO_2 از بازیافت فعال و غیرفعال پایین‌تر بوده و پس از آن بازیافت غیرفعال و سپس بازیافت فعال قرار دارد.

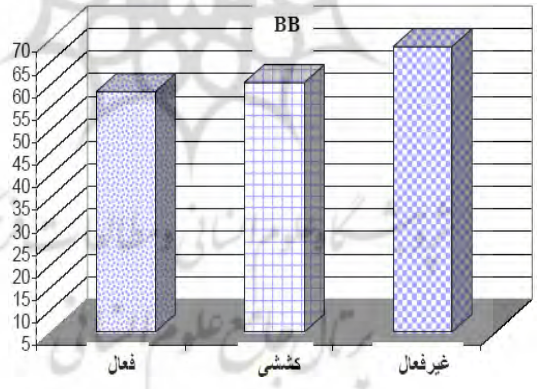
*** اضافه قلیا (BE):**



نمودار ۴. مقایسهٔ بین گروهی تغییرات BE خون شریانی بلافاصله پس از اتمام آخرین بازیافت پروتکل تمرینی

اضافه قلیا یا غلظت قابل اندازه‌گیری قلیای موجود در خون بدون درنظرگرفتن اسیدیتهٔ خون در اثر ورزش شدید کاهش می‌یابد. کاهش اضافه قلیا بعد از فعالیت بدنی شدید نشان می‌دهد که وجود یون هیدروژن تعادل اسیدی- بازی خون را برهم خواهد زد، زیرا متغیر اضافه قلیا با تغییرات یون هیدروژن در فضای میان‌بافتی تغییر می‌کند و کاهش معنی‌دار آن بعد از فعالیت بدنی شدید نشان‌دهندهٔ حضور یون هیدروژن است (۱). چون تولید یون هیدروژن در جریان ورزش به علت افزایش بیشینهٔ تهویهٔ ریوی بیشتر خواهد شد، بنابراین افزایش بیشینهٔ تهویهٔ ریوی باعث افزایش H^+ خارج سلولی می‌شود (۵). با توجه به این که متغیر اضافه قلیا توأم با تغییرات یون هیدروژن تغییر می‌کند و چون میزان تغییرات H^+ در جریان ورزش شدید افزایش می‌یابد، بنابراین، کاهش معنی‌دار آن بعد از فعالیت ورزشی نشان دهندهٔ حضور یون هیدروژن خواهد بود (۱). انواع بازیافت حین فعالیت‌های ورزشی می‌تواند بر مقادیر اضافه قلیا (BE) تأثیر داشته باشد. هرچند تفاوت معناداری بین انواع بازیافت فعال، غیرفعال و حرکات کششی در مورد BE وجود ندارد میانگین آن با بازیافت غیرفعال در مرحلهٔ اول از حرکات کششی و سپس از بازیافت فعال کمی بیشتر است که احتمالاً می‌تواند نشان‌دهندهٔ تأثیر هرچند اندک بازیافت غیرفعال باشد.

*** بافرهای بازی (BB):**

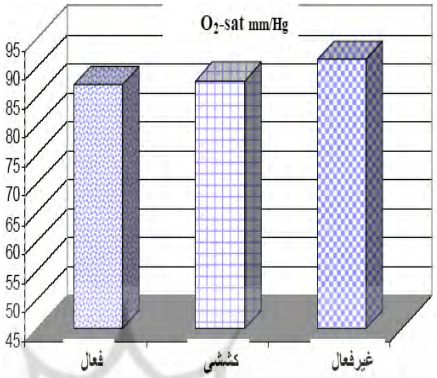


نمودار ۶. مقایسهٔ بین گروهی تغییرات BB خون شریانی بلافاصله پس از اتمام آخرین بازیافت پروتکل تمرینی

اجزای سیستم‌های بافری بدن که فاقد یون هیدروژن هستند (شکل آنیونی بافرها) شامل بی‌کربنات ، فسفات، پروتئینهای با بار منفی و هموگلوبین احیاشده بماند. چنانچه پارامترهای اخیر همگی در حد نرمال باشد به آن‌ها بافرهای بازی می‌گویند (۱). پژوهش حاضر نشان می‌دهد که با بازیافت غیرفعال مقدار BB خون شریانی دارای ارزش بیشتری است. به نظر می‌رسد استراتژی تمرین، شدت بازیافت و شرایط محیطی در این امر دخیل باشد. بین بازیافت فعال و غیرفعال با حرکات کششی تفاوت معناداری وجود دارد که نشان دهنده تأثیر بارزتر و مطلوب بازیافت فعال و غیرفعال بر بافرهای بازی (BB) است. علی‌رغم اینکه در این

مورد بین بازیافت فعال و غیرفعال تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی شود، با بازیافت غیرفعال مقدار BB خون شریانی نسبت به بازیافت فعال اندکی بیشتر است.

*** درجهٔ اشباع هموگلوبین با اکسیژن (O_2-sat):**



نمودار ۷. مقایسهٔ بین گروهی تغییرات O_2-sat خون شریانی بلافاصله پس از اتمام آخرین بازیافت پروتکل تمرینی

با افزایش تعداد مولکول‌های O_2 میزان پیوند هموگلوبین با اکسیژن بیشتر می‌شود، بنابراین اشباع هموگلوبین با اکسیژن افزایش می‌یابد. عوامل متعددی می‌تواند بر اشباع هموگلوبین با اکسیژن تأثیر بگذارد که از آن جمله می‌توان به دما، ۲و۳ دی فسفوگلیسرات، فشار سهمی اکسیژن، فشار سهمی دی‌اکسیدکربن و PH اشاره کرد (۱) که در این میان PH از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همراه با فعالیت شدید تولید اسید در عضله و بدن بالا می‌رود که پیامد آن کاهش PH عضله و خون است و این باعث جدا شدن اکسیژن از هموگلوبین و در نهایت کاهش O_2-sat خون شریانی می‌شود (۱، ۵). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که میانگین اشباع هموگلوبین از اکسیژن با بازیافت غیرفعال بیشتر از بازیافت فعال و حرکات کششی است. همچنین بین بازیافت غیرفعال با بازیافت فعال اختلاف معناداری وجود دارد که نشان‌دهندهٔ تأثیر مطلوب بازیافت غیرفعال است. پس از بازیافت غیرفعال به ترتیب حرکات کششی و بازیافت فعال قرار دارند. شاید بالابودن مقدار PH با بازیافت غیرفعال دلیلی برای بالابودن O_2-sat شریانی با بازیافت غیرفعال باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده نشان داد که انجام سه نوع بازیافت فعال، غیرفعال و حرکات کششی نتایج متفاوتی بر روی ظرفیت تامپونی خون شریانی دارد. همچنین نتایج تحلیل واریانس برای اندازه‌گیریهای تکراری نشان می‌دهد که تفاوت PH در سطح $p\leq ۰/۰۵$ بین بازیافت فعال و غیرفعال با حرکات کششی معنی‌دار است پس سه گروه بازیافت فعال، حرکات کششی و بازیافت غیرفعال تغییرات متفاوتی را در PH خون شریانی موجب می‌شوند. با بازیافت فعال و غیرفعال حین تمرین استقامتی شدید تکراری مقدارpH خون شریانی نسبت به

حرکات کششی بیشتر است. بین بازیافت فعال با غیرفعال تفاوت معنی‌داری در میزان PH خون شریانی وجود ندارد اما با این حال pH خون شریانی بازیافت غیرفعال نسبت به بازیافت فعال اندکی بیشتر می‌باشد. نتایج تحلیل واریانس برای اندازه‌گیریهای تکراری نشان می‌دهد که تفاوت O_2-sat در سطح $p\leq ۰/۰۵$ بین بازیافت فعال و غیرفعال معنی‌دار است. میانگین O_2-sat با بازیافت غیرفعال در بیشترین مقدار و پس از آن به ترتیب حرکات کششی و بازیافت فعال قرار دارند. بین بازیافت فعال و غیرفعال با حرکات کششی در این مورد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. تفاوت بین میانگینها در مورد BB در سطح $p\leq ۰/۰۵$ بین بازیافت فعال و غیرفعال با حرکات کششی معنی‌دار است بنابراین بازیافت فعال و غیرفعال نسبت به حرکات کششی پاسخ متفاوتی را در میزان BB خون شریانی ایجاد می‌کنند. بین بازیافت فعال با غیرفعال در این مورد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ولی میانگینBB با بازیافت غیرفعال نسبت به بازیافت فعال اندکی بیشتر است. نتیجهٔ آزمون تحلیل واریانس برای اندازه‌گیریهای تکراری نشان می‌دهد که بین بازیافت فعال، غیرفعال و حرکات کششی در سطح $p\leq ۰/۰۵$ اختلاف معنی‌داری در مورد BE، PCO_2 و HCO_3^- خون شریانی وجود ندارد. با این وجود میانگین BE و HCO_3^- از لحاظ عددی در بازیافت غیرفعال اندکی بیشتر از بازیافت فعال و حرکات کششی بوده و میانگین PCO_2 از لحاظ عددی در بازیافت فعال اندکی بیشتر از بازیافت غیرفعال و حرکات کششی می‌باشد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که انجام انواع بازیافت حین فعالیتهای شدید و تکراری بر روی ظرفیت تامپونی و تنظیم H^+ تأثیر متفاوتی دارد. با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف میانگینهای برخی از اجزای سیستم بافری در بازیافت فعال و غیرفعال نسبت به حرکات کششی چنین به نظر می‌رسد که میزان تأثیرگذاری بازیافت فعال و غیرفعال بر تقویت سیستم تامپونی بیشتر از بازیافت با اجرای حرکات کششی باشد. همچنین اختلاف میانگینهای بعضی از عوامل سیستم تامپونی در بازیافت غیرفعال نسبت به فعال قابل ملاحظه است که احتمالا نشان دهندهٔ تأثیر بارزتر بازیافت غیرفعال نسبت به فعال بر تنظیم یون هیدروژن می باشد. نتایج پاره‌ای از تحقیقات گذشته یافته‌های این تحقیق را تأیید می‌کنند که می‌توان از آن جمله به تحقیق نیکلاس بلوندل و همکاران (۲۰۰۳)، دوپونت و همکاران (۲۰۰۳) و (۲۰۰۴)، آرگریس و همکاران (۲۰۰۴) بوچیت و همکاران (۲۰۰۹) اشاره نمود. نتایج پژوهشهای کاشف (۱۳۸۶)، علیرضا رمضانی (۱۳۸۲)، کوردو و همکاران (۲۰۰۰)، کانولی وهمکاران (۲۰۰۳)، اسپیرد و همکاران (۲۰۰۴)، دورادو و همکاران (۲۰۰۴)، نیک دراپر و همکاران (۲۰۰۶)، سیگلر و همکاران (۲۰۰۶)، دی جس باس و همکاران (۲۰۰۷)، بی شاپ و همکاران (۲۰۰۷) با یافته‌های این پژوهش همسو نبوده و با آن مغایرت دارند. به طور کلی با توجه به نتایج و یافته‌های این تحقیق می‌توان اظهار نظر کرد که احتمالاً بازیافت غیرفعال حین وهله‌های فعالیت یا مسابقات در مورد فعالیت‌بدنی استقامتی شدید تکراری جهت حفظ کارایی و بهبود ظرفیت تامپونی و تنظیم یون هیدروژن و در نهایت برای حفظ عملکرد ورزشی گزینهٔ بهتری برای مربیان و ورزشکاران خواهد بود.

منابع

۱. اسماعیلی، محمد (۱۳۸۴)، تفسیر گازهای خونی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

۲. رمضانی، علی‌رضا (۱۳۸۲)، تأثیر روشهای بازیافت فعال و غیر فعال بر سطح لاکتات خون و ضربان قلب پس از یک فعالیت شـدید غیر هوازی در شناگران نخبه، فصلنامه المپیک، شماره۱و۲ (پیاپی۲۲۳)، صفحه ۱۴-۵، کمیته ملی المپیک.

۳. کاشف، مجید (۱۳۷۵)، بررسی اثرات دو نوع بازیافت فعال و غیرفعال بر آنزیمها و گازهای خونی در مردان ورزشکار، رساله دکتری، دانشگاه تهران.

۴. کاشف، مجید (۱۳۷۶)، تأثیر فعالیت‌های شدید بر گازهای خونی، فصلنامه المپیک، شماره۳ و (پیاپی۱۰)، صفحه۲۹-۲۳، کمیته ملـی المپیک.

۵. گائینی، عباسعلی (۱۳۸۴)، اصول بنیادین فیزیولوژی ورزشی، انتشارات سمت، تهران.

6. Argyris G.T. et al. (2004). Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance. Department of Physical Education and Sport Science, 69100 Khomeini, Greece.
7. Aziz A.R., Tan F.Y.H., and Teh K. (2004). Physiological attributes of professional player in Singapore soccer league. Journal, of sport medicine 13: 125-132.
8. Bishop D., .Edge J., Tomas C, .Mercier J. (2007). Effects of high-intensity training on muscle lactate turn sport and post exercise recovery of muscle lactate and hydrogen ion in woman. j physiol , 295,pp118-132
9. Bishop D., Edge J., and Goodman g. (2004). Muscle buffer capacity and aerobic fitness is associated with repeated – sprint ability in women. J sic Med sport, 7, pp 199-209.
10. Bishop D., Spencer M. (2004). Determinants of repeated – sprint ability in well – trained team sport athletes and endurance – trained athletes, j sports med fitness' 44, PP 1-7
11. Buchheit et al. (2009). Muscle Deoxygenating during Repeated Sprint Running: Effect of Active vs. Passive Recovery. School of Exercise, Biomedical and Health Sciences, Edith Cowan University, Perth, Australia.
12. Connolly D.A.J., Brennan K.M., and Lauzon.C.D. (2003). Effects of active versus passive reccoveryon poüer output during repeated bouts of short term.high intensity exercise .Journal of SpoSports Science and Medicine,2.47-51.
13. Corder K.P., Potteiger J.A., Nau K.L., Figoni S.F., and Hershberger S.L. (2000). Effects of active and passive recovery conditions on blood lactate, rating of perceived exertion and performance during resistance exercise, Journal of strength and conditioning research 14,151-156.
14. De Geus Bas et al. (2007). Effects of active and passive recovery and electro stimulation on maximal climbing performance. Annual Congress of the ECSS, 11–14 July 2007, Jyvaskyla, Finland
15. Dieter Boning, Carola Kvarholz, Barbel Him melsbach, Matthias Hulter, and Norbert Massen (2007). Extracellular bicarbonate and non bicarbonate buffering against lactic acid during and after exercise,, j Appl physiol ,99,pp163-171
16. Dorado C., Sanchis Moysi J., and Calbet J. A. L. (2004). Effects of recovery mode on performance, O2 uptake, and O2 deficit during high-intensity intermittent exercise. Canadian Journal of Applied Physiology, 29(3), 227-244.
17. Dupont G. et al. (2003). Time spent at a high percentage of VO2max for short intermittent runs: active versus passive recovery. 15602083 [Pub Med - indexed for midline]
18. Dupont G., Blondel N., and Berthoin S. (2003). Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive recovery. European Journal of Applied Physiology, 89, 548-554
19. Dupont G., Moalla W., Guinhouya C., Ahmaidi S., and Berthoin S. (2004). Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. Medicine and Science in Sports and Exercise, 36(2), 302-308.
20. DuPont Gregory et al. (2004). Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. Medicine and Science in Sports and Exercise. ISSN: 0195-9131
21. Holoszy J., Coyle E.F. (1984). Adaptation of skeletal muscle to Endurance exercise and their metabolic Coney unites. J Appl physiology, 56, pp 831-838.
22. Nick Draper et al. (2006). Effects of active recovery on lactate concentration, heart rate and RPE in climbing. Journal of Sports Science and Medicine. 5,97-105.

23. Nicolas Blondel et al. (2003). Performance for short intermittent runs active recovery versus passive recovery ,Laboratoire dAnalyses Multidisciplinaires -soccerfitness.com.
24. Sahkin K. (1992). Metabolic factors in fatigue. Sport med 13:99-107.
25. Siegler J.C. et al. (2006). Active and passive recovery and acid-base kinetics following multiple bouts of intense exercise to exhaustion. 1: Int J Sport Nutr Exerc Metab. Feb; 16(1):92-107. Publisher: Human Kinetics.-topedsport.com
26. Spierer D.K. et al. (2004). Effects of active vs. passive recovery on work performed during serial supra maximal exercise tests. INIST-CNRS, Cote INIST:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی