

اثر مکمل کورکومین و 8 هفته تمرین استقامتی بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی بافت کبد موش‌های صحرایی نر

عبدالعلی بنائی فر¹، حسن شاه کندی²، لاله بهبودی تبریزی³

1- نویسنده مسئول: استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران.
پست الکترونیک: Alibanaeifar@yahoo.com

2- کارشناس ارشد دانشکده تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلام شهر، تهران، ایران

3- استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلام شهر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 95/2/15

تاریخ پذیرش: 95/6/2

چکیده

سابقه و هدف: کورکومین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی در برخی پژوهش‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. از طرفی محدود بودن مطالعات انجام شده در ارتباط با مصرف مکمل کورکومین در ورزش و همچنین با توجه به نقش کبد به عنوان مهم‌ترین بافت درگیر در استرس اکسیداتیو در ورزشکاران، این پژوهش با هدف بررسی اثر 8 هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل کورکومین بر آنتی‌اکسیدان‌های سوپر اکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز بافت کبد موش‌های صحرایی انجام شد.

مواد و روش‌ها: تعداد 30 سر موش صحرایی نر به صورت تصادفی به 4 گروه (1 کنترل (n=6) 2 کورکومین (n=6) 3 تمرین استقامتی (n=9) 4 کورکومین - تمرین استقامتی (n=9) تقسیم شدند. به گروه‌هایی که از مکمل کورکومین استفاده کردند، کورکومین را به مقدار 30 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به صورت 3 روز در هفته و مجموعاً 8 هفته دریافت نمودند. برنامه تمرینی شامل دویدن روی نوارگردان بدون شیب بود که به مدت 8 هفته، هر هفته 5 جلسه با سرعت 10-35 متر در دقیقه و به مدت 30-70 دقیقه اجرا شد. 48 ساعت پس از آخرین جلسه تمرین نمونه بافت کبد موش‌ها جهت اندازه‌گیری آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز جمع‌آوری گردید. اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از روش آماری آنالیز واریانس دو طرفه و با $\alpha \leq 0/05$ مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: 8 هفته مصرف کورکومین موجب افزایش معناداری در میزان آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز در گروه کورکومین ($p < 0/003$) و آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در گروه ترکیبی (استقامتی-کورکومین) ($p < 0/001$) گردید. با این حال، اثر تمرین و مکمل بر آنتی‌اکسیدان‌های کاتالاز و سوپر اکسید دیسموتاز معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: مصرف کورکومین به همراه تمرین استقامتی می‌تواند در حفظ یا افزایش دفاع آنتی‌اکسیدان آنزیمی بافت کبد موش مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: کورکومین، آنتی‌اکسیدان، بافت کبد، تمرین استقامتی، موش صحرایی نر

• مقدمه

پروتئین‌ها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها می‌گردند (1). در شرایط عادی، رادیکال‌های آزاد به عنوان فرآورده‌های جانبی متابولیسم اکسیژن بدن هستند که می‌توانند باعث تخریب غشاهای سلولی شوند، همچنین قادر به واکنش با مواد ژنتیکی هستند که موجب بروز و پیشرفت بسیاری از بیماری‌ها

در سیستم‌های بیولوژیک، تولید رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن اجتناب ناپذیر است. رادیکال‌های آزاد یا اکسیدان‌ها به علت وجود الکترون‌های جفت نشده، فعالیت شیمیایی بالایی دارند و دائماً در حال گردش در بدن هستند و سبب آسیب فراوانی به ماکرومولکول‌هایی مانند DNA،

می‌نماید (3)، افزایش سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن برای ورزشکاران می‌تواند اهمیت قابل توجهی در عملکرد آنها داشته باشد. از این رو استفاده از مواد آنتی‌اکسیدان در ورزشکاران می‌تواند به تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی منجر شود.

در سال‌های اخیر به دنبال اثبات آثار سوء آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی یا مصنوعی (عمدتاً سرطان‌زا هستند) تحقیقات بسیاری پیرامون جایگزین کردن آن‌ها با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی صورت گرفته است (11)، زردچوبه از جمله گیاهان روپیدنی است که به سبب ویژگی‌های منحصر به فرد به عنوان یک ماده غذایی مؤثر شناخته شده و به صورت سنتی در صنایع غذایی و دارویی کاربردهایی داشته است (12)، یکی از ترکیبات موجود در ساقه زیرزمینی این گیاه کورکومین است، کورکومین ($C_{21}H_{20}O_6$) که فعال‌ترین جزء زرد چوبه است مسئول رنگ زرد آن می‌باشد و حدود 2 تا 5 درصد از آن را تشکیل می‌دهد و تاریخچه‌ای حدود بیش از 5 هزار سال دارد (13).

کورکومین می‌تواند تولید گونه‌های فعال اکسیژن را مهار نماید (11)، کورکومین به تیروکسین ردوکتاز (TR) متصل می‌شود و آن را به نیکوتین آمیدآدنین دی نوکلئوتید فسفات اکسیداز (NADPH oxidase) تبدیل می‌کند که از تشکیل ROS جلوگیری می‌نماید، کورکومین بیان گلوکوتایون داخل سلولی را افزایش داده و از طریق اتصال به آهن می‌تواند اثر آنتی‌اکسیدانی خود را القاء کند، همچنین با القاء آنزیم همو اکسیژناز-1 (HOMX-1) نقش محافظتی در برابر استرس‌های اکسیدان دارد (13، 11)، برخی مطالعات از کورکومین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی استفاده نموده‌اند و نقش آن را در جلوگیری از استرس اکسیداتیو بررسی کرده‌اند، با این وجود مطالعات انجام شده در ارتباط با مصرف مکمل کورکومین در ورزش محدود هستند، بعلاوه با توجه به نقش کبد به عنوان مهم‌ترین بافت درگیر در استرس اکسیداتیو در ورزشکاران، محقق به دنبال بررسی اثر تمرین استقامتی همراه با مصرف کورکومین بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی بافت کبد می‌باشد.

• مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع تحقیقات تجربی است، در این پژوهش تعداد 30 سر موش صحرایی نر و بیستار با سن 8 هفته از مؤسسه پاستور خریداری شد و پس از انتقال حیوانات به محل آزمایشگاه، در قفس‌های پلی کربنات شفاف به مدت یک هفته نگهداری شدند تا تغییرات ناشی از استرس و شرایط فیزیولوژیک حیوانات به وضعیت اولیه خود بازگردد، همچنین در این مدت موش‌ها با پروتکل تمرینی نیز آشنا شدند.

می‌شوند (2)، فعالیت ورزشی شدید با افزایش قابل توجه مصرف اکسیژن کل بدن (10 تا 15 برابر) به‌ویژه عضلات اسکلتی (حدود 100 برابر) همراه است (3)، از طرفی در طول فعالیت ورزشی شدید، انتشار اکسیژن به عضلات فعال افزایش پیدا می‌کند و منجر به بالا رفتن تولید رادیکال‌های آزاد می‌گردد (4)، سیستم‌های ویژه‌ای جهت دفاع در برابر آسیب‌های حاصله از رادیکال‌های آزاد وجود دارد که به نام سیستم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی معروف است، آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و گلوکوتایون پراکسیداز (GPX) به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی شناخته می‌شوند، همچنین ویتامین‌های A، E و C، گلوکوتایون، فلاونوئیدها و یوبی کینون (کوآنزیم کیو 10) به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی شناخته شده‌اند (5)، آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند با مکانیسم‌های متعددی مانند برداشت اکسیژن یا کاهش غلظت موضعی اکسیژن، برداشت یون‌های فلزی کاتالیتیک مانند Fe^{2+} ، CU^{2+} و برداشت گونه‌های فعال اکسیژن مانند سوپراکسید و هیدروژن پراکسید (H_2O_2) عمل نمایند (6)، زمانی که بدن با افزایش عوامل اکسیدان یا کاهش دفاع آنتی‌اکسیدانی مواجه شود استرس اکسیداتیو ایجاد می‌شود (7)، تولید رادیکال‌های آزاد و ایجاد استرس اکسیداتیو هنگام فعالیت ورزشی شدید در بروز آسیب‌های عضلانی، ایجاد و گسترش التهاب بعد از فعالیت نقش دارند و ممکن است در افزایش آسیب سلولی مؤثر باشند (8)، گزارش شده است تمرینات شدید سبب کاهش وضعیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (9)، در جریان استرس اکسیداتیو بافت‌های مختلفی از جمله کبد تحت تأثیر قرار می‌گیرند (1)، در شرایط طبیعی سوخت و ساز هوازی کبد با تولید ثابت پرواکسیدان‌هایی مانند گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) صورت می‌گیرد که تعادل را از راه مصرف آنها با سرعت مشابه‌ای توسط آنتی‌اکسیدان‌ها برقرار می‌کند، عدم تعادل در نسبت پرواکسیدان‌ها/آنتی‌اکسیدان‌ها فرضیه استرس اکسیداتیو را در کبد مطرح می‌نماید، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت استرس اکسیداتیو به دلیل عدم تعادل بین مواد اکسایشی و ضد اکسایشی ایجاد می‌شود (10، 1)، ورزشکاران به دلیل شرایط خاص مسابقه و استرس اکسیداتیو، نیازمند سیستم ضد اکسایشی کارآمدتری نسبت به دیگر افراد هستند، چرا که بدون آن سیستم تولید انرژی و دستگاه‌های هوازی بدن قادر نخواهند بود وظیفه خود را به درستی انجام دهند، این سیستم هموستاز عملکرد طبیعی بدن را حفظ کرده و فشار اکسایشی ناشی از افزایش رادیکال‌های آزاد را تعدیل

نگهداری شدند. این اعمال قبل و بعد از آزمون‌ها انجام گردید. در روز آزمایش، بافت موردنظر توزین و با نسبت 1 به 10 در بافر PBS (Phosphate Buffer Salin) ($\text{PH}=7.2$) هموژن شد و با 15000 دور به مدت 30 دقیقه در دمای 4 درجه سانتیفریوژ شد و دو بخش محلول فوقانی سوپرناتانت (supernatant) و رسوب پلیت (pellet) آن‌ها از هم جدا شدند. اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی: فعالیت SOD, GTX, CAT با استفاده از روش میلر و همکاران به وسیله کیت الایزای SOD (Rat SOD, GTX, CAT Elisa Kit, Randox) و GTX و CAT ساخت کشور انگلستان (راندوکس) مورد سنجش قرار گرفت (16).

تجزیه و تحلیل آماری: برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد و برای بررسی اثر تمرین و مکمل کورکومین از آزمون آماری تحلیل واریانس دو طرفه با سطح معنی‌داری ($p<0/05$) استفاده گردید. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌فزار SPSS نسخه 20 انجام گردید.

• یافته‌ها

اطلاعات جدول 1 میانگین و انحراف معیار متغیرهای گلوکاتایون پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز را در گروه‌های مختلف پژوهش نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج تحلیل واریانس دو طرفه، مشاهده می‌گردد که 8 هفته تمرین استقامتی تأثیر معنی‌داری بر آنتی‌اکسیدان‌های سوپراکسید دیسموتاز کبد نداشته است ($p>0/05$). همچنین اثر 8 هفته مصرف مکمل در آزمودنی‌های این گروه بر آنتی‌اکسیدان سوپراکسید دیسموتاز و گلوکاتایون پراکسیداز معنی‌دار بوده است ($p<0/05$). علاوه بر این تأثیر تعاملی 8 هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل توانسته است تأثیر معنی‌داری بر تغییرات گلوکاتایون پراکسیداز، داشته باشد ($p<0/05$) و دیگر آنتی‌اکسیدان‌ها (SOD, CAT) تغییر معنی‌داری نشان ندادند ($p>0/05$).

همچنین اطلاعات مربوط به وزن موش‌ها نیز در جدول 2 ارائه شده است. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که تغییرات وزن بین گروه‌های تحقیق مشابه بوده است و تفاوت معنی‌داری بین میانگین وزن آزمودنی‌ها در گروه‌های تحقیق مشاهده نشد ($p<0/05$).

حیوانات در دمای 22 تا 24 درجه سانتی‌گراد، رطوبت 40 تا 50 درصد و چرخه تاریکی به روشنایی 12:12 ساعته و با دسترسی آزاد به آب و غذا نگهداری و کنترل شدند. کلیه موازین اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی هنگام کار با آن‌ها مورد نظر قرار گرفت.

پروتکل تمرینی: موش‌ها به طور تصادفی در چهار گروه کنترل ($n=6$)، کورکومین ($n=6$)، تمرین استقامتی ($n=9$) و کورکومین-استقامتی ($n=9$) قرار گرفتند. برنامه تمرین استقامتی شامل: 8 هفته دویدن (5 جلسه در هفته) بر روی نوارگردان مخصوص بود. سرعت دویدن در روز اول برنامه تمرین 10 متر در دقیقه و مدت آن 30 دقیقه بود که به روش فزاینده در روز پایانی دوره تمرین به 70 دقیقه دویدن با سرعت 35 متر در دقیقه رسید. برای جلوگیری از بیش تمرینی بر اساس اصول علم تمرین یک هفته کاهش بار در هفته پنجم اعمال شده است. همچنین برای گرم کردن آزمودنی‌ها قبل از شروع هر جلسه تمرینی به مدت 5 دقیقه با سرعت 8 متر در دقیقه دویدند و برای سرد کردن نیز در انتهای هر جلسه تمرینی به مدت 5 دقیقه با سرعت 6 متر در دقیقه دویدند (14).

مکمل دهی کورکومین: برای تهیه محلول کورکومین ابتدا 1 گرم از پودر کورکومین خریداری شده از شرکت مرک آلمان را با ترازو وزن کرده و با 1 سی‌سی الکل خالص مخلوط کردیم و سپس با استفاده از حلال کورکومین (اتیل اولئات، ساخت شرکت مرک آلمان) حجم آن را به 100 سی‌سی رساندیم (14). قبل از هر جلسه تمرینی موش‌ها وزن‌کشی می‌شدند. با توجه به نتایج دانیل و همکاران، در پژوهش حاضر نیز 30 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن از محلول کورکومین به صورت زیر صفاقی 3 روز در هفته و به مدت 8 هفته تزریق شد (15).

بافت‌برداری: 48 ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، حیوانات با ترکیبی از کتامین (30 تا 50 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) و زایلازین (3 تا 5 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) بی‌هوش و قربانی شدند. نمونه‌ای از بافت کبد تحت شرایط استریل از موش جدا شد. بافت موردنظر پس از شستشو با سرم فیزیولوژیک بلافاصله در ازت مایع (دمای 180- درجه) منجمد شده و ضمن انتقال به آزمایشگاه در دمای 80- درجه تا زمان اجرای پروتکل آزمایشگاهی موردنظر

جدول 1. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای وابسته (SOD, CAT, GPX) پژوهش پس از 8 هفته تمرین استقامتی و مصرف کورکومین

میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی			
گروه‌ها	CAT	GPX	SOD
کنترل	0/096±0/015	2 ±0/1	4/06 ± 0/29
مکمل (کورکومین)	0/105± 0/01	2/12 ± 0/12 †*	4/74±0/39 †*
تمرین (استقامتی)	0/087±0/009	1/77±0/15	3/8±0/46
مکمل + تمرین	0/1±0/018	2/01±0/1 †*	4/32± 0/29

* اثر معنی‌داری با استفاده از آزمون آماری تحلیل واریانس دوطرفه
 † اثر افزایشی

جدول 2. میانگین و انحراف استاندارد وزن رت‌ها قبل و بعد از اجرای پروتکل تمرین

گروه‌ها	میانگین و انحراف استاندارد قبل از تمرین	میانگین و انحراف استاندارد بعد از تمرین	تغییرات درون گروهی P مربوط به
کنترل	220/48 ± 15/60	304/62 ± 18/58	0/001*
مکمل (کورکومین)	215/7 ± 16/87	273/95 ± 20/76	0/001*
تمرین (استقامتی)	216/11 ± 12/13	236/69 ± 10/12	0/001*
مکمل + تمرین	214/33 ± 15/25	237/22 ± 7/17	0/003*
P مربوط به تغییرات بین گروهی	0/7	0/001 †	

* اثر معنی‌داری اختلافات درون گروهی با استفاده از آزمون آماری تی همبسته (تغییرات در همه گروه‌ها مشابه بوده است).
 † اثر معنی‌داری اختلاف بین گروه‌ها با استفاده از آزمون آماری تحلیل واریانس یک طرفه (تفاوت میانگین‌ها بین گروه‌هایی که تمرین داشتند با گروه کنترل و مکمل معنی‌دار بوده است).

• بحث

به اندازه‌ای نبوده است که سبب تغییر معنی‌دار گردد. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر در این زمینه با نتایج برخی تحقیقات همسو است، در تحقیق Aksoy و همکاران انجام تمرین شدید کاهش معنی‌داری در میزان سوپراکسید دیسموتاز نسبت به دیگر گروه‌ها ایجاد نمود (18). در پژوهش Ogonovszky و همکاران نیز سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در کبد تغییر معنی‌داری در گروه‌های تمرین نداشته است (19). عدم کاهش معنی‌دار در آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در این تحقیقات را به شدت تمرین نسبت داده‌اند.

نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر در این زمینه با نتایج برخی تحقیقات همخوانی ندارد. از جمله در تحقیق حسینی و همکاران (1393) تمرین شدید سبب کاهش معنی‌دار سوپراکسید دیسموتاز سرم و عضله در گروه تمرین گردید (17). عامل احتمالی دیگر در پاسخ عدم کاهش معنی‌دار آنتی‌اکسیدان‌ها در تحقیق حاضر، عامل مدت زمان دوره تمرین است. در تحقیق هوانلو و همکاران 6 و 9 هفته تمرین استقامتی،

در پژوهش حاضر اثر تمرین، اثر مصرف مکمل و اثر تمرین همراه با مصرف مکمل بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در بافت کبد موش‌های صحرایی مورد مطالعه قرار گرفت. این نتایج نشان داد پس از اجرای پروتکل 8 هفته‌ای، اثر تمرین به تنهایی سبب کاهش غیر معنی‌دار شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی مورد مطالعه (SOD, GPX, CAT) گردید. با نگاهی به جدول 2 می‌توان دریافت میانگین سطح آنتی‌اکسیدان‌ها در گروه‌هایی که تمرین انجام داده‌اند نسبت به دیگر گروه‌های تحقیق (مکمل و کنترل) کاهش بیشتری پیدا کرده است، هر چند این کاهش معنی‌دار نبوده است. مطالعات نشان می‌دهند که تمرینات شدید می‌تواند سبب کاهش دفاع آنتی‌اکسیدانی گردد (17). کاهش در سطح شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند ناشی از فشار تمرین و افزایش سطح رادیکال‌های آزاد و کاهش دفاع آنتی‌اکسیدانی از طریق کاهش سطح آنتی‌اکسیدان‌ها باشد. در تحقیق حاضر هر چند تمرین از شدت بالایی برخوردار بوده است لیکن کاهش معنی‌داری در شاخص‌های آنتی‌اکسیدان کبد در گروه تمرین ایجاد نگردید که می‌تواند بیانگر این نکته باشد که شدت تمرین

مهار پراکسیداسیون لیپیدی و جلوگیری از آسیب DNA و RNA ایفا می‌نماید (24، 10). نتیجه پژوهش حاضر با پژوهش فرزانی و همکاران که اثر مصرف عصاره زردچوبه به همراه تمرین استقامتی بر میزان آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز در موش‌های در معرض سرب را بررسی نمودند همسو است. در این تحقیق استفاده از مکمل به همراه تمرین توانست بر کاهش عواقب زیان‌بار سرب مؤثر باشد. در این پژوهش افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی به دلیل تأثیر توأمان تمرین استقامتی و اثر آنتی‌اکسیدانی کورکومین موجب افزایش گلوکاتایون پراکسیداز گردید (25).

مطالعات Avci و Kalpana نیز افزایش آنتی‌اکسیدان‌های SOD، GPX و CAT را توسط کورکومین در کبد، کلیه و عضله موش‌ها گزارش کرده‌اند (26، 16). Avci و همکاران نشان دادند که مکمل کورکومین، سطوح گلوکاتایون (GSH) بافتی را افزایش داده و می‌تواند به همان نسبت فعالیت SOD و CAT را در بافت عضله موش‌ها افزایش دهد (26). Kalpana و همکاران پیشنهاد کردند که مکمل کورکومین می‌تواند اثر محافظتی خود را در برابر استرس اکسیداتیو ایجاد شده ناشی از نیکوتین اعمال نماید (16).

نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های پژوهش El-Demerdash و Takahashi همسو است. El-Demerdash و همکاران اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره زردچوبه را بر آسیب اکسایشی ناشی از سمیت آرسنیت سدیم در موش‌های صحرایی در پلاسما، کبد، کلیه، ریه، بیضه و مغز بررسی کردند. آنها نشان دادند که کورکومین توانسته است با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سبب کاهش اثر سمیت آرسنیت گردد (27). احتمالاً عصاره زردچوبه از طریق افزایش دفع متابولیت‌های سمی و قابلیت سریع و مؤثر در پاک‌کنندگی رادیکال‌های لیپید پراکسید قبل از این که این رادیکال‌ها به غشای لیپیدی حمله کنند، صدمات اکسایشی را کاهش می‌دهد. Takahashi و همکاران اثر مصرف کورکومین بر استرس اکسیداتیو را در انسان‌ها بررسی نمودند در این پژوهش آزمودنی‌های گروه تجربی در قبل و بعد از ورزش، مکمل کورکومین دریافت نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد، رادیکال‌های آزاد به‌طور معنی‌داری نسبت به مقادیر قبل از ورزش در گروه پلاسبو بالاتر بود. لیکن این مقادیر در گروه تجربی نسبت به گروه پلاسبو پایین‌تر بود. همچنین تراکم آنتی‌اکسیدان‌های سرم بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی همراه با مصرف مکمل افزایش یافته بود. یافته‌های این پژوهش نشان داد مکمل کورکومین می‌تواند از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدان‌های خون، استرس اکسیداتیو ناشی از

تأثیری بر میزان آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز کبد موش‌ها نداشته است، اما پروتکل 12 هفته‌ای تحقیق مذکور، میزان آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز را به‌طور معنی‌داری در گروه‌های تجربی کاهش داد (20). در واقع مدت زمان 12 هفته تمرین نسبت به 6 و 9 هفته، توانسته است سبب کاهش معنی‌دار شاخص‌های آنتی‌اکسیدان گردد. بررسی پژوهش‌ها نشان می‌دهد تمرینات ورزشی فعالیت آنزیمی آنتی‌اکسیدانی بافت‌ها را با توجه به نوع پروتکل ورزشی، حجم تمرین، وجود دوره‌های استراحت بین برنامه‌های تمرینی، تغییر می‌دهد (21، 19، 18). به‌عنوان مثال تمرینات شدید همراه با استراحت غیر کافی منجر به تحریک نوتروفیل‌ها می‌شود. نوتروفیل‌ها می‌توانند باعث تولید ROS گردند و در نهایت منجر به ایجاد یا افزایش فشار اکسایشی گردند (21). در این میان کبد ارگانی است که توسط ROS مورد حمله قرار می‌گیرد (22). نتایج به دست آمده در ارتباط با اثر کورکومین در تحقیق حاضر بیانگر اثر معنی‌داری آن بر آنتی‌اکسیدان‌های گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز می‌باشد ($p < 0/05$). کورکومین به دلیل دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی از طریق جمع‌آوری و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و مهار آنزیم‌های اکسیداتیو مانند سیتوکروم p-450، دارای اهمیت است (23).

اثر کورکومین بر آنتی‌اکسیدان کاتالاز در این تحقیق معنی‌دار نبوده است لیکن مقایسه سطح آن در گروه مکمل نیز بیانگر بالاتر بودن سطح آن نسبت به گروه‌های تمرین و کنترل می‌باشد. به عبارت دیگر هر چند این تفاوت معنی‌دار نیست اما سطوح آنتی‌اکسیدانی در گروه مکمل به مقادیر آن در گروه کنترل نزدیک یا اندکی بیشتر از آن شده است. نتایج به دست آمده در ارتباط با اثر تمرین همراه با مصرف مکمل بر آنتی‌اکسیدان‌های CAT و SOD نیز معنی‌دار نبود. لیکن سطح آنتی‌اکسیدان‌های فوق نسبت به گروه‌های تمرین و کنترل بالاتر بوده است. به عبارتی کورکومین توانسته است از کاهش آنتی‌اکسیدان‌های فوق جلوگیری نماید. نتایج به دست آمده در این زمینه با نتایج تحقیق حسینی، همسو و با نتایج پژوهش Avci و Kalpana همخوانی ندارد. حسینی و همکاران نشان دادند که مکمل کورکومین و ترکیب آن با تمرین مقاومتی سبک می‌تواند از کاهش فعالیت آنزیم SOD عضله جلوگیری کند (17). همچنین بررسی نتایج تحقیق در زمینه اثر تمرین همراه با مصرف کورکومین بر شاخص گلوکاتایون پراکسیداز نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر تعاملی کورکومین با تمرین بر این آنتی‌اکسیدان می‌باشد ($p < 0/05$). آنزیم GPX نقش مهمی در

ناحیه بتاحدی کتونی آن و تشکیل رادیکالهای نسبتاً پایدار به دلیل ساختاربندی‌های دوگانه مزدوج آن انجام شود (32). از آنجایی که در تحقیقات قبلی اشاره شده است که مکمل کورکومین سطوح پایه SOD, CAT و GPX را در بافت‌های مختلف افزایش می‌دهد (33, 34). دلایل احتمالی برای عدم تأیید نتایج در ارتباط با اثر کورکومین همراه با تمرین در تحقیق حاضر بر آنتی‌اکسیدان‌های CAT و SOD می‌تواند ناشی از اختلاف در بافت‌های مورد مطالعه، شدت و مدت فعالیت اشاره کرد. همچنین نحوه مکمل دهی کورکومین نیز ممکن است بر این نتایج تأثیرگذار باشد. اما به‌طور کلی می‌توان گفت نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر بیانگر نقش کورکومین در حفظ سطوح آنتی‌اکسیدان‌های مورد بررسی در طی 8 هفته تمرین استقامتی بوده است.

مطالعه حاضر نشان داد که تمرین سبب کاهش غیر معنی‌دار آنتی‌اکسیدان‌های مورد مطالعه (CAT, SOD, GPX) گردید. همچنین مصرف مکمل به تنهایی موجب افزایش معنی‌دار SOD و GPX شد. علاوه بر این مصرف مکمل همراه با تمرین استقامتی نیز سبب افزایش معنی‌دار GPX و افزایش غیر معنی‌دار CAT و SOD گردید. به عبارتی می‌توان گفت مصرف کورکومین به همراه تمرین شدید می‌تواند در حفظ یا افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی آنزیمی مؤثر باشد.

ورزش را کاهش دهد (28). Takahashi اظهار می‌دارد احتمالاً اثر پاک‌کنندگی کورکومین بر گونه‌های فعال اکسیژن هنگام ورزش توسط افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی نمایان می‌شود. در مطالعه مذکور، توان آنتی‌اکسیدانی سرم (biological antioxidant potential) و به همان نسبت تراکم GSH بعد از ورزش توسط کورکومین، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در حمایت از این یافته‌ها برخی گزارش‌ها نشان داده‌اند که افزایش تراکم GSH توسط کورکومین ایجاد می‌شود (26, 29). گروه‌های تیول موجود در GSH نقش اساسی در کاهش استرس اکسیداتیو از طریق اثرات آنتی‌اکسیدانی آنها بازی می‌کند (30). تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که وجود گروه‌های هیدروکسیل در کورکومین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را از طریق هیدروژن درون مولکولی گروه تیول (SH) گلو‌تاتیون افزایش می‌دهد (31).

در ارتباط با اثر کورکومین و تمرین بر وزن آزمودنی‌ها نتایج بیانگر تفاوت معنی‌دار وزن آزمودنی‌ها در گروه‌های تحقیق است ($P < 0/05$), هر چند این تفاوت در گروه‌هایی که تمرین داشته‌اند معنی‌دار نیست. از طرف دیگر تغییرات وزن درون گروهی در همه گروه‌های تحقیق مشابه بوده است که می‌تواند ناشی از وضعیت رشدی و سن موش‌ها در طول دوره تحقیق باشد. به نظر می‌رسد خواص آنتی‌اکسیدانی کورکومین توسط

• References

- Halliwell B. Free radicals and antioxidants: updating a personal view. *Nutrition reviews*. 2012 May 1;70(5):257-65.
- Gomez-Cabrera MC, Domenech E, Viña J. Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radical Biology and Medicine*. 2008 Jan 15;44(2):126-31.
- Banerjee AK, Mandal A, Chanda D, Chakraborti S. Oxidant, antioxidant and physical exercise. *Molecular and cellular biochemistry*. 2003 Nov 1;253(1-2):307-12.
- Giimiistas MK. Lipid peroxidation, erythrocyte superoxide-dismutase activity and trace metals in young male footballers. *Yonsei medical journal*. 2003;44(6): 979-86.
- Poirier B, Lannaud-Bournoville M, Conti M, Bazin R, Michel O, Bariéty J, Chevalier J, Myara I. Oxidative stress occurs in absence of hyperglycaemia and inflammation in the onset of kidney lesions in normotensive obese rats. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2000 Apr 1;15(4):467-76.
- Sarıtaş N, Uyanık F, Hamurcu Z. Effects of acute twelve minute run test on oxidative stress and antioxidant enzyme activities. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2011 Sep 8;5(9):1218-22.
- Abdollahi M, Ranjbar A, Shadnia S, Nikfar S, Rezaiee A. Pesticides and oxidative stress: a review. *Medical Science Monitor*. 2004 Jun 3;10(6):RA141-7.
- Shemshaki A, GHANBARI NA, Rajab H, SALAMI F, HEDAYATI S. Intense alpine skiing exercise on anti oxidant status of male skiers.
- Gougoura S, Nikolaidis MG, Kostaropoulos IA, Jamurtas AZ, Koukoulis G, Kouretas D. Increased oxidative stress indices in the blood of child swimmers. *European journal of applied physiology*. 2007 May 1;100(2):235-9.
- Abbasnejad M, Jafari M, Asgari A, Haji HR, Haji GM, Salehi M, Salimian M. Acute toxicity effect of diazinon on antioxidant system and lipid peroxidation in kidney tissues of rats.
- Azizkhani M, Zandi P. Effect of natural antioxidant mixtures on margarine stability. *Pak. J. Agri. Sci*. 2010 Jan 1;47(2):140-6.
- Eshghi N, Khodaparast MH, Hosseini F, Boloorian S. Comparing antioxidant efficiency of curcumin with natural and artificial antioxidants in food model system (soybean oil). *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 2013;5(1):Pe13-22..
- Eshghi N, Khodaparast MH, Hosseini F, Boloorian S. Comparing antioxidant efficiency of curcumin with

- natural and artificial antioxidants in food model system (soybean oil). *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 2013;5(1):Pe13-22.
14. Gorzi A, Rajabi H, Gharakhanlou R, Azad A. Effects of Endurance Training on A12 Acetyl Cholinesterase Activity in Fast and Slow-Twitch Skeletal Muscles of Male Wistar Rats. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*. 2013 Oct 1;15(10):28-31.
 15. Novelli GP, Bracciotti G, Falsini S. Spin-trappers and vitamin E prolong endurance to muscle fatigue in mice. *Free Radical Biology and Medicine*. 1990 Dec 31;8(1):9-13.
 16. Kalpana C, Sudheer AR, Rajasekharan KN, Menon VP. Comparative effects of curcumin and its synthetic analogue on tissue lipid peroxidation and antioxidant status during nicotine-induced toxicity. *Singapore medical journal*. 2007 Feb;48(2):124.
 17. Hoseini F, Gorzi A AA. The effects of curcumin supplementation and light resistance training during the 8 weeks of endurance training on antioxidant capacity (SOD) and serum skeletal muscles male rats. [dissertation]. zanzan University, Faculty of Humanities. 2014 [in Persian].
 18. Aksoy Y, Yapanoğlu T, Aksoy H, Demircan B, Öztaşan N, Canakci E, Malkoc I. Effects of endurance training on antioxidant defense mechanisms and lipid peroxidation in testis of rats. *Archives of andrology*. 2006 Jan 1;52(4):319-23.
 19. Ogonovszky H, Sasvári M, Dosek A, Berkes I, Kaneko T, Tahara S, Nakamoto H, Goto S, Radák Z. The effects of moderate, strenuous, and overtraining on oxidative stress markers and DNA repair in rat liver. *Canadian journal of applied physiology*. 2005 Apr 1;30(2):186-95.
 20. Hovanloo F, Hedayati M, Ebrahimi M, Abednazari H. Effect of various time courses of endurance training on alterations of antioxidant enzymes activity in rat liver tissue.
 21. Finkel T, Holbrook NJ. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 2000 Nov 9;408(6809):239-47.
 22. Sánchez-Valle V, C Chavez-Tapia N, Uribe M, Méndez-Sánchez N. Role of oxidative stress and molecular changes in liver fibrosis: a review. *Current medicinal chemistry*. 2012 Oct 1;19(28):4850-60.
 23. Noorafshan A, Ashkani-Esfahani S. A review of therapeutic effects of curcumin. *Current pharmaceutical design*. 2013 Apr 1;19(11):2032-46.
 24. Ng CF, Schafer FQ, Buettner GR, Rodgers VG. The rate of cellular hydrogen peroxide removal shows dependency on GSH: mathematical insight into in vivo H₂O₂ and GPx concentrations. *Free radical research*. 2007 Jan 1;41(11):1201-11.
 25. Farzanegi P, Saberi S, Fakharian A, Rasaee MJ, Dabidi Roshan V. Combined effects of Curcuma longa and exercise training on kidney and spleen tissue levels of glutathione peroxidase and protein carbonyl in rats exposed to lead. *Modares Journal of Medical Sciences: Pathobiology*. 2012 Sep 13;15(3):49-62.
 26. Avci G, Kadioglu H, Sehirli AO, Bozkurt S, Guclu O, Arslan E, Muratli SK. Curcumin protects against ischemia/reperfusion injury in rat skeletal muscle. *Journal of Surgical Research*. 2012 Jan 31;172(1):e39-46.
 27. El-Demerdash FM, Yousef MI, Radwan FM. Ameliorating effect of curcumin on sodium arsenite-induced oxidative damage and lipid peroxidation in different rat organs. *Food and Chemical Toxicology*. 2009 Jan 31;47(1):249-54.
 28. Takahashi M, Suzuki K, Kim HK, Otsuka Y, Imaizumi A, Miyashita M, Sakamoto S. Effects of curcumin supplementation on exercise-induced oxidative stress in humans. *International journal of sports medicine*. 2014 Jun;35(06):469-75.
 29. Barzegar A, Moosavi-Movahedi AA. Intracellular ROS protection efficiency and free radical-scavenging activity of curcumin. *PLoS One*. 2011 Oct 10;6(10):e26012..
 30. Dimauro I, Pearson T, Caporossi D, Jackson MJ. In vitro susceptibility of thioredoxins and glutathione to redox modification and aging-related changes in skeletal muscle. *Free Radical Biology and Medicine*. 2012 Dec 1;53(11):2017-27.
 31. Srivivasan A, Menon VP, Periaswamy V, Rajasekaran KN. Protection of pancreatic beta-cell by the potential antioxidant bis-o-hydroxycinnamoyl methane, analogue of natural curcuminoid in experimental diabetes. *J Pharm Pharm Sci*. 2003 Sep 1;6(3):327-33.
 32. Sumanont Y, Murakami Y, Tohda M, Vajragupta O, Matsumoto K, Watanabe H. Evaluation of the nitric oxide radical scavenging activity of manganese complexes of curcumin and its derivative. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 2004;27(2):170-3.
 33. Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*. 1996 Jul 15;239(1):70-6.
 34. Roshan VD, Assali M, Moghaddam AH, Hosseinzadeh M, Myers J. Exercise Training and Antioxidants Effects on Rat Heart Tissue Exposed to Lead Acetate. *International journal of toxicology*. 2011 Mar 1;30(2):190-6.

Protective Effect of Curcumin Supplementation and 8 Weeks of Endurance Training on the Antioxidant Index of the Liver of Rats

Banaeifar A^{*1}, Shahkandi H², Behbodi Tabrizi L³

1- **Corresponding author: Assistant Prof, Dept. of Physical Education and Sport Science, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: Alibanaeifar@yahoo.com*

2- *M.Sc Department of Physical Education and Sport Science, Shahre - e - Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

3- *Assistant Prof, Dept .of Physical Education and Sport Science, Shahre - e - Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

Received 4 May, 2016

Accepted 23 Aug, 2016

Background and Objectives: Curcumin as a natural antioxidant is used in some studies. On the other hand, regarding the limited number of studies related to consumption of curcumin in exercise, and according to the role of the liver as the tissue involved in oxidative stress in athletes, in the present study, the effect of 8 weeks of endurance training and curcumin supplementation of antioxidants (superoxide dismutase, glutathione peroxidase and catalase) on the liver of rats was studied.

Materials and Methods: Thirteen male Wistar rats were randomly divided into four groups as control (n=6), training (n=9), curcumin (n=9), and curcumin-training (n=9). The training groups underwent an endurance training program for 8 weeks. The exercise program running on a treadmill with no incline for 5 days per week for 30-70 minutes was conducted. The rats in curcumin and curcumin-training groups received 30 mg per kg of body weight of the injected curcumin solution for 3 days a week. 48 hours after the last training session, samples of tissues were collected for the GPX, CAT and SOD measurements. Data were analyzed using Two-way ANOVA test at $\alpha \leq 0.05$.

Results: Eight weeks consumption of curcumin caused a significant increase on the level of superoxide dismutase and glutathione peroxidase enzymes in the curcumin group ($p \leq 0.003$). Also there was a significant increase on glutathione peroxidase enzyme in the curcumin-training group ($p \leq 0.001$). However, effect of curcumin supplementation along with endurance training on catalase and superoxide dismutase was not significant.

Conclusion: The findings suggest that Curcumin intake along with endurance training can maintain or increase enzymatic antioxidant defense in the liver of rats.

Keywords: Curcumin, Antioxidant, Liver tissue, Training, Male rat