انجمن فیزیولوژی ورزشی ایران

غوطه‌وری در آب سرد پس از تمرین قدرتی، سازگاری‌های میتوکندریایی را در مقایسه با ریکاوری فعال کاهش نداد

2026-07-22 / 1405/04/31



پژوهشی منتشرشده در مجله Experimental Physiology نشان می‌دهد که غوطه‌وری ۱۰ دقیقه‌ای در آب ۱۰ درجه سانتی‌گراد پس از تمرین قدرتی، در مقایسه با ریکاوری فعال، تغییرات بیان ژن‌های مرتبط با تنظیم اکسایش–کاهش یا سازگاری‌های آنزیمی میتوکندری را کاهش نمی‌دهد. این مطالعه شامل بررسی پاسخ حاد در ۹ مرد و یک مداخله تمرینی سه‌ماهه در ۲۱ مرد بود. همچنین برخی شاخص‌های مصرف اکسیژن عضلانی پس از تمرین در گروه آب سرد بهبود بیشتری نشان دادند.

بررسی تأثیر آب سرد بر پاسخ‌های مولکولی و سازگاری عضلات پس از تمرین قدرتی

غوطه‌وری در آب سرد یکی از روش‌های متداول بازیابی پس از فعالیت ورزشی است. ورزشکاران از این روش برای مدیریت برخی علائم پس از تمرین استفاده می‌کنند، اما تأثیر آن بر فرایندهای مولکولی مرتبط با سازگاری عضلات همچنان موضوع پژوهش‌های علمی است.

یکی از پرسش‌های مهم آن است که آیا کاهش دمای بافت‌ها پس از تمرین می‌تواند پیام‌رسانی اکسایش–کاهش، فعالیت میتوکندری‌ها و سازگاری‌های ناشی از تمرین مقاومتی را تغییر دهد.

پژوهشی منتشرشده در ۲۲ ژوئیه ۲۰۲۶ در مجله Experimental Physiology، اثر غوطه‌وری در آب سرد و ریکاوری فعال را بر پاسخ‌های حاد و سازگاری‌های بلندمدت عضلات پس از تمرین قدرتی مقایسه کرده است.

طراحی پژوهش در دو بخش

این پژوهش شامل دو بخش مکمل بود.

در بخش نخست، ۹ مرد جوان سالم و دارای فعالیت بدنی منظم در یک مطالعه متقاطع شرکت کردند. آنان دو جلسه تمرین مقاومتی را با فاصله حداقل یک هفته انجام دادند و پس از هر جلسه، یکی از دو روش بازیابی را تجربه کردند.

در بخش دوم، ۲۱ مرد جوان سالم در یک مطالعه مداخله‌ای سه‌ماهه شرکت کردند. آنان دو بار در هفته تمرین قدرتی پایین‌تنه انجام دادند و پس از هر جلسه، از روش بازیابی تعیین‌شده استفاده کردند.

دو روش بازیابی عبارت بودند از:

- غوطه‌وری تا کمر در آب ۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه
- رکاب‌زدن سبک به مدت ۱۰ دقیقه به‌عنوان ریکاوری فعال

هر دو روش در فاصله کمتر از پنج دقیقه پس از پایان تمرین آغاز می‌شدند.

بررسی استرس اکسیداتیو و بیان ژن‌ها

در بخش حاد پژوهش، نمونه‌های خون و بافت عضلانی پیش و پس از تمرین جمع‌آوری شدند.

پژوهشگران نشانگرهای استرس اکسیداتیو و فعالیت سامانه‌های آنتی‌اکسیدانی را بررسی کردند.

برخی نشانگرهای خونی میان دو روش بازیابی تفاوت داشتند. برای مثال، میزان F_2-ایزوپروستان‌ها پس از تمرین در وضعیت آب سرد کمتر بود و فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در دو ساعت پس از تمرین افزایش بیشتری نشان داد.

بااین‌حال، تغییرات بیان ژن‌های مرتبط با تنظیم اکسایش–کاهش در عضلات، از جمله NRF2، HMOX1 و TXN، میان دو روش بازیابی تفاوت معناداری نداشت.

این یافته نشان می‌دهد که تغییر در برخی نشانگرهای خونی لزوماً به معنای تغییر مشابه در پاسخ‌های ژنی بافت عضلانی نیست.

سازگاری‌های میتوکندریایی پس از سه ماه تمرین

در بخش بلندمدت پژوهش، محققان فعالیت آنزیم سیترات سنتاز و کمپلکس‌های I و IV زنجیره انتقال الکترون میتوکندری را بررسی کردند.

همچنین تغییرات برخی پروتئین‌های مرتبط با تنظیم متابولیسم انرژی، از جمله AMPK فسفریله‌شده، اندازه‌گیری شد.

پس از سه ماه تمرین، تغییراتی در این شاخص‌ها مشاهده شد، اما میزان پاسخ میان گروه آب سرد و گروه ریکاوری فعال تفاوت معناداری نداشت.

بنابراین، در شرایط این مطالعه، استفاده مکرر از آب سرد پس از تمرین قدرتی موجب تضعیف قابل‌اندازه‌گیری سازگاری‌های آنزیمی میتوکندری نسبت به ریکاوری فعال نشد.

بهبود برخی شاخص‌های مصرف اکسیژن عضله

پژوهشگران با استفاده از طیف‌سنجی نزدیک به فروسرخ، وضعیت اکسیژن‌رسانی و مصرف اکسیژن عضلات را نیز ارزیابی کردند.

پس از دوره تمرینی، گروه آب سرد در برخی آزمون‌ها کاهش آهسته‌تر اشباع اکسیژن عضلانی و افزایش بیشتر مصرف اکسیژن هنگام انقباض‌های تکراری را نشان داد.

در آزمون شامل ۵۰ انقباض ایزوکینتیک، مصرف اکسیژن عضلانی در گروه آب سرد افزایش معناداری داشت، درحالی‌که چنین افزایشی در گروه ریکاوری فعال مشاهده نشد.

این نتایج ممکن است نشان‌دهنده تفاوت در ظرفیت اکسیداتیو یا ویژگی‌های اکسیژن‌رسانی و مصرف اکسیژن عضله باشد.

بااین‌حال، اندازه‌گیری‌های انجام‌شده به‌تنهایی برای تعیین سازوکار دقیق این تفاوت‌ها کافی نیستند.

اهمیت یافته‌ها برای فیزیولوژی ورزشی

این پژوهش نشان می‌دهد که غوطه‌وری در آب سرد پس از تمرین مقاومتی، لزوماً تمام پاسخ‌های مولکولی و سازگاری‌های میتوکندریایی ناشی از تمرین را تضعیف نمی‌کند.

همچنین نتایج بر اهمیت تفکیک شاخص‌های مختلف سازگاری عضلانی تأکید دارند؛ زیرا تغییرات استرس اکسیداتیو، بیان ژن‌ها، فعالیت آنزیم‌ها و مصرف اکسیژن ممکن است الگوهای یکسانی نداشته باشند.

بااین‌حال، این مطالعه محدودیت‌هایی دارد. تعداد شرکت‌کنندگان کم بود و همگی مردان جوان سالم بودند. همچنین روش آب سرد تنها با ریکاوری فعال مقایسه شد، نه با استراحت کامل.

نکته مهم دیگر آن است که نتایج مربوط به میتوکندری‌ها را نباید به همه سازگاری‌های تمرین قدرتی تعمیم داد. این مطالعه اثبات نمی‌کند که غوطه‌وری در آب سرد برای افزایش قدرت یا رشد عضلات، بهتر یا حتی معادل سایر روش‌های بازیابی است.

در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهند که تأثیر آب سرد بر سازگاری‌های ورزشی پیچیده‌تر از یک رابطه ساده مفید یا مضر است و باید با توجه به نوع تمرین، شاخص مورد بررسی و هدف ورزشی ارزیابی شود.

منبع علمی: Experimental Physiology

تاریخ انتشار منبع: 2026-07-22

DOI: 10.1113/EP093660

لینک منبع: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC13394430/

مشاهده مطلب در وب‌سایت انجمن