

تأثیر برنامه توانبخشی هوازی و مصرف کورکومین بر حداکثر اکسیژن مصرفی و برخی عوامل خطرزای قلبی - عروقی (هموسیستئین و پروتئین واکنش دهنده سی) در بیماران سندروم گلیسمی ویژه

سمیه بهزادی^۱، هادی قائدی^{۲*}، مهران قهرمانی^۲، محمد قهرمانی^۳

^۱ گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران، ^۲ گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران، ^۳ گروه تربیت بدنی، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران

تاریخ وصول: ۱۴۰۳/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۳

چکیده

زمینه و هدف: توانبخشی هوازی و مصرف کورکومین به عنوان دو روش غیردارویی مورد توجه قرار گرفته‌اند که می‌توانند تأثیرات مثبتی بر سلامتی قلبی - عروقی داشته باشند، لذا هدف از این مطالعه تعیین و تأثیر برنامه توانبخشی هوازی و مصرف کورکومین بر حداکثر اکسیژن مصرفی و برخی عوامل خطرزای قلبی - عروقی (هموسیستئین و پروتئین واکنش دهنده سی) در بیماران سندروم گلیسمی ویژه بود.

روش بررسی: در این مطالعه نیمه تجربی که در سال ۱۴۰۳ انجام شد، جامعه آماری تحقیق را کلیه مردان دارای بیماری GABS شهر شیراز تشکیل دادند. تعداد ۴۰ مرد مبتلا به GABS با میانگین سنی $35/5 \pm 4/4$ سال انتخاب و به طور تصادفی به چهار گروه: تمرین هوازی (۱۰ نفر)، تمرین هوازی + کورکومین (۱۰ نفر)، کورکومین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه‌های تجربی (گروه تمرین هوازی و گروه تمرین هوازی + کورکومین) به مدت هشت هفته یک برنامه تمرینی توانبخشی هوازی زیر بیشینه شامل انجام دادن، تمرین به کار گرفته شامل سه جلسه در هفته تمرینات توانبخشی و هر جلسه فعالیت شامل سه بخش: گرم کردن، فعالیت اصلی و سرد کردن بود. گروه مکمل مقدار یک گرم کورکومین دریافت کرد، در حالی که گروه کنترل همین مقدار دارونما به مدت هشت هفته دریافت کردند. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون‌های آماری مقایسه بین گروهی با استفاده از تحلیل واریانس ترکیبی و پس از آن آزمون تعقیبی توکی تجزیه و تحلیل شدند. سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد مقادیر VO_{2max} بین گروه‌های تمرین هوازی + کورکومین با گروه‌های کورکومین و دارونما و بین گروه کورکومین با دارونما تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین مقادیر Hcy سرمی بین گروه تمرین هوازی و دارونما و بین گروه تمرین هوازی + کورکومین و دارونما تفاوت معنی‌داری داشتند. به علاوه نتایج نشان می‌دهد مقادیر CRP سرمی بین گروه تمرین هوازی و دارونما و بین گروه تمرین هوازی + کورکومین و دارونما تفاوت معنی‌داری داشتند.

نتیجه‌گیری: بنابراین می‌توان نتیجه گرفت استفاده از تمرینات توانبخشی به همراه مصرف کورکومین برای افزایش توان هوازی و کاهش عوامل خطر قلبی، برای بیماران GABS توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: توانبخشی هوازی، کورکومین، Hcy، CRP، VO_{2max} ، بیماران GABS

* نویسنده مسئول: هادی قائدی، لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لامرد، گروه فیزیولوژی ورزشی

Email: ghaedi.hadi @igmail.com

"نشریه علمی پژوهشی ارمغان دانش وابسته به دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یک نشریه با دسترسی آزاد است و تمامی مقالات منتشر شده در این نشریه به صورت دسترسی آزاد منتشر می‌شوند."

مقدمه

سندروم گیلن باره یک بیماری خودایمنی التهابی است که به وسیله ضعف ماهیچه‌ای حاد در اندام‌ها تشخیص داده می‌شود. این بیماری ریشه نخاعی اعصاب حسی و حرکتی و دستگاه عصبی مرکزی (CNS) را درگیر می‌کند و باعث ضعف ماهیچه‌ای و حرکتی و بیهوشی می‌شود. علت این بیماری، وجود آنتی بادی‌های فعال علیه غلاف میلین اطراف نورون‌ها می‌باشد (۱). توانبخشی هوازی و مصرف کورکومین به عنوان دو روش غیردارویی مورد توجه قرار گرفته‌اند که می‌توانند تأثیرات مثبتی بر سلامت قلبی - عروقی داشته باشند. برنامه‌های توانبخشی هوازی، از جمله تمرینات فیزیکی معمولاً باعث افزایش میزان VO_{2max} می‌شوند که این معیار به عنوان یکی از شاخص‌های مهم سلامتی قلبی - عروقی در نظر گرفته می‌شود. از سوی دیگر، کورکومین به عنوان یک ترکیب طبیعی با خواص ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی شناخته شده است که می‌تواند به کاهش عوامل خطرزای مرتبط با بیماری‌های قلبی - عروقی کمک کند (۲). در بیماران مبتلا به سندرم گلیسمی ویژه (GABS) که با مشکلات قلبی - عروقی روبرو هستند، تأثیر این دو روش بر VO_{2max} و عوامل خطرزای مانند هموسیستئین و پروتئین واکنش دهنده سی، اهمیت بالایی دارد. به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های عوامل خطرزای قلبی - عروقی، هموسیستئین می‌تواند به عنوان یک پیش‌بینی‌کننده برای بروز بیماری‌های قلبی - عروقی مورد توجه قرار گیرد. همچنین، CRP که

نشانه‌گر التهابات سیستمیک است، می‌تواند نقش مهمی در ایجاد و توسعه بیماری‌های قلبی - عروقی ایفا کند (۳). در بیماران GBAS، اعتقاد بر این است که پاسخ التهابی و اختلال عملکرد سیستم ایمنی که در این بیماری مشاهده می‌شود، ممکن است به افزایش سطح Hcy کمک کند (۴). هیپرهموسیستئینمی با اختلال عملکرد اندوتلیال، استرس اکسیداتیو و ایجاد آترواسکلروز مرتبط است که همگی می‌توانند خطر حوادث قلبی - عروقی را افزایش دهند (۵). پروتئین واکنشی یک نشانگر التهابی است که به وسیله کبد در پاسخ به التهاب در بدن تولید می‌شود. افزایش سطح CRP با افزایش خطر بیماری‌های قلبی - عروقی، از جمله حملات قلبی و سکته مغزی مرتبط است. در بیماران GBS، فعال شدن سیستم ایمنی و فرآیندهای التهابی که در طول دوره بیماری رخ می‌دهد، ممکن است منجر به افزایش سطح CRP شود که نشان دهنده وضعیت التهاب مزمن با درجه پایین است. این التهاب مزمن می‌تواند به توسعه و پیشرفت آترواسکلروز کمک کند و در نتیجه خطر عوارض قلبی - عروقی را افزایش دهد (۲). درک نقش Hcy و CRP به عنوان عوامل خطر قلبی - عروقی در بیماران GBS به چند دلیل مهم است. در مرحله اول، بینشی در مورد مکانیسم‌های بالقوه‌ای که GBS ممکن است به عوارض قلبی - عروقی کمک کند، ارایه می‌دهد (۶). ثانیاً، اهمیت نظارت و مدیریت این عوامل خطر را در بیماران GBAS برای به حداقل رساندن خطر بیماری‌های قلبی - عروقی برجسته می‌کند (۷). با شناسایی افراد با

است (۱۵ و ۱۴)، لذا هدف از این مطالعه تعیین و تأثیر برنامه توانبخشی هوازی و مصرف کورکومین بر VO_{2max} و برخی عوامل خطرزای قلبی - عروقی (Hcy و CRP) در بیماران GABS بود.

روش بررسی

در این مطالعه نیمه تجربی که در سال ۱۴۰۳ انجام شد، جامعه آماری تحقیق را کلیه مردان دارای بیماری GABS شهر شیراز تشکیل دادند، تعداد ۴۰ مرد مبتلا به GABS با میانگین سنی $44 \pm 35/5$ سال انتخاب و به طور تصادفی به چهار گروه تمرین هوازی (۱۰ نفر)، گروه تمرین هوازی + کورکومین (۱۰ نفر)، گروه کورکومین (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. وضعیت این افراد از نظر عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی و نیز سایر بیماری‌ها مورد بررسی قرار گرفت. طی یک جلسه برای همه آزمودنی‌ها، هدف از اجرای تحقیق و مراحل اجرای آن توضیح داده شد. به علاوه آزمودنی‌ها در رابطه با طرح تحقیق و اهداف مطالعه، چگونگی مراحل مختلف تحقیق، تعداد خونگیری، روش تمرین و شیوه اجرای تمرین مطلع شدند و آسیب احتمالی ناشی از این مطالعه به آگاهی شرکت کنندگان رسانده شد و هر یک از شرکت کنندگان قبل از مشارکت، به صورت کتبی رضایت خود را از شرکت در این پژوهش اعلام نمودند. گروه‌های تجربی (گروه تمرین هوازی و گروه تمرین هوازی + کورکومین) به مدت هشت هفته یک برنامه تمرینی توانبخشی هوازی زیر بیشینه شامل

سطوح Hcy یا CRP بالا، متخصصان مراقبت‌های بهداشتی می‌توانند مداخلات مناسبی را برای کاهش خطرات قلبی - عروقی، مانند اصلاح شیوه زندگی، مدیریت دارو، نظارت منظم بر قلب - عروق انجام دهند (۸). در نتیجه، بیماران GBAS ممکن است در معرض افزایش خطر عوارض قلبی - عروقی باشند و عوامل خطر خاص مانند Hcy و CRP نقش مهمی در این ارتباط دارند (۹). نظارت و مدیریت این عوامل خطر قلبی - عروقی در بیماران GBAS برای پیشگیری و کاهش خطر بیماری‌های قلبی - عروقی بسیار مهم است. پژوهش‌های بیشتری برای درک بهتر مکانیسم‌های اساسی و توسعه مداخلات هدفمند برای بهینه‌سازی سلامت قلبی - عروقی افراد مبتلا به GBAS مورد نیاز است (۱۰). برنامه‌های توانبخشی هوازی می‌تواند نقش حیاتی در افزایش عملکرد فیزیکی، آمادگی قلبی - عروقی و بهزیستی کلی در بیماران GBAS ایفا کند (۱۲ و ۱۱). این برنامه‌ها، متناسب با نیازهای فردی و نظارت دقیق به وسیله متخصصان مراقبت‌های بهداشتی، یک رویکرد ایمن و مؤثر برای بهبود قدرت عضلانی، تحرک و استقلال عملکردی ارائه می‌دهند (۱۳). با گنجاندن تمرینات هوازی منظم در فرآیند توانبخشی، بیماران GBAS می‌توانند عملکرد فیزیکی بهبود یافته، سلامت قلبی - عروقی و به طور کلی بهبود کیفیت زندگی را تجربه کنند. پژوهش‌های بیشتری برای کشف طراحی بهینه و اثربخشی برنامه‌های توانبخشی هوازی که به طور خاص برای بیماران GBAS طراحی شده است مورد نیاز

انجام دادند، تمرین به کار گرفته شامل سه جلسه در هفته تمرینات توانبخشی و هر جلسه فعالیت شامل سه بخش؛ گرم کردن، فعالیت اصلی و سرد کردن بود. گروه مکمل مقدار یک گرم کورکومین دریافت کرد، در حالی که گروه کنترل همین مقدار دارونما به مدت هشت هفته دریافت کردند(۱۶).

تمرینات توانبخشی هوازی(۳ روز در هفته به مدت ۸ هفته) در سالن بدنسازی انجام شد. حداکثر ضربان قلب برای هر فرد برآورد شد. سپس با ضربان قلب ۵۰ درصد تا ۸۰ درصد حداکثر، به مدت ۲۰ دقیقه تمرین کردند. ضربان قلب آنها در حین دویدن برای حفظ شدت مشخص شده به وسیله یک ضربان سنج کنترل شد، این شدت فردی بود. در هر یک از جلسات بعدی ۹۰ ثانیه به زمان اجرا اضافه شد. شدت تمرین با استفاده از سنسور ضربان قلب کمربند کنترل شد. به آزمودنی‌های گروه ترکیبی و هوازی آموزش داده شد که سطح فعالیت بدنی خود را تغییر ندهند(۱۷).

پودر زردچوبه به وسیله سازنده معتبر شرکت گلها و تحت نظارت و بر اساس روش استاندارد فرآوری مواد دارویی(مرکز آنالیز موسسه گیاهان دارویی) ساخته شده است. بر اساس پژوهش‌های بالینی قبلی، دوز مؤثر ۲۵۰ میلی‌گرم عصاره اتانولی ۸۰ درصد برآورد شده است. مجموع کورکومینوئیدها در پژوهش‌های قبلی بین ۷۵ تا ۸۵ درصد تخمین زده شده است. بنابراین، کپسول‌های ۲۵۰ میلی‌گرمی شرکت ژلاتین ایران، تهران، ایران با دستگاه

کپسوله‌ساز نیمه اتوماتیک تهیه شد. غلظت عصاره کورکومین با روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا آنالیز شد. هر کپسول حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم محصول بود. به افراد گروه ترکیبی و گروه کورکومین روزانه دو کپسول کورکومین داده شد. به همین ترتیب، گروه دارونما دو کپسول دارونما در روز دریافت کردند که از نظر شکل و رنگ مشابه بودند و از دوز معادل نشاسته ساخته شده بودند. مدت مطالعه ۸ هفته بود و به همه آزمودنی‌ها آموزش داده شد که در طول دوره مداخله عادات غذایی خود را تغییر ندهند(۱۷).

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری شاپیرو ویلک، آنالیز تحلیل واریانس ترکیبی و تعقیبی توکی تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

جدول ۱ مشخصات یا ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها را در گروه‌های مختلف پژوهش نشان می‌دهد.

جدول ۲ میانگین متغیرهای Hcy و CRP و VO₂max در گروه‌های پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی در میزان VO₂max بیماران GABS تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های پژوهش پس از هشت هفته تمرین توانبخشی هوازی به همراه مکمل یاری کورکومین نشان داد (p=۰/۰۰۱)(نمودار ۱)، بنابراین می‌توان گفت هشت

نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی سطح سرمی CRP بیماران GABS تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های پژوهش پس از هشت هفته تمرین توانبخشی هوازی به همراه مکمل یاری کورکومین نشان داد. $(p=0/006)$. بنابراین می‌توان گفت هشت هفته برنامه توانبخشی هوازی به همراه مکمل یاری کورکومین بر سطوح سرمی CRP بیماران GABS اثر معنی‌داری دارد $(p=0/006)$ (نمودار ۳).

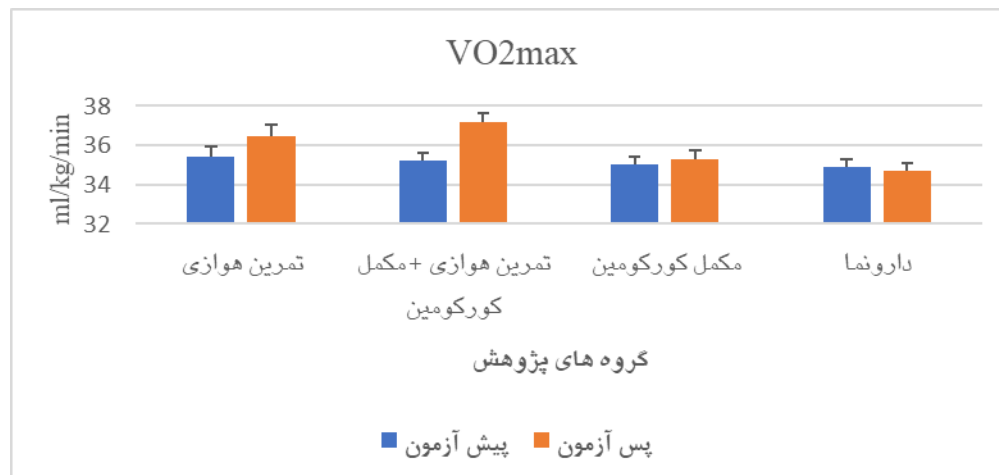
هفته برنامه توانبخشی هوازی به همراه مکمل یاری کورکومین بر سطوح VO_2max بیماران GABS اثر معنی‌داری دارد $(p=0/001)$ (نمودار ۱).
نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی سطح سرمی Hcy بیماران GABS تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های پژوهش پس از هشت هفته تمرین توانبخشی هوازی به همراه مکمل یاری کورکومین نشان داد $(p=0/009)$. بنابراین می‌توان گفت هشت هفته برنامه توانبخشی هوازی به همراه مکمل یاری کورکومین بر سطوح Hcy بیماران GABS اثر معنی‌داری دارد $(p=0/009)$ (نمودار ۲).

جدول ۱: مشخصات توصیفی فردی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف پژوهش

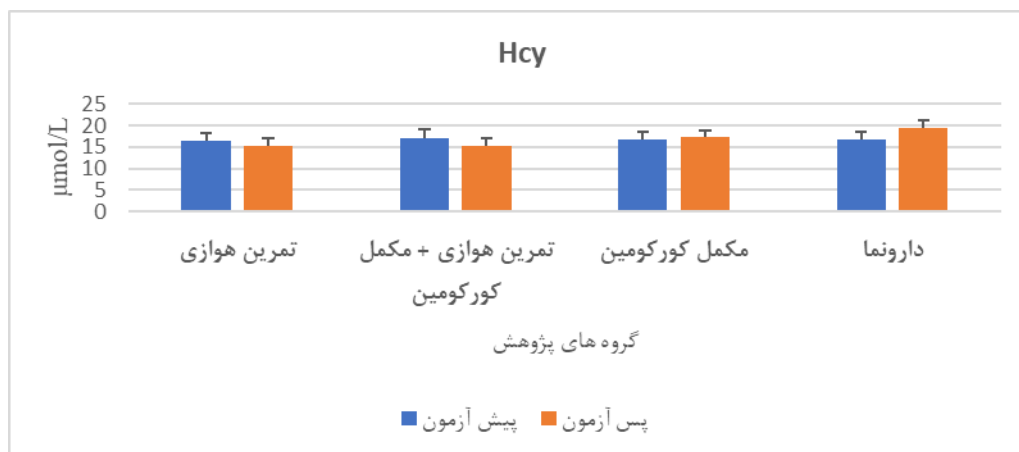
گروه‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)
تمرین هوازی	$36/70 \pm 3/40$	$177/3 \pm 2/83$	$71/60 \pm 3/20$	$22/80 \pm 1/41$
تمرین هوازی + مکمل کورکومین	$34/30 \pm 5/49$	$177/5 \pm 2/54$	$73/00 \pm 2/78$	$23/18 \pm 0/84$
مکمل کورکومین	$26/70 \pm 3/40$	$177/40 \pm 2/22$	$72/40 \pm 2/87$	$23/01 \pm 1/15$
کنترل	$34/30 \pm 5/49$	$177/90 \pm 2/07$	$71/60 \pm 2/06$	$22/64 \pm 1/06$

جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

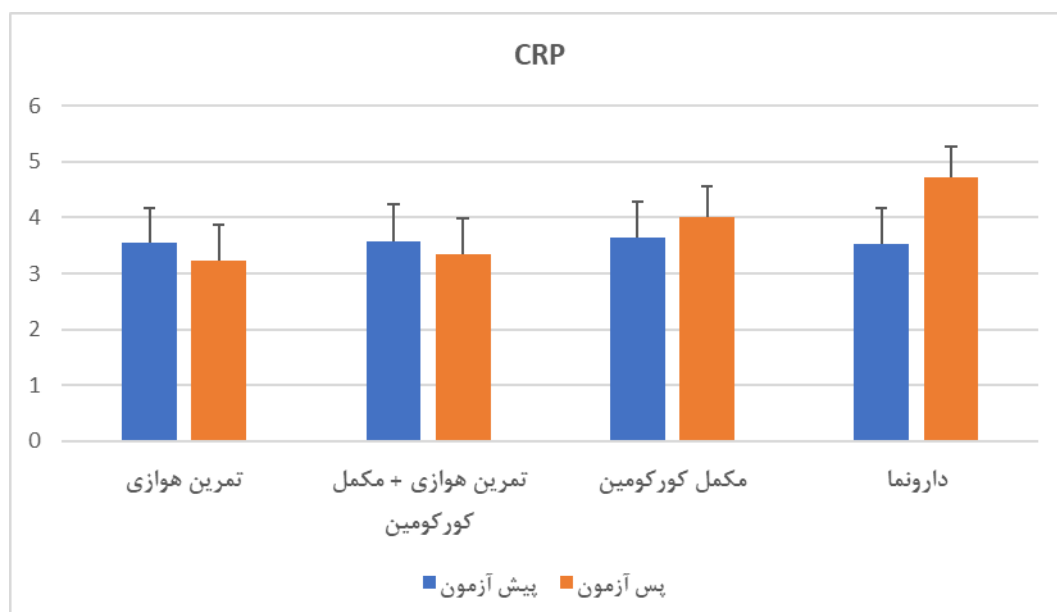
گروه‌ها	Hcy (میکرو مول بر لیتر)		CRP (میلی‌گرم بر لیتر)		VO_2max (میلی لیتر/کیلوگرم در دقیقه)	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
تمرین هوازی	$16/25 \pm 1/85$	$15/30 \pm 1/83$	$3/55 \pm 0/62$	$3/24 \pm 0/63$	$35/40 \pm 0/52$	$36/45 \pm 0/60$
تمرین هوازی + مکمل کورکومین	$16/94 \pm 2/01$	$15/22 \pm 1/89$	$3/58 \pm 0/65$	$3/35 \pm 0/62$	$35/19 \pm 0/40$	$37/21 \pm 0/43$
مکمل کورکومین	$16/80 \pm 1/54$	$17/17 \pm 1/76$	$3/64 \pm 0/64$	$4/01 \pm 0/55$	$35/00 \pm 0/40$	$35/28 \pm 0/45$
کنترل	$16/71 \pm 1/93$	$19/30 \pm 1/78$	$3/52 \pm 0/65$	$4/71 \pm 0/56$	$34/90 \pm 0/40$	$34/70 \pm 0/41$



نمودار ۱: میانگین مقادیر VO₂max در گروه های پژوهش پس از هشت هفته مداخلات تمرینی و تغذیه ای



نمودار ۲: میانگین مقادیر Hcy سرمی در گروه های پژوهش پس از هشت هفته مداخلات تمرینی و تغذیه ای



نمودار ۳: میانگین مقادیر CRP در گروه های پژوهش پس از هشت هفته مداخلات تمرینی و تغذیه ای

بحث

هدف محققان با بررسی اثر ترکیبی یک برنامه توانبخشی هوازی و مصرف کورکومین، ارایه توصیه‌های مبتنی بر شواهد برای یک رویکرد جامع به مدیریت GBS است. در صورت اثبات مؤثر بودن، این مداخله به طور بالقوه می‌تواند نتایج عملکردی، کیفیت زندگی و سلامت کلی قلبی - عروقی بیماران GBS را بهبود بخشد (۱۸)، لذا هدف از این مطالعه تعیین و تأثیر برنامه توانبخشی هوازی و مصرف کورکومین بر VO_2max و برخی عوامل خطرزای قلبی - عروقی (CRP و Hcy) در بیماران GABS بود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که میزان VO_2max بیماران GABS تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های پژوهش پس از هشت هفته تمرین توانبخشی هوازی به همراه مکمل کورکومین داشت. مقادیر VO_2max بین گروه‌های تمرین هوازی + کورکومین با گروه‌های کورکومین و دارونما و بین گروه کورکومین با دارونما تفاوت معنی‌داری داشتند.

تمرین هوازی که به عنوان تمرین قلبی یا قلبی - عروقی نیز شناخته می‌شود، نوعی از فعالیت بدنی است که به دلیل اثرات مثبت آن بر سلامت و تندرستی به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. پژوهش‌های علمی به طور مداوم نشان داده است که انجام تمرینات هوازی منظم می‌تواند طیف گسترده‌ای از مزایای را به همراه داشته باشد. یکی از مزایای اصلی تمرین هوازی توانایی آن در بهبود سلامت قلب - عروق است. تمرین هوازی با افزایش ضربان

قلب و ضربان تنفس، عضله قلب را تقویت می‌کند، کارایی آن را افزایش می‌دهد و توانایی آن را برای پمپاژ خون به طور مؤثر بهبود می‌بخشد. با گذشت زمان، این می‌تواند منجر به کاهش ضربان قلب در حالت استراحت و عملکرد کلی قلب - عروق بهتر شود (۱۹). دولتی و همکاران در پژوهشی اثرات مکمل کورکومین به تنهایی و همراه با تمرین هوازی بر ترکیب بدن، متغیرهای گلیسمی، سطح سرمی CRP و پروفایل لیپیدی در زنان دارای اضافه وزن را بررسی کردند. نتایج نشان داد در طول مداخله، گروه کورکومین کاهش قابل توجهی در وزن، BMI و سطح گلوکز خون ناشتا نشان داد. گروه کورکومین + تمرین باعث کاهش دور کمر، نسبت دور کمر به باسن، ارزیابی مدل هومئوستاتیک برای مقاومت به انسولین، سطح انسولین سرم، نسبت لیپوپروتئین با چگالی کم به لیپوپروتئین با چگالی بالا و نسبت کلسترول تام به لیپوپروتئین با چگالی بالا و افزایش سرم بالا شد. کلسترول لیپوپروتئین چگالی تجزیه و تحلیل بین گروه‌ها نشان داد که کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا در گروه‌های کورکومین و کورکومین + تمرین در مقایسه با گروه پلاسیبو (دارونما) افزایش یافت. میانگین نهایی تخمین زده شده CRP سرم در گروه پلاسیبو (دارونما) + تمرین به طور قابل توجهی بیشتر از گروه کورکومین و کورکومین + تمرین بود (۱۶). یکی دیگر از مزایای کلیدی تمرین هوازی، بهبود آمادگی هوازی است که معمولاً با VO_2max اندازه‌گیری می‌شود. تمرین هوازی به افزایش حداکثر اکسیژنی که

بدن شما می‌تواند در طول فعالیت بدنی استفاده کند، کمک می‌کند، که نشان دهنده بهبود ظرفیت استقامتی و سطح آمادگی هوازی است. برای کسانی که قصد دارند وزن خود را مدیریت کنند، تمرین هوازی یک جزء ضروری است (۲۰). تمرین هوازی به سوزاندن کالری، کاهش چربی بدن و حفظ وزن سالم کمک می‌کند. شرکت منظم در فعالیت‌های هوازی می‌تواند به مدیریت وزن کمک کند و بر ترکیب بدن تأثیر مثبت بگذارد. شرکت در تمرینات هوازی نیز با کاهش خطر بیماری‌های مزمن همراه است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرین هوازی منظم می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی مانند بیماری قلبی و سکته را کاهش دهد (۲۲ و ۲۱). سندرم گیلن باره (GBS) یک اختلال عصبی نادر است که سیستم عصبی محیطی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و منجر به ضعف عضلانی، فلج و عوارض بالقوه تهدید کننده زندگی می‌شود. در حالی که GBS در درجه اول بر اعصاب محیطی تأثیر می‌گذارد، می‌تواند اثرات ثانویه بر سیستم‌های فیزیولوژیکی مختلف، از جمله سیستم قلبی - تنفسی داشته باشد (۲۳). تأثیر GBS بر عملکرد سیستم قلبی تنفسی بسته به شدت و پیشرفت بیماری می‌تواند متفاوت باشد. در برخی موارد، GBS می‌تواند منجر به ضعف یا فلج عضله تنفسی شود و در نتیجه عملکرد ریه و نارسایی تنفسی مختل شود. این می‌تواند به صورت دشواری در تنفس، کاهش ظرفیت ریه و نیاز به پشتیبانی تهویه مکانیکی ظاهر شود. عوارض تنفسی در GBS را می‌توان به درگیری اعصاب محیطی

که عضلات درگیر در تنفس را کنترل می‌کنند، مانند دیافراگم و عضلات بین دنده‌ای نسبت داد. ضعف یا فلج این ماهیچه‌ها می‌تواند توانایی حرکت مؤثر هوا به داخل و خارج از ریه‌ها را به خطر بیندازد و منجر به اکسیژن رسانی و تهویه ناکافی شود (۲۴). علاوه بر این، GBS هم‌چنین می‌تواند بر سیستم عصبی خودمختار که مسئول تنظیم عملکرد قلب است، تأثیر بگذارد. اختلال عملکرد اتونومیک در GBS می‌تواند منجر به نوسانات ضربان قلب، فشارخون و ریتم قلبی شود. برخی از افراد مبتلا به GBS ممکن است ناهنجاری‌هایی مانند؛ تاکی کاردی (ضربان قلب سریع)، برادی کاردی (ضربان قلب آهسته)، یا آریتمی را تجربه کنند. این اختلالات قلبی می‌توانند بر عملکرد کلی سیستم قلبی - تنفسی تأثیر بگذارند و ممکن است نیاز به مداخلات پزشکی خاصی داشته باشند (۲۴).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد سطوح سرمی هموسیستئین بیماران GABS تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های پژوهش پس از هشت هفته تمرین توانبخشی هوازی به همراه مکمل یاری کورکومین داشت. مقادیر هموسیستئین سرمی بین گروه تمرین هوازی و دارونما و بین گروه تمرین هوازی+کورکومین و دارونما تفاوت معنی‌داری داشتند.

یکی از عملکردهای اولیه هموسیستئین، دخالت آن در واکنش‌های متیلاسیون است. هموسیستئین به عنوان یک واسطه در تبدیل متیونین به سیستئین، یک

اسید آمینه دیگر عمل می کند. از طریق یک سری واکنش های آنزیمی، هموسیستئین می تواند مجدداً به متیونین تبدیل شود یا به ترانس سولفوراسیون منحرف شود، جایی که برای سنتز سیستئین استفاده می شود. متیونین برای تولید (اس-آدنوزیل-متیونین)، یک اهداکننده متیل که در فرآیندهای بیولوژیکی متعددی از جمله متیلاسیون DNA و پروتئین، سنتز انتقال دهنده های عصبی و متابولیسم لیپید نقش دارد، حیاتی است (۲۵). هموسیستئین همچنین در تنظیم تعادل ردوکس نقش دارد. این می تواند با گونه های فعال اکسیژن (ROS) واکنش نشان دهد، که به عنوان یک آنتی اکسیدان تیول عمل می کند و به از بین بردن رادیکال های آزاد کمک می کند. علاوه بر این، هموسیستئین در بیوسنتز گلوکاتیون، یک آنتی اکسیدان اصلی درون سلولی، نقش دارد. گلوکاتیون به حفظ هموستاز ردوکس سلولی کمک می کند و از استرس اکسیداتیو محافظت می کند (۲۶). اوسالیدر پژوهشی به بررسی تأثیر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط و مصرف نانو کورکومین بر IL-6، BDNF و IL-10 در زنان ۶۰ تا ۶۵ ساله مبتلا به سندرم متابولیک پرداختند. نتایج غلظت IL-10 و BDNF پس از یک مداخله ۶ هفته ای به طور قابل توجهی افزایش یافت. همچنین سطح سرمی IL-6 به طور معنی داری کاهش یافت. علاوه بر این، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مکمل نانو کورکومین به طور قابل توجهی باعث کاهش غلظت سرمی مالون دی آلدئید در افراد مبتلا به سندرم متابولیک می شود. علاوه بر این، نتایج مطالعه حاضر

نشان می دهد که مکمل نانو کورکومین به طور قابل توجهی غلظت سرمی BDNF، IL-10 و ظرفیت آنتی اکسیدانی کلرا در افراد مبتلا به سندرم متابولیک افزایش می دهد. نتیجه گیری یافته ها نشان می دهد که هم ورزش منظم و هم مصرف نانو کورکومین به مدت ۶ هفته باعث کاهش التهاب می شود. ترکیب این دو منجر به کاهش بیشتر التهاب می شود (۲۷). در پژوهشی تمرین هوازی منظم منجر به کاهش درصد چربی شد که باعث کاهش سطح IL-6 و افزایش سطح IL-10 شد. بنابراین، این تغییر منجر به افزایش سطح BDNF شد (۲۷). اثرات GBS بر سیستم قلبی - تنفسی می تواند به طور قابل توجهی بر عملکرد فیزیکی و ظرفیت عملکردی افراد تأثیر بگذارد. کاهش عملکرد تنفسی می تواند منجر به عدم تحمل ورزش، کاهش استقامت و محدودیت در فعالیت های بدنی شود. شدت و مدت این اثرات می تواند در بین افراد متفاوت باشد و ممکن است برای بهبود بهینه نیاز به توانبخشی و حمایت تنفسی داشته باشد. توجه به این نکته مهم است که در حالی که GBS می تواند پیامدهای قابل توجهی برای سیستم قلبی - تنفسی داشته باشد، اکثر افراد مبتلا به GBS در طول زمان بهبودی تدریجی را تجربه می کنند. برنامه های توانبخشی، از جمله تنفس درمانی، فیزیوتراپی و کاردرمانی، نقش مهمی در ارتقاء بهبود عملکرد و بهبود عملکرد سیستم قلبی - تنفسی در افراد مبتلا به GBS دارند (۲۸ و ۲۹). یافته های پژوهش حاضر نشان داد سطح سرمی CRP بیماران GABS تفاوت معنی داری بین

گروه‌های پژوهش پس از هشت هفته تمرین توانبخشی هوازی به همراه مکمل کورکومین نشان داد. مقادیر CRP سرمی بین گروه تمرین هوازی و دارونما و بین گروه تمرین هوازی+کورکومین و دارونما تفاوت معنی‌داری داشتند.

CRP یک بیومارکر مهم التهاب است و چندین نقش فیزیولوژیکی در بدن ایفا می‌کند. CRP که عمدتاً به وسیله کبد تولید می‌شود، بخشی از پاسخ فاز حاد است، یک واکنش سیستمیک که در پاسخ به آسیب بافت، عفونت یا التهاب رخ می‌دهد (۲۸). یکی از عملکردهای فیزیولوژیکی CRP دخالت آن در پاسخ ایمنی است. CRP به عنوان یک اپسونین عمل می‌کند، به این معنی که توانایی سلول‌های ایمنی مانند ماکروفاژها را برای شناسایی و جذب پاتوژن‌ها افزایش می‌دهد. CRP با اتصال به سطوح میکروبی یا سلول‌های آسیب دیده، پاکسازی این ذرات به وسیله سیستم ایمنی را تسهیل می‌کند. این فرآیند اپسونیزاسیون به حذف پاتوژن‌ها و شروع پاسخ ایمنی کمک می‌کند. CRP همچنین در فعال‌سازی مکمل نقش دارد. سیستم کمپلمان یک آبشار پیچیده از پروتئین‌ها است که با تحریک التهاب، از بین بردن پاتوژن‌ها و به خدمت گرفتن سلول‌های ایمنی، پاسخ ایمنی را تقویت می‌کند. CRP می‌تواند مسیر کلاسیک سیستم کمپلمان را فعال کند و منجر به آزاد شدن واسطه‌های التهابی و تقویت دفاع بدن در برابر عفونت شود (۳۰).

بررسی‌های علمی اثرات بالقوه مکمل‌های کورکومین را بر سلامت قلب - عروق بررسی کرده‌اند

و چندین مطالعه یافته‌های امیدوارکننده‌ای را نشان داده‌اند. کورکومین، ترکیبی که در زردچوبه یافت می‌شود، به دلیل خواص ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و سایر خواص بیولوژیکی آن که ممکن است بر عملکرد قلبی - عروقی تأثیر بگذارد، شناخته شده است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کورکومین با مهار مسیرهای التهابی مختلف و کاهش تولید مولکول‌های التهابی، اثرات ضدالتهابی را نشان می‌دهد (۳۱). همچنین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی عمل می‌کند، رادیکال‌های آزاد را خنثی می‌کند و استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد. نشان داده شده است که کورکومین با افزایش تولید اکسیدنیتریک، عملکرد اندوتلیال را بهبود می‌بخشد، که باعث اتساع عروق می‌شود و به حفظ جریان خون سالم کمک می‌کند. دارای خواص ضد پلاکته، مهار تجمع پلاکته و کاهش خطر تشکیل غیرطبیعی لخته خون است. علاوه بر این، کورکومین دارای اثرات کاهش دهنده چربی، کاهش کلسترول تام، کلسترول LDL و سطح تری‌گلیسیرید است، در حالی که سطح کلسترول HDL را افزایش می‌دهد. همچنین مشخص شده است که با ترویج شل شدن عروق خونی و مهار آنزیم‌های دخیل در تنظیم فشارخون، اثر کاهش فشارخون دارد (۳۲). کورکومین با مهار تشکیل و پیشرفت پلاک، کاهش پاسخ‌های التهابی در دیواره‌های شریانی و ترویج پاکسازی رسوبات کلسترول، اثرات ضدآترواسکروتنیک را نشان داده است. با این حال، اثربخشی مکمل‌های کورکومین ممکن است بسته به عواملی مانند؛ دوز، فرمولاسیون

و پاسخ فردی متفاوت باشد. علاوه بر این، کورکومین فراهمی زیستی پایینی دارد، اما ترکیب آن با سایر ترکیبات یا استفاده از فرمول‌های تخصصی می‌تواند جذب و اثربخشی آن را افزایش دهد (۳۳). در پژوهشی تیوهوکو و همکاران اثرات مصرف کورکومین به تنهایی و همراه با تمرینات ورزشی هوازی را بر انطباق شریانی در زنان یائسه بررسی کردند. در مجموع ۵۱ زن یائسه در ۴ گروه پلاسبو، کورکومین، ورزش و دارونما (Ex + دارونما) و ورزش و کورکومین (Ex + کورکومین) قرار گرفتند. کورکومین یا دارونما به مدت ۸ هفته به صورت خوراکی مصرف شد. گروه‌های تمرینی به مدت ۸ هفته تحت تمرینات هوازی متوسط قرار گرفتند. انطباق شریان کاروتید به طور قابل توجهی در گروه کورکومین، Ex + دارونما، و Ex + کورکومین افزایش یافت، در حالی که چنین تغییراتی در گروه کنترل دارونما مشاهده نشد. آکازائا و همکاران در پژوهشی نتیجه گرفتند که مصرف کورکومین انطباق شریان کاروتید را بهبود می‌بخشد و ترکیب کورکومین و تمرینات ورزشی هوازی در افزایش انطباق شریان مرکزی مؤثرتر از هر یک از این درمان‌ها به تنهایی در زنان یائسه بود (۳۴). نقش CRP در فعالیت‌های ورزشی یک حوزه پژوهشی علمی است، زیرا CRP نشان‌گر التهاب و آسیب بافتی است. تمرین، به ویژه تمرین با شدت بالا یا طولانی مدت، می‌تواند یک پاسخ التهابی حاد را به عنوان بخشی از سازگاری فیزیولوژیکی بدن با نیازهای فعالیت بدنی ایجاد کند. درک نقش CRP در تمرین می‌تواند

بینش‌هایی را در مورد پاسخ بدن به استرس ناشی از تمرین ارائه دهد و به نظارت بر پیشرفت تمرین و ریکاوری کمک کند (۳۴).

از محدودیت این مطالعه می‌توان به عواملی همچون؛ خواب آزمودنی‌ها، استرس و وضعیت تغذیه آنها اشاره کرد، لذا پیشنهاد می‌شود از تمرینات توانبخشی هوازی برای بهبود ظرفیت هوازی و همچنین بهبود سلامت قلب - عروق در افراد با سندروم GABS استفاده شود.

نتیجه‌گیری

می‌توان نتیجه گرفت که تمرین توانبخشی هوازی به همراه مکمل کورکومین در بیماران GABS منجر به افزایش معنی‌دار VO_{2max} می‌شود. این افزایش در گروه تمرین هوازی + کورکومین نسبت به گروه‌های کورکومین و دارونما و همچنین بین گروه کورکومین و دارونما نیز مشاهده شده است. همچنین نتایج نشان داد که سطوح سرمی Hcy و CRP نیز در اثر تمرین توانبخشی هوازی به همراه کورکومین افزایش یافته و این افزایش در مقایسه با گروه‌های کورکومین و دارونما و بین گروه تمرین هوازی + کورکومین و دارونما نیز معنی‌دار بوده است. بنابراین استفاده از تمرینات توانبخشی برای افزایش توان هوازی و کاهش عوامل خطر قلبی، برای بیماران GABS توصیه می‌شود.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از تمام افرادی که در انجام پژوهش حاضر همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

حمایت مالی

منابع مالی این کار تحقیقی به وسیله محققین تأمین گردیده است.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله برگرفته از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد لامرد می باشد که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت کد اخلاق به شماره IR.IAU.M.REC.1403.633 دریافت کرده است.

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول و دوم و سوم و چهارم: در ارائه ایده و طراحی مطالعه، نویسنده اول: در جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج، نویسنده سوم: نگارش نسخه اولیه و ویرایش نسخه اول مقاله مشارکت داشته اند، در ضمن همه

نویسندگان در تدوین، ویرایش اولیه و نهایی مقاله و پاسخگویی به سوالات مرتبط با مقاله سهیم هستند.

REFERENCES

1. Rahimi jaberi A, Manafi A, Mossallaiepoor A, Ebrahimi M M, Khazforoosh S, Shirazi zade mehraban S, et al. The epidemiologic, clinical and laboratory findings of patients with guillain barre' syndrome in southern iran since 2007 to 2012. JABS 2013; 3 (4):343-7. Andreotti F, 2. Burzotta F, Manzoli A, Robinson K. Homocysteine and risk of cardiovascular disease. J Thromb Thrombolysis 2000; 9(1): 13-21.
3. Porsesh M, Ahmadi Barati S, Habibi A. The effect of aerobic activity on changes in cystatin c and homocysteine levels as cardiovascular risk factors. Jundishapur Scientific Medical Journal 2022; 21(3): 340-51.
4. Wang J, Tan GJ, Han LN, Bai YY, He M, Liu HB. Novel biomarkers for cardiovascular risk prediction. J Geriatr Cardiol 2017; 14(2): 135-50.
5. Lacey B, Herrington WG, Preiss D, Lewington S, Armitage J. The role of emerging risk factors in cardiovascular outcomes. Curr Atheroscler Rep 2017; 19(6): 28.
6. Stone PA, Kazil J. The relationships between serum C-reactive protein level and risk and progression of coronary and carotid atherosclerosis. Semin Vasc Surg 2014; 27(3-4):138-42.
7. Esau D, Abramson BL. Approach to risk stratification of atherosclerotic cardiovascular disease: Use of biomarkers and imaging in a Canadian context. Can Fam Physician 2022; 68(9): 654-60.
8. Owen A, Patel JM, Parekh D, Bangash MN. Mechanisms of Post-critical Illness Cardiovascular Disease. Front Cardiovasc Med 2022; 9: 854421.
9. Mei W, Rong Y, Jinming L, Hui Z. Effect of homocysteine interventions on the risk of cardiocerebrovascular events: a meta-analysis of randomised controlled trials. 2010. In: database of abstracts of reviews of effects (DARE): quality-assessed reviews [Internet]. York (UK): Centre for Reviews and Dissemination (UK); 1995.
10. Chrysant SG, Chrysant GS. The current status of homocysteine as a risk factor for cardiovascular disease: a mini review. Expert Rev Cardiovasc Ther 2018;16(8): 559-65.
11. Regan EW, Handlery R, Beets MW, Fritz SL. Are aerobic programs similar in design to cardiac rehabilitation beneficial for survivors of stroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. J Am Heart Assoc 2019; 8(16): e012761.
12. Shah N, Shrivastava M, Kumar S, Nagi RS. Supervised, individualised exercise reduces fatigue and improves strength and quality of life more than unsupervised home exercise in people with chronic Guillain-Barré syndrome: a randomised trial. J Physiother 2022; 68(2): 123-9.
13. Tramonti C, Rossi B, Chisari C. Extensive functional evaluations to monitor aerobic training in becker muscular dystrophy: a case report. Eur J Transl Myol 2016; 26(2): 5873.
14. Bouaziz W, Vogel T, Schmitt E, Kaltenbach G, Geny B, Lang PO. Health benefits of aerobic training programs in adults aged 70 and over: a systematic review. Arch Gerontol Geriatr 2017; 69: 110-27.
15. Madani MM, Abedi B. The effect of 8-weeks aerobic exercise with curcumin supplementation on proinflammatory factors in obese men. Yafte 2021; 23: 356-6.
16. Hagel S, Lindqvist E, Bremander A, Petersson IF. Team-based rehabilitation improves long-term aerobic capacity and health-related quality of life in patients with chronic inflammatory arthritis. Disabil Rehabil 2010; 32(20): 1686-96.
17. Dolati S, Namiranian K, Amerian R, Mansouri S, Arshadi S, Azarbayjani MA. The effect of curcumin supplementation and aerobic training on anthropometric indices, serum lipid profiles, c-reactive protein and insulin resistance in overweight women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. J Obes Metab Syndr 2020; 29(1): 47-57.
18. Heidarzadeh S, Azarbayjani M A, Matin Homaei H, Hedayati M. Evaluation of the Effect of Aerobic Exercise and Curcumin Consumption on HPG Axis (Hypothalamus-Pituitary-Gonadotropic) in Alcohol Binge Drinking Rats. Nutr Food Sci Res 2020; 7 (2) :13-19. URL: <http://nfsr.sbmu.ac.ir/article-1-384-en>.
19. Penedo FJ, Dahn JR. Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. Curr Opin Psychiatry 2005; 18(2): 189-93.
20. Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, et al. American heart association council on clinical cardiology subcommittee on exercise, rehabilitation, and prevention; american heart association council on nutrition, physical activity, and metabolism subcommittee on physical activity. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the council on nutrition, physical activity, and metabolism (Subcommittee on Physical Activity). Circulation 2003; 107(24): 3109-16.

21. Fletcher GF, Balady G, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, Epstein S, Sivarajan Froelicher ES, Froelicher VF, Pina IL, Pollock ML. Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A Statement for Health Professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 1996; 94(4): 857-62.
22. Angevaren M, Aufdemkampe G, Verhaar HJ, Aleman A, Vanhees L. Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev* 2008; 3: CD005381.
23. Pithadia AB, Kakadia N. Guillain-Barré syndrome (GBS). *Pharmacol Rep* 2010; 62(2): 220-32.
24. Vucic S, Kiernan MC, Cornblath DR. Guillain-Barré syndrome: an update. *J Clin Neurosci* 2009; 16(6): 733-41.
25. Fowler B. Homocysteine: overview of biochemistry, molecular biology, and role in disease processes. *Semin Vasc Med* 2005; 5(2): 77-86.
26. Brustolin S, Giugliani R, Félix TM. Genetics of homocysteine metabolism and associated disorders. *Braz J Med Biol Res* 2010; 43(1): 1-7.
26. Osali A. Aerobic exercise and nano-curcumin supplementation improve inflammation in elderly females with metabolic syndrome. *Diabetol Metab Syndr* 2020; 12: 26.
27. van den Berg B, Walgaard C, Drenthen J, Fokke C, Jacobs BC, van Doorn PA. Guillain-Barré syndrome: pathogenesis, diagnosis, treatment and prognosis. *Nat Rev Neurol* 2014; 10(8): 469-82.
28. Sproston NR, Ashworth JJ. Role of c-reactive protein at sites of inflammation and infection. *Front Immunol* 2018; 9: 754.
29. Ansar W, Ghosh S. C-reactive protein and the biology of disease. *Immunol Res* 2013; 56(1): 131-42.
30. Tsuda T. Curcumin as a functional food-derived factor: degradation products, metabolites, bioactivity, and future perspectives. *Food Funct* 2018; 9(2): 705-714.
31. Mantzorou M, Pavlidou E, Vasios G, Tsagalioti E, Giaginis C. Effects of curcumin consumption on human chronic diseases: A narrative review of the most recent clinical data. *Phytother Res* 2018; 32(6): 957-75.
32. Jiang S, Han J, Li T, Xin Z, Ma Z, Di W, et al. Curcumin as a potential protective compound against cardiac diseases. *Pharmacol Res* 2017; 119: 373-83.
33. Sugawara J, Akazawa N, Miyaki A, Choi Y, Tanabe Y, Imai T, Maeda S. Effect of endurance exercise training and curcumin intake on central arterial hemodynamics in postmenopausal women: pilot study. *Am J Hypertens* 2012; 25(6): 651-6.
34. Sproston NR, Ashworth JJ. Role of C-reactive protein at sites of inflammation and infection. *Front Immunol* 2018; 9: 754.

The Effect of Aerobic Rehabilitation Programs and Curcumin Supplementation on VO₂max and Certain Cardiovascular Risk Factors (Hcy, CRP) in Patients with GABS

Behzadi S¹, Ghaedi H^{1*}, Ghahramani M², Ghahramani M³

¹Department of Exercise Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran, ²Department of Exercise Physiology, Ker.C., Islamic Azad University, Kermanshah, Iran, ³Department of Physical Education, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran

Received Date: 01 Mar 2025 Accepted Date: 24 May 2025

Abstract

Background & aim: Aerobic rehabilitation and curcumin consumption have been considered as two non-pharmacological methods that can have positive effects on cardiovascular health. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of an aerobic rehabilitation program and curcumin supplementation on VO₂max and cardiovascular risk factors (Hcy and CRP) in patients with GABS.

Methods: In the present semi-experimental study conducted in 2023, the statistical population of the research consisted of all male patients with GABS in Shiraz, Iran. Forty men with GABS, with a mean age of 35.5 ± 4.4 years, were selected and randomly divided into four groups: aerobic exercise (10 participants), aerobic exercise + curcumin (10 participants), curcumin (10 participants), and control (10 participants). The experimental groups (aerobic exercise and aerobic exercise + curcumin) followed an eight-week submaximal aerobic rehabilitation program, which included three sessions per week. Each session consisted of three parts: warm-up, main activity, and cool-down. The supplementation group received one gram of curcumin, while the control group received the same amount of placebo for eight weeks. The collected data were analyzed using statistical tests for between-group comparison, utilizing mixed analysis of variance followed by the Tukey post-hoc test. A significance level of less than 0.05 was considered.

Results: The results indicated that VO₂max values were significantly different between the aerobic exercise + curcumin group and the curcumin and placebo groups, as well as between the curcumin and placebo groups. Additionally, serum Hcy levels were significantly different between the aerobic exercise and placebo groups and between the aerobic exercise + curcumin and placebo groups. Furthermore, the results indicated that serum CRP levels were significantly different between the aerobic exercise and placebo groups and between the aerobic exercise + curcumin and placebo groups.

Conclusion: From the findings of the present study it can be concluded that the use of rehabilitation exercises along with curcumin supplementation is recommended for improving aerobic capacity and reducing cardiovascular risk factors in patients with GABS.

Keywords: Aerobic rehabilitation, curcumin, Hcy, CRP, VO₂max, GABS patients.

***Corresponding author:** Ghaedi H, Department of Exercise Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran.
Email: ghaedi.hadi@gmail.com

Please cite this article as follows: Behzadi S, Ghaedi H, Ghahramani M, Ghahramani M. The Effect of Aerobic Rehabilitation Programs and Curcumin Supplementation on VO₂max and Certain Cardiovascular Risk Factors (Hcy, CRP) in Patients with GABS. Armaghane-danesh 2025; 30(1): 65-79.
The scientific research journal Armaghan Danesh, affiliated with Yasuj University of Medical Sciences, is an open-access publication. All articles published in this journal