



## Open Access

## مقاله پژوهش

## تأثیر شش هفته مصرف مکمل کروم و میان وعده‌های تمرینی در افراد مبتلا به کبد چرب

## غیرالکلی

محمد جواد احمدی پنجکی<sup>۱</sup>، خدیجه ایران دوست<sup>۱\*</sup>، رسول صمیمی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۴ تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۰۲/۰۱

## چکیده

**مقدمه:** بیماری کبد چرب غیرالکلی یکی از بیماری‌های مزمن کبدی است. عدم فعالیت بدنی و کاهش عملکرد دستگاه قلبی-تنفسی با افزایش شدت این بیماری مرتبط است. اصلاح سبک زندگی و افزایش تحرک بدنی در طول روز می‌تواند بر بهبود آن مؤثر باشد. مکمل کروم در بیمارانی که دچار چاقی، دیابت و مقاومت به انسولین هستند، می‌تواند اثرگذار باشد. از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر شش هفته مصرف مکمل کروم و انجام میان‌وعده‌های تمرینی بر آنزیم‌های کبدی و درجه کبد چرب بیماران مبتلا به کبد چرب غیرالکلی بود.

**روش کار:** ۳۰ آزمودنی به مدت شش هفته به صورت تصادفی به ۴ گروه تمرین+کروم (۸ نفر)، کروم (۸ نفر)، تمرین (۷ نفر) و کنترل (۷ نفر) تقسیم شدند. همه افراد دارای سونوگرافی کبد بودند که دامنه‌ی گرید کبد چرب ۱ تا ۳ را مشخص می‌نمود. سایر اقدامات شامل: سنجش آنزیم‌های AST و ALT، تری‌گلیسیرید، وزن بدن، اندازه دور شکم و سن افراد بود. از آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی متغیرها استفاده شد.

**یافته‌ها:** در گروه تمرین+کروم ( $P=0/02$ ) و گروه تمرین ( $P=0/01$ ) کاهش معنی‌داری در گرید کبد چرب را تجربه کردند. همچنین، بعد از شش هفته انجام پروتکل، در گروه تمرین + کروم در آنزیم ALT کاهش معنادار بود ( $P=0/001$ ). یافته‌های ما تأیید می‌کنند که میان‌وعده‌های تمرینی به تنهایی و یا به همراه مصرف کروم در بهبود NAFLD مؤثر است. **نتیجه‌گیری:** این مطالعه، اهمیت فعالیت بدنی به سبک میان‌وعده‌های تمرینی به عنوان استراتژی درمانی اولیه برای افراد مبتلا به کبد چرب غیرالکلی را تقویت می‌کند.

**واژگان کلیدی:** آنزیم‌های کبدی، کبد چرب غیرالکلی، کروم، میان وعده‌های تمرینی

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران، ۲. گروه داخلی، دانشکده پزشکی،

دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

\* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: [irandoust@ikiu.ac.ir](mailto:irandoust@ikiu.ac.ir)



## مقدمه

سلول‌های کبدی دچار آسیب و بیماری می‌شوند، افزایش پیدا می‌کنند ولی ALT آنزیم ویژه‌تری برای کبد می‌باشد و افزایش فعالیت آن برای مدت زمان بیشتری نسبت به AST پایدار باقی می‌ماند (۵).

عدم فعالیت بدنی و کاهش عملکرد دستگاه قلبی- تنفسی نیز با افزایش شدت کبد چرب غیرالکلی ارتباط دارد (۶). در بین افرادی که از چاقی رنج می‌برند، آن دسته از افرادی که کم‌تحرک نیز هستند، خطر ابتلا به NAFLD به طور چشمگیری نسبت به افراد با وزن مشابه که فعال‌تر هستند، بیشتر خواهد بود (۷). ورزش یک عنصر مهم برای درمان چاقی و اختلالات مرتبط با سندرم متابولیک است. با این حال، اکثریت قریب به اتفاق افراد چاق و بیماران مبتلا به NAFLD توصیه‌های کلی فعالیت بدنی (یعنی ۱۵۰ دقیقه فعالیت بدنی در هفته با شدت متوسط) را رعایت نمی‌کنند (۸).

با توجه به اینکه کمبود زمان برای انجام فعالیت‌های ورزشی منظم، یکی از موانع برای افراد عادی و همچنین در میان افراد چاق و بیماران مبتلا به NAFLD به حساب می‌آید، تعدادی از تحقیقات اخیر بر توسعه متدهای ورزشی با هدف صرفه‌جویی در زمان متمرکز شده‌اند (۹، ۱۰). نشان داده شده است که ۷۰

بیماری کبد چرب غیرالکلی<sup>۱</sup> (NAFLD) به تجمع بیش از حد چربی در کبد اطلاق می‌شود. تجمع اسیدهای چرب آزاد و تری‌گلیسیرید در کبد منجر به استرس اکسیداتیو، التهاب و آسیب در بافت‌های کبدی می‌شود. اگر بیشتر از درصد وزن کبد را چربی تشکیل دهد، فرد دچار کبد چرب شده است. در اولین مرحله به صورت کبد چرب ساده (استئاتوز) است و سپس به استئاتوهپاتیت غیرالکلی<sup>۲</sup> (NASH) تبدیل می‌گردد و گر از پیشرفت آن جلوگیری نشود و راه‌حلی برای درمان آن صورت نپذیرد، در نهایت به سیروز کبدی منجر خواهد شد (۱). NAFLD ۲۰ تا ۳۰ درصد جمعیت جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ همچنین به موازات آن بیماری چاقی و دیابت نوع ۲ نیز در حال افزایش هستند (۲). متأسفانه از هر ۵ بیمار مبتلا به NAFLD، یک نفر به NASH دچار می‌شود و در نهایت ۱۰ درصد از افراد مبتلا به NASH، به سیروز کبدی پیشرفت می‌کنند (۳، ۴). بیماری‌های کبدی، اصلی‌ترین عامل افزایش فعالیت ترانس‌آمیناز در سرم هستند و در اکثر بیماری‌های کبدی، فعالیت آلانین ترانس‌آمیناز (ALT)<sup>۳</sup> بیشتر از آسپارات ترانس‌آمیناز (AST)<sup>۴</sup> است (۵). گرچه فعالیت هر دو آنزیم ALT و AST هر زمان که

<sup>3</sup> Alanine Transaminase (ALT)

<sup>4</sup> Aspartate Transaminase

<sup>1</sup> Nonalcoholic Fatty Liver Disease

(NAFLD)

<sup>2</sup> Nonalcoholic Steatohepatitis (NASH)

بودن سطوح کروم پلازما می‌تواند منجر به تشدید سندرم متابولیک و عوامل مرتبط با آن شود (۱۴). از این رو مطالعه‌ی حاضر با تعیین بررسی تأثیر تمرینات کوتاه مدت پرشدت به سبک میان‌وعده‌های تمرینی به همراه مصرف مکمل کروم بر آنزیم‌های AST و ALT و همچنین میزان تغییرات چربی کبد در افراد مبتلا به NAFLD انجام شد.

### روش کار

طرح پژوهش و شرکت کنندگان: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و انسانی (بالینی-مداخله‌ای) در قالب یک طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون است که پروتکل به صورت آنلاین پیگیری و انجام آزمایشات خون و سونوگرافی در شهر قزوین انجام شد. هدف از این پژوهش تعیین تأثیر شش هفته مصرف مکمل کروم و انجام میان‌وعده‌های تمرینی بر آنزیم‌های کبدی افراد مبتلا به کبد چرب غیرالکلی بود که به مقایسه میزان تغییرات چربی کبدی با استفاده از تصویربرداری از کبد و آنزیم‌های AST و ALT با انجام آزمایش خون پرداخته شد است.

نمونه آماری این پژوهش شامل ۳۰ نفر بزرگسال (۱۸ نفر زن و ۱۲ نفر مرد) دچار کبد چرب غیرالکلی در محدوده‌ی سنی ۲۰الی ۶۸ سال بود که تعیین کردن نمونه‌ها با نرم افزار G-Power انجام شد.

تا ۸۰ درصد بیماران چاق و دیابتی دچار NAFLD می‌شوند (۱۱).

از آنجا که شیوع بیماری کبد چرب غیرالکلی تبدیل به یک چالش برای سیستم بهداشت جهانی شده است و از طرفی اثربخشی تغییرات سازنده در رژیم غذایی و تمرینات بدنی می‌تواند به بهبود علائم بیماری کمک کند، برای استفاده از این اهرم‌های مثبت ضرورت دارد تا از مداخلاتی که اجرای آنها سهل الوصول است، استفاده شود. به همین جهت در این پژوهش بر آن شدیم تا با تشویق افراد به تحرک بیشتر در طول روز با کمک برنامه تمرینی به شیوه میان‌وعده‌های تمرینی<sup>۱</sup>، فعالیت بدنی هدفمند آنان را افزایش دهیم.

کروم یک ماده معدنی است که به مقدار کمی در بدن مورد نیاز است اما بر متابولیسم کربوهیدرات، پروتئین و چربی اثر می‌گذارد (۱۲). مطالعات نشان می‌دهند که افراد مبتلا به دیابت نوع دو سطوح کروم خونشان نسبت به افراد عادی، کمتر است (۱۳). در یک پژوهش در کشور چین نشان داده شد که سطوح کروم پلازما به طور معکوس با سندروم متابولیک در بزرگسالان چینی ارتباط دارد. همچنین سطوح کروم پلازما با دور کمر بالا، سطوح تری‌گلیسیرید و گلوکز خون می‌تواند مرتبط باشد؛ بدین معنا که پایین

<sup>1</sup> Exercise Snacking

پروتکل می‌شدند همگی دچار کبد NAFLD بودند که در گستره‌ای از گریدکبد چرب ۱ تا ۳ جای می‌گرفتند. با انجام سونوگرافی از کبد و شکم، گرید کبد چرب آنان مشخص شد.

### ابزار و جمع آوری داده‌ها

بر اساس ماهیت پیش‌آزمون - پس‌آزمون این پژوهش، جمع‌آوری تمامی داده‌ها (تکمیل پرسشنامه، اقدامات لازم برای ارزیابی چربی کبد از طریق سونوگرافی و خون‌گیری برای ارزیابی آنزیم‌ها و تری‌گلیسیرید) در دو مرحله (۴۸ ساعت پیش از شروع مداخله و ۴۸ ساعت پس از شش هفته مداخله) در هر ۴ گروه در تحقیق صورت گرفت.

در این تحقیق، سونوگرافی از کبد و شکم و همچنین تری‌گلیسیرید، آنزیم AST و ALT را قبل از انجام پژوهش توسط آزمایشگاه و مرکز تصویربرداری ثبت و ضبط شد. بعد از اتمام شش هفته، آزمودنی‌ها مجدداً سونوگرافی و آزمایش را انجام دادند. پزشک متخصص در مرکز تصویربرداری در گزارش پزشکی خود، وضعیت کبد چرب بیماران را ذکر می‌کرد. سونوگرافی با دستگاه مدیسون ایکس ۸ انجام شد. نمونه‌های خونی در حالت ناشتا ۴۸ قبل و پس از پروتکل، پنج میلی‌لیتر خون از آزمودنی توسط متخصص آزمایشگاه اخذ شد. برای اندازه‌گیری آنزیم‌های کبدی از دستگاه اتوآنالایزر هیتاچی ۹۰۲ استفاده شد.

شرکت‌کنندگان در مطالعه، افرادی بودند که به مطب پزشک متخصص گوارش مراجعه می‌کردند. آزمودنی‌ها با معرفی پزشک معالج با محقق ارتباط برقرار کردند و بعد از تکمیل فرم رضایت‌نامه پژوهشی به طور تصادفی در گروه‌ها تقسیم شدند. آزمودنی‌ها به صورت پرسشنامه اطلاعاتی حاوی نام و نام خانوادگی، سن و سابقه بیماری پر کردند و این اطلاعات در پرونده بیمار نزد پژوهشگر ثبت شد. اطلاعاتی از قبیل وزن، شاخص توده بدنی و اندازه دور کمر قبل و بعد از پروتکل شش هفته‌ای، اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها با دریافت برنامه فعالیت بدنی و نکات کلی در رابطه با مراقبت‌های تغذیه‌ای، شش هفته انجام فعالیت بدنی به تنهایی یا همراه با مصرف مکمل کروم را آغاز می‌کردند. در این پژوهش ۳۵ نفر توسط پزشک معرفی شد که ۳۰ نفر از شرکت‌کنندگان نسبت به پروتکل پایبند ماندند و فعالیت بدنی، مصرف مکمل یا هر دو را تا شش هفته به سرانجام رساندند. برنامه‌های تمرینی به صورت کلیپ‌های ویدیویی ضبط شده در اختیار گروه ورزش و گروه ورزش و مکمل قرار گرفته بود تا توسط آنان اجرا شود. شیوه‌ی پیگیری گروه‌ها توسط محقق به صورت آنلاین بود. پژوهشگر به طور هفتگی از بیماران، گزارشی در مورد انجام فعالیت بدنی و مصرف مکمل جمع‌آوری می‌کرد تا اطمینان حاصل کند که افراد نسبت به برنامه فعالیت بدنی و مکمل‌رسانی پایبندی خود را حفظ کرده‌اند. بیمارانی که وارد

## روند اجرای تحقیق

که شدت این میان‌وعده‌های تمرینی می‌تواند تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه افراد باشد. همچنین با توجه به مقیاس بورگ، افراد شدت این فعالیت‌ها را بین ۷ الی ۸ بیان کردند.

در این پژوهش طبق نظر پزشک فوق تخصص کبد، به بیماران توصیه شد به طور روزانه ۴۰۰ میکروگرم از این مکمل را مصرف کنند (۱۶). این مقدار از کروم، برای هر دو گروه ورزش+مکمل و مکمل لحاظ شده بود. آزمودنی‌ها یک عدد قرص کروم با دوز ۲۰۰ میکروگرم را صبح‌ها بعد از وعده‌ی صبحانه و شب‌ها بعد از وعده شام مصرف کردند. مکمل مصرف شده با نام کروم تحت لیسانس کشور آلمان، کشور سازنده ایران، شرکت سازنده هگمتان داروی غرب، با برند یوروویتال بود.

همچنین پروتکل تحقیق به تأیید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی قزوین با شناسه (QUMS.REC.1401.3249) به تصویب رسید.

## روش آماری

به منظور طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویک استفاده شد. در بخش آمار استنباطی از آزمون آنوای مختلط برای مقایسه‌ی میانگین‌های مورد نظر گروه‌ها و از آزمون بونفرونی برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی متغیرها استفاده شد. تمام

در ابتدا، بیمارانی که به صورت تصادفی در گروه ورزش+مکمل و همچنین در گروه ورزش قرار می‌گرفتند، فایلی حاوی برنامه فعالیت بدنی دریافت می‌کردند. این برنامه، برای مدت ۶ هفته‌ای طراحی شده بود. همچنین شرکت‌کنندگان ویدیوهایی برای آشنایی دقیق با نحوه انجام تمرینات و فعالیت بدنی دریافت می‌کردند که توسط پژوهشگر تهیه و ساخته شده بود تا افراد بتوانند با توجه به آن‌ها به فعالیت بپردازند.

این پروتکل تمرینی شامل سه میان‌وعده تمرینی مجزا بود (میان‌وعده تمرینی اول، صبح‌ها ۳۰ دقیقه قبل از صبحانه - میان‌وعده تمرینی دوم، ظهرها ۳۰ دقیقه قبل از ناهار - میان‌وعده تمرینی سوم، شب‌ها ۳۰ دقیقه قبل از شام). هر میان‌وعده تمرینی ۵ دقیقه به طول می‌انجامید و هر کدام از آن‌ها شامل سه حرکت ورزشی با وزن بدن بود که می‌بایست هر یک را به مدت ۳۰ ثانیه در دو دوره انجام دهند. همچنین بین هر حرکت ۱۰ ثانیه استراحت و بین هر دوره، یک دقیقه به استراحت می‌پرداختند (جدول ۱). این حرکات تمرینی به دو شیوه آسان شده و پیشرفته برای آزمودنی‌ها گنجانده شده بود. این شیوه بدین منظور ارائه گردید که در صورت عدم توانایی لازم در انجام شیوه پیشرفته حرکت، آزمودنی‌ها بتوانند شیوه‌ی آسان شده آن را انجام دهند. لازم به ذکر است

( $P < 0/001$ ) اما بین گروه تمرین و گروه کروم کاهش معناداری در مقادیر ALT رخ نداد (نمودار ۲). همچنین مقایسه داده‌های وزن و محیط دور کمر نشان داد که اثر تعاملی معنادار است (وزن:  $P < 0/001$  و محیط دور کمر:  $P = 0/004$ ) (جدول ۲). مقایسه درون گروهی نشان داد که سه گروه تمرین+مکمل ( $P < 0/001$ )، کروم ( $P = 0/02$ ) و تمرین ( $P < 0/003$ ) کاهش وزن معناداری را نسبت به پیش‌آزمون تجربه کردند (جدول ۲). همچنین، مقایسه درون گروهی نشان داد، سه گروه تمرین+مکمل ( $P < 0/001$ )، کروم ( $P = 0/002$ ) و تمرین ( $P = 0/036$ ) کاهش اندازه محیط کمر معناداری را نسبت به پیش‌آزمون تجربه کردند (جدول ۲).

محاسبات به کمک نرم افزار SPSS نسخه‌ی ۲۸ انجام گردید.

### یافته‌ها

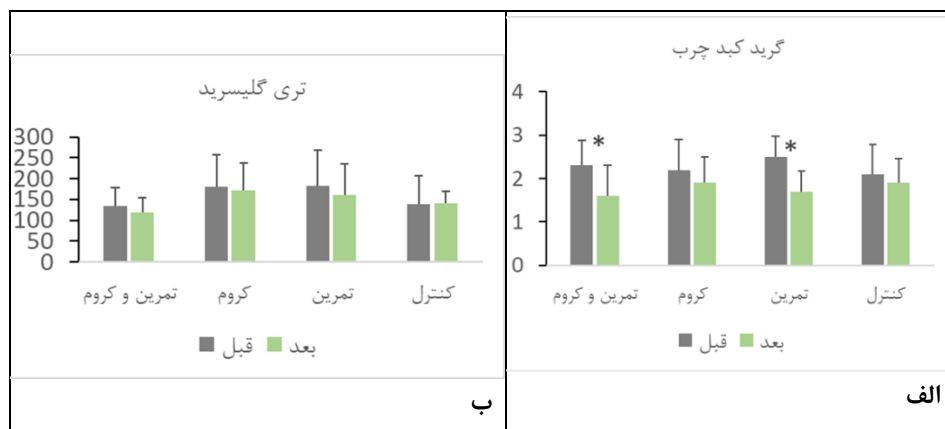
میانگین و انحراف معیار سن آزمودنی‌ها  $42/2 \pm 14/4$  سال بود (جدول ۲). نتایج آزمون آنوای مختلط نشان داد بین AST و تری‌گلیسیرید در پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود ندارد (نمودار ۱ بخش ب)، اما بین ALT و گرید کبد چرب تفاوت در پس‌آزمون معنادار است. گروه تمرین+مکمل ( $P = 0/02$ ) و گروه تمرین ( $P = 0/01$ ) کاهش معنادار گرید کبد چرب را نسبت به پیش‌آزمون تجربه کردند (نمودار ۱ بخش الف). به علاوه، در گروه تمرین+مکمل اثر زمان در مقادیر ALT معنادار شد

جدول ۱. برنامه میان وعده‌های تمرینی

میان وعده‌های تمرینی	نام حرکت	مدت زمان اجرای هر حرکت	استراحت بین هر حرکت	دورها	استراحت بین هر دور
میان وعده تمرینی ۱	پروانه، زانو بلند، برپی	۳۰ ثانیه	۱۰ ثانیه	۲	۶۰ ثانیه
میان وعده تمرینی ۲	اسکوات با وزن بدن، شنا روی زمین، پرش اسکیت به طرفین	۳۰ ثانیه	۱۰ ثانیه	۲	۶۰ ثانیه
میان وعده تمرینی ۳	پروانه از روبرو، اسکوات تبدیل به بالا آوردن پا از روبرو، ساق پا ایستاده	۳۰ ثانیه	۱۰ ثانیه	۲	۶۰ ثانیه

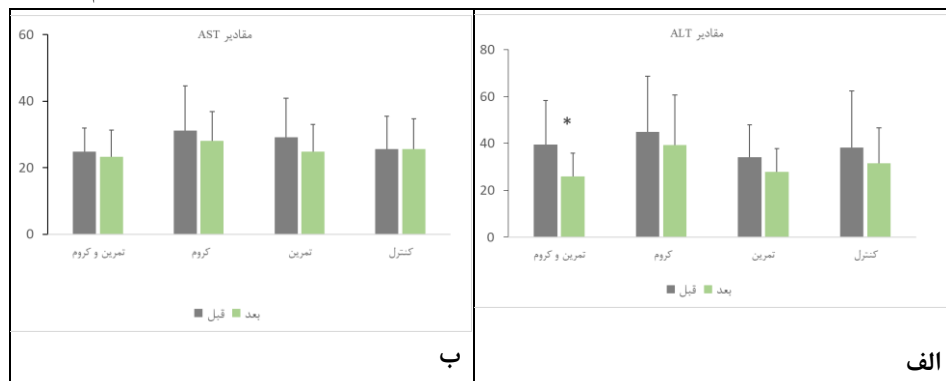
## جدول ۲. آمار توصیفی: میانگین و انحراف معیار داده‌های پژوهش

متغیر	گروه		تمرین و کروم		کروم		تمرین		کنترل	
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد
سن (سال)	۴۲/۲±۱۴/۴	۴۲/۲±۱۴/۴	۴۹/۲±۹/۸	۴۹/۲±۹/۸	۴۷/۴±۱۲	۴۷/۴±۱۲	۴۱/۸±۱۱/۹	۴۱/۸±۱۱/۹	۴۱/۸±۱۱/۹	۴۱/۸±۱۱/۹
قد (cm)	۱۶۷/۳±۱۲/۵	۱۶۷/۳±۱۲/۵	۱۶۶/۱±۹/۶	۱۶۶/۱±۹/۶	۱۶۳/۱±۷/۵	۱۶۳/۱±۷/۵	۱۶۰/۳±۵/۸	۱۶۰/۳±۵/۸	۱۶۰/۳±۵/۸	۱۶۰/۳±۵/۸
وزن (kg)	۹۲/۸±۱۹/۶	۹۲/۸±۱۹/۶	۸۷/۵±۱۱/۹	۸۷/۵±۱۱/۹	۵۸/۷±۲۰/۴۹	۵۸/۷±۲۰/۴۹	۸۰/۵±۹/۹	۸۰/۵±۹/۹	۷۹/۵±۱۰/۲	۷۹/۵±۱۰/۲
شاخص توده بدنی (kg/m <sup>2</sup> )	۳۳/۱±۴/۵	۳۳/۱±۴/۵	۳۱/۶±۲/۴	۳۱/۶±۲/۴	۳۱±۴/۲	۳۱/۴±۵/۱	۳۰±۳/۸	۳۰±۳/۸	۳۰/۲±۴/۲	۳۰/۲±۴/۲
محیط کمر (متر)	۱/۰۷±۰/۱	۱/۰۷±۰/۱	۱/۰۷±۰/۰۷	۱/۰۷±۰/۰۷	۱/۰۳±۰/۰۷	۰/۹۷±۰/۲۳	۰/۸۹±۰/۱	۰/۸۹±۰/۱	۰/۸۹±۰/۱۱	۰/۸۹±۰/۱۱
گرید کبد چرب	۲/۳±۰/۵	۲/۳±۰/۵	۲/۲±۰/۶	۲/۲±۰/۶	۱/۹±۰/۶	۲/۵±۰/۴	۱/۷±۰/۴	۱/۷±۰/۴	۱/۹۳±۰/۵	۱/۹۳±۰/۵
آلاتین ترانس آمیناز (IU/L)	۳۹/۵±۱۸/۴	۳۹/۵±۱۸/۴	۲۶±۹/۹	۲۶±۹/۹	۳۹/۲±۲۱/۳	۳۴/۱±۱۳/۷	۳۰/۵±۱۵	۳۸/۲±۲۴/۳	۳۱/۶±۱۵	۳۱/۶±۱۵
انسپاراتات ترانس آمیناز (IU/L)	۲۴/۸±۷	۲۴/۸±۷	۲۳/۲±۸/۱	۲۳/۲±۸/۱	۲۸/۱±۸/۸	۲۹/۴±۱۱/۷	۲۴/۸±۸/۲	۲۵/۵±۹/۹	۲۵/۵±۹/۲	۲۵/۵±۹/۲
تری گلیسرید (mg/dl)	۱۳۳/۷±۴۵/۶	۱۳۳/۷±۴۵/۶	۱۱۹/۸±۳۳/۹	۱۱۹/۸±۳۳/۹	۱۸۰/۱±۷۷/۲	۱۷۱/۴±۶۶	۱۶۱/۷±۷۲/۸	۱۳۸/۵±۶۷/۴	۱۴۰/۳±۳۹/۴	۱۴۰/۳±۳۹/۴



نمودار ۱. مقایسه داده‌های گرید کبد چرب (الف) و تری گلیسرید (ب)

(\*): اختلاف معنی دار با پیش آزمون



**نمودار ۲.** مقایسه داده‌های گرید کبد چرب (الف) و تری گلیسرید (ب)

(\*): اختلاف معناداری در گروه‌های تمرین با پیش آزمون

دارد. از طریق آزمایش عملکرد کبدی و تصویربرداری از کبد مانند سونوگرافی و MRI می‌توان چربی اضافی کبد را تشخیص داد (۱۷). سبک زندگی فعال، کاهش وزن اصولی در افراد مبتلا به اضافه وزن، تغییرات در رژیم غذایی، ورزش و همچنین کاهش یا حذف مصرف الکل می‌توانند تا حد زیادی در بهبودی کبد چرب مؤثر واقع شوند (۱۷). ثورپ و همکاران در پژوهشی در سال ۲۰۲۰ بیان کردند که تغییر سبک زندگی با تمرکز بر تمرینات ورزشی، سنگ بنای درمان NAFLD است (۱۸). بی‌شک توجه به فعالیت بدنی و رژیم غذایی، می‌توانند از مؤثرترین راهکارها برای درمان چاقی و بیماری‌های مرتبط با اختلالات متابولیکی باشند. بیماری کبد چرب غیرالکلی نیز جزو بیماری‌های مرتبط با سندرم متابولیک است و از این موضوع مستثنی نیست. بنابراین هدف ما در این مطالعه، بررسی تأثیر میان وعده‌های

### بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌ها به نظر می‌رسد شش هفته میان وعده‌های تمرینی (ES) به تنهایی و به همراه مکمل کروم نقش قابل توجهی در کاهش درجه کبد چرب بیماران مبتلا به NAFLD دارد. همچنین این سبک از فعالیت بدنی به همراه مصرف مکمل کروم در کاهش میزان آنزیم ALT این افراد می‌تواند مؤثر باشد. این درحالی است که افراد مبتلا به NAFLD در شاخص‌های دیگری نظیر وزن و اندازه محیط کمر نیز کاهش را تجربه کردند؛ اما در فاکتورهایی همچون AST و تری گلیسرید تغییرات ناچیز بودند. این تغییرات ناچیز در سایر شاخص‌ها می‌تواند به دلیل اختلاف سن بین آزمودنی‌ها باشد.

چاقی احشایی با افزایش آنزیم‌های کبدی سرم و خطر ابتلا به مقاومت انسولینی مرتبط است. همچنین، FLD و NAFLD نیز با افزایش سطح سرمی آنزیم‌های کبدی ارتباط



۳۰ ثانیه دویدن با شدت ۱۰۰ تا ۱۱۰ درصد حداکثر سرعت هوازی انجام شد، در حالی که گروه کنترل در این مدت هیچ‌گونه فعالیت منظمی نداشت. نتایج پژوهش حاکی از اثربخشی این پروتکل تمرینی بر روی سازگاری قلبی-عروقی در نوجوانان بود. همچنین نشان داده شد که این تمرینات سبب کاهش معنادار آماری در سطوح آنزیم‌های AST و ALT می‌شود؛ اما بر خلاف نتایج پژوهش ما، کاهش کبد چرب در این افراد معنادار نبود (۲۱). کاهش در آمینوترانسفرازها در نتیجه‌ی انجام پروتکل‌های تمرینی و تغذیه‌ای منجر به بهبود یافت کبدی آسیب دیده می‌شود (۲۲). همچنین در دیگر پژوهش‌های همسو به تأثیرگذاری تمرین‌های پرشدت تناوبی در بهبود میزان چربی کبد و آمینوترانسفرازها پرداخته شده است، البته در پژوهشی در سال ۲۰۱۴ که تمرینات پرشدت تناوبی را مورد بررسی قرار داده بود، عدم کاهش معنادار در میزان چربی کبد، وزن بدن و آمینوترانسفرازها را نشان دادند (۲۳)، که از دلایل احتمالی عدم معناداری می‌توان به مدت زمان کم (چهار هفته‌ای) این پژوهش اشاره کرد. در پژوهش همسو دیگر، پرستش و همکاران در سال ۲۰۱۹ مطالعه‌ای با هدف بررسی تأثیر تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل پیکولینات کروم در بیماران دیابتی انجام دادند. روش انجام پژوهش بدین شرح بود: ۳۰ مرد مبتلا به دیابت نوع دو به طور

تمرینی و مصرف همزمان مکمل کروم بر بهبود علائم NAFLD بود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد انجام ES به همراه مصرف مکمل کروم و یا به تنهایی، پس از شش هفته تأثیر چشمگیری در بهبود چربی کبد دارد و همچنین کاهش ALT در گروه ورزش+مکمل مشاهده شد؛ در حالی که در کاهش AST و TG تأثیر به مراتب کمتری دارد.

اگرچه مکانیسم اثر تمرینات پرشدت تناوبی همچنان به طور کامل مشخص نشده است اما این گونه تمرینات می‌تواند حساسیت کبد به انسولین را بهبود بخشد و لیپوژنز کبد را به طور مؤثری نسبت به ورزش معمولی در بیماران مبتلا به NAFLD کاهش دهد (۱۹). همسو با تحقیق حاضر، نتایج پژوهش عبدالباسط و همکاران نشان می‌دهد که فعالیت ورزشی می‌تواند در کنترل و درمان کبد چرب بدون تغییر در رژیم غذایی و حتی عدم کاهش، مفید باشد (۲۰). پژوهشی با نتایج همسو نسبت به تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر هشت هفته تمرین تناوبی شدید بر روی سطوح چربی کبد، آنزیم‌های کبدی و مقاومت به انسولین در نوجوانان مبتلا به NAFLD توسط ایرجی و همکاران در سال ۲۰۲۱ انجام شد. در این پژوهش، تعداد ۲۳ نوجوان مبتلا به کبد چرب غیرالکلی به شکل تصادفی در دو گروه تمرین تناوبی شدید و کنترل قرار گرفتند. پروتکل تمرینی به مدت هشت هفته در گروه تمرین تناوبی به صورت

شده در این مطالعه شش هفته‌ای شامل وهله‌های سرعتی ۶ ثانیه‌ای ۵ تا ۱۰ است و دو جلسه در هفته بود؛ نتیجه‌ی پژوهش آن شد که این پروتکل تمرینی نمی‌تواند به عنوان مداخله‌ای سودمند برای کنترل NAFLD باشد (۲۷).

یک مطالعه در سال ۲۰۲۱ با هدف بررسی تأثیر پروتکل HIIT خیلی کم حجم (۲۸ دقیقه در هفته) بر شاخص کبد چرب و نمرات ریسک متابولیک قلبی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک و کبد چرب، انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که صرفاً ۲۸ دقیقه تمرین پرشدت در هفته می‌تواند باعث بهبودی معنی‌دار شاخص‌های مرتبط با کبد چرب و متابولیسمی در بیماران چاق مبتلا به سندرم متابولیک و کبد چرب شود. این نتایج با پژوهش حاضر همسویی دارد و نشان می‌دهد که تمرینات پرشدت خیلی کم حجم برای افرادی که از زمان کافی برای حضور در جلسات تمرینی طولانی مدت، برخوردار نیستند، می‌تواند کارآمد باشد (۲۸). مطالعه دیگری در سال ۲۰۲۱ با هدف بررسی تأثیر پروتکل HIIT خیلی کم حجم (۲۸ دقیقه در هفته) بر شاخص کبد چرب و نمرات ریسک متابولیک قلبی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک و کبد چرب، انجام شد که نتایج جالبی ارائه کرد. پژوهشگران در این مطالعه بیان کردند که صرفاً ۲۸ دقیقه تمرین پرشدت

تصادفی به سه گروه مساوی (دو گروه تجربی و یک گروه کنترل) تقسیم شدند؛ گروه‌های تجربی علاوه بر هشت هفته تمرین مقاومتی، مکمل پیکولینات کروم به مقدار ۴۰۰ میکروگرم در روز و یا دارو نما مصرف کردند. یافته‌ها نشان داد این پروتکل تمرینی به همراه مصرف مکمل پیکولینات کروم و یا همراه با دارونما، موجب کاهش معنادار آنزیم‌های AST و ALT نسبت به گروه کنترل دیابتی می‌شود (۵).

در مطالعاتی نشان داده شد افراد با اینکه انجام ورزش‌ها منجر به کاهش وزن آنها نشد، اما محتوای چربی کبدشان کاهش یافت (۲۴). (۲۵). از طرفی، پژوهش سارجنت و همکاران در سال ۲۰۱۸ اشاره کرد که انجام یک برنامه تمرینی شش هفته‌ای کم حجم (۴ تا ۶ ست دوچرخه ثابت با شدت بالا در وهله‌های ۳۰ ثانیه‌ای سه جلسه در هفته) به طور قابل توجهی ظرفیت حداکثر اکسیژن مصرفی و حساسیت به انسولین را بهبود می‌بخشد. همچنین بافت چربی احشایی و سطوح تری‌گلیسیرید بافت کبدی را نیز کاهش می‌دهد (۲۶). در مطالعه‌ای غیرهمسو در ۲۰۱۸ مکین و همکاران پژوهشی با هدف بررسی تأثیر تمرینات تناوبی سرعتی کم حجم بر عملکرد کبد، مقاومت به انسولین، ترکیب بدن، آمادگی جسمانی، عملکرد شناختی و سلامت عمومی بیماران مبتلا به NAFLD انجام دادند. پروتکل تمرینی اتخاذ

از آن بود که این تمرینات می‌تواند باعث کاهش معنی‌دار سطوح تری‌گلیسیرید شود (۲۹). در مقابل، منجر به کاهش وزن معنی‌دار در گروه‌ها نشد؛ در صورتی که در پژوهش حاضر کاهش وزن (به غیر از گروه کنترل) کاهش وزن معنی‌دار بود اما کاهش تری‌گلیسیرید چشمگیر نبود. در پژوهش غیرهمسوی دیگر نیز دادرس و همکاران در سال ۲۰۱۸ نشان داده بودند که تمرین استقامتی و ترکیبی منجر به کاهش تری‌گلیسیرید و LDL می‌گردد (۳۰). اختلاف نظر زیادی در مورد تأثیر این گونه تمرینات پرشدت و ترکیبی بر نیمرخ لیپیدی وجود دارد. همچنین این اختلاف در نتایج ممکن است ناشی از تنوع برنامه‌های تمرینی، تکنیک‌های اندازه‌گیری‌ای که مورد استفاده قرار می‌گیرد، جنسیت (زن یا مرد)، رده سنی (کودک، نوجوان، بزرگسال و سالمند)، میزان چاقی (متوسط، شدید، مرضی) یا شدت اختلالات متابولیکی و بیماری کبد چرب در بین افراد و همچنین اختلاف در حجم نمونه در تحقیقات گوناگون باشد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعاتی که در سال‌های اخیر در مورد تأثیر تمرینات کم حجم بر بیماری‌های مرتبط با سندرم متابولیک صورت گرفته، پژوهش حاضر نیز شیوه‌ی نوینی از تمرینات را به سبک میان‌وعده‌های تمرینی (ES)، مورد بررسی و آزمایش قرار داد. این پژوهش نشان

در هفته می‌تواند باعث بهبودی معنی‌دار شاخص‌های مرتبط با کبد چرب و متابولیسم در بیماران چاق مبتلا به سندرم متابولیک و کبد چرب شود. نتایج پژوهش ذکر شده نشان می‌دهد که تمرینات پرشدت خیلی کم حجم برای افرادی که از زمان کافی برای حضور در جلسات تمرینی طولانی مدت، برخوردار نیستند، می‌تواند کارآمد باشد (۲۸) که این نتایج با پژوهش حاضر همسو است.

با توجه به نتایج و تحلیل‌های آماری این تحقیق، نشان داده شد با اینکه در گروه‌ها (به جز گروه کنترل) کاهش‌که کاهش ایجاد شده در سطح تری‌گلیسیرید رخ داد، اما این کاهش معنی‌دار نبود. از طرفی طرف دیگر، تحلیل‌های آماری بر روی متغیر وزن و محیط دور کمر نشان داد که در هر سه گروه تمرین+کروم، تمرین و در نهایت کروم تغییرات معنی‌داری داشت بود. در پژوهشی غیرهمسوی، فخری و همکاران در سال ۲۰۲۱ مطالعه‌ای با هدف بررسی تمرینات تناوبی با شدت بالا بر سطح سرمی استئوکلسین غیرکربوکسیله، مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی دختران دارای اضافه وزن انجام داد. این مطالعه کارآزمایی بالینی بر روی ۲۴ نفر از دانشجویان دارای اضافه وزن انجام شد. افراد به دو گروه تمرین HIIT (شامل ۱۲ نفر) و کنترل تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت شش هفته (۳ جلسه در هفته) به فعالیت پرداختند، در حالی که گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیت بدنی منظمی نداشتند. یافته‌ها حاکی

کرده‌اند. این اثرات صرفاً با انجام فعالیت بدنی کم حجم که به سبک ES انجام شد، حاصل شده است. در نهایت، این مطالعه اهمیت فعالیت بدنی به سبک میان‌وعده‌های تمرینی به عنوان استراتژی درمانی اولیه برای افراد مبتلا به کبد چرب غیرالکلی را تقویت می‌کند.

### تقدیر و تشکر

این پژوهش مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد تغذیه ورزشی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی بوده است.

داد که ES می‌تواند باعث بهبود کبد چرب و کاهش آنزیم ALT در بیماران مبتلا به NAFLD شود؛ این تأثیرات می‌تواند با مصرف همزمان مکمل کروم بیشتر شود. علاوه بر نتایج ذکر شده، انجام ES به همراه مصرف مکمل کروم باعث کاهش وزن معنی‌دار افراد مبتلا به NAFLD می‌شود. قابل ذکر است که اثر شش هفته مصرف مکمل کروم به تنهایی توانسته است نسبت به پیش‌آزمون به شکل معنی‌داری وزن افراد را کاهش دهد. همچنین مقایسه‌ی داده‌های اندازه محیط کمر نشان داد که هر سه گروه (تمرین + کروم، کروم و تمرین)، کاهش معنی‌دار محیط کمر را تجربه

### منابع

1. Michelotti GA, Machado MV, Diehl AM. NAFLD, NASH and liver cancer. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 2013;10(11):656-65.
2. Younossi Z, Anstee QM, Marietti M, Hardy T, Henry L, Eslam M, et al. Global burden of NAFLD and NASH: trends, predictions, risk factors and prevention. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2018;15(1):11-20.
3. Shen K, Singh AD, Modaresi Esfeh J, Wakim-Fleming J. Therapies for non-alcoholic fatty liver disease: A 2022 update. *World J Hepatol*. 2022;14(9):1718-29.
4. Younossi Z, Tacke F, Arrese M, Chander Sharma B, Mostafa I, Bugianesi E, et al. Global Perspectives on Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Nonalcoholic Steatohepatitis. *Hepatology*. 2019;69(6):2672-82.
5. Parastesh M, Saremi A, Ebadianejad M. Effect of Chromium Picolinate Supplementation Combined With Resistance Training on Liver Enzymes Levels and Insulin Resistance in Patients With Type 2 Diabetes. *complementary Medicine Journal*. 2019;9(3):3792-803.
6. Jourkesh M, Ebadi H. Effect of Six Weeks Endurance, Resistance and Combined Training on Liver ALT and AST in The Liver of Ovariectomized Rat. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2019;6(1):78-85.
7. Kantartzis K, Thamer C, Peter A, Machann J, Schick F, Schraml C, et al. High cardiorespiratory fitness is an independent predictor of the reduction in liver fat during a lifestyle intervention in non-alcoholic fatty liver disease. *Gut*. 2009;58(9):1281-8.
8. Pälve KS, Pakkala K, Suomela E, Aatola H, Hulkkonen J, Juonala M, et al. Cardiorespiratory Fitness and Risk of Fatty Liver: The Young Finns Study. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(9):1834-41.

9. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(2):459-71.
10. Stine JG, Soriano C, Schreiber I, Rivas G, Hummer B, Yoo E, et al. Breaking Down Barriers to Physical Activity in Patients with Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Dig Dis Sci.* 2021;66(10):3604-11.
11. Wolin KY, Bennett GG, McNeill LH, Sorensen G, Emmons KM. Low discretionary time as a barrier to physical activity and intervention uptake. *Am J Health Behav.* 2008;32(6):563-9.
12. Williams CD, Stengel J, Asike MI, Torres DM, Shaw J, Contreras M, et al. Prevalence of nonalcoholic fatty liver disease and nonalcoholic steatohepatitis among a largely middle-aged population utilizing ultrasound and liver biopsy: a prospective study. *Gastroenterology.* 2011;140(1):124-31.
13. Lewicki S, Zdanowski R, Krzyżowska M, Lewicka A, Dębski B, Niemcewicz M, et al. The role of Chromium III in the organism and its possible use in diabetes and obesity treatment. *Ann Agric Environ Med.* 2014;21(2):331-5.
14. Rajendran K, Manikandan S, Nair LD, Karuthodiyil R, Vijayarajan N, Gnanasekar R, et al. Serum Chromium Levels in Type 2 Diabetic Patients and Its Association with Glycaemic Control. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(11):Oc05-8.
15. Chen S, Zhou L, Guo Q, Fang C, Wang M, Peng X, et al. Association of plasma chromium with metabolic syndrome among Chinese adults: a case-control study. *Nutr J.* 2020;19(1):107.
16. Heidari Seyedmahalle M, Haghpanah Jahromi F, Akbarzadeh M, Sohrabi Z. Effect of Chromium Supplementation on Body Weight and Body Fat: A Systematic Review of Randomized, Placebo-controlled Trials. *International Journal of Nutrition Sciences.* 2022;7(3):131-7.
17. Gray B, Muhlhausler BS, Davies PS, Vitetta L. Liver enzymes but not free fatty acid levels predict markers of insulin sensitivity in overweight and obese, nondiabetic adults. *Nutr Res.* 2013;33(10):781-8.
18. Thorp A, Stine JG. Exercise as Medicine: The Impact of Exercise Training on Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Curr Hepatol Rep.* 2020;19(4):402-11.
19. Hamasaki H. Perspectives on Interval Exercise Interventions for Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Medicines.* 2019;6(3):83.
20. Abdelbasset WK, Tantawy SA, Kamel DM, Alqahtani BA, Soliman GS. A randomized controlled trial on the effectiveness of 8-week high-intensity interval exercise on intrahepatic triglycerides, visceral lipids, and health-related quality of life in diabetic obese patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(12):e14918.
21. Iraj H, Minasian V, Kelishadi R. Effect of HIIT exercises on liver fat, liver Enzymes, and insulin resistance in children and adolescents with non-alcoholic fatty liver. *Pejoughesh dar Pezeshki (Research in Medicine).* 2021; 45(1):1-7.
22. Glass OK, Radia A, Kraus WE, Abdelmalek MF. Exercise Training as Treatment of Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology.* 2017; 2(4):35.

23. Logan GR, Harris N, Duncan S, Schofield G. A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Med.* 2014; 44(8):1071-85.
24. Bacchi E, Negri C, Targher G, Faccioli N, Lanza M, Zoppini G, et al. Both resistance training and aerobic training reduce hepatic fat content in type 2 diabetic subjects with nonalcoholic fatty liver disease (the RAED2 Randomized Trial). *Hepatology.* 2013; 58(4):1287-95.
25. Keating SE, Hackett DA, Parker HM, Way KL, O'Connor HT, Sainsbury A, et al. Effect of resistance training on liver fat and visceral adiposity in adults with obesity: A randomized controlled trial. *Hepatology Res.* 2017;47(7):622-31.
26. Sargeant JA, Bawden S, Aithal GP, Simpson EJ, Macdonald IA, Turner MC, et al. Effects of sprint interval training on ectopic lipids and tissue-specific insulin sensitivity in men with non-alcoholic fatty liver disease. *Eur J Appl Physiol.* 2018; 118(4):817-28.
27. MacLean C, Dillon J, Babraj JA, Volllaard NB. The effect of low volume sprint interval training in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Phys Sportsmed.* 2018; 46(1):87-92.
28. Reljic D, Konturek PC, Herrmann HJ, Siebler J, Neurath MF, Zopf Y. Very low-volume interval training improves nonalcoholic fatty liver disease fibrosis score and cardiometabolic health in adults with obesity and metabolic syndrome. *J Physiol Pharmacol.* 2021; 72.(7)
29. Fakhri S, Fakhri F, Shakeryan S, Alizaded A. Effect of Six Weeks of High Intensity Interval Training with Nano-curcumin Supplementation on Serum Levels of Hepatic Enzymes in Overweight Female Students: A Clinical Trial Study. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences.* 2021; 23(3):16-23.
30. Dadrass A, Mohammadzadeh Salamat K, Hamidi K, Azizbeigi K. Effects of vitamin D supplementation and resistance training on insulin resistance, lipid profile and body fat percentage in T2D men with vitamin D deficiency. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences.* 2018; 23(2):1-11.





**Metabolism and Exercise**  
**A biannual journal**  
**Vol 14, Number 1, 2024**



## **The effect of six weeks of Chromium supplementation and exercise-snacking on liver enzymes patients with non-alcoholic fatty liver disease**

Mohammad Javad Ahmadi Panjaki<sup>1</sup>, Khadijeh Irandoust<sup>1\*</sup>, Rasoul Samimi<sup>2</sup>

Received: 10/07/2023

Accepted: 15/11/2023

Published: 20/04/2024

---

### **Abstract**

**Introduction:** Non-alcoholic fatty liver disease is a chronic liver condition that can be caused by a lack of physical activity and a decrease in cardiopulmonary function. Improving lifestyle and increasing physical activity can be effective in ameliorating the condition. Chromium supplementation has been found to be effective in improving the health of individuals with obesity, diabetes, and insulin resistance. The aim of this study was to investigate the impact of a six-week exercise snacking program and chromium supplementation on patients with non-alcoholic fatty liver disease.

**Methodology:** In this study, 30 participants with fatty liver grade 1, 2, or 3 were randomly divided into four groups: exercise and chromium (N=8), chromium (N=8), exercise (N=7), and control (N=7). Measurements were taken for ALT and AST levels, triglycerides, body weight, age, waist circumference, and sonogram diagnosis.

**Results:** The results showed a significant decrease in fatty liver grade in both the exercise and chromium group ( $P=0.02$ ) and the exercise group ( $P=0.01$ ). Additionally, there was a significant decrease in ALT levels in the exercise and chromium group ( $P=0.001$ ) after six weeks. These findings suggest that exercise snacking, either alone or with chromium supplementation, can be effective in ameliorating non-alcoholic fatty liver disease.

**Conclusion:** This study provides support for the use of exercise snacking, either alone or with chromium supplementation, as an effective treatment for non-alcoholic fatty liver disease. These findings suggest that physical activity, in the form of exercise snacking, can be a suitable intervention for patients with NAFLD.

**Key words:** Chromium, Exercise Snacking, Hepatic Enzymes, Nonalcoholic Fatty Liver Disease.

---

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. 2. Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

\*Corresponding author: irandoust@ikiu.ac.ir