علوم زیستی ورزشی – بهار ۱۳۹۹
دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۱، ص: ۳۰ – ۱۷
تاریخ دریافت : ۱۶ / ۱۱ / ۹۵
تاریخ پذیرش : ۱۷ / ۰۸ / ۹۶

بررسی تأثیر غوطه‌وری در آب سرد و تکرار فعالیت سرعتی بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در مردان تمرین‌کرده

سارا فرج نیا [۱] – محمدرضا کردی [*۲] – فاطمه شبخیز [۳]
۱.دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران ۲و۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران

چکیده

هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی میزان تغییرات برخی شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکساید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) و هیدروژن پراکساید (H_2O_2)، پس از فعالیت سرعتی تکراری و پس از آن غوطه‌وری در آب سرد (CWI) بود. به این منظور ۲۰ورزشکار تمرین‌کرده، با میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی ۲/۹ ±۵۲/۹ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه، میانگین سن ۲/۲±۲۱/۹ سال، قد ۵/۴±۱۷۴/۲ سانتی‌متر و وزن ۴/۴±۶۸ کیلوگرم برای شرکت در این پژوهش انتخاب شدند. پس از انجام فعالیت سرعتی تکراری،۱۰نفر از آزمودنی‌ها داخل آب سرد با دمای ۱۴ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند و ۱۰نفر دیگر در دمای اتاق به شکل غیرفعال روی صندلی نشستند. خون‌گیری نیز قبل و پس از انجام فعالیت سرعتی و همچنین پس از ریکاوری در آب سرد و نیز ۲۴ ساعت پس از آخرین خون‌گیری انجام گرفت. نتایج نشان داد ۲۴ ساعت پس از فعالیت سرعتی تکراری، عوامل آنزیمی SOD، CAT و GPX به حالت اولیهٔ خود بازگشتند، ولی تفاوت معناداری بین گروه آب سرد و گروه کنترل وجود نداشت. اگرچه میزان تغییرات عوامل آنزیمی آنتی‌اکسیدانی پس از فعالیت ورزشی سرعتی تکراری شدید بالا بود، ولی غوطه‌وری در آب سرد تأثیری بر بازگشت به حالت اولیه این عوامل نداشت.

واژه‌های کلیدی

آنتی‌اکسیدان، ریکاوری، فعالیت سرعتی.

[*] **نویسندهٔ مسئول : تلفن:۰۲۱۶۱۱۱۸۸۷۰** Email: mrkordi@ut.ac.ir

مقدمه

انتخاب روش صحیح برای بازگشت به حالت اولیه پس از فعالیت ورزشی شدید، از مهم‌ترین عوامل حفظ و افزایش عملکرد ورزشکاران در ورزش‌های مختلف است (۱)، زیرا فعالیت‌های ورزشی شدید موجب عدم تعادل هموستاز و افزایش رادیکال‌های آزاد و فشار اکسیداتیو می‌شود (۲) و در شرایطی که ورزشکاران باید در اوج عملکرد خود باشند، نیاز است تا هرچه زودتر به حالت اولیه بازگردند و برای رقابت بعدی آماده شوند. گرفتگی، ورم و آسیب‌های ریز عضلانی همگی از پیامدهای رایج پس از فعالیت ورزشی شدیدند که برخی اوقات نیازمند چندین روز ریکاوری و استراحت‌اند تا ورزشکار به حالت اولیهٔ خود بازگردد. هرچند بسته به شدت فعالیت ورزشی، حذف محصولات زائد متابولیسمی از عضلات و ایجاد تعادل اکسیدانی-آنتی‌اکسیدانی ممکن است تا ۲۴ ساعت به طول انجامد تا به سطوح استراحتی بازگردند (۲)، ولی در حقیقت در دنیای واقعی، ورزشکاران حرفه‌ای معمولاً این مدت زمان را در اختیار ندارند تا به حالت اولیه و اوج عملکرد خود برسند و در بسیاری موارد کمتر از یک رو یا حتی چندین ساعت یا چند دقیقه فرصت دارند تا هرچه زودتر به اوج عملکرد خود برسند و برای رقابت بعدی آماده شوند (۳). به همین دلیل، امروزه به‌طور وسیعی از قرار گرفتن در معرض سرما در زمینهٔ پزشکی-ورزشی برای سرعت بخشیدن به ریکاوری و بهبود عملکرد ورزشی پس از فعالیت ورزشی شدید استفاده می‌شود (۴). در همین زمینه یکی از روش‌های سرمادرمانی در ورزش‌های مختلف (به‌علت خواص ضدالتهاب و ضد ورمی آن)، کمپرس یخ، غوطه‌وری در آب سرد (۱۰-۸ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۵-۴ دقیقه) و سرمادرمانی تمام بدن[1] (بخار نیتروژن با دمای ۱۰۰- تا ۱۶۰- درجهٔ سانتی‌گراد به مدت حداکثر ۳ دقیقه) است (۴). در مقایسه با روش‌های دیگر، مشخص شده است، غوطه‌وری در آب سرد اجازه می‌دهد، حجم بیشتری از بدن تحت درمان قرار گیرد و خواص ضدالتهابی آن نیز روشن شده است (۵) و در بین مربیان و ورزشکاران، به‌دلیل تأثیرات مثبت و هزینهٔ کم، غوطه‌وری در آب سرد بسیار معمول است (۶) و به‌نظر می‌رسد استفاده از این روش ممکن است روند بازگشت به حالت اولیه را بهبود بخشد (۷). این بهبودی می‌تواند از طریق کاهش فشار بر گیرنده‌های درد و کاهش احساس درد و احساس خستگی (۱)، افزایش فشار هیدروستاتیک و کاهش ادم و ورم بافتی، تنگی عروق محیطی و افزایش جریان خون مرکزی و افزایش پیش‌بار و برون‌ده قلبی و کاهش ضربان قلب که این افزایش جریان خون مرکزی می‌تواند به انتقال سریع‌تر مواد زائد از

1 . Cryotherapy

عضلات به خارج از آنها منجر شود (۴). همچنین عنوان شده غوطه‌وری در آب سرد به افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش عوامل اکسیدانی از طریق افزایش جریان خون مرکزی منجر می‌شود. هرچند مشخص شده است که گونه‌های واکنشی اکسیژن (ROS[1]) و انقباض‌های مطلوب عضلانی طی استراحت و فعالیت ورزشی لازم‌اند (۱). به هر حال، از آنجا که افزایش اکسیدان‌ها و ROS پس از فعالیت شدید ورزشی می‌تواند به آسیب‌های ریز عضلانی، درد عضلانی، طولانی شدن بازگشت به حالت اولیه و در انتها کاهش عملکرد ورزشی منجر شود (۱)، پس اگر مداخله‌ای مانند غوطه‌وری در آب سرد بتواند موجب کاهش این عوامل شود، می‌تواند بر عملکرد ورزشی نیز تأثیر مثبت بگذارد. به‌طور کلی در این روش دمای آب ممکن است از صفر تا ۱۴ درجهٔ سانتی‌گراد و زمان قرارگیری در آب سرد از چندین ثانیه تا چندین دقیقه متغیر باشد، اما تاکنون هیچ پروتکل و روش استفادهٔ ویژه‌ای برای آن ذکر نشده است (۸). با اینکه گزارش شده است احتمالاً دمای کمتر یا مساوی ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد مناسب‌ترین دما برای استفاده در حوضچه‌های آب سرد خواهد بود (۹)، محققان گزارش کرده‌اند که مدت زمان مناسب از منظر پزشکی کمتر از ۳۰ ثانیه است. به‌طور کلی آب سرد دمایی است که درد ناشی از سرما در عضلات و پوست احساس شود و این دما در حدود ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد است (۶). واضح است که غوطه‌وری در آب سرد موجب شوک به بدن و در ادامه، پاسخ‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی می‌شود، ولی اینکه در ادامه چه تأثیراتی بر ریکاوری خواهد داشت، تاکنون به‌درستی مشخص نشده است (۱۰). به‌علاوه، مطالعه‌ای گزارش کرده که استفاده از آب سرد حتی ممکن است علاوه‌بر نداشتن تأثیر مثبت بر سازوکار بدن انسان (۱۱)، گرفتگی عضلانی پس از فعالیت ورزشی را در روز بعد از استفاده از آن افزایش دهد (۳۷).

یکی از فعالیت‌هایی که در بیشتر ورزش‌ها انجام می‌گیرد، فعالیت ورزشی سرعتی تکراری است (۱۳). ویژگی این نوع فعالیت‌ها، وهله‌های فعالیت سرعتی کمتر از ۱۰ ثانیه و استراحت‌های کوتاه‌مدت کمتر از ۶۰ ثانیه بین وهله‌های فعالیت است (۱۳). همان‌طورکه اشاره شد، یکی از مهم‌ترین پیامدهای فعالیت ورزشی شدید مانند فعالیت سرعتی تکراری، افزایش عوامل اکسایش و عدم تعادل اکسیدانی است و مطالعات متعددی گزارش کرده‌اند که سرمادرمانی موجب تعادل آنتی‌اکسیدانی و بهبود عملکرد ورزشی می‌شود (۱۴). بیشتر این مطالعات که تأثیرات دماهای پایین بر تعادل آنتی‌اکسیدانی پس از فعالیت ورزشی شدید را بررسی کرده‌اند، از سرمادرمانی استفاده کرده‌اند (۱۴). در این مطالعات نشان داده شده است که

1. Reactive Oxygen Species

برای اندازه‌گیری پاسخ آنتی‌اکسیدانی، از نشانگرهای زیستی تولید گونه‌های واکنشی اکسیژن (ROS)، استفاده کرده‌اند که از جملهٔ این نشانگرها می‌توان از آنزیم‌های سوپراکساید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) و هیدروژن پراکساید (H_2O_2)، نام برد (۱۵). با وجود این، اگرچه به‌نظر می‌رسد استفاده از آب سرد احتمالاً موجب کنترل افزایش ROS ها می‌شود، به‌نظر می‌رسد تاکنون پژوهشی به‌درستی، تأثیرات کوتاه و بلندمدت غوطه‌وری در آب سرد را بر عوامل آنتی‌اکسیدانی را پس از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید نشان نداده است. بنابراین هدف از مطالعهٔ حاضر، بررسی تأثیر غوطه‌وری در آب سرد (CWI) بر پاسخ کوتاه و بلندمدت آنتی‌اکسیدانی پس از فعالیت ورزشی سرعتی تکراری در ورزشکاران تمرین‌کرده است.

روش‌شناسی

روش این پژوهش نیمه‌تجربی با دو گروه تجربی و کنترل است که در آن تأثیر غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت ورزشی سرعتی تکراری[1] (RSA) شدید بر مقادیر سرمی سوپراکساید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و هیدروژن پراکساید بررسی شد.

آزمودنی‌ها

جامعهٔ آماری پژوهش فوتبالیست‌های تمرین‌کردهٔ عضو باشگاه‌های لیگ برتر فوتبال تهران و تعداد نمونه نیز ۲۰ ورزشکار تمرین‌کرده بودند که برای شرکت در این پژوهش به شکل داوطلبانه و در دسترس انتخاب شدند (مشخصات آنتروپومتریکی و آمادگی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است). بعد از انتخاب آزمودنی‌ها، مراحل پژوهش برای آنها توضیح داده شد و از آنها رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش حاضر گرفته شد. پس از آن آزمودنی‌ها به شکل تصادفی، به دو گروه غوطه‌وری آب سرد (CWI) (۱۰ نفر) و کنترل (C) (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

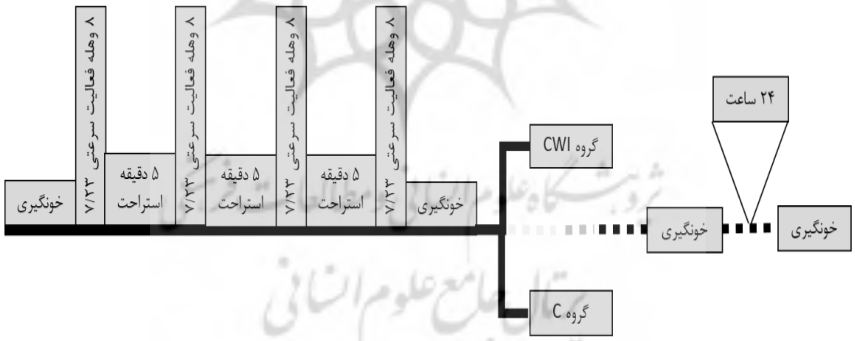
جدول ۱. مشخصات آنتروپومتریکی و آمادگی آزمودنی‌ها

گروه	سن(سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص تودهٔ بدنی(kg/m^2)	VO2max (ml/kg/min)
CWI	۲۲/۱±۲/۳	۱۷۴/۱±۵/۶	۶۷/۲±۶/۶	۲۲/۲±۱/۷	۵۳/۲±۳/۹
کنترل(C)	۲۱/۳ ±۲	۱۷۴/۳±۵/۱	۶۸/۹±۳/۲	۲۲/۵±۱/۶	۵۲/۶±۱/۷

1. Repeated Sprint Ability

روش انجام پژوهش

در روز اول پژوهش، ابتدا آزمودنی‌ها قبل از انجام فعالیت سرعتی تکراری و پس از خون‌گیری به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۵۰ درصد حداکثر بار کار برای گرم کردن شروع به رکاب زدن کردند (۱۶). پس از اتمام پروتکل گرم کردن، فعالیت اصلی سرعتی تکراری شامل هشت تکرار رکاب‌زنی به مدت ۷ ثانیه در هر وهله با حداکثر سرعت و ۲۳ ثانیه استراحت بین هر وهله تکرار (بار کار ۰/۷۵۰ × وزن بدن به کیلوگرم) (۱۷) انجام گرفت. پس از تکرار وهلهٔ هشتم فعالیت سرعتی، آزمودنی‌ها به مدت پنج دقیقه استراحت کردند و پس از ست چهارم، خون‌گیری برای مرتبهٔ دوم انجام گرفت (پروتکل فعالیت ورزشی سرعتی تکراری و زمان‌بندی خون‌گیری قبل و پس از آن در شکل ۱ ارائه شده است). پس از آن، آزمودنی‌های گروه کنترل به حالت غیرفعال و به شکل نشسته استراحت کردند، اما گروه CWI به مدت ۱۲ دقیقه در مخزنی از آب سرد با دمای ۱۴درجهٔ سانتی‌گراد، تا عمقی که کاملاً تا محدودهٔ زائدهٔ خاجی بود، قرار گرفتند (۱۸). میزان دمای آب هر دو دقیقه یک بار اندازه‌گیری و ثابت نگه‌داشته شد و ۱۵ دقیقه پس از اتمام ۱۲ دقیقه قرار گرفتن در آب سرد، بار دیگر از هر دو گروه خون‌گیری به‌عمل آمد و پس از ۲۴ ساعت نیز بار دیگر نمونه‌گیری انجام گرفت و نمونه‌های خونی پس از سانتریفیوژ و جداسازی سرم برای سنجش متغیرهای مورد مطالعه در فریزر با دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد.



شکل ۱. پروتکل فعالیت ورزشی سرعتی تکراری و مراحل خون‌گیری قبل و پس از آن

به‌منظور اندازه‌گیری عوامل آنتی‌اکسیدانی در سرم از روش الایزا و کیت‌های ZellBio (ZB-ANT-96A) ساخت آلمان استفاده شد. روش الایزا روش رنگ‌سنجی[1] بود که با استفاده از المان بتا دیستروبروین[2] (DTNB) انجام گرفت. در روش الایزا عامل مورد مطالعه بر سطح یک میکروپلیت تثبیت و پس از آن آنتی‌ژن اختصاصی به میکروپلیت افزوده شد. در این مرحله اتصال آنتی‌بادی به آنتی‌ژن انجام گرفت و آنتی‌بادی به یک آنزیم متصل بود، بنابراین افزودن سوبسترای آنزیم به میکروپلیت، به یک واکنش رنگی منجر شد و شدت رنگ حاصل متناسب با غلظت آنتی‌بادی یا به‌عبارت بهتر متناسب با غلظت آنتی‌ژن در نمونهٔ مورد مطالعه بود. با استفاده از روش اسپکتروفتومتری، میزان جذب نوری محلول اندازه‌گیری و میزان عامل مورد مطالعه محاسبه شد (۱۹).

نتیجهٔ آزمون شاپیروویلک و منحنی هیستوگرام نشان داد، توزیع داده‌های فعالیت آنزیم‌های سوپراکساید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و هیدروژن پراکساید، در هر چهار مرحله توزیع طبیعی داشتند و نیز نتایج آزمون t مستقل نشان داد اختلاف معناداری بین میانگین گروه‌ها قبل از فعالیت سرعتی وجود نداشت. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل تغییرات درون هر گروه از آزمون آماری واریانس با اندازه‌گیری تکراری و به‌منظور بررسی تغییرات بین دو گروه از آنالیز آماری واریانس یکراهه استفاده شد.

نتایج

اطلاعات مربوط به تغییرات سوپراکساید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و هیدروژن پراکساید، پس از فعالیت سرعتی تکراری و ۲۴ ساعت پس از آن در جدول ۲ ارائه شده است.

همان‌طورکه نشان داده شده است، پس از فعالیت سرعتی تکراری میزان شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکساید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و هیدروژن پراکساید، افزایش و پس از CWI و ۲۴ ساعت پس از آن با وجود ادامهٔ بازگشت به میزان اولیه، تغییری بین دو گروه مشاهده نشد. با این حال، میزان هر دو آنزیم در هر دو گروه در مدت ۲۴ ساعت پس از فعالیت سرعتی تکراری به حالت اولیه بازگشت.

1 . Calorimetry
2 . Dystrobrevin Beta

جدول ۲.

متغیر	گروه	خون‌گیری مرحله (۱)	خون‌گیری مرحله (۲)	خون‌گیری مرحله (۳)	خون‌گیری مرحله (۴)
SOD (U/ml)	آب سرد	۸۶/۲±۴/۵	۱۶۳/۷±۱۱*	۱۳۴/۷±۷/۵*	۱۰۶/۲±۴/۸
	کنترل	۱۰۱/۷±۹/۳	۱۷۰/۶±۱۳*	۱۵۲/۵±۱۳*	۱۳۳/۷±۱۱/۳
CAT (U/ml)	آب سرد	۳۶/۴±۲/۳	۶۷/۲±۱۱/۲*	۵۳/۳±۶/۳*	۴۰/۱±۷/۳
	کنترل	۳۴/۵±۴	۶۰/۳±۸/۹*	۵۰/۵±۶/۲*	۴۱/۵±۶
GPX(U/ml)	آب سرد	۲۹۲/۶ ± ۳۳	۳۷۹/۴ ± ۳۷*	۳۴۵/۵ ± ۲۸*	۳۲۰/۶ ± ۱۷
	کنترل	۳۰۹/۳ ± ۳۶	۴۵۳ ± ۲۵*	۳۶۴/۹ ± ۴۱*	۳۲۳/۳ ± ۵۵
H2O2 (µM)	آب سرد	۳۵/۹±۳/۵	۴۹/۲±۲/۱*	۴۳/۵±۳/۶*	۳۹/۹±۳/۶
	کنترل	۳۶/۷±۳/۵	۴۹/۳±۲*	۴۶/۷±۱/۸*	۴۲/۵±۲/۶

قبل فعالیت ورزشی سرعتی تکراری (مرحلهٔ ۱)، پس از پایان فعالیت ورزشی سرعتی تکراری (مرحلهٔ ۲)، پس از پایان ریکاوری (مرحلهٔ ۳)، ۲۴ ساعت پس از انجام فعالیت ورزشی سرعتی تکراری (مرحلهٔ ۴). * تغییر معنادار در مقایسه با مرحله ۱. ¥ تغییر معنادار در مقایسه با گروه کنترل (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر این است که RSA سبب افزایش مقادیر آنتی‌اکسیدانی شده، درحالی‌که CWI در مقایسه با ریکاوری غیرفعال تأثیر معناداری بر شرایط آنتی‌اکسیدانآنتی‌اکسیدانی نداشته است.

گزارش شده است که طی تمرینات ورزشی شدید هوازی، بی‌هوازی یا ترکیب آنها، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی GR,GPX,SOD، افزایش می‌یابند (۲۰). با این حال بعضی مطالعات نیز کاهش SOD را گزارش کردند و علت این کاهش را به افزایش ناگهانی تولید هیدروژن پراکساید نسبت دادند (۲۱). شایان ذکر است که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در پاسخ به تمرینات شدید و طولانی‌مدت، تنها به‌وسیلهٔ سطوح فشار اکسایشی تنظیم نمی‌شوند، بلکه در دسترس بودن عناصری مثل Se,Mn,Fe,Zn,Cu، نیز بسیار مهم است (۲۲). در پژوهشی مشاهده شد که تمرینات HIIT، سبب افزایش GPX, SOD، CAT نسبت به حالت اولیه شدند و ۳ ساعت بعد از تمرین سطوح SOD همچنان نسبت به سطوح پایه بالا بود و بعد از ۲۴ ساعت به سطح پایه رسید. GPX بعد از ۳ ساعت کاهش معنادار داشت و پس از ۲۴ ساعت به سطوح پایه

رسید. CAT سه ساعت بعد از تمرین به سطوح پایه نزدیک شد، ولی ۲۴ ساعت بعد دوباره به مقادیر بالای بعد از تمرین نزدیک شد، که این احتمالاً به‌علت آسیب زیاد ناشی از تمرین است که به عضله وارد شده و به ترشح هیدروژن پراکساید زیادی منجر شده و سبب شده است تا کاتالاز افزایش دوباره پیدا کند تا این هیدروژن پراکساید اضافی را خنثی کند (۲۳). در پژوهشی دیگر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در سطوح بیشینه و زیر بیشینه، بر روی دوچرخه سنجش شد که تغییرات معناداری در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در سطوح زیربیشینه مشاهده نشد و تنها فعالیت GPX در سطح زیربیشینه افزایش یافت (۲۴)، درحالی‌که تحقیقات بعدی بر روی گروه‌های مشابه حاکی از افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بود (۲۵). این نکته ثابت شده است که GPX با فعالیت‌های اضافی افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد، بنابراین GPX حساسیت زیادی به شرایط تمرینی دارد (۲۶).

به‌نظر می‌رسد سرما موجب کاهش فشار اکسیداتیو و عوامل اکسیدانی می‌شود. گفته شده است احتمالاً آب سرد خود موجب افزایش تحریک عضلات و لرزش‌های ریز در عضلات شده و از این طریق به‌طور عکس موجب افزایش فشار اکسیداتیو می‌شود. پس احتمالاً فشار سرما، پاسخ سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی را در برخی موارد افزایش می‌دهد (۲۷). به‌طور کلی در خصوص قرار گرفتن در معرض سرما، نتایج بسیار متناقض است و حتی گزارش شده است قرار گرفتن در سرمای شدید نه‌تنها نمی‌تواند موجب کاهش عوامل اکسیدانی شود، بلکه فشار اکسیداتیو را نیز افزایش می‌دهد (۲۸) که با نتایج پژوهش حاضر همسوست. همهٔ این نتایج متناقض ناشی از استفاده از پروتکل‌های مختلف غوطه‌وری در آب سرد است. بر همین اساس به‌نظر می‌رسد که بسته به نوع فعالیت ورزشی شدید باید پروتکل غوطه‌وری ویژه‌ای درنظر گرفت (۱). همچنین دماهای بسیار پایین آب سرد می‌تواند موجب انبساط عروق محیطی شود و جریان خون مرکزی را کاهش دهد و بدین‌ترتیب تأثیر حمل مواد زائد توسط جریان خون به تعویق بیفتد و غوطه‌وری در آب سرد تأثیر منفی بر عملکرد یا عوامل آنتی‌اکسیدانی بگذارد (۴). بنابراین احتمالاً برای کاهش فشار اکسیداتیو ایجادشده پس از فعالیت ورزشی بسیار شدید یا تأثیر بر ورزشکاران تمرین‌کرده، پروتکل‌های متفاوت استفاده از آب سرد نیاز است تا ورزشکاران به‌منظور تسریع ریکاوری در آن قرار گیرند. در خصوص تغییرات میزان عوامل آنتی‌اکسیدانی پس از غوطه‌وری در آب سرد نیز نشان داده شده است قرارگیری در سرما موجب افزایش غلظت GSH، فعالیت SOD، CAT، GPX و GR در بافت چربی قهوه‌ای موش‌ها شده است (۳۰). از بین آنتی‌اکسیدان‌ها، فعالیت CAT، ۴۰ دقیقه بعد از تمرین با ریکاوری غیرفعال روند نزولی نسبت به ریکاوری CWI داشت و SOD نیز با ریکاوری CWI، ۴۰ دقیقه بعد از تمرین

سیر نزولی داشت. البته در گزارشی دیگر گلوتاتیون پس از یک ساعت قرارگیری در سرما تغییری نکرد (۳۱). در پژوهشی مشخص شد که فعالیت‌های اریتروسیتی SOD وCAT که هر دو ۲۰ و ۴۰ دقیقه بعد از ورزش و پس از ریکاوری استراحت غیرفعال اندازه‌گیری شده بودند، در پاسخ به ورزش فیزیکی و در مقایسه با مقادیر پایهٔ خود، تغییر فاحشی نکرده بودند. علاوه‌بر این، فعالیت GPX نیز پس از ورزش و ریکاوری غیرفعال و CWI نسبت به مقادیر پایه‌اش تغییر زیادی نداشت. در نتیجه مشخص شد که شدت فعالیت انجام‌گرفته در این مطالعه برای فعال کردن شدید آنتی‌اکسیدان‌ها کافی نبوده است (۳۲). عدم افزایش معنادار فعالیت‌های این سه آنزیم با مقادیر پایه، ۴۰ دقیقه پس از ورزش و ریکاوری، نشان‌دهندهٔ این واقعیت است که این آنزیم‌ها شاخص‌های مرحلهٔ اول تولید ROS هستند، چراکه شاخص ثانویهٔ تولید آن یعنی TBARS، افزایش چشمگیری داشت (۱۴). محققان نشان دادند که حمام آب سرد ۵ دقیقه‌ای هیچ تغییری در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بعد از تمرین، در مقایسه با مقادیر پایه ایجاد نمی‌کند. البته درجهٔ حرارت آب سرد نیز ممکن است بیش‌ازحد پایین بوده باشد (۸). علاوه‌بر این، اطلاعات ارائه‌شده در مورد ارتباط استفاده از حمام CWI بعد از ورزش شدید، متناقض است که بی‌شک به مطالعات بیشتری نیاز است (۱۲). به‌علاوه، نتایج دیگر پژوهش‌ها حاکی از آن است که فعالیت GPX پس از قرارگیری در سرما کاهش می‌یابد، البته در برخی موارد بدون تغییر باقی مانده است (۳۰) که نتایج پژوهش ما نیز نشان داد CWI تأثیری بر تغییرات آنزیمی پس از فعالیت ورزشی سرعتی تکراری نداشت. به‌طور کلی در خصوص قرار گرفتن در معرض سرما، نتایج بسیار متناقض است و حتی گزارش شده است قرار گرفتن در سرمای شدید نه‌تنها نمی‌تواند موجب کاهش عوامل اکسیدانی شود، بلکه فشار اکسیداتیو را نیز افزایش می‌دهد (۳۱). گزارش شده است، افزایش تولید گرما طی قرار گرفتن در سرما از طریق تغییرات در متابولیسم و تولید گرما با لرزش بدن حتی می‌تواند دمای بدن را در مواجهه با محیط سرد افزایش دهد، به‌خصوص زمانی‌که بدانیم ۱۰۰-۷۰ درصد از انرژی متابولیک آزادشده برای کار عضلانی به گرما تبدیل می‌شود (۳۱). بر همین اساس گزارش شده است، قرارگیری در آب سرد و در ادامه واکنش‌های جبران‌کننده، شاید موجب افزایش واکنش‌های رادیکال آزاد در بدن و تولید ROS و در نهایت فشار اکسیداتیو شود، هرچند میزان این افزایش اندک است (۳۲). در پژوهش حاضر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی CAT,SOD به‌طور میانگین در گروه آب سرد و کنترل بعد از فعالیت سرعتی افزایش ۸۰ درصدی و GPX افزایش تقریباً ۳۸ درصدی نسبت به قبل از تمرین داشته‌اند. با توجه به اینکه SOD اولین سد دفاعی در مقابل رادیکال‌های اکسیژن است، افزایش ۸۰ درصدی آن نسبت به سطوح استراحتی گویای شدت بالای تمرین و تولید بیش

از حد رادیکال‌های اکسیژن و افزایش زیاد SOD برای تبدیل آنها به هیدروژن پراکساید است (۳۳). در دیگر پژوهش‌ها نیز مشخص شده است که کاتالاز در واکنش‌های شیمیایی، از ظرفیت زیادی برخوردار است (۳۴) و از آنجا که هیدروژن پراکساید محصول بسیار مضر در بسیاری از فرایندهای سوخت‌وسازی است، باید به‌سرعت به مواد کمتر آسیب‌رسان تبدیل شود، که سلول‌ها برای این فرایند معمولاً از کاتالاز استفاده می‌کنند (۳۵). البته بین عملکرد CAT و GPX همپوشانی وجود دارد، ولی در غلظت‌های پایین، GPX نقش فعال‌تری در حذف هیدروژن پراکساید از سلول دارد. از آنجا که شدت تمرین انجام‌گرفته در این پژوهش بسیار زیاد بود، افزایش بیش از دو برابری کاتالاز نسبت به GPX توجیه‌پذیر است. اما در مورد بازگشت به حالت اولیهٔ این آنزیم‌ها، با اینکه بین دو گروه از لحاظ آماری تفاوت معناداری مشاهده نشد، ولی به‌طور کلی، در مورد آنزیم SOD شاهد کاهش ۳۴ درصدی در گروه آب سرد و کاهش ۱۷ درصدی در گروه کنترل، بعد از ریکاوری بودیم؛ یعنی آنزیم SOD در گروه آب سرد، با سرعت دو برابر نسبت به گروه کنترل کاهش‌یافته بود. ۲۴ ساعت بعد نیز گروه آب سرد کاهش ۶۷ درصدی و گروه کنترل کاهش ۳۶ درصدی داشته‌اند، یعنی آنزیم SOD در گروه آب سرد با سرعت تقریباً دو برابر نسبت به گروه کنترل به سطوح پایهٔ خود نزدیک شده است. تغییرات آنزیم کاتالاز هم تقریباً مشابه با SOD است، یعنی در گروه آب سرد بعد از ریکاوری شاهد کاهش ۴۰ درصدی بودیم و در گروه کنترل نیز کاهش ۲۸ درصدی را مشاهده کردیم. ۲۴ ساعت بعد نیز گروه آب سرد کاهش ۷۵ درصدی و گروه کنترل کاهش ۵۵ درصدی، برای رسیدن به سطوح پایهٔ خود داشتند. با توجه به این نتایج، به‌نظر می‌رسد دما یا مدت قرارگیری در آب سرد در پژوهش ما به‌اندازه‌ای پایین نبود که بتواند بر آزمودنی‌های تمرین‌کرده تأثیر بگذارد و موجب کاهش معنادار، در عوامل اکسیدانی شود. بنابراین احتمالاً برای کاهش فشار اکسیداتیو ایجادشده پس از فعالیت ورزشی بسیار شدید یا تأثیر بر ورزشکاران تمرین‌کرده، دماهای پایین‌تر یا مدت بیشتری نیاز است تا ورزشکاران در آب سرد قرار گیرند که البته انجام پژوهش‌های بیشتری در این زمینه ضروری است. همراستا با نتایج پژوهش حاضر که هیچ تغییری در عوامل اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی پس از غوطه‌وری در آب سرد مشاهده نشد، مطالعهٔ دیگری نشان داد، عدم تغییر معنادار در عوامل آنزیمی و غیرآنزیمی پس از قرارگیری در محیط سرد می‌تواند ناشی از مدت کم قرارگیری در سرما (سه دقیقه در دمای ۱۳۰- درجهٔ سانتی‌گراد) باشد (۳۱). در پژوهشی دیگر گزارش شد که قرارگیری در معرض سرما می‌تواند فعالیت آنتی‌اکسیدانی را با توجه به افزایش GSH، SOD، GR و GPX بهبود بخشد (۳۷، ۳۶). البته این مطالعه روی افراد معمولی و در شرایط استراحت نه پس از فعالیت ورزشی شدید انجام گرفت و تمام عوامل

آنتی‌اکسیدانی در سطح سلولی و در اریتروسیت‌ها بررسی شد. به‌نظر می‌رسد یکی از محدودیت‌های مهم پژوهش حاضر عدم بررسی عوامل آنتی‌اکسیدانی در سطح اریتروسیت‌ها بود که احتمالاً می‌توانست موجب بررسی دقیق‌تر تأثیر CWI بر عوامل آنتی‌اکسیدانی شود.

در نتیجه اگرچه میزان شدت فعالیت RSA در مطالعهٔ حاضر به مقدار کافی بالا بود تا موجب پاسخ عوامل آنتی‌اکسیدانی شود، ولی آب سرد تأثیری بر سرعت بازگشت به حالت اولیه نداشت. به‌نظر می‌رسد، میزان دمای آب سرد استفاده‌شده در مطالعهٔ حاضر (۱۴ درجهٔ سانتی‌گراد) و مدت زمان قرارگیری در آب سرد (۱۲ دقیقه) و همچنین عمق قرارگیری در آب سرد (زائدهٔ خاجی) و شرایط آزمودنی‌ها (تمرین‌کرده) و حتی نوع فعالیت ورزشی سرعتی تکراری (رکاب‌زنی) در عدم تأثیر آب سرد بر عوامل آنتی‌اکسیدانی تأثیرگذار بوده است.

منابع و مآخذ

1. Sutkowy, P., Woźniak, A., Boraczyński, T., Mila-Kierzenkowska, C., & Boraczyński, M. (2015). Postexercise impact of ice-cold water bath on the oxidant-antioxidant balance in healthy men. BioMed research international, 2015.
2. Mäkinen, T. M. (2007). Human cold exposure, adaptation, and performance in high latitude environments. American Journal of Human Biology, 19(2), 155-164.
3. Vieira, A., Siqueira, A., Ferreira-Junior, J., do Carmo, J., Durigan, J., Blazevich, A., & Bottaro, M. (2016). The Effect of Water Temperature during Cold-Water Immersion on Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage. International journal of sports medicine, 37(12), 937-943.
4. Bleakley, C. M., Bieuzen, F., Davison, G. W., & Costello, J. (2014). Whole-body cryotherapy: empirical evidence and theoretical perspectives. Open access journal of sports medicine, 5, 25-36.
5. White, G. E., Rhind, S. G., & Wells, G. D. (2014). The effect of various cold-water immersion protocols on exercise-induced inflammatory response and functional recovery from high-intensity sprint exercise. European journal of applied physiology, 114(11), 2353-2367.
6. Roberts, L. A., Nosaka, K., Coombes, J. S., & Peake, J. M. (2014). Cold water immersion enhances recovery of submaximal muscle function after resistance exercise. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 307(8), R998-R1008.
7. King, M., & Duffield, R. (2009). The effects of recovery interventions on consecutive days of intermittent sprint exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research, 23(6), 1795-1802.

8. Elabed, K., Masmoudi, L., Koubaa, A. and Hakim, A., (2014). Antioxidant in response to anaerobic or aerobic exercise alone or in combination in male judokas. Advances in Life Sciences and Health, 1(1), pp.24-33.
9. Wilcock, I. M., Cronin, J. B., & Hing, W. A. (2006). Physiological response to water immersion. Sports Medicine, 36(9), 747-765.
10. Bleakley, C. M., & Davison, G. W. (2009). What is the biochemical and physiological rationale for using Cold Water Immersion in Sports Recovery? A Systematic Review. British journal of sports medicine, bjsm. 2009.065565.
11. .Jakeman, J., Macrae, R., & Eston, R. (2009). A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. Ergonomics, 52(4), 456-460.
12. .Sellwood, K. L., Brukner, P., Williams, D., Nicol, A., & Hinman, R. (2007). Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. British journal of sports medicine, 41(6), 392-397.
13. Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability—Part I. Sports Medicine, 41(8), 673-694.
14. Robertson, V. J., Low, J., Ward, A., & Reed, A. (2006). Electrotherapy explained: principles and practice: Elsevier Health Sciences.
15. Wozniak, A., Mila-Kierzenkowska, C., Szpinda, M., Chwalbinska-Moneta, J., Augustynska, B., & Jurecka, A. (2013). Whole-body cryostimulation and oxidative stress in rowers: the preliminary results. Archives of Medical Science, 9(2), 303-308.
16. Heubert, R., Billat, V., Chassaing, P., Bocquet, V., Morton, R., Koralsztein, J., & Di Prampero, P. (2005). Effect of a previous sprint on the parameters of the work-time to exhaustion relationship in high intensity cycling. International journal of sports medicine, 26(07), 583-592.
17. Melhim, A. (2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwon-do. British journal of sports medicine, 35(4), 231-234.
18. Yeargin, S. W., Casa, D. J., McClung, J. M., Knight, J. C., Healey, J. C., Goss, P. J.,... Hipp, G. R. (2006). Body cooling between two bouts of exercise in the heat enhances subsequent performance. The Journal of Strength & Conditioning Research, 20(2), 383-389.
19. May, M. J., & Ghosh, S. (1998). Signal transduction through NF-κB. Immunology today, 19(2), 80-88.
20. Elabed, K., Masmoudi, L., Koubaa, A. and Hakim, A.,(2014). Antioxidant in response to anaerobic or aerobic exercise alone or in combination in male judokas. Advances in Life Sciences and Health, 1(1), pp.24-33.
21. Groussard, C., Rannou-Bekono, F., Machefer, G., Chevanne, M., Vincent, S., Sergent, O., Cillard, J. and Gratas-Delamarche, A., (2003). Changes in blood lipid peroxidation markers and antioxidants after a single sprint anaerobic exercise. European journal of applied physiology, 89(1), pp.14-20.

22. Kanter, M. (1998). Free radicals, exercise and antioxidant supplementation. Proceedings of the Nutrition Society, 57(01), 9-13.
23. Fisher, G., Schwartz, D. D., Quindry, J., Barberio, M. D., Foster, E. B., Jones, K. W., & Pascoe, D. D. (2011). Lymphocyte enzymatic antioxidant responses to oxidative stress following high-intensity interval exercise. Journal of Applied Physiology, 110(3), 730-737.
24. Tauler, P., Aguiló, A., Gimeno, I., Guix, P., Tur, J. A., & Pons, A. (2004). Different effects of exercise tests on the antioxidant enzyme activities in lymphocytes and neutrophils. The Journal of nutritional biochemistry, 15(8), 479-484.
25. Tauler, P., Sureda, A., Cases, N., Aguiló, A., Rodríguez-Marroyo, J. A., Villa, G.,... Pons, A. (2006). Increased lymphocyte antioxidant defences in response to exhaustive exercise do not prevent oxidative damage. The Journal of nutritional biochemistry, 17(10), 665-671.
26. Margonis, K., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Douroudos, I., Chatzinikolaou, A.,... Taxildaris, K. (2007). Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: implications for diagnosis. Free Radical Biology and Medicine, 43(6), 901-910.
27. Ohtsuka, Y., Yabunaka, N., Fujisawa, H., Watanabe, I., & Agishi, Y. (1994). Effect of thermal stress on glutathione metabolism in human erythrocytes. European journal of applied physiology and occupational physiology, 68(1), 87-91.
28. Lubkowska, A., Dołęgowska, B., & Szyguła, Z. (2012). Whole-body cryostimulation-potential beneficial treatment for improving antioxidant capacity in healthy men-significance of the number of sessions. PloS one, 7(10), e46352.
29. Williams, C., & Ratel, S. (2009). Human muscle fatigue: Routledge.
30. Knicker, A. J., Renshaw, I., Oldham, A. R., & Cairns, S. P. (2011). Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. Sports Medicine, 41(4), 307-328.
31. Lubkowska, A., Dołęgowska, B. and Szyguła, Z., (2012). Whole-body cryostimulation-potential beneficial treatment for improving antioxidant capacity in healthy men-significance of the number of sessions. Plos one, 7(10), p.e46352.
32. Enoka, R. M. (1995). Mechanisms of muscle fatigue: central factors and task dependency. Journal of Electromyography and Kinesiology, 5(3), 141-149.
33. Rujito, L., Mulatsih, S., & Sofro, A. S. M. (2015). Status of Superoxide dismutase in transfusion dependent thalassaemia. North American journal of medical sciences, 7(5), 194
34. Ogura, Y., & Yamazaki, I. (1983). Steady-state kinetics of the catalase reaction in the presence of cyanide. Journal of biochemistry, 94(2), 403-408.
35. Gaetani, G. F., Ferraris, A., Rolfo, M., Mangerini, R., Arena, S., & Kirkman, H. (1996). Predominant role of catalase in the disposal of hydrogen peroxide within human erythrocytes. Blood, 87(4), 1595-1599.
36. Paweł Sutkowy, Alina Woźniak, Tomasz Boraczyński, Celestyna Mila-Kierzenkowska, and Michał Boraczyński, "Postexercise Impact of Ice-Cold Water Bath on the Oxidant-

Antioxidant Balance in Healthy Men," BioMed Research International, vol.(2015), Article ID 706141, 8 pages, 2015. doi:10.1155/2015/706141

37. Ohtsuka, Y., Yabunaka, N., Fujisawa, H., Watanabe, I. and Agishi, Y., (1994). Effect of thermal stress on glutathione metabolism in human erythrocytes. European journal of applied physiology and occupational physiology, 68(1), pp.87-91.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

The Effect of Cold Water Immersion and Repeated Sprint Activities on Antioxidant Factors in Trained Men

Sara Farajnia[1] - Mohammad Reza Kordi*[2] - Fatemeh Shabkhiz[3]
1.MA Student of Exercise Physiology, Faculty of physical education and sport sciences. University of Tehran, Tehran, Iran 2,3.Associated professor, Faculty of physical education and sport sciences. University of Tehran, Tehran, Iran
(Received:2017/02/04;Accepted:2017/11/08)

Abstract

The purpose of this study was to measure the changes in superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) glutathione peroxidase (GPX) and Hydrogen peroxide (H_2O_2), after repeated-sprint activity (RSA) and subsequent cold water immersion (CWI). Twenty trained athletes with maximal oxygen uptake (VO2max) 52.9±2.9 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, age 21.9±2.2 yrs, height 174.2±5.4 cm, and weight 68±4.4 kg were assigned to take part in this study. After performing repeated-sprint activity, 10 participants immersed in cold water (14°c) and 10 participants passively sat on a chair at room temperature. Blood sampling was performed before and after RSA, after CWI or passive rest and after 24 h. The results showed that antioxidant levels returned to baseline levels after 24 h, nevertheless; there was no significant difference between CWI and Control groups. In conclusion, although the levels of enzymatic antioxidants were significantly higher after RSA, CWI did not have any effect on returning to baseline levels after 24h.

Keywords

Antioxidant, Repeated sprint, Recovery.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* Corresponding Author: Email: mrkordi@ut.ac.ir; Tel: +982161118870