

اثر مکمل ضدالتهابی زنجبیل بر پاسخ پروتئین‌های استرس سلولی متعاقب تمرینات قدرتی پیشرونده در مردان جوان والیبالیست

❖ سمانه افشان؛ کارشناس ارشد دانشگاه مازندران *

❖ ولی‌الله دبیدی روشن؛ عضو هیأت علمی دانشگاه مازندران

❖❖ دکتر فاطمه رودباری؛ عضو هیأت علمی دانشگاه مازندران

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۱۵
تاریخ تصویب: ۹۱/۸/۴

چکیده:

محققان مختلف گزارش کرده‌اند تمرینات قدرتی باعث ایجاد التهاب، استرس و آسیب سلولی می‌شود. با این حال تأثیر برنامه‌های تمرین قدرتی فزاینده با و بدون مکمل ضدالتهابی زنجبیل بر پروتئین‌های استرسی مشخص نشده است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر مکمل‌گیری کوتاه‌مدت زنجبیل بر مقادیر HSP۷۲ و پروتئین تام پلاسما متعاقب اجرای پروتکل تمرین قدرتی فزاینده در مردان جوان والیبالیست بود. بیست مرد ورزشکار در طرحی طولی به طور تصادفی به دو گروه شامل گروه تمرین قدرتی فزاینده با و بدون مکمل زنجبیل (گروه تجربی) و گروه دارونما تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تجربی ۳ گرم پودر زنجبیل را در سه وعده (هر وعده ۱ گرم)، قبل از سه وعده اصلی غذایی مصرف کردند. گروه دارونما نیز کپسولی حاوی ۱ گرم نشاسته (دارونما) را با همان شیوه و مدت زمان گروه تجربی مصرف می‌کردند. خون‌گیری از آزمودنی‌های تحقیق در سه مرحله انجام شد: قبل از تمرین قدرتی، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت پس از آن. نتایج. تمرین قدرتی فزاینده بلافاصله بعد از اتمام تمرین باعث افزایش معنادار مقادیر HSP۷۲ و پروتئین تام پلاسما (مقدار P در هر دو شاخص کمتر از ۰/۰۰۱) و ۲۴ ساعت پس از انجام آن شد (مقدار P به ترتیب برابر بود با ۰/۰۱۹ و ۰/۰۰۱). اگرچه مکمل‌گیری زنجبیل باعث کاهش مقادیر HSP۷۲ و پروتئین تام پلاسما متعاقب اجرای تمرین قدرتی شد، اما بر مقادیر استراحتی این شاخص‌ها در مقایسه با دوره قبل از مکمل‌گیری تأثیر معناداری نداشت (مقدار P به ترتیب برابر است با ۰/۶۳۴ و ۰/۸۶۲). این نتایج نشان می‌دهد هفت روز مکمل‌گیری زنجبیل با دوز ۳ گرم در روز در مهار کامل استرس سلولی ناشی از تمرین قدرتی فزاینده مؤثر نبود. با وجود این، مطالعات دیگری با طول دوره بیشتر مکمل‌گیری زنجبیل برای تعیین آثار سودمند این مداخله غیردارویی بر پروتئین‌های استرسی لازم است.

واژگان کلیدی: پروتئین‌های استرسی، تمرین قدرتی فزاینده، مکمل زنجبیل، والیبال.

* E. mail: samanehafshan@yahoo.com

مقدمه

در عصر حاضر، به انجام تمرینات ورزشی از جمله تمرینات با وزنه در اقبال عامی جامعه توجهات روزافزونی معطوف شده است. به‌علاوه، سالیان متمادی است که ورزشکاران از روش‌های تمرینی مختلفی از قبیل تمرینات پلايومتریك و ایستگاهی (دایره‌ای) برای بهبود قدرت و یا توان عضلانی در برخی رشته‌های ورزشی بهره می‌برند. یکی از تمرین‌هایی که تقریباً همه ورزشکاران از آن استفاده می‌کنند، تمرین‌های قدرتی است. در این راستا، روش‌های تمرینی مختلفی در سالن‌های بدنسازی و مراکز آماده‌سازی ورزشکاران برای رویدادهای مهم ورزشی به کار گرفته می‌شود. اگرچه تحقیقات متعددی آثار سودمند این گونه تمرینات و پروتکل‌های آماده‌سازی را در بهبود عملکرد بدنی گزارش دادند (۳)، تحقیقات معدودی در خصوص آثار احتمالی و زیانبار اجرای برخی پروتکل‌های تمرینی بر دستگاه‌های مختلف بدن از جمله سیستم عضلانی و تری به‌ویژه در ورزشکاران رشته‌های توانی از قبیل والیبال انجام شده است که به‌طور مکرر با برون‌گرای عضلانی و در نتیجه التهاب سیستمی مواجه می‌شوند.

در این راستا، برخی محققان اظهار داشتند استرس‌های مختلف باعث افزایش سریع پروتئین شوک گرمایی (HSP)^۱ و التهاب سیستمی می‌شود (۲۹، ۱۹، ۹). با وجود این، اثر راهبردهای پیشگیرانه در مواجهه با آثار زیانبار احتمالی تمرینات قدرتی بر دستگاه عضلانی به‌ویژه ردیابی تغییرات

مارکرهای مرتبط با برگشت سلول به وضعیت اولیه در دوره بازیافت کاملاً مشخص نیست (۲۹). با وجود این، با توجه به اثر تمرینات قدرتی در ایجاد آسیب‌های عضلانی از یک سو، و ارتباط بین وقوع این گونه آسیب‌ها با التهاب سیستمی، به‌نظر می‌رسد مصرف مکمل‌های گیاهی ضدالتهابی در کاهش التهاب متعاقب اجرای این تمرینات و در نتیجه حفظ عملکرد ورزشکاران سودمند است.

در سال‌های اخیر به زنجبیل به عنوان مکمل تغذیه‌ای گیاهی به ویژه برای درمان مشکلات التهابی مزمن توجه رو به رشدی معطوف شده است. چندین گزارش انسانی و حیوانی نشان می‌دهند زنجبیل ویژگی‌های ضد التهابی دارد (۳۵، ۳۳، ۳۰). برخی گزارش‌ها نشان می‌دهند گیاه زنجبیل و عصاره آن باعث مهار پروستاگلاندین‌ها (۳۵)، مهار به هم چسبندگی پلاکتی (۳۶، ۲۸)، سرکوب تولید رادیکال‌های آزاد و عوامل پیش‌التهابی (۱۳) همچنین، مهار سایتوکین‌ها و شیموکین (۲۰، ۵) شده است. به‌علاوه، مطالعات نشان می‌دهند آثار آنتی‌اکسیدانی نیز دارد (۳۱، ۱۶، ۱۵، ۱۳).

بر این اساس، با توجه به اینکه اجرای تمرینات با وزنه به‌ویژه از نوع برون‌گرا همواره با آسیب عضلانی (۲۷، ۱۷) و در نتیجه التهاب (۲۱) همراه است و از سوی دیگر، اجرای این تمرینات از طریق فرایند ایسکمی و ریزش مجدد جریان خون (I/R)^۲ طی انقباض و انبساط عضله باعث تولید فراوان رادیکال‌های آزاد می‌شود (۱۲، ۱۴، ۱۸، ۲۳)، لذا بررسی آثار مکمل زنجبیل بر تغییرات پاسخ‌های

1. Heat shock protein
2. Ischemia-reperfusion

رشته والیبال تشکیل می‌دادند که دست کم سه روز در هفته و به مدت دو سال تمرین منظم داشتند. از این افراد، بیست مرد فعال ۱۷-۲۲ ساله با برخی شرایط انتخاب شدند. برای انتخاب آزمودنی‌ها، ابتدا طی فراخوانی، افراد واجد شرایط زیر آزمودنی انتخاب شدند:

۱. افراد فاقد هر گونه بیماری و آسیب عضلانی اسکلتی
 ۲. عدم سابقه اجرای تمرینات با وزنه، دست کم در مدت شش ماه اخیر
 ۳. عدم مصرف دخانیات دست کم در مدت شش گذشته
 ۴. خودداری از مصرف هر گونه دارو دست کم در مدت دو هفته قبل از فرایند تحقیق
 ۵. عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن از قبیل بیماری قلبی، مشکلات مفصلی، همچنین عدم آسیب عضلانی و مفصلی دست کم در مدت یک ماه قبل از آغاز تحقیق.
- پس از توضیح اهداف، جزئیات، همچنین نحوه اجرای پروتکل تحقیق، از تمامی آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی دریافت شد. ضمناً به آزمودنی‌ها اطلاع داده شد که مختارند در صورت احساس هر گونه شرایط ناخوشایند در فرایند تحقیق، از ادامه تمرینات انصراف دهند و از مطالعه خارج شوند.
- این افراد به طور تصادفی به دو گروه تجربی و دارونما تقسیم شدند. هر دو گروه تمرین قدرتی فزاینده را اجرا نمودند، با این تفاوت که گروه تجربی از مکمل زنجبیل و گروه دارونما نیز نشاسته استفاده کردند.
- با توجه به نتایج تحقیقات متعدد که از یک سو

التهابی و استرسی متعاقب اجرای تمرین قدرتی با الگوی باردهی فزاینده، اطلاعات تازه‌ای از تأثیر این گونه مکمل در کاهش درد و التهاب و از این رو حفظ عملکرد عضله در این گونه تمرینات در دسترس قرار خواهد داد.

لذا، با توجه به اینکه HSP باعث حفاظت سلول در برابر انواع استرس‌ها می‌شود (۳۷)، و هر گونه استرس و التهاب در سلول باعث درد و کوفتگی و در نتیجه افت عملکرد در ورزشکار می‌شود، لذا به نظر می‌رسد اتخاذ هر گونه راهبرد برای کاهش و یا مهار این آثار، نقش بالقوه‌ای در حفظ عملکرد ورزشی خواهد داشت.

بر این اساس، تحقیق حاضر به دنبال پاسخ به دو سؤال است. اول اینکه اجرای تمرینات قدرتی فزاینده با و بدون مکمل زنجبیل بر پاسخ پروتئین‌های استرس سلولی از قبیل پروتئین شوک گرمایی (HSP۷۲) و پروتئین تام (TP) در مردان جوان والیبالیست چه تأثیری دارد؟ دوم اینکه مصرف مکمل زنجبیل چه تأثیری بر تغییرات پاسخ این پروتئین‌ها طی دوره برگشت به حالت اولیه متعاقب اجرای این تمرینات دارد؟

روش‌شناسی

پروتکل تحقیق حاضر در قالب طرحی نیمه‌تجربی و به صورت دوسو کور و در چارچوب طرح پیش‌آزمون و دو نوبت پس‌آزمون (بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از آن) در گروه‌های مختلف و در دو مرحله مجزا با فاصله یک هفته‌ای (قبل و بعد از مکمل زنجبیل) اجرا شد.

جامعه آماری تحقیق حاضر را مردان ورزشکار

فزاینده، بار وزنه از سبک به سنگین طراحی می‌شود. در ابتدای جلسات آزمون‌گیری، آزمودنی‌ها ابتدا تمرینات با وزنه سبک را به مدت ده دقیقه و با ۲۰ درصد ۱RM به صورت دایره‌ای اجرا کردند. فاصله استراحتی بین ایستگاه‌ها ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شد و فاصله استراحتی بین ست‌ها نیز با توجه به منابع و با توجه به اینکه در روش هایپرتروفی علی‌رغم خستگی باید به تکرار حرکات ادامه داد، دو دقیقه در نظر گرفته شد.

برای اجرای برنامه تمرینی از افراد خواسته شد تا با توجه به مقادیر یک تکرار بیشینه از پیش تعیین شده، در هفت ایستگاه (پرس سینه، جلو بازو، سرشانه با هالتر، نظام دمبل، اسکوات، پشت ران و ساق پا) به تمرین بپردازند. در این راستا، هر آزمودنی ابتدا در ست اول، وزنه‌ای که ۵۰ درصد ۱۰RM فرد بود در ده تکرار اجرا می‌کرد. در ست دوم ۷۵ درصد ۱۰RM فرد در ده تکرار و در نهایت در ست آخر نیز ۱۰۰ درصد ۱۰RM فرد در ده تکرار انجام شد.

خون‌گیری از آزمودنی‌های تحقیق حاضر طی دوره تحقیق در دو مرحله قبل و پس از انجام تمرینات قدرتی با و بدون مکمل زنجبیل و یا دارونما با شرایط کاملاً مشابه اجرا شد. به علاوه، خون‌گیری از هر آزمودنی در شرایط استراحتی و به دنبال ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی و یا دریافت مکمل و دارونما انجام شد. برای این منظور، از آزمودنی‌ها خواسته شد دوازده ساعت قبل از خون‌گیری، از مصرف هر گونه ماده غذایی به جز آب خودداری کنند. برای این منظور، آزمودنی ابتدا بر روی صندلی می‌نشست. پس از پانزده دقیقه استراحت، خون‌گیری از ورید پیش‌بازویی دست غیربرتر انجام

تأثیر تمرینات با وزنه در ایجاد آسیب عضلانی و در نتیجه التهاب و کوفتگی عضلانی را گزارش دادند، و از سوی دیگر با توجه به اثر ضدالتهابی و ضد درد و کوفتگی زنجبیل، در این تحقیق نیز از این مکمل با نام علمی *INGIBER OFFICINALE* که عموماً *GINGER* نیز نامیده می‌شود استفاده شد.

پروتکل مکمل‌گیری زنجبیل در تحقیق حاضر به مدت یک هفته اجرا شد. آزمودنی‌های گروه ترکیبی (مکمل و تمرین قدرتی فزاینده) هر روز ۳ گرم پودر زنجبیل (شرکت گلدارو، تهران) را که در درون کپسول‌های با پوشش مشابه قرار داشت در سه وعده (هر وعده ۱ گرم) و با حدود ۲۵۰ میلی‌لیتر آب، قبل از سه وعده اصلی غذایی مصرف کردند. گروه دارونما نیز کپسولی حاوی ۱ گرم نشاسته (دارونما) را با همان شیوه و مدت زمان گروه تجربی مصرف کردند. کپسول‌های حاوی زنجبیل و دارونما (نشاسته) کاملاً شبیه به هم بودند و هر آزمودنی هجده کپسول را به همراه دستورالعمل مصرف در قالب یک بسته دریافت کرد. در طول دوره تحقیق حفظ برنامه غذایی معمول توصیه می‌شد و از مصرف هر گونه آنتی‌اکسیدان و مواد حاوی مولتی‌ویتامین خودداری کردند.

با توجه به اینکه پروتکل تمرین قدرتی فزاینده روش متداول تمرین قدرتی است و به کرات اکثر ورزشکاران و مربیان در سالن‌های بدن‌سازی از آن استفاده می‌کنند، لذا در تحقیق حاضر نیز از این پروتکل به طریقی که قبلاً محققان دیگر از جمله رجیبی و همکارانش (۳) گزارش کرده‌اند استفاده شد.

به طور خلاصه، برای اجرای تمرین قدرتی

تمرینی، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اجرای پروتکل آزمون‌گیری از روش آنالیز واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. به علاوه، برای ردیابی تغییرات ناشی از نوع پروتکل و یا مکمل در مراحل مختلف از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. همچنین، برای مقایسه هر یک از شاخص‌ها بین دو گروه در زمان‌های مختلف خون‌گیری نیز از آزمون t مستقل استفاده شد. مقدار معناداری آماری نیز در سطح P برابر یا کمتر از ۰/۰۵ تعیین شد.

یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌های تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است. هیچ تفاوت معناداری بین مقادیر سن، قد، وزن، چربی بدن و شاخص توده بدن دو گروه وجود نداشت (جدول ۱). جدول ۲ و ۳ به ترتیب تغییرات مقادیر پروتئین شوک گرمایی (HSP) و پروتئین تام در مراحل مختلف خون‌گیری (سطوح استراحتی، بلافاصله پس از تمرین قدرتی فزاینده و ۲۴ ساعت پس از آن) در دو گروه تجربی و دارونما را قبل و پس از دوره یک هفته‌ای مصرف مکمل زنجبیل نشان می‌دهند.

بر اساس نتایج آزمون آنالیز واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر و همان‌گونه که در جدول نیز مشخص است، اجرای تمرین قدرتی فزاینده باعث افزایش معنادار ۷۵/۶۹ درصدی مقادیر HSP۷۲ و افزایش ۳۴/۴ درصدی مقادیر پروتئین تام بلافاصله پس از اتمام تمرین شد (مقدار P در هر دو شاخص کمتر از ۰/۰۰۱). اگرچه مقادیر افزایش HSP۷۲ و پروتئین تام تا ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین کمتر شد، اما همچنان به ترتیب ۲۵/۱۵ و ۳۰/۲۳ درصد

می‌شد. سپس، آزمودنی به اجرای تمرینات با وزنه در ایستگاه‌های هفت‌گانه اقدام می‌کرد.

دومین مرحله خون‌گیری بلافاصله پس از اتمام تمرین انجام شد. سومین مرحله خون‌گیری نیز ۲۴ ساعت پس از اتمام جلسه تمرینی با شرایط مشابه اجرا شد. این مراحل خون‌گیری قبل و پس از دوره مکمل‌گیری یک هفته‌ای زنجبیل یا دارونما و با شرایط مشابه اجرا شد. در هر مرحله ۱۰ میلی‌لیتر خون جمع‌آوری شد و ۲ میلی‌لیتر در درون لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA ریخته شد. بخش دیگری از خون نیز به درون لوله‌های فاقد ماده ضد انعقاد ریخته شد تا پس از سانتریفیوژ با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت پنج دقیقه سرم از آن مجزا شود. آنگاه سرم به دست آمده به داخل لوله‌های پلی‌سیتریته ریخته شد و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره گردید. پس از جمع‌آوری، نمونه‌های قبل و پس از مکمل‌گیری برای تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی شاخص‌ها استفاده شد.

برای تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی مقادیر HSP۷۲ از کیت انسانی ساخت کمپانی Bio-*tech, Wuhan, China* با ضریب پراکندگی و حساسیت ۶/۸ و ۰/۸ درصد نانوگرم بر میلی‌لیتر و از روش الیزا استفاده شد. به علاوه، مقادیر پروتئین تام پلازما نیز به روش الیزا و با استفاده از کیت ساخت کمپانی *Sigma-Aldrich, germany* با ضریب پراکندگی و حساسیت به ترتیب ۳/۲ درصد و ۵ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر استفاده شد.

پس از اندازه‌گیری هر یک از متغیرهای تحقیق، برای مطالعه اثر پروتکل تمرین قدرتی و یا اثر مکمل در مراحل مختلف قبل از اجرای پروتکل

جدول ۲. تغییرات مقادیر میانگین HSP_{۷۲} (بر حسب نانوگرم در میلی‌لیتر) در مراحل مختلف خون‌گیری در دو گروه تجربی و دارونما در قبل و پس از دوره یک هفته‌ای مصرف مکمل زنجبیل

گروه‌ها		قبل از مکمل‌گیری				بعد از مکمل‌گیری			
مراحل خون‌گیری	سطوح استراحتی	بلافاصله بعد از تمرین	۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین	۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین	سطوح استراحتی	بلافاصله بعد از تمرین	۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین	۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین	سطوح استراحتی
HSP72									
		۵۹۸±۸۷۷	۲۴۶±۵۰۹/۲ # ¥	۷۹۹±۱۵۲/۴ # ¥	۵۸۱±۹۶۲ ¥	۱۷۷۹±۳۹۶/۸ + # ¥	۷۶۳±۱۲۲/۷ # ¥	۲۴۶±۱۲۲/۷ # ¥	۵۹۸±۸۷۷
		۵۷۶±۶۵/۴	۲۲۷±۵۲۱/۲ # ¥	۷۶۹±۱۴۶/۱ ¥	۵۵۹±۶۶۳ ¥	۱۷۷۹±۴۷۵/۰۸ # ¥	۷۶۱±۱۲۱/۸ # ¥	۲۲۷±۵۲۱/۲ # ¥	۵۷۶±۶۵/۴

* نشانه معناداری نسبت به گروه دارونما ($p < 0.005$)
 ¥ نشانه معناداری نسبت به مرحله قبل
 # نشانه معناداری نسبت به سطح استراحتی
 + نشانه معناداری نسبت به مرحله مشابه قبل از مکمل‌گیری

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مشخصات و ویژگی آزمودنی‌های تحقیق

گروه	شاخص	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	چربی بدن (درصد)	BMI (کیلوگرم بر مترمربع)
تجربی		۱۹±۱/۳۲	۱۸۴±۹/۴۰	۷۱±۱/۳۲	۱۱±۵/۷۳	۲۲±۲/۲۵
دارونما		۲۰±۲	۱۷۹±۹/۳۴	۶۸±۱/۲۷	۱۲±۶/۳۴	۲۲±۳/۵۳

جدول ۳. تغییرات مقادیر میانگین پروتئین تام در مراحل مختلف خون گیری در دو گروه تجربی و دارونما قبل و پس از دوره یک هفته‌ای مصرف مکمل زنجبیل

بعد از مکمل گیری			قبل از مکمل گیری			گروه‌ها	
۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین	بلافاصله بعد از تمرین	سطوح استراحتی	۴ ساعت پس از اتمام تمرین	بلافاصله بعد از تمرین	سطوح استراحتی	مراحل خون گیری	
۹۱/۳±۵/۸۱ # *	۹۵/۹±۷/۹۵ # ¥	۶۵/۵±۳/۹۷ ¥	۹۴/۶±۸/۸۷ #	۹۹/۱±۱۱/۷۷ # ¥	۶۶±۶/۸۷	مکمل	پروتئین تام
۹۸/۹±۸/۱۳ #	۱۰۲±۷/۳۱ # ¥	۶۴/۵±۳/۵۶ ¥	۹۴±۹/۵۵ #	۹۹/۷±۹/۴۷ # ¥	۶۶/۸±۶/۴۴	دارونما	

* نشانه معناداری نسبت به گروه دارونما ($p < 0.05$)
 ¥ نشانه معناداری نسبت به مرحله قبل
 # نشانه معناداری نسبت به سطح استراحتی
 + نشانه معناداری نسبت به مرحله مشابه قبل از مکمل گیری

بحث و نتیجه‌گیری

هر چند مطالعات متعددی تأثیر هر گونه استرس از جمله تمرینات ورزشی به‌ویژه تمرینات برون‌گرایی را بر پاسخ پروتئین‌های استرسی بررسی کرده‌اند (۲)، این تحقیق در زمره نخستین تحقیقاتی است که اثر مکمل‌گیری کوتاه‌مدت زنجبیل را بر پاسخ پروتئین‌های استرس سلولی در سه مرحله قبل، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرینات قدرتی فزاینده در مردان جوان ورزشکار رشته والیبال بررسی کرده است.

نتیجه اولیه تحقیق همسو با تحقیقات دیگر نشان داد اجرای تمرینات قدرتی فزاینده باعث ایجاد از هم گسیختگی ساختار پروتئین عضلانی (همان‌گونه که با افزایش قابل توجه پروتئین تام نشان داده شد) و در نتیجه باعث افزایش قابل توجه HSP۷۲ بلافاصله پس از اتمام تمرین شد. به‌علاوه، مشخص شد این تغییرات طی ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین نسبت به دوره بلافاصله پس از اتمام تمرین کاهش داشت، اما هنوز فراتر از سطوح استراحتی بود.

از سوی دیگر، نتیجه اصلی تحقیق حاضر نشان داد مصرف مکمل کوتاه‌مدت زنجبیل باعث تخفیف پاسخ پروتئین‌های استرس سلولی متعاقب اجرای تمرینات قدرتی فزاینده شد. اما باعث مهار کامل مقادیر HSP۷۲ متعاقب اجرای پروتکل تمرینی نشد.

مطالعات نشان می‌دهد اجرای تمرینات با وزنه از نوع برون‌گرا همواره با آسیب عضلانی (۱۷، ۲۷)، التهاب و استرس (۲۱) همراه است. استرس نیز با فعال کردن سیستم سمپاتیک و محور هیپوتالاموسی-هیپوفیزی باعث آزاد شدن هورمون‌های استرسی از

نسبت به سطوح استراحتی بالاتر بود که افزایش معناداری را نشان می‌دهد (مقدار P به ترتیب برابر است با ۰/۰۱۹ و ۰/۰۰۱).

از سوی دیگر، اگر چه افزایش معنادار ۶۷/۳۴ درصدی مقادیر HSP۷۲ و افزایش معنادار ۳۱/۶۹ درصدی مقادیر پروتئین تام بلافاصله پس از اتمام تمرین قدرتی فزاینده مشاهده شد، اما همان‌گونه که در جدول ۲ و ۳ نیز می‌توان به وضوح ملاحظه کرد، مکمل‌گیری یک هفته‌ای زنجبیل باعث افزایش کمتر مقادیر شاخص‌های مذکور شد (افزایش معنادار ۷۵/۶۹ درصدی مقادیر HSP۷۲ قبل از دوره مکمل‌گیری در مقایسه با افزایش معنادار ۶۷/۳۴ درصدی پس از دوره مکمل‌گیری). به‌علاوه، مکمل‌گیری زنجبیل باعث افزایش کمتر مقادیر این شاخص‌ها در مقایسه با دوره قبل از مکمل‌گیری شد، به‌گونه‌ای که مقادیر HSP۷۲ و پروتئین تام در ۲۴ ساعت بعد از تمرین بعد از دوره مکمل‌گیری در مقایسه با دوره قبل از مکمل‌گیری به ترتیب فقط به میزان ۲۳/۸۵ و ۲۸/۲۵ درصد افزایش یافت.

علی‌رغم موارد مذکور، آزمون t مستقل نشان داد مکمل‌گیری یک هفته‌ای زنجبیل در گروه تجربی در مقایسه با دارونما، بر مقادیر HSP۷۲ هر یک از مراحل قبل ($P=0/572$)، بلافاصله بعد ($P=0/919$) و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین قدرتی فزاینده ($P=0/976$) تأثیر معناداری نداشت. به‌علاوه، مکمل‌گیری یک هفته‌ای زنجبیل در گروه تجربی، در مقایسه با گروه دارونما، بر مقادیر پروتئین تام پلاسما در هر یک از مراحل قبل ($P=0/561$)، بلافاصله بعد ($P=0/091$) و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین قدرتی فزاینده ($P=0/27$) تأثیر معناداری نداشت.

کاهش استرس، آسیب عضلانی، التهاب و در نتیجه حفظ عملکرد بافت می‌انجامد. بنابراین، پروتئین‌های شوک گرمایی با اثر آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی خود به یکپارچگی اولیه و مجدد پروتئین‌ها کمک می‌کند و موجب حفاظت سلول در برابر انواع استرس می‌شود (۴).

در این راستا، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد آسیب مکانیکی وارد به عضلات متعاقب اجرای پروتکل تمرینی فزاینده باعث افزایش التهاب و استرس، در نتیجه آزاد شدن بیشتر مقادیر HSP۷۲ شد و این افزایش با افزایش رهایش پروتئین تام (TP) همراه بود، به گونه‌ای که اجرای تمرین قدرتی فزاینده باعث افزایش معنادار ۷۵/۶۹ درصدی مقادیر HSP۷۲ و افزایش ۳۴/۴ درصدی مقادیر پروتئین تام بلافاصله پس از اتمام تمرین شد. اگرچه مقادیر افزایش HSP۷۲ و پروتئین تام تا ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین کمتر شده، اما همچنان به ترتیب ۲۵/۱۵ و ۳۰/۲۳ درصد نسبت به سطوح استراحتی بالاتر بود که افزایش معناداری را نشان می‌دهد.

مطالعه حاضر همچنین اثر پیشگیرانه مصرف مکمل زنجبیل بر تغییرات آسیب سلولی ناشی از تمرین قدرتی فزاینده را در ورزشکاران رشته والیبال بررسی کرده است. یافته پژوهش حاضر نشان داد القای کوتاه‌مدت (یک هفته‌ای) مکمل زنجبیل باعث افزایش کمتر مقادیر HSP۷۲ و TP شد.

به علاوه، متعاقب مکمل‌گیری زنجبیل، میزان افزایش مقادیر HSP۷۲ و پروتئین تام در ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین کمتر از زمانی بود که مکمل زنجبیل مصرف نشده بود. علی‌رغم موارد مذکور، مکمل‌گیری یک هفته‌ای زنجبیل در گروه تجربی

جمله کاتکولامین‌ها و کورتیزول می‌شود. از این رو، تحریک پروتئین‌های شوک گرمایی را به دنبال دارد که دومین خط دفاعی برای حفظ یکپارچگی و تمامیت سلولی (۱۰) و یکی از مشخص‌ترین پاسخ‌های سلولی برای مقابله با آسیب‌های اکسایشی ناشی از استرس است (۴). مطالعات نشان می‌دهد این پروتئین‌ها در پاسخ به محرک‌های استرس‌زای متعددی از قبیل گرما، تخلیه گلیکوژن و کاهش دسترسی به گلوکز، اسیدیته بالا و استرس‌های مکانیکی تحریک می‌شوند (۱) و سلول را در مقابل عوامل استرس‌زا محافظت می‌کنند، به گونه‌ای که بدون حضور این پروتئین، سلول بر اثر استرس از بین خواهد رفت (۲).

اگر چه مطالعه مستقیمی برای مقایسه یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر و دیگر تحقیقات وجود ندارد، اما محققان زیادی گزارش دادند که اجرای تمرین قدرتی فزاینده از طریق فرایندهای آسیب به ساختارهای پروتئینی، همچنین سازوکاری موسوم به ایسکمی-ریزش مجدد جریان خون طی انقباض و انبساط عضله باعث رهایش رادیکال‌های آزاد و در نتیجه منجر به ایجاد استرس، التهاب و درد عضلانی می‌شود (۱۲، ۱۴، ۱۸، ۲۳).

استرس نیز تحریک هورمون‌های استرسی از جمله اپی‌نفرین را در پی دارد، در نتیجه پروتئین شوک گرمایی سیگنال‌های خطر به منظور هشدار سیستم ایمنی در زمان استرس عمل می‌کند (۲۵) و باعث تحریک سایتوکین‌های پیش‌التهابی (۷)، فعال شدن واسطه‌های التهابی (۲۵)، سنتز پروتئین جدید و اتصال به پروتئین‌های تخریب شده و انتقال آن‌ها برای عمل فاگوسیتوز می‌شود و از این طریق به

بنابراین، مصرف مکمل‌های بیرونی و آنتی‌اکسیدان‌ها طی اجرای تمرینات قدرتی فزاینده سبب اختلال در انطباق، افزایش استرس اکسیداتیو و التهاب می‌شود. در نتیجه، مانع از افزایش القای HSP۷۲ می‌گردد (۱۰). به علاوه، پژوهشگران اظهار داشتند نیروهای مکانیکی ناشی از تمرینات با وزنه در ابتدا از طریق آسیب به ساختار سارکومرها و افزایش تولید رادیکال‌های آزاد باعث فراخوانی مارکرهای مرتبط با آسیب سلولی از جمله کراتین کیناز (۲۶)، HSP۷۲ و TP می‌شود. در نتیجه، به واسطه ایجاد استرس اکسایشی، اختلال در تعادل عوامل پراکسیدان/ آنتی‌اکسیدانی در سلول ایجاد می‌شود که به تغییر در پروتئین‌های پلاسمایی از جمله افزایش غلظت آلبومین در محل التهاب به منظور از بین بردن عوامل التهابی و رادیکال‌های آزاد می‌انجامد (۲۴).

در پژوهش حاضر نیز مشخص شد اجرای تمرین قدرتی فزاینده باعث افزایش قابل توجه مقادیر HSP۷۲ و TP شد و این افزایش در ساعات پس از اتمام تمرین نیز ادامه داشت.

از سوی دیگر، مصرف مکمل زنجبیل تأثیر معناداری بر هیچ یک از شاخص‌های مذکور در مقایسه با گروه دارونما نداشت که این موضوع احتمالاً با طول دوره مکمل‌گیری زنجبیل و یا حرفه‌ای نبودن آزمودنی‌ها در اجرای تمرینات با وزنه و از این رو عدم اثربخشی دوره کوتاه مکمل‌گیری در مهار کامل افزایش قابل توجه از هم گسیختگی سلولی در آزمودنی‌های ناآشنا با این گونه تمرینات مرتبط است.

اینکه آیا مکمل‌گیری یک هفته‌ای زنجبیل در

در مقایسه با دارونما بر مقادیر HSP۷۲ و TP در هر یک از مراحل مختلف خون‌گیری (سطوح استراحتی، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین قدرتی فزاینده) تأثیر معناداری نداشت.

بنابراین، بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر مکمل‌گیری یک هفته‌ای زنجبیل باعث کاهش اندک فراخوانی پروتئین مرتبط با آسیب عضلانی ناشی از تمرین قدرتی فزاینده شد، اما نتوانست به طور کامل این تغییرات را مهار کند. یکی از دلایل احتمالی این موضوع طول دوره مکمل‌گیری است. اگر چه انجام پژوهش‌های بیشتر برای تأیید احتمالی این دیدگاه ضروری به نظر می‌رسد، اما نبود مطالعات پژوهشی مرتبط یکی از محدودیت‌های این تحقیق است.

اگرچه مصرف یک هفته‌ای مکمل ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی زنجبیل در پژوهش حاضر باعث حذف کامل افزایش در مقادیر HSP۷۲ و TP متعاقب اجرای تمرینات قدرتی فزاینده نشد، اما میزان افزایش مقادیر این شاخص‌ها در گروه مکمل زنجبیل کمتر از گروه دارونمایی بود که هم‌زمان همین تمرینات را اجرا نمودند (افزایش معنادار ۶۹/۷۵ درصدی مقادیر HSP۷۲ قبل از دوره مکمل‌گیری در مقایسه با افزایش معنادار ۶۷/۳۴ درصدی پس از دوره مکمل‌گیری).

در همین راستا، مطالعات متعددی اثر مثبت مکمل زنجبیل را نیز بر درد و التهاب گزارش دادند. کریستوفر و همکارانش (۱۱) نیز کاهش التهاب را ۲۴ ساعت پس از تمرین برون‌گرا بعد از مکمل‌گیری با زنجبیل نشان دادند. آتشک و همکارانش (۸) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

فزاینده باعث ایجاد آسیب‌های عضلانی شد و این تغییرات حتی ۲۴ ساعت پس از تمرین نیز تداوم داشت. به‌علاوه، هر چند مصرف مکمل زنجبیل با دوز ۳۰۰۰ میلی‌گرم در روز و به مدت یک هفته باعث کاهش مقادیر افزایش یافته پروتئین‌های استرس سلولی، به‌ویژه در ساعات پس از اتمام تمرین در مردان جوان سالم شد، اما باعث مهار کامل تغییرات ناشی از تمرینات قدرتی نشد. بنابراین، نتیجه تحقیق حاضر بار دیگر تأثیر غیرقابل انکار تمرینات با وزنه در به‌هم ریختن هوموستاز سلولی را حتی در ورزشکاران رشته‌های توانی خاطر نشان می‌سازد.

افراد کاملاً آشنا به کار با وزنه و یا مکمل‌گیری با طول دوره میان‌مدت (مثلاً دو هفته‌ای) در این افراد نیز نتیجه مشابهی به دنبال دارد مشخص نیست. از این‌رو، می‌تواند کانون توجه محققان آتی قرار گیرد. علی‌رغم موارد مذکور، گزارش‌های پژوهشی حاکی از آن است که تجویز دوزهای بالای پودر خشک زنجبیل در نمونه‌های انسانی موجب افزایش پوسته‌ریزی سلول‌های اپی‌تلال سطحی معده می‌شود. در نتیجه، به سوزش معده و از دست دادن مخاط معده (۲۲)، اختلالات دستگاه گوارش، اختلالات در خواب، بی‌قراری، واکنش‌های حساسیتی و آریتمی قلبی، اختلالات کلیوی، زخم معده، سرگیجه، بی‌خوابی، عوارض خونی و کبدی می‌انجامد (۶).

همچنین، مشخص شد مصرف ۳ تا ۳/۵ گرم زنجبیل به ازای هر کیلوگرم وزن در روز موجب مرگ خرگوش‌ها و موش‌های صحرایی شد (۳۲، ۳۴).

در مطالعه دیگری، مصرف دوز بالای زنجبیل در موش‌ها نیز منجر به افزایش درجه حرارت بدن شد (۲۲). با وجود این، تا زمان دستیابی به اطلاعات جدید در این زمینه منطقی است که محققان از دوزهای سالم تا مقادیر ۳۰۰۰ میلی‌گرم در روز و طی وهله‌های مختلف همراه با آب و غذا در افراد جوان و سالم استفاده نمایند. اینکه مصرف این مقدار از مکمل زنجبیل اثر مشابهی بر پروتئین‌های استرسی در سایر افراد از جمله افراد سالمند، بیماران و یا زنان دارد، مشخص نیست.

به‌طور خلاصه، در مطالعه حاضر نیز همسو با تحقیقات دیگر مشخص شد انجام تمرینات قدرتی

منابع

- دبیدی روشن، ولی‌الله؛ عبدی حمزه کلایی، هدی، تابستان ۱۳۸۸، تأثیر دمای محیط بر تغییر ناشی از تمرین برون‌گرایی مقادیر پروتئین شوک گرمایی در دختران فعال، حرکت، ۲۳: ۷۷-۹۹.
۲. دبیدی روشن، ولی‌الله؛ عبدی حمزه کلایی، هدی؛ موسوی، سیدغلامرضا، پاییز و زمستان ۱۳۸۷، تأثیر یک جلسه دوی استقامتی فزاینده و تمرین باوزنه بر پاسخ پروتئین شوک گرمایی زنان جوان فعال، علوم حرکتی و ورزش، ۱۲: ۷۷-۸۶.
۳. رجبی، حمید؛ رزمجو، سحر؛ جنتی، معصومه؛ ظریفی، آیدین، تابستان ۱۳۸۹، ارتباط پاسخ‌های عامل‌های رشدی شبه‌انسولینی و کراتین کیناز پس از یک جلسه و دوره شش هفته‌ای مقاومتی هرمی و هرمی واژگون در دختران غیرورزشکار، المپیک، ۲ (۵۰): ۲۹-۴۲.
۴. معمار مقدم، مژگان؛ دبیدی روشن، ولی‌الله، زمستان ۱۳۹۰، تغییرات پروتئین شوک گرمایی و سوپر اکسید دیسموتاز بافت ریه متعاقب فعالیت منظم بدنی و تغذیه ضد اکسایشی، المپیک، ۴ (۵۱): ۶۷-۷۸.
5. Al-Suhaimi, E.A.; Al-Riziza, N.A.; Al-Essa, R.A. (2011). " Physiological and therapeutical roles of ginger and turmeric on endocrine functions", *Am J Chin Med*, 39(2): 215-31.
6. Altman, R.D.; Marcussen, K.C. (2001). "Effects of a ginger extract on knee pain in patients with osteoarthritis", 44: 2531- 8.
7. Asea, A.; Kraeft, S.K.; Kurt-Jones, E.A.; Stevenson, M.A.; Chen, L.B.; Finberg, R.W.; Koo, G.C.; and Calderwood, S.K. (2000). "HSP70 stimulates cytokine production through a CD14-dependant pathway, demonstrating its dual role as a chaperone and cytokine", *Nat Med*, 435-442.
8. Atashak, Sirvan; Maghsoud, Piri; Afshar-Jafari, M.; Azarbayjani, A. (2010). "Effects of 10 Week Resistance Training and Ginger Consumption on C-reactive protein and Some Cardiovascular Risk Factors in Obese Men", *Physiology and Pharmacology*, 14(3): 318-328.
9. Calabrese, V.; Cornelius, C.; Leso, V.; Trovato-Salinaro, A.; Ventimiglia, B.; Cavallaro, M.; Scuto, M.; Rizza, S.; Zanolì, L.; Neri, S.; Castellino P. (2012). "Oxidative stress, glutathione status, sirtuin and cellular stress response in type 2 diabetes", *Biochim Biophys Acta*, 1822(5): 729-36.
10. Christian, P.; Fischer; Natalie, J.; Hiscock, S.; Bengt, V.; Anders, K.; Lars-Borje Sjo, Berg; Mark, A.; Febbraio and Bente, K. (2006). "Vitamin E isoform-specific inhibition of the exercise-induced heat shock protein 72 expression in humans", *J Appl Physiol*, 1679-1687.
11. Christopher, D. (2010). "Ginger (*Zingiber officinale*) Reduces Muscle Pain Caused by Eccentric Exercise", *J pain*, 894-903.
12. Dornbos, D.; Ding, Y. (Dec 29 2011). "Mechanisms of Neuronal Damage and Neuroprotection Underlying Ischemia/Reperfusion Injury after Physical Exercise".
13. Dugasani, S.; Pichika, M.R.; Nadarajah, V.D.; Balijepalli, M.K.; Tandra, S.; Koriakunta, J.N. (2010). "Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6]-gingerol, [8]- gingerol, [10]-gingerol and [6]-shogaol", *J Ethnopharmacol*, 127(2): 515-20.
14. Esposito, F.; Ronchi, R.; Milano, G.; Margonato, V.; Di Tullio, S.; Marini, M.; Veicsteinas, A.; Samaja, M. (May 2011). "Myocardial tolerance to ischemia-reperfusion injury, training intensity and cessation", *Eur J Appl*

- Physiol, 111(5): 859-68.
15. Ghasemzadeh, A.; Jaafar, H.Z.; Rahmat, A. (2010). "Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia young ginger. (*Zingiber officinale* Roscoe)", 14; 15(6): 4324-33.
 16. Ghasemzadeh, A.; Jaafar, H.Z.; Rahmat, A.; Wahab, P.E.; Halim, M.R. (2010). "Effect of Different Light Intensities on Total Phenolics and Flavonoids Synthesis and Anti-oxidant Activities in Young Ginger Varieties(*Zingiber officinale* Roscoe", Int J Mol Sci, 11(10): 3885-97.
 17. Gjovaag Terje, F.; Vikne Harald and Dahl Hans, A. (2006). "Effect of concentric or eccentric weight training on the expression of heat shock proteins in m. biceps brachii of very well trained males", Eur J Appl Physiol, 96:355-362.
 18. Goel, G.; Guo, M.; Ding, J.; Dornbos, D.; Ali, A.; Shenaq, M.; Guthikonda, M.; Ding, Y. (Oct. 2010). "Combined effect of tumor necrosis factor (TNF)-alpha and heat shock protein (HSP)-70 in reducing apoptotic injury in hypoxia a cell culture study", Neurosci Lett, 15;483(3): 162-6.
 19. Grebenyuk, E.S.; Stupnikova, T.V.; Sakharov, D.A.; Shleptsova, V.A.; Sashchenko, L.P.; Tonevitsky, E.A. (Oct. 2010). "Long-term exercises increase the concentration of HspBP1, a co-chaperone of 70-KDa heat shock protein", Bull Exp Biol Med., 149(5): 640-4.
 20. Grzanna, R.; Lindmark, L.; Frondoza, C.G. (2005). "Ginger—an herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions", 8(2): 125-32.
 21. Hirose, Lisa; Nosaka, K.; Newton, M.; Laveder, A.; Kano, M.; Peake, J.; Suzuki, K. (?). "Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors", Exerc Immunol Rev, 10: 75-90.
 22. Kathi, J.; Kemper, M.D. (1999). "Ginger (*Zingiber officinale*)".
 23. Korzeniowska, K.; Ubacka, I. (2011). "Physical training as an effective way to protect the heart against ischaemia", 69 Suppl 3: 75-9.
 24. Marjolaine, R.; Philippe, R.; Nihar, R.; Singh, E.; Emmanuel, B. (2008). "The antioxidant properties of serum albumin", FEBS Letters, 582: 1783-1787.
 25. Martin, W.; Gary, J.; Walker, and Nicolette, C.; Bishop (2006). "Effect of caffeine supplementation on the extracellular heat shock protein 72 response to exercise", J Appl Physiol, 101: 1222-1227.
 26. Mary, P.; Miles, Jan. M.; Andring, Sherri D.; Pearson, Lindsay K.; Gordon, C.; Christopher, M.; Depner and Kidd, Jessy R. (2008). "Diurnal variation, response to eccentric exercise, and damage variables association of inflammatory mediators with muscle".
 27. Morton, J.P.; Kayani, A.C.; McArdle, A.; Drust, B. (2009). "The exercise-induced stress response of skeletal muscle, with specific emphasis on humans", Sports Med, 39(8): 643-62.
 28. Nurtjahja-Tjendraputra, E.; Ammit, A.J.; Roufogalis, B.D.; Tran, V.H.; Duke, C.C. (2003). "Effective anti-platelet and COX-1 enzyme inhibitors from pungent constituents of ginger", Thromb Res, 111(4-5): 259-65.
 29. Ogawa, K.; Sanada, K.; Machida, S.; Okutsu, M.; Suzuki, K. (2010). "Resistance exercise training-induced muscle hypertrophy was associated with reduction of inflammatory markers in elderly women", Mediators Inflamm, DOI: 1155/171023.
 30. Ojewole, J.A. (2006). "Analgesic, antiinflammatory and hypoglycaemic effects of ethanol extract of *Zingiber officinale* (Roscoe) rhizomes (*Zingiberaceae*) in mice and rats", Phytother Res, 20(9): 764-72.
 31. Ramadan, G.; Al-Kahtani, M.A.; El-Sayed, W.M. (2011). "Anti-inflammatory and anti-oxidant properties of *Curcuma longa* (turmeric) versus *Zingiber officinale* (ginger) rhizomes in rat adjuvant-induced arthritis",

Inflammation, 34(4): 291-301.

32. Chrubasika,S.; Pittlerc, B.; Roufogalis, B.D.(2004). "Zingiberis rhizoma: A comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles". 12(9):684-701.

33. Shimoda, H.; Shan, S.J.; Tanaka, J.; Seki, A.; Seo, J.W.; Kasajima, N.; Tamura, S.; Ke, Y.; Murakami, N. (Feb 2010). "Anti-inflammatory properties of red ginger (*Zingiber officinale* var. *Rubra*) extract and suppression of nitric oxide production by its constituents", *J Med Food*, 13(1): 156-62.

34. Srivastava, K.C.; Mustafa (1992). "Ginger (*Zingiber officinale*) in rheumatism and musculoskeletal disorders", *Med Hypotheses*, 39: 342-8.

35. Ueda, H.; Ippoushi, K.; Takeuchi, A. (2010). "Repeated oral administration of a squeezed ginger (*Zingiber officinale*) extract augmented the serum corticosterone level and had anti-inflammatory properties". *Biosci Biotechnol Biochem*, 74(11): 248-52.

36. Van, B.; Tao, R.B.; Y Li, W. (2011). "Cyclooxygenase-2 inhibitors in ginger (*Zingiber officinale*)". *Fitoterapia*, 82(1): 38-43.

37. Yuji, Ogura; Hisashi, N.; Mitsutoshi, K.; Takao, S.; Junichiro, Aoki and Shizuo, K. (2006). "Sprint-interval training induces heat shock protein 72 in rat skeletal muscles", *Journal of Sports Science and Medicine*, 5: 194-201.

