

اثر یک دوره تمرینات تای چی چوان بر شاخص‌های سرمی التهابی - مرگ سلولی در سالمندان

نیلوفر بیگلری^۱ - محمدرضا کردی^{۲*}

۱. دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۲، تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸)

چکیده

سالمندی دوره‌ای اجتناب‌ناپذیر از زندگی انسان، فرایند ذاتی و پیش‌رونده همراه با افزایش شاخص‌های التهابی و آسیب‌رسان سلولی است که به مرور زمان و به تدریج موجب افزایش التهاب و کاهش سیستم ایمنی می‌شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تمرینات ورزشی تای چی بر شاخص‌های التهابی - آپوپتوزی **Bax** و **TNF- α** در سالمندان بود. در پژوهش حاضر ۳۰ سالمند خانم با میانگین سنی ۶۷ سال، قد ۱۶۰ سانتی‌متر و وزن ۷۳ کیلوگرم ساکن در یکی از خانه‌های سالمندان تهران به‌عنوان جامعه آماری در دو گروه ۱۵ نفری تجربی و کنترل به‌طور تصادفی تقسیم شدند. آزمودنی‌ها تحت معاینات پزشکی قرار گرفتند و در صورت تشخیص پزشک مبنی بر بلا مانع بودن شرکت آنها و همچنین اخذ رضایت‌نامه کتبی پروتکل تمرینی در مدت هشت هفته انجام گرفت. در گروه تجربی تمرینات تای چی هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه از ۲۰ تا ۴۰ دقیقه در شدت‌های ۴۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره انجام گرفت. گروه کنترل طی این زمان فعالیت ورزشی انجام نداده و امور روزمره خود را انجام دادند. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که مقدار **TNF- α** سرمی پس از هشت هفته در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل کاهش غیرمعناداری را نشان داد (۰/۰۵۵)، ولی این تغییرات در میزان **Bax** در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری را نشان داد (P=۰/۰۴). تمرینات تای چی به‌عنوان یک فعالیت ورزشی هوازی -مدیتیشن در سالمندان تأثیرات مثبتی بر کاهش شاخص‌های سرمی التهابی و آسیب‌رسان سلولی **TNF- α** و **Bax** دارد که می‌تواند نقش مفیدی در سلامت و تندرستی سالمندان داشته باشد.

واژه‌های کلیدی

التهاب، تای چی چوان، سالمند، عامل نکروز توموری آلفا، **Bax**.

مقدمه

سالمندی دوره‌ای اجتناب‌ناپذیر از زندگی انسان، فرایند ذاتی و پیش‌رونده و آسیب‌رسان است که به مرور زمان و به تدریج موجب ایجاد آسیب‌های سلولی مختلف و کاهش عملکرد هومئوستازی در سلول‌ها و بافت‌ها می‌شود (۴-۱). با توجه به نتایج گزارش شده، مسئول بسیاری از آسیب‌های سلولی در روند پیری که موجب آپوپتوز یا مرگ سلول در سالمندان می‌شود، با افزایش رادیکال‌های آزاد و شاخص‌های آپوپتوزی همراه است (۵،۶).

افزایش در شاخص‌های التهابی و آسیب‌رسان سلولی می‌تواند موجب اختلال در شبکه‌های سلولی بدن شود که ممکن است در دوره سالمندی نیز ایجاد شود، در دوره سالمندی تغییرات بیولوژی، فیزیولوژی، بیوشیمی و آناتومی در سلول‌های بدن ایجاد می‌شود و این تغییرات با طول زمان بر عملکرد سلول‌ها اثر می‌گذارد. افزایش شاخص‌های التهابی در بسیاری از موارد به از بین رفتن سلول‌ها و نورون‌های عصبی منجر می‌شود و می‌تواند در اختلالات قلبی عروقی نیز تأثیرات زیادی داشته باشد (۶). نشان داده شده است که افزایش التهاب و آسیب سلولی با افزایش عامل نکروزی توموری آلفا^۱ (TNF- α) و Bax^۲ ارتباط دارد، تا آنجا که نتایج پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پیری سلولی و اختلال در عملکرد بافت‌ها مثل قلبی-عروقی و همچنین پیری مغزی-عصبی تحت تأثیر این شاخص‌ها قرار می‌گیرند (۹-۷).

التهاب عامل اصلی در انحطاط عصب است، به طوری که موجب اختلال در نوروزنزیس و رشد سلول‌های عصبی می‌شود (۱۰). سایتوکاین‌های پیش‌التهابی مثل TNF- α که عملکردهایی مثل انرژی، خواب، رفتارهای اجتماعی و شناختی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، در دوره سالمندی افزایش می‌یابد که با عبور از سد خونی مغزی همراه با

افزایش میزان Bax می‌تواند موجب اختلال در عملکرد سلولی و بافتی شود (۱۱). وانگ و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که افزایش در میزان TNF- α موجب اختلال در یکپارچگی واحد عصبی-عروقی و مرگ نورون‌های عصبی می‌شود که این افزایش همراستا با افزایش میزان Bax می‌تواند در نکروز سلول‌های بافتی نقش داشته باشد (۱۲). در همین زمینه ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند که TNF- α به‌عنوان یک شاخص پیش‌التهابی در سیستم عصبی مرکزی افزایش می‌یابد و می‌تواند موجب تخریب بافت‌ها شود (۱۳).

فرایندهای التهابی و خودایمنی توسط TNF- α تنظیم می‌شوند که سایتوکاینی قوی همراه با افزایش شاخص Bax در نکروز سلولی و التهاب سلول هستند. TNF- α با کمک TNFR-1 نقش بارزی در فعال کردن فراخوانی سلول‌های ایمنی در افزایش التهاب دارد. TNF- α مسیرهای رونویسی را فعال می‌کند که موجب استرس اکسیداتیو می‌شود و سپس این استرس اکسیداتیو و التهاب با یکدیگر تعامل می‌کنند که همراه با افزایش Bax تخریب سلول‌ها را توسعه می‌دهد (۱۴). در پاسخ‌های التهابی مزمن، TNF- α آبشارهای مختلفی را فعال می‌کند که به ایجاد التهاب و مرگ سلولی منجر می‌شود که می‌توان به افزایش IL6 و Bax همراه با کاهش Bcl-2 می‌شود (۱۵).

این تغییرات فیزیولوژیکی و بیولوژیکی همراه با سالمندی در حالی اتفاق می‌افتند که فعالیت ورزشی می‌تواند تأثیرات مثبتی بر این تغییرات اعمال کند و تمرینات ورزشی با توجه به نوع، شدت و مدت آن می‌تواند موجب تغییراتی در میزان این شاخص‌ها در جهت بهبود عملکرد سلولی، بافتی و مغزی عصبی شود (۸،۱۶).

با توجه به شاخص‌های التهابی آسیب‌رسان که موجب اختلال در عملکرد قلب و عروق و دیگر بافت‌ها در سالمندان

روان، اضطراب و استرس و کیفیت زندگی سالمندان انجام گرفته است (۲۱-۱۹).

بعضی پژوهش‌ها تأثیرات مثبت تای چی بر عوامل رفتاری، شناختی و فیزیولوژیکی مثل افسردگی، بهبود کنترل قند خون و فشار خون، بهبود تعادل و افزایش انعطاف‌پذیری و بهبود توان عضلانی را گزارش دادند (۲۲-۲۴)، درحالی‌که بعضی پژوهش‌ها تأثیرات کمتر این نوع فعالیت را بر شاخص‌های عملکردی و شرایط فیزیولوژیکی افراد گزارش داده‌اند (۷،۸). برای مثال مک فار و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تأثیرات تمرینات تای چی بر عوامل فیزیکی و روانی مردان سالمند پرداختند که گزارش دادند این تمرینات تأثیرات بهینه‌ای بر ویژگی‌های جسمانی و روحی روانی این افراد دارد (۲۵). تاجیک و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی تأثیرات تای چی بر حالات خلق‌وخو و کیفیت زندگی در سالمندان پرداختند و گزارش دادند که این تمرینات برای سالمندان مناسب بوده و بدون به خطر انداختن سلامتی آنها موجب بهبود حالات خلق‌وخو و روحی روانی آنها می‌شود (۱۹). همچنین پورت و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر تمرینات تای چی بر عملکرد بدنی و شناختی سالمندان پرداختند و نتیجه گرفتند که این تمرینات تأثیرات غیرمعناداری بر شاخص‌های عملکردی و شناختی دارند (۲۰). این تمرینات با حرکات کنترل‌شده آرام، تنفس عمیق و وضعیت بدنی صحیح، همراه با تمرکز نمایش داده می‌شود (۲۶). لاگه و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند انجام این تمرینات به‌طور منظم با تقویت عملکرد قلبی تنفسی، انعطاف‌پذیری، تعادل، سلامت روانی، کیفیت خواب و تعاملات اجتماعی همراه است. ترکیب اجزای جسمانی و شناختی در تمرینات تای چی می‌تواند ارزش بیشتر آن را در مقایسه با دیگر برنامه‌های تمرینی که تنها بر جنبه جسمانی متمرکزند، آشکار سازد (۲۷).

می‌شود، رویکردهایی که بتواند با کاهش این شاخص‌ها موجب تقویت سیستم ایمنی و حفظ عملکرد سلولی بافت‌ها شود، می‌تواند در سلامت و تندرستی سالمندان نقش مهمی داشته باشد. در همین زمینه فعالیت بدنی به‌عنوان یک مداخله برای اثرگذاری بر شاخص‌های التهابی و آسیب‌رسان سلولی در سالمندان توصیه می‌شود. در همین زمینه نتایج پژوهش نسیمنتو و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که فعالیت ورزشی برای کاهش سایتوکاین‌های پیش‌التهابی و کاهش خطرهای ناشی از آن در سلامت افراد مؤثر است (۱۷). با توجه به شرایط خاص سالمندان مبنی بر کاهش توان بدنی و قدرت لازم برای انجام فعالیت‌های ورزشی، برنامه‌های تمرینی برای این افراد باید دارای یک سری ملاحظات خاص باشند که پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند تمرینات تای چی به‌عنوان یک ورزش ذهنی و بدنی با تأثیر بر مسیرهای استرس اکسایشی و التهابی می‌تواند راهکار مناسبی برای حفظ سلامتی و تندرستی این افراد باشد (۱۸).

با توجه به اینکه افراد سالمند به‌دلیل ویژگی‌های جسمانی ضعیف و کهولت سن قادر به فعالیت ورزشی نیستند و همین مسئله موجب ایجاد بسیاری از اختلالات عصبی عضلانی و همچنین تضعیف نیروی بدنی برای مقابله با عوامل به خطر انداختن سلامتی آنها می‌شود، بنابراین یافتن فعالیت‌های جسمانی که هم بتواند موجب تقویت ویژگی‌های جسمانی و روحی روانی افراد شود و هم از افزایش شاخص‌های التهابی آسیب‌رسان سلولی و بافتی جلوگیری کند، لازم و ضروری است. به همین منظور در این پژوهش از تمرینات تای چی استفاده شد که به‌دلیل انجام حرکات دست و پا به‌آرامی و آهستگی به‌عنوان یک فعالیت ورزشی هوازی مدیته‌ش، بی‌خطر، ایمن و آرامش‌بخش ذهن و روح معرفی شده است و پژوهش‌های درمانی زیادی در زمینه تأثیرات تای چی بر سلامت روح و

توده بدنی ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم و دامنه وزنی ۶۰ تا ۷۵ کیلوگرم ساکن در خانه سالمندانی واقع در شهر تهران که شرایط زندگی تقریباً یکسانی به دلیل مقررات خانه سالمندان داشتند و دارای شرایط جسمانی قادر به انجام فعالیت‌های بدنی بودند، به دو گروه ۱۵ نفری تجربی و کنترل تقسیم شدند. همه افراد مورد پژوهش با رضایت‌نامه کتبی و صدور مجوز پزشک در پژوهش شرکت کردند. معیارهای ورود به پژوهش نداشتن بیماری‌های خاص با تشخیص پزشک، عدم مصرف دخانیات و دارای توانایی بدنی کافی برای انجام تمرینات تای‌چی بود (جدول ۱). شایان ذکر است با توجه به اینکه جامعه آماری پژوهش حاضر ساکن خانه سالمندان بودند، بنابراین میزان تغذیه و نوع مواد غذایی مصرفی در طول شبانه‌روز برای همه افراد یکسان بود و به صورت ۲۴ ساعته توسط کادر پزشکی معتمد خانه سالمندان تحت کنترل دارویی و پزشکی بودند و برحسب شرایط هر بیمار، امور مربوط توسط پزشک انجام می‌گرفت.

در همین زمینه اروین و المست (۲۰۱۲) در پژوهش خود گزارش دادند که تمرینات تای‌چی به‌عنوان یک مداخله رفتاری و شناختی در کاهش شاخص‌های التهابی و تضعیف‌کننده ایمنی و عملکرد سلولی در سالمندان که سطوح بالایی از التهاب و اختلال عملکرد بافتی را نشان می‌دهند، مؤثر واقع می‌شود (۱۸). بر این اساس به‌نظر می‌رسد تمرینات تای‌چی بتواند در سلامتی و تندرستی افراد سالمند نقش داشته باشد، اما با توجه به کمبود مطالعات در زمینه تای‌چی و شاخص‌های التهابی در سالمندان، در این تحقیق به این مهم پرداخته شده است که آیا تمرینات ورزشی تای‌چی می‌تواند تأثیرات مفیدی بر شاخص‌های التهابی-آپوپتوزی Bax و TNF- α داشته باشد یا خیر.

روش کار

پژوهش حاضر نیمه‌تجربی است. در پژوهش حاضر که به بررسی اثر هشت هفته تمرینات هوازی-مدیتیشن تای‌چی بر شاخص‌های سرمی التهابی در سالمندان پرداخته شده است، ۳۰ نفر از افراد سالمند بالای ۶۰ سال با شاخص

جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (BMI)
تجربی	۵/۲±۶۸	۴/۳±۱۵۹/۷۸	۶/۸±۷۲/۴۵	۲۸/۷۵
کنترل	۳/۱±۶۶	۵/۱±۱۶۱/۲۳	۵/۹±۷۴/۶۸	۲۸/۷۴

پروتکل تمرینی

یک هفته پیش از شروع پروتکل، دوره آشناسازی و یادگیری حرکات طراحی شده توسط مربی تای‌چی (حرکات مقدماتی تای‌چی شامل حرکات کنترلی و تعادلی) به سالمندان نشان داده شد. پیش از شروع پروتکل نمونه‌های خونی در شرایط ناشتایی از آزمودنی‌ها از ورید بازویی به مقدار ۱۰ سی‌سی گرفته شد و پس از انجام هشت هفته تمرینات تای‌چی، نمونه خونی تحت عنوان پس‌آزمون بعد

از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرینی گرفته شد و به‌منظور ارزیابی به آزمایشگاه پاتولوژی منتقل شدند. شایان ذکر است گروه کنترل هیچ‌گونه تمرینی انجام نداد و زندگی معمولی خود را در خانه سالمندان طی کرده‌اند، ولی گروه تجربی به مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه به مدت ۲۰ تا ۴۰ دقیقه با شدت تمرینی ۴۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب هدف با استفاده از ضربان ذخیره روش کارونن

به انجام فعالیت‌های طراحی شده تای چی پرداختند (جدول ۲). برای کنترل ضربان قلب از ضربان سنج پلار استفاده شد. به منظور ارزیابی ضربان قلب بیشینه و ضربان قلب ذخیره برای محاسبه ضربان قلب هدف از روش کارون استفاده شد (۲۸،۲۹).

$$(۰/۰۷ \times \text{سن}) - ۲۰۸ = \text{ضربان قلب بیشینه}$$

$$\text{ضربان قلب استراحت} - \text{ضربان قلب بیشینه} = \text{ضربان قلب ذخیره}$$

$$\text{ضربان قلب استراحتی} + [(\text{ضربان قلب استراحت} - \text{ضربان قلب بیشینه}) \times (\text{شدت مورد نظر})] = \text{ضربان قلب هدف}$$

جدول ۲. پروتکل تمرینی هشت هفته تمرینات هوازی -مدیتیشن تای چی

مدت تمرین	شدت تمرین (ضربان قلب ذخیره)	تکرار حرکات (ست‌های تمرینی)	تعداد حرکات	هفته‌های تمرین
۲۰ دقیقه	۴۰ تا ۵۰	۴	۴	هفته اول
۲۵ دقیقه	۴۰ تا ۵۰	۵	۵	هفته دوم
۳۰ دقیقه	۴۰ تا ۵۰	۶	۶	هفته سوم
۳۰ دقیقه	۴۰ تا ۵۰	۶	۶	هفته چهارم
۳۵ دقیقه	۵۰ تا ۵۰	۷	۷	هفته پنجم
۳۵ دقیقه	۴۰ تا ۵۰	۷	۷	هفته ششم
۴۰ دقیقه	۴۰ تا ۵۰	۸	۸	هفته هفتم
۴۰ دقیقه	۴۰ تا ۵۰	۸	۸	هفته هشتم

ارزیابی بیوشیمیایی شاخص‌ها

نمونه‌های خونی اخذ شده از آزمودنی‌ها پس از ۱۵ دقیقه نگهداری در دمای اتاق با دور ۳۰۰۰ در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و نمونه‌های سرمی تا زمان آنالیز آزمایشگاهی در دمای منفی ۸۰ درجه نگهداری شدند. برای ارزیابی سطح سرمی Bax از کیت الیزا شرکت Bioassay Technology laboratory با درجه حساسیت ۱/۵ واحد بین‌المللی در لیتر و برای ارزیابی میزان TNF- α از کیت الیزا شرکت بایوتک آمریکا-چین با حساسیت ۱/۹۵ پیکوگرم بر میلی‌لیتر استفاده شد.

روش آماری

با توجه به توزیع غیرطبیعی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ با آزمون شاپیروویلک، از آزمون‌های غیرپارامتریکی ویلکاکسون و من‌ویتنی در سطح معناداری ۰/۰۵ برای ارزیابی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی داده‌ها استفاده شد.

پژوهش حاضر دارای کد اخلاق بالینی IR.UT.SPORT.REC.1400.033 از دانشگاه تهران است.

یافته‌ها

نتایج پژوهش حاضر نشان داد در گروه تمرین تای چی، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها کاهش غیرمعناداری داشت، درحالی‌که این تغییرات در گروه کنترل عدم کاهش را نشان داد. همچنین نشان داده شد که در گروه تمرینی میزان شاخص TNF- α سرمی کاهش غیرمعنادار (۰/۰۵۲) و در گروه کنترل عدم کاهش مشاهده شد (P=۰/۰۶۵)، همچنین در گروه تمرینی میزان Bax کاهش معنادار (P=۰/۰۱۹) ایجاد شد، درحالی‌که این تغییرات در گروه کنترل معنادار نبود (P=۰/۱۶) که نشان می‌دهد تمرینات تای چی در سالمندان می‌تواند تأثیرات مثبتی هم بر کنترل وزن و هم بر شاخص‌های التهابی، ایمنی و نکروز سلولی داشته باشد (جدول ۳).

جدول ۳. تغییرات درون‌گروهی $TNF-\alpha$ و Bax پس از هشت هفته تمرین

گروه						
متغیر	تجربی		کنترل		معناداری p	معناداری p
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
وزن بدن (kg)	۷۲/۴۵±۶/۸	۷۰/۳۴±۵/۶	۷۴/۶۸±۵/۹	۷۴/۷۳±۶/۱	۰/۰۵۸	۰/۱۲
شاخص توده بدن (واحد)	۲۸/۷۵	۲۷/۳۸	۲۸/۷۴	۲۸/۷۵	۰/۰۶۱	۰/۰۹
TNF- α (pg/ml)	۱۱/۳±۲۲	۱۰/۳±۰۱	۱۱/۲±۰۲	۱۱/۳±۰۵	۰/۰۵۲	۰/۰۶۵
Bax (U/ml)	۳۹±۴۸	۲۴±۴۲	۱۰±۳۳	۱۸±۲۹	*۰/۰۱۹	۰/۱۶

*تغییرات معنادار پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون

تای‌چی انجام می‌دهند، نسبت به سالمندان غیرفعال تغییرات چشمگیری در بهبود عملکرد التهابی- سلولی ایجاد شود که در سلامتی، تندرستی و کارایی عملکرد بافت‌ها و ایمنی بدن مؤثر است.

در بررسی تغییرات بین‌گروهی در دو گروه تمرینی تای‌چی و کنترل نشان داده شد که میزان شاخص TNF- α در گروه تجربی نسبت به کنترل کاهش غیرمعنادار ($P=۰/۵۵$) و میزان Bax کاهش معناداری ($P=۰/۰۴$) دارند (جدول ۴)، که نشان می‌دهد در سالمندانی که تمرینات

جدول ۴. تغییرات بین‌گروهی $TNF-\alpha$ و Bax پس از هشت هفته تمرین

گروه						
متغیر	تجربی		کنترل		اختلاف میانگین‌ها	معناداری p
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
TNF- α (pg/ml)	۱۱/۳±۲۲	۱۰/۳±۰۱	۱۱/۲±۰۲	۱۱/۳±۰۵	↓ ۱/۲۱	۰/۰۵۵
Bax (U/ml)	۳۹±۴۸	۲۴±۴۲	۱۰±۳۳	۱۸±۲۹	↓ ۶	*۰/۰۴

*تغییرات معنادار بین‌گروهی

مطالعات انجام گرفته پژوهش‌های بسیار اندکی به بررسی اثر تمرینات تای‌چی بر شاخص‌های سرمی التهابی-سلولی در سالمندان پرداخته‌اند، ولی در سال‌های اخیر اثر ورزش تای‌چی به دلیل تأثیرات درمانی بر شاخص‌های ایمنولوژیکی، قلبی تنفسی و فشار خون مورد توجه محققان زیادی قرار گرفته است. علاوه بر این نشان داده شده که تمرینات تای‌چی می‌تواند موجب کاهش استرس و اضطراب، افزایش توان هوازی، افزایش انعطاف‌پذیری، تعادل و چابکی، بهبود عملکرد مفاصل و کاهش خطر افتادن در سالمندان شود (۲۲-۲۴).

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی اثر تمرینات هوازی-مدیته‌شن تای‌چی بر شاخص‌های سرمی التهابی-مرگ سلولی در سالمندان انجام گرفت. این تمرینات که به مدت هشت هفته طبق پروتکل تعدیل‌شده و قابل اجرا برای سالمندان انجام گرفت، نشان داد که تمرینات تای‌چی موجب بهبود کنترل وزن، شاخص توده بدن و کاهش در شاخص‌های التهابی مرتبط با پیری سلولی $TNF-\alpha$ و Bax می‌شود. این پژوهش در حالی انجام گرفت که طبق

بر میزان TNF- α در تحقیق حاضر شواهد بیشتری را برای اثرگذاری این نوع فعالیت‌ها در قالب هوازی فراهم کرده است. اگرچه مطالعات قبلی که به بررسی تمرینات هوازی بر TNF- α پرداخته‌اند، کاهش TNF- α سرمی را پس از تمرین گزارش کرده‌اند که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد و می‌توان به پژوهش استوارت و همکاران (۲۰۱۵) اشاره کرد که به بررسی تمرینات کم‌شدت با ماهیت هوازی همراه با افزایش سن بر شاخص‌های التهابی و ایمنولوژی مثل TNF- α در طول افزایش سن پرداختند و نشان دادند انجام هشت هفته تمرینات با شدت سبک تا متوسط موجب کاهش این شاخص التهابی می‌شود که می‌تواند تأثیرات مثبتی بر کاهش آسیب‌های سلولی، التهاب و بیماری‌های قلبی عروقی با افزایش سن داشته باشد (۳۵). در این زمینه همچنین می‌توان به پژوهش فلاین و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کرد که به بررسی تمرینات با شدت زیر بیشینه بر شاخص‌های التهابی و تضعیف‌کننده عملکرد سلولی مثل TNF- α در زنان سالمند پرداختند که گزارش دادند هشت تا دوازده هفته تمرینات منظم زیر بیشینه می‌تواند تأثیرات کاهشی بر TNF- α داشته باشد که این اثر کاهشی تأثیرات زیادی در سلامت بافت‌های بدن مثل کبد و قلب و عروق، بهبود سیستم ایمنی و تندرستی زنان سالمند دارد (۳۶). اما طبق مطالعات انجام‌گرفته در این زمینه، مطالعه‌ای در خصوص بررسی اثر تمرین تای چی بر میزان TNF- α و Bax در سالمندان یافت نشد. این متغیرها در توسعه بیماری‌های قلبی-عروقی نقش دارند و مقدار بالای آنها در دیابت، چاقی یا در دوره سالمندی گزارش شده است که می‌تواند در ایجاد التهاب و آسیب‌های سلولی همراه با افزایش رادیکال‌های آزاد نقش داشته باشد (۳۷). در مخالفت با نتایج پژوهش حاضر در خصوص TNF- α نیز مطالعاتی وجود دارد. برای مثال جوزو و همکاران (۲۰۱۶) به تعیین اثر شانزده هفته تمرینات طولانی‌مدت اینتروال و

با افزایش سن، میزان التهاب و پیری سلول‌های بدن نیز افزایش می‌یابد، سالمندی فرایند بسیار پیچیده‌ای است و تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تغییر در سیستم عروق کرونری و ماتریکس خارج‌سلولی همه در بروز دو الگوی مهم التهاب و مرگ سلولی مثل آپوپتوزیس و نکروزیس دخیل‌اند، بسیاری از پژوهش‌ها به این نتیجه رسیدند که در سلول‌های پیر میزان Bax همراستا با TNF- α افزایش می‌یابد که به دلیل تغییر در میزان تلومراز، روند پیری در سلول آغاز شده و الگوی مرگ سلولی به شکل آپوپتوزیس به دلیل افزایش Bax و شاخص‌های التهابی مثل TNF- α بارز می‌شود (۳۲-۳۰).

بعضی از تحقیقات اندک انجام‌گرفته در این زمینه به بررسی تمرینات بدنی بر این شاخص‌ها پرداخته و نتایج ناهم‌سویی با پژوهش حاضر گزارش داده‌اند. بسیاری از این پژوهش‌ها مثل تاجیک قلعه (۲۰۱۹) و پورت و همکاران (۲۰۱۸) نشان داده‌اند فعالیت‌های ورزشی با ماهیتی مثل تای چی تأثیرات غیرمعناداری بر شاخص‌های التهابی دارند (۱۹،۲۰) که از جمله دلایل این ناهم‌سویی می‌توان به نوع فعالیت ورزشی، مدت و شدت تمرینات، جامعه آماری پژوهش از لحاظ میزان سن، وزن و شاخص توده بدنی و همچنین به میزان فعالیت بدنی آزمودنی‌ها اشاره کرد. از طرف دیگر بعضی پژوهش‌ها مثل سانتانا و همکاران (۲۰۱۴) و جعفری و همکاران (۲۰۱۵) نیز تأثیرات مثبت فعالیت‌های بدنی را بر کاهش شاخص‌های التهابی و مرگ سلولی مثل TNF- α و Bax در دوره سالمندی مشاهده کردند که با نتایج پژوهش حاضر هم‌سوست (۳۳،۳۴).

کاهش TNF- α هرچند غیرمعنادار در نتیجه انجام ورزش تای چی نسبت به گروه کنترل می‌تواند به‌عنوان اثر ضدالتهابی این تمرینات تفسیر شود، اگرچه سازوکار آن مشخص نیست. تأثیرات ضدالتهابی تمرینات هوازی مشخص شده است و اثر کاهشی غیرمعنادار ورزش تای چی

افزایش شاخص‌های التهابی و افزایش رادیکال‌های آزاد موجب افزایش Bax و TNF- α و در نتیجه افزایش مرگ سلولی و کاهش سیستم ایمنی شود که این رویداد می‌تواند موجب اختلال در عملکرد سلولی و بافتی شود که در نتیجه آن عملکرد میتوکندریایی دچار اختلال شده و DNA سلول‌ها می‌تواند دچار آسیب شود (۳۰، ۳۴).

فعالیت ورزشی مثل تای‌چی با ماهیت بیوانرژی هوازی که موجب فعال‌سازی مسیرهای اکسایشی و متابولیسمی چربی‌ها می‌شود، از طریق فسفریلاسیون پروتئین کیناز B موجب کاهش سطوح فاکتورهای التهابی-مرگ سلولی Bax و به تناسب آن کاهش سایتوکاین‌های التهابی مثل TNF- α می‌شود (۲۶). بنابراین می‌توان گفت این تمرینات از طریق کاهش استرس اکسایشی، کاهش التهاب و تنظیم مثبت دفاع آنتی‌اکسیدانی در کنار تغییرات بهینه در این شاخص‌ها موجب کاهش التهاب، جلوگیری از تضعیف سیستم ایمنی، پیری سلول و جلوگیری از اختلال عملکرد بافتی می‌شود (۲، ۵، ۷).

در کنار این تغییرات شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد تای‌چی به‌عنوان یک فعالیت بدنی از طریق مسیر میتوکندریایی با افزایش Bcl-2 همراستا با کاهش TNF- α و Bax نقش میانجیگری در مهار التهاب و مرگ سلولی از طریق آزادسازی سیتوکروم C میتوکندریایی دارد، به‌نظر می‌رسد این فعالیت‌های بدنی از طریق کاهش گونه‌های فعال اکسیژن و پیشگیری از تخریب سیتوکروم C درون میتوکندریایی در کاهش شاخص‌های TNF- α و Bax سلول‌ها نقش دارد (۲۳، ۲۵). با توجه به پژوهش‌های اندک انجام‌گرفته در زمینه اثر تمرینات تای‌چی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی در سالمندان، در این زمینه به پژوهش‌های بیشتری نیاز است.

پژوهش حاضر نشان داد که با توجه به شرایط جسمانی و فیزیولوژیکی خاص سالمندان مبنی بر ناتوانی در انجام

تمرین تداومی با شدت متوسط (دویدن با ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب، پنج بار در هفته و یک ست چهاردقیقه‌ای) بر فاکتورهای التهابی در نمونه‌های انسانی پرداختند. پس از ۱۶ هفته، تمرین اینتروال موجب افزایش TNF- α ، کاهش آدیپونکتین و کاهش جزئی وزن شده بود و تمرین تداومی نیز موجب اثرات غیرمعنادار بر TNF- α شده بود (۳۸). با توجه به نتایج پژوهش حاضر مبنی بر کاهش معنادار شاخص Bax، احتمالاً یکی از دلایل این کاهش در گروه تمرین تای‌چی نسبت به گروه کنترل، سازوکارهای وابسته به تمرین تای‌چی به‌دلیل ماهیت هوازی آن از جمله کاهش استرس اکسیداتیو، رادیکال‌های آزاد و عوامل التهابی باشد که در پژوهش‌های پودستا و همکاران و همچنین دوستدا و همکاران (۲۰۱۱) به آن اشاره شده است (۳۹، ۴۰). همسو با نتایج پژوهش حاضر، لی و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی اثر سه ماه تمرین هوازی با ترمیم بر روی مسیر التهابی-مرگ سلولی نمونه‌های انسانی پرداختند. نتایج نشان داد این تمرینات موجب کاهش فعالیت التهابی همراه با کاهش Bax می‌شوند (۴۱).

در پژوهش تجادا و همکاران (۲۰۰۶) اشاره شده که تمرینات تای‌چی به‌دلیل ماهیت مدیتیشن و حرکات آهسته می‌تواند روش تمرینی مناسبی برای سالمندان و حتی افراد معلول و ناتوان جسمانی باشد (۴۲). با توجه به ویژگی‌های تمرینی این رشته ورزشی از لحاظ مدت، شدت و فیزیولوژی تمرین می‌توان آن را با دیگر رشته‌های ورزشی که ماهیت هوازی دارند، مقایسه کرد. در پژوهش بیگلری و ارشدی (۱۳۹۵) نشان داده شد که تمرینات تای‌چی در سالمندان می‌تواند با کاهش شاخص‌های بیماری‌زای قلبی عروقی و همچنین بهبود نیمرخ لیپیدی در کنترل فشار خون و بهبود سلامتی و تندرستی سالمندان نقش زیادی داشته باشد (۴۳). از طرف دیگر گزارش شده که اگر تمرینات دارای شدت فزاینده یا طولانی‌مدت وامانده‌ساز باشد، می‌تواند با

تشکر و قدردانی

از افرادی که در انجام پژوهش، نگارش، تجزیه و تحلیل داده‌ها کمک کردند و همچنین مشاوره‌های آقای دکتر سجاد ارشدی، آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش و مدیریت خانۀ سالمندان شهرستان شهریار تقدیر و تشکر می‌شود.

فعالیت‌های بدنی، می‌توان از تمرینات هوازی تای چی که دارای ماهیت مدیتیشن هستند، به‌عنوان یک رشته ورزشی اثرگذار بر ویژگی‌های جسمانی، فیزیولوژیکی، روانی و شناختی سالمندان استفاده کرد که در این پژوهش گزارش شد این تمرینات تأثیرات مثبتی بر شاخص‌های کنترل وزن و التهابی تضعیف‌کننده عملکرد سلولی و ایمنی در جهت سلامت و تندرستی این افراد اعمال می‌کنند.

References

1. Paillard T. [Preventive effects of regular physical exercise against cognitive decline and the risk of dementia with age advancement]. *Sports Med Open* 2015; 1(1): 2028
2. Hepple R. [Impact of aging on mitochondrial function in cardiac and skeletal muscle]. *Free Radical Biology and Medicine* 2016. 98:177-86.
3. Kim K-B, Kim Y-A, Park J-J. [Effects of 8-week Exercise on Bcl-2, Bax, Caspase-8, Caspase-3 and HSP70 in Mouse Gastrocnemius Muscle]. *Journal of Life Science* 2010.20(9):1409-14.
4. Rafii F, Masroor D, Haghani H, Azimi H. [The Effect of 8 Weeks Tai Chi Exercise on the Fasting Blood Glucose of people with Type 2 Diabetes]. *Complement Med J Fac Nurs Midwifery* 2017. 7(2):1874-86. (Persian)
5. Kwak H-B. [Effects of aging and exercise training on apoptosis in the heart]. *Journal of exercise rehabilitation* 2013. 9(2):212
6. Chung JW, Seo JH, Baek SB, Kim CJ, Kim TW. [Treadmill exercise inhibits hippocampal apoptosis through enhancing N-methyl-D-aspartate receptor expression in the MK-801-induced schizophrenic mice]. *J Exerc Rehabil* 2014. 10(4): 218-24
7. Sari-Sarraf V, Amirsasan R, Sheikholeslami-Vatani D, Faraji H. [Effect of creatine supplementation on the factors involved in apoptosis-related process (Bax, Bcl-2) and their ratio (Bcl-2/Bax) during acute resistance exercise in middle-aged men]. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences* 2016. 21(4).
8. Jiménez-Martín PJ, Liu H, Meléndez Ortega A. [The importance of differentiating the three modalities of Tai Chi Chuan practice in clinical trials – A critical review]. *Eur J Integr Med* 2018. 17:45-55
9. Chow TH, Lee BY, Ang ABF, Cheung VYK, Ho MMC, Takemura S. [The effect of Chinese martial arts Tai Chi Chuan on prevention of osteoporosis: A systematic review]. *J Orthop Translat* 2018. 12:74-84
10. Castellano, V., Patel, D. I., & White, L. J. [Cytokine responses to acute and chronic exercise in multiple sclerosis]. *Journal of Applied Physiology* 2008.104(6), 1697-1702

11. Bokhari, F. A., Shakoori, T. A., Butt, A., & Ghafoor, F. [TNF-alpha: a risk factor for ischemic stroke]. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad* 2014. 26(2), 111-114. (Persian)
12. Wang, X., Zhang, M., Feng, R., Li, W. B., Ren, S. Q., Zhang, J., & Zhang, F. [Physical exercise training and neurovascular unit in ischemic stroke]. *Neuroscience* 2014. 2(71), 99-107.
13. Zhang, Y., Liu, H., Zhou, L., Chen, K., Jin, H., Zou, Y., & Li, Z. [Applying Tai Chi as a rehabilitation program for stroke patients in the recovery phase: study protocol for a randomized controlled trial]. *Trials* 2014. 15(1), 484-496
14. Fischer R, Maier O. [Interrelation of oxidative stress and inflammation in neurodegenerative disease: role of TNF]. *Oxidative medicine and cellular longevity* 2015. 20 (4), 117-128
15. Akash H, Sajid M, Rehman K, Liaqat A. [Tumor necrosis factor-alpha: Role in development of insulin resistance and pathogenesis of type 2 diabetes mellitus]. *Journal of Cellular Biochemistry* 2017. 9 (9), 254-261
16. Norouziyan M, Rajabi H, Panahzadeh F. [The Effect Of 6 Weeks Of Tai Chi Training On Cognitive Status, Dynamic Balance And Quality Of Life In Women With Stroke]. *Qom Univ Med Sci* 2017. 11(1):29-38. (Persian)
17. Nascimento, C. M., Pereira, J. R., de Andrade, L. P., Garuffi, M., Talib, L. L., Forlenza, O. V & Stella, F. [Physical exercise in MCI elderly promotes reduction of pro-inflammatory cytokines and improvements on cognition and BDNF peripheral levels]. *Current Alzheimer Research* 2014. 11(8), 799-805
18. Irwin, M. R., & Olmstead, R. [Mitigating cellular inflammation in older adults: a randomized controlled trial of Tai Chi Chih]. *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 2012. 20(9), 764-772.
19. Tajik Ghaleh A, Rejeh N, Heravi Karimooi M, Samady Kia P, Tadrissi S. [Effect of "Tai Chi" on happiness in elderly men]. *IJNR* 2019. 13(5):1-7. (Persian)
20. Port AP, Santaella DF, Lacerda SS, Speciali DS, Balardin JB, Lopes PB, et al. [Cognition and brain function in elderly Tai Chi practitioners: A case-control study]. *Explore (NY)* 2018. 14(5):352-6
21. Huang Y, Liu X. [Improvement of balance control ability and flexibility in the elderly Tai Chi Chuan (TCC) practitioners: a systematic review and meta-analysis]. *Arch Gerontol Geriatr* 2015. 60(2):233-8.
22. Chow TH, Lee BY, Ang ABF, Cheung VYK, Ho MMC, Takemura S. [The effect of Chinese martial arts Tai Chi Chuan on prevention of osteoporosis: A systematic review]. *J Orthop Translat.* 2018. 12:74-84
23. Marandi S, Rezayat F, Esfarjani F, Rezayi Z. [The effect of "Tai Chi" exercise on depression, quality of sleep and some of physiological factors in elderly, living in Nursing Home]. *JSMT.* 2013. 1(5):51-61. (Persian)

24. Nery RM, Zanini M, de Lima JB, Buhler RP, da Silveira AD, Stein R. [Tai Chi Chuan improves functional capacity after myocardial infarction: A randomized clinical trial]. *Am Heart J* 2015. 169(6):854-60
25. Macfarlane D, Chou K, Cheng W. [Effects of Tai Chi on the physical and psychological well-being of Chinese older women]. *J Exercise Sci Fitness* 2015. 3(2):87-94
26. DiGiacomo, M., Lam, P., Roberts, B. L., Lau, T. C., Song, R., & Davidson, P. M. [Exploring the reasons for adherence to Tai Chi practice]. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2010. 16(12), 1245-1246
27. Logghe, I. H., Verhagen, A. P., Rademaker, A. C., Bierma-Zeinstra, S., van Rossum, E., Faber, M. J., & Koes, B. W. [The effects of Tai Chi on fall prevention, fear of falling and balance in older people: a meta-analysis]. *Preventive Medicine* 2010. 51(3-4), 222-227.
28. Ciolac EG, Brech GC, Greve JM. [Age does not affect exercise intensity progression among women]. *The Journal of Strength & Condition Research* 2010. 24(11): 3023-31.
29. Robbert A, Landwehr R. [The supporting history of the "HRmax=220-age" equation]. *Journal of The American Society of Exercise Physiologists (ASEP)* 2002. 5(2):1-10
30. Fisher G, Schwartz DD, Quindry J, Barberio MD, Foster EB, Jones KW, et al. [Lymphocyte enzymatic antioxidant responses to oxidative stress following high-intensity interval exercise]. *Journal of Applied Physiology* 2010. 110(3):730-7.
31. Li Q, Zhou L-Y, Gao G-F, Jiao J-Q, Li P-F. [Mitochondrial network in the heart]. *Protein & cell* 2012. 3(6):410-8.
32. Fang G, Zhao J, Li P, Li L, Yu T, Yang X, et al. [Long-term treadmill exercise inhibits neuronal cell apoptosis and reduces tau phosphorylation in the cerebral cortex and hippocampus of aged rats]. *Sci Bulletin* 2017. 6 (11): 755-7.
33. Santana ET, Serra AJ, Silva Junior JA, Bocalini DS, Barauna VG, Krieger JE, et al. [Aerobic exercise training induces an anti-apoptotic milieu in myocardial tissue]. *Motriz: Rev Educ Fis* 2014. 20(2):233-8.
34. Jafari A, Pourrazi H, Nikookheslat S, Baradaran B. [Effect of exercise training on Bcl-2 and bax gene expression in the rat heart]. *Gene, Cell and Tissue* 2015. 2(4): 235-242. (Persian)
35. Stewart LK, Flynn MG, Campbell WW, Craig BA, Robinson JP, McFarlin BK, et al. [Influence of exercise training and age on CD14+ cell-surface expression of toll-like receptor 2 and 4]. *Brain, behavior, and immunity* 2005. 19(5):389-97.
36. Flynn MG, McFarlin BK, Phillips MD, Stewart LK, Timmerman KL. [Toll-like receptor 4 and CD14 mRNA expression are lower in resistive exercise-trained elderly women]. *Journal of applied physiology* 2003. 8(95): 2008-2015
37. Dasu MR, Devaraj S, Park S, Jialal I. [Increased toll-like receptor (TLR) activation and TLR ligands in recently diagnosed type 2 diabetic subjects]. *Diabetes care* 2010. 33(4):861-8.
38. Gerosa-Neto J, Antunes BM, Campos EZ, Rodrigues J, Ferrari GD, Neto JCR, et al. [Impact of long-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training on subclinical inflammation in overweight/obese adults]. *Journal of exercise rehabilitation*. 2016;12(6): 575-586

39. Podesta F, Romeo G, Liu W-H, Krajewski S, Reed JC, Gerhardinger C, et al. [Bax is increased in the retina of diabetic subjects and is associated with pericyte apoptosis in vivo and in vitro]. *The American journal of pathology* 2000.156(3):1025-32
40. Doustar Y. [Effect of grape seed extract on cardiomyocyte apoptosis in streptozotocin induced diabetic rats]. *Medical Science Journal of Islamic Azad University-Tehran Medical Branch* 2011 21(3):168-74. (Persian)
41. Lee S-D, Shyu W-C, Cheng I-S, Kuo C-H, Chan Y-S, Lin Y-M, et al. [Effects of exercise training on cardiac apoptosis in obese rats]. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* 2013. 23(6):566-73
42. Tejada T, Fornoni A, Lenz O, Materson B J. [Nonpharmacologic therapy for hypertension: does it really work?]. *Current cardiology reports*. 2006; 8 (6) 418-24
43. Biglari N, Arshadi S, Sadeghianshahi M. [The effect of 8 weeks Tai Chi training and walking on indicator of cardiovascular disease in old women]. *Journal of Nursing and Midwifery, Shahid Beheshti University* 2014. 26 (93)69-76. (Persian)

The Effect of a Course of Tai Chi Chuan Exercises on Serum Inflammatory-cell Death Indices in The Elderly

Niloufar Biglari¹ -Mohammad Reza Kordi^{*2}

1.PhD student in sports physiology, Kish International Campus, University of Tehran, Tehran, Iran 2.Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received:2022/05/02;Accepted:2022/06/29)

Abstract

The inevitable aging of human life is an inherent and progressive process with an increase in inflammatory and cellular damage markers that over time and gradually increase inflammation and decrease the immune system. The aim of this study was to investigate the effect of tai chi exercise on inflammatory-apoptotic indices of Bax and TNF- α in the elderly. In the present study, 30 elderly women with an average age of 67 years, height 160 cm and weight 73 kg living in a nursing home in Tehran as a statistical population were randomly divided into two groups of 15 experimental and control. The subjects underwent medical examinations and if the physician diagnoses that the subjects' participation is unobstructed and also their written consent, the training protocol was performed for eight weeks. In the experimental group, tai chi exercises were performed three times a week, each session lasting 20 to 40 minutes at intensities of 40 to 50% of the reserve heart rate. The control group did not exercise during this time and did their daily chores.

The results of statistical analysis showed that the serum TNF- α level after 8 weeks in the training group compared to the control showed a non-significant decrease (0.055) but these changes in the Bax rate in the training group compared to the control significantly decreased. Showed (P = 0.04). Tai Chi exercises as an aerobic-meditation exercise in the elderly have positive effects on reducing inflammatory serum indices and cellular damage TNF- α and Bax, which can play a beneficial role in the health of the elderly and the prevention of heart disease. They have vascular.

Keywords

Bax, Elderly, Inflammation, Tai Chi Chuan , TNF- α .

* Corresponding Author: Email: mrkordi@tu.ac.ir ; Tel: +989123300076