

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی و ژل رویال n کروموزومی بر آنزیم های کبدی و شاخص مقاومت به انسولین رت های چاق دیابتی نوع دو

سحر ریاستی^۱، حسین عابد نطنزی^۲، ماندانا غلامی^۳

۱- دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. نویسنده مسئول: abednazari@gmail.com

۳- دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۷

چکیده:

زمینه و هدف: دیابت نوع دو شایع ترین بیماری درون ریز است که به دلیل عدم تحمل گلوکز در اثر برهم خوردن تعادل بین ذخایر و تقاضای انسولین رخ می دهد که با تغییرات ساختاری و عملکردی در کبد منجر به تغییرات در آنزیم های کبدی می شود. هدف پژوهش حاضر مطالعه تغییرات آنزیم های کبدی و شاخص مقاومت به انسولین پس از انجام تمرین تناوبی و ژل رویال در رت های چاق دیابتی نوع دو بود.

مواد و روش ها: نمونه آماری پژوهش حاضر ۳۶ سر موش های صحرایی نر چاق با میانگین وزن ۴۰۹ گرم بودند. پس از ۲۰ هفته تغذیه به ازای کیلوگرم وزن موش ها دیابتی شدند. موش هایی با گلوکز ناشتای آنها STZ با رژیم پرچرب با تزریق درون صفاقی ۲۵ میلی گرم بین ۱۵۰ تا ۴۰۰ میلی گرم در دسی لیتر، دیابتی نوع دوم در نظر گرفته شد. موش های دیابتی در ۴ گروه کنترل (۶ سر)، تمرین تناوبی (۸ سر)، ژل رویال (۷ سر)، تمرین تناوبی شدید-ژل رویال (۸ سر) گروه بندی و پروتکل تمرینی و گاوژ ژل رویال روی آنها به مدت ۸ و تناوب VO2max هفته اجرا شد. هشت هفته تمرین تناوبی شدید، پنج جلسه در هفته با تناوب شدید ۲ دقیقه ای ۸۰ تا ۹۰ درصد اجرا شد. ژل رویال بصورت گاوژ به میزان ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم روز در VO2max استراحت یک دقیقه ای با ۵۰ تا ۵۶ درصد هفته داده شد. پس از پایان پروتکل خونگیری انجام شد و آنزیم های کبدی و گلوکز با استفاده از اتوآنالیزر و انسولین با استفاده از کیت آزمایشگاهی اندازه گیری و با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه و دو عاملی و آزمون تعقیبی تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: نشان داد در مقایسه با گروه کنترل، تمرین تناوبی شدید به کاهش معنی دار گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین و تمرین تناوبی به کاهش آنزیم های کبدی ALT و AST و ALP در مقایسه با گروه کنترل منجر شد که در مورد ALP کاهش معنی دار بود (P=0.001).

نتیجه گیری: به نظر می رسد تمرین تناوبی شدید و مصرف ژل رویال، بتوانند در کاهش آنزیم های کبدی و بهبود وضعیت کبد در موش های صحرایی تاثیر گذار باشند.

کلمات کلیدی: تمرین تناوبی شدید، ژل رویال، آنزیم کبدی، دیابت نوع دو، موش

مقدمه:

دیابت نوع دو شایع ترین بیماری درون ریز است که به دلیل عدم تحمل گلوکز در اثر برهم خوردن تعادل بین ذخایر و تقاضای انسولین رخ می دهد. این بیماری متابولیکی با هیپرگلیسمی ناشی از نقصان ترشح انسولین، مقاومت به انسولین و یا ترکیبی از هر دو مشخص می شود و با افزایش گلوکز خون، اختلال در متابولیسم کربوهیدرات و لیپید همراه می باشد (۱). این بیماری متابولیسم درون سلولی اغلب بافت ها از جمله کبد را متاثر می کند و به عنوان یکی از عوامل اصلی شیوع اختلالات کبدی نیز محسوب می شود. حفظ ثبات سطح گلوکز خون توسط برداشت و ذخیره سازی گلوکز از وظایف کبد به شمار می رود.

دیابت نوع دو ریشه در مقاومت انسولینی عضلات اسکلتی، بافت چربی و کبد و اختلال در ترشح انسولین دارد (۲) و ابتلا به آن باعث ایجاد تغییرات ساختمانی و عملکردی در کبد در نتیجه تغییر در میزان انسولین می گردد. کبد در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک از جمله تنظیم قند، سنتز پروتئین و لیپیدهای پلاسما و نیز سنتز اسیدهای صفراوی و ذخیره ویتامین ها (A-D-E-K-B12) نقش محوری دارد (۳ و ۴) و در طی آسیب هپاتوسلولار، سطوح بالای سرمی آنزیم های ALT و AST دیده می شود بر اساس گزارش انجمن مطالعات بیماری های کبد آمریکا، AST و ALT نشانگرهای مناسب سلامتی و بیماری کبد هستند و آسیب های هپاتوسلولار علت معمول سطح بالای سرمی آنزیم های آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) می باشد که قبلا به نام های گلوتامیک پیرویک ترانس آمیناز سرمی (SGPT) و گلوتامیک اگزال استیک ترانس

آمیناز سرمی (SGOT) خوانده می شدند (۵). ALT عمدتا در سیتوپلاسم سلول های کبدی وجود دارد اما AST علاوه بر سیتوپلاسم در میتوکندری های سلول های کبدی نیز وجود دارد و علاوه بر آن بررسی ها نیز نشان می دهد که AST به ترتیب غلظت در کبد، قلب، عضله اسکلتی، کلیه، پانکراس، ریه، بافت چربی و خون وجود دارد (۶). این آنزیم ها شاخص افزایش مقدار چربی در کبد هستند و هر دو آنها در گلوکونوژنر دخیل می باشند (۷)

با توجه به نقش انجام تمرینات و فعالیت های ورزشی در پیشگیری و کنترل چاقی و دیابت، اتخاذ شیوه های مختلف تمرینی برای پیشگیری و کاهش شیوع چاقی و نیز کمک به کاهش روند چاقی و عوارض ناشی از آن مانند بیماری های کاردیومتابولیک مانند کبد چرب و دیابت و .. در مطالعات ضرورت پیدا می کند. تمرینات تناوبی شدید (HIIT) که معمولا با شدت های بالاتر از ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب و دوره استراحت های کم و مدت زمان تمرینی کمتر از ۲۰ دقیقه انجام می گیرد، با بکارگیری و درگیر کردن بهتر و بیشتر تارهای عضلانی و فراخوانی قوی تر ارگان های سوخت و سازی و متابولیکی می تواند از طریق سازوکار سلولی مولکولی، متابولیسم کل بدن را در جهت مثبت تحت تأثیر قرار دهد (۸).

در طب سنتی برای پیشگیری و درمان بیماری های متابولیک از جمله دیابت و کبد چرب از داروهای گیاهی و سنتی استفاده می شود. در همین زمینه، مصرف عوامل آنتی اکسیدانی می تواند موثر باشد ولی در مورد اثربخشی قطعی بسیاری از آنها تاکنون شواهد معتبری یافت نشده است (۹ و ۱۰). ژل رویال (Royal Jelly) ماده سفید مایل به زرد

چرب و دیابتی شده نوع دو با دوز پایین استرپتوزوتوسین (STZ) یعنی $mg/kg25$ مورد مطالعه قرار نگرفته است. لذا در این مطالعه در نظر است تاثیرات تمرینی تناوبی شدید بهمراه ژل رویال بر تغییرات همزمان آنزیم های کبدی و شاخص مقاومت به انسولین موش^۳ های مدل چاق شده با رژیم پر چرب و دیابتی شده نوع دو گزارش گردد تا شاید بتوان از اثر بخشی و نقش آنتی اکسیدانی و ضد التهابی ژل رویال در کنار طراحی برنامه ورزشی تناوبی متناسب با رژیم غذایی برای کاهش عوارض کبدی افراد دیابتی ها کمک گرفت. امید است نتایج حاصل از این پژوهش در علوم پزشکی و ورزشی پس از مطالعات انسانی مشابه به عنوان راهی نجات بخش در بهبود عوارض ناشی از دیابت مانند آسیب های کبدی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع بنیادی می باشد که به روش تجربی و آزمایشگاهی انجام شد. طرح تحقیق حاضر موفق به اخذ کد اخلاق به شماره ی IR.SSRC.REC.1401.012 از پژوهشگاه تربیت بدنی شد. جامعه آماری پژوهش حاضر را موش^۳ های صحرایی نر تشکیل می^۳ دادند و نمونه^۳ های پژوهش ۳۶ سررت نر نژاد ویستار جوان با دامنه سنی ۳۵ تا ۴۵ روز و میانگینی وزنی 110 ± 10 گرم بودند. پس از دو هفته آشنایی با محیط آزمایشگاه و رسیدن به وزن میانگین $130 \pm$ ۱۷۰ تحت رژیم پر چرب قرار گرفتند. پس از ۲۰ هفته (۵ ماه) تغذیه با رژیم پرچرب و دسترسی آزاد به مواد غذایی و آب، به ۴ گروه کنترل دیابتی (۸ سر)، تمرین تناوبی شدید (۱۰ سر)، ژل رویال (۸ سر)، تمرین تناوبی شدید و ژل رویال (۱۰ سر) تقسیم شدند که در پایان پروتکل ۲۹ سر در ۴ گروه کنترل دیابتی (۶ سر)، تمرین تناوبی شدید (۸)، ژل رویال (۷)،

است که توسط غدد تحت فکی زنبورهای کارگر ترشح و توسط زنبور ملکه در تمام عمر و لاروها در طول دوره رشد مصرف می شود. ژل رویال RJ و ترکیبات فعال زیستی آن به دلیل داشتن اثرات آنتی اکسیدانی و خاصیت ضد باکتریایی، ضد دیابتی، ضد سرطان، ضد التهابی، ضد فشار خون، و داروهای سیستم ایمنی بدن، داروهای گسترده ای را به نمایش می گذارند. (۱۱ و ۱۲). ژل رویال به طور عمده از ترکیبات مهم با فعالیت های بیولوژیکی و تقویت کننده سلامتی مانند پروتئین ها، لیپیدها، قندها، ویتامین ها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه آزاد تشکیل شده است و حاوی ویتامین هایی مانند ریوفلاوین، تیامین، نیاسین، اسید فولیک، بیوتین، و پیریدوکسین و مقادیر کمتری از ویتامین های A، D، C، E و علاوه بر این، کلسیم، سدیم، پتاسیم، مس، آهن، روی و منگنز مواد معدنی اصلی RJ هستند. (۱۳ و ۱۴) علاوه بر این، RJ فعالیت های بیولوژیکی متنوعی از قبیل اثر فشار خون، عملکرد شبیه انسولین دارد. بنابراین، ممکن است که RJ تأثیراتی در مقاومت به انسولین داشته باشد که به عنوان علت اصلی DM در نظر گرفته می شود. (۱۵). به طور مثال، در یک مطالعه روی موش ها، استفاده از مکمل با ژل رویال با دوزهای مختلف (۱۰، ۳۰ و ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) به کاهش فشار خون سیستمیک و سطح انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین منجر شد. اثرات آنتی اکسیدانی، آنتی باکتریایی، ضدالتهابی و محافظت کننده عصبی ژل رویال نیز به اثبات رسیده است (۱۶، ۱۷).

اما تاکنون گزارشی مبنی بر اثرات تعاملی تمرین تناوبی شدید (HIIT) و اثرات ضد دیابتی ژل رویال و مصرف طولانی مدت این ماده بر تغییرات همزمان آنزیم های کبدی و شاخص مقاومت به انسولین موش^۳ های مدل چاق شده با رژیم پر

برای رژیم پر چرب موش ها ، پس از آشناسازی و سازگاری با محیط جدید، تمامی رت ها به مدت ۲۰ هفته (۵ ماه) تحت رژیم غذایی پرچرب تهیه شده توسط پژوهشکده زیست فناوری رویان قرار گرفتند که شامل ۴۵ درصد انرژی کل از چربی مشتق شده از روغن حیوانی (حاوی ۲۴ گرم چربی، ۲۴ گرم پروتئین و ۴۱ گرم کربوهیدرات در هر ۱۰۰ گرم می باشد رژیم پر چرب ۴۵ درصد به مدت ۳ ماه و رژیم پر چرب ۶۰ درصد به مدت ۲ ماه داده شد (جدول ۱) (۱۸،۱۹).

تمرین تناوبی شدید و ژل رویال (۸ سر) باقیماندند. برای نگهداری موش های صحرایی از قفس های جنس پلی کربنات شفاف با قابلیت اتو کلاو استفاده شد. دمای مطلوب محل نگهداری حیوانات ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی حدود ۵۵ تا ۶۵ درصد بود چرخه روشنایی نیز هر ۱۲ ساعت یکبار به طور دقیق توسط تنظیم کننده الکترونیکی نور سالن نگهداری حیوانات آزمایشگاهی رعایت شد. جهت تغذیه موش های صحرایی از رژیم پر چرب استاندارد استفاده شد. دسترسی موش های صحرایی به غذا به صورت نامحدود بود و آب در بطری های ۵۰۰ میلی لیتری در تمامی قفس ها وجود داشت.

جدول ۱- ترکیب امولسیون پر چرب جهت گاوآژ به موش های صحرایی

ماده	غذای رایج	غذای پرچرب ۴۵٪	غذای پرچرب ۶۰٪
کربوهیدرات (%)	۵۰/۰۳	۴۱	۲۶
پروتئین (%)	۲۳	۲۴	۲۴
چربی (%)	۵/۱	۲۴	۳۵
چربی (Kcal%)	-	۴۵	۶۰
کالری (Kcal/g)	۳/۱	۴/۸	۵/۲

برای اطمینان از ابتلای رت ها به دیابت در نظر گرفته شد (۲۰)، (۲۱).

در طی دوره آزمایش به موش های گروه ژل رویال، و گروه ژل رویال و تمرین تناوبی شدید، ژل رویال با دوز ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم (۱۰۰ mg/kg) رقیق شده در آب مقطر و به روش گاوآژ ۵ روز در هفته برای گروه ژل رویال و تمرین - ژل قبل از شروع تمرین خوراندند شد. ژل رویال در دمای منفی ۲۰ و به صورت سرد نگهداری شده و هنگام گاوآژ طبق دوز لازم با توجه به پروتکل رفرنس ها در آب مقطر حل و گاوآژ شد (۲۲ و ۲۳).

روش دیابتی کردن رت ها از طریق تزریق استرپتوز توسین (STZ):

برای القای دیابت پس از رژیم غذایی پر چرب به مدت ۲۰ هفته از تزریق محلول تازه تهیه شده از STZ در سرم فیزیولوژیکی و به صورت داخل صفاقی (۲۵ میلی گرم/کیلوگرم) استفاده شد. یک هفته پس از تزریق، گلوکز ناشتایی خون با ایجاد جراحت کوچک در دم رت ها یک قطره خون بر روی نوار گلوکومتری قرار گرفته و توسط دستگاه گلوکومتر نوار خوانده شد و اندازه گیری گردید و قند خون بین ۱۵۰ تا ۴۰۰ میلی گرم/دسی لیتر به عنوان معیاری

گرفته می‌شد و سرعت حداکثر برای شدت تمرین بین ۸۰ تا ۹۵ درصد MERT در نظر گرفته شد که خلاصه پروتکل در جدول ۲ آمده است. با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته، ارتباط بالایی بین سرعت نوارگردان و VO_2max رت‌ها وجود دارد ($r=0.94-0.98, p<0.05$). از این رو می‌توان با توجه به سرعت دویدن، میزان VO_2max رت‌ها را برآورد کرد (۲۴).

پروتکل تمرین تناوبی شدید (HIIT):

برنامه هشت هفته تمرین هوازی، پنج جلسه در هفته با افزایش تدریجی تناوب شدید از سرعت ۲۲ الی ۳۸ متر بر دقیقه (۸۰ تا ۹۰ درصد VO_2max) و تناوب استراحت با سرعت ۱۶ تا ۲۲ متر در دقیقه (۵۰ تا ۵۶ درصد vo_2max) زمان ۱۵ الی ۳۴ دقیقه به صورت دویدن روی تردمیل انجام شد (۲۵، ۲۶) (جدول ۲).

جدول ۲- پروتکل تمرین تناوبی شدید

هفته	شدت گرم کردن ۵ دقیقه	تعداد تناوب شدید	زمان تناوب شدید	سرعت تناوب شدید	زمان-تناوب استراحت	شدت تناوب استراحت	شدت سرد کردن ۵ دقیقه	زمان کل (دقیقه)
اول و دوم	۱۰ متر در دقیقه	۲ تناوب	۲ دقیقه	۸۰٪ سرعت بیشینه (۳۰ متر در دقیقه)	۱ دقیقه	۵۰٪ (۱۶ متر در دقیقه)	۱۰ متر در دقیقه	۱۶
سوم و چهارم	۱۰	۴ تناوب	۲ دقیقه	۸۵٪ (۳۲ متر در دقیقه)	۱ دقیقه	۵۲٪ (۱۸ متر در دقیقه)	۱۰	۲۲
پنجم و ششم	۱۰	۶ تناوب	۲ دقیقه	۹۰٪ (۳۴ متر در دقیقه)	۱ دقیقه	۵۴٪ (۲۰ متر در دقیقه)	۱۰	۲۸
هفتم-هشتم	۱۰	۸ تناوب	۲ دقیقه	۹۵٪ (۳۶ متر در دقیقه)	۱ دقیقه	۵۶٪ (۲۲ متر در دقیقه)	۱۰	۳۴

آزمون تمرین دویدن با سرعت حداکثر برای تعیین شدت تمرین MERT (Maximal Exercise Running Test): برای تعیین سرعت حداکثر از پروتکل رودریگرز و همکاران (۲۰۰۷) استفاده شد. برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) به دلیل عدم دسترسی به ابزار مستقیم (مانند دستگاه آنالیز گازهای تنفسی) و با توجه به پژوهش‌های انجام شده، پروتکل غیرمستقیم با دقت زیاد مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب که هر دو هفته یکبار موش‌ها در یک وهله تمرینی پس از ۵ دقیقه گرم کردن با سرعت ۱۰ متر در دقیقه سپس با سرعت ۱۵ متر در دقیقه به مدت ۲ دقیقه شروع به دویدن کردند و هر ۳ دقیقه ۳ متر در دقیقه به سرعت افزوده شد تا این که هر کدام از موش‌ها که نتوانستند ادامه دهند و روی شوکر باقی ماندند و به واماندگی رسیدند، آن سرعت به عنوان سرعت حداکثر آنان در نظر

دمای ۲۰- نگهداری شد. آنزیم های کبدی و گلوکز با استفاده از دستگاه اتو آنالیزر و انسولین توسط کیت مخصوص شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شدند. شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR) با استفاده از فرمول محاسبه شد (۱۱).

نمونه‌گیری: با خاتمه دوره تمرینی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین گروهای تجربی تمرینی و پس از ۱۲ ساعت ناشتایی موش‌ها توسط ماده بی‌هوشی اتر بی‌هوش و نمونه‌های خون از طریق خون‌گیری از قلب جمع‌آوری و در

۴۰۵ / (گلوکز (mg/dl) * انسولین (μUI/ml) = مقاومت به انسولین (HOMA-IR)

جهت مقایسه میزان تاثیر هر یک از متغیر های مستقل استفاده گردید. سطح معنی داری $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

اطلاعات توصیفی وزن و گلوکز و انسولین و شاخص مقاومت به انسولین موش های مورد مطالعه پس از رژیم پر چرب HFD و القای دیابت با STZ برای تشخیص دیابت نوع دوم که بر روی ۷ سر از موش ها بطور تصادفی اندازه گیری شد در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳- اطلاعات توصیفی موش های صحرایی پس از رژیم پر چرب HFD و القای دیابت با STZ برای تشخیص دیابت نوع دوم

HOMA-IR	انسولین (μUI/ml)	گلوکز (mg/dl)	وزن پس از چاقی (گرم)	وزن شروع پروتکل (گرم)
۳/۵۶ ± ۱/۴۳	۳/۹۲ ± ۰/۴۹	۳۶۳ ± ۱۲۴/۵	۴۰۹/۰۳ ± ۵۱/۶۹	۱۹۳/۳۴ ± ۱۹/۴۶

نیز در جدول ۳ مشاهده می شود که حاکی از دیابتی شدن موش ها می باشد. جدول ۴ نیز اطلاعات توصیفی متغیر ها را در گروه های مختلف نشان می دهد. و شکل ۱ تغییرات آنزیم کبدی را در گروه های مختلف را نشان می دهد.

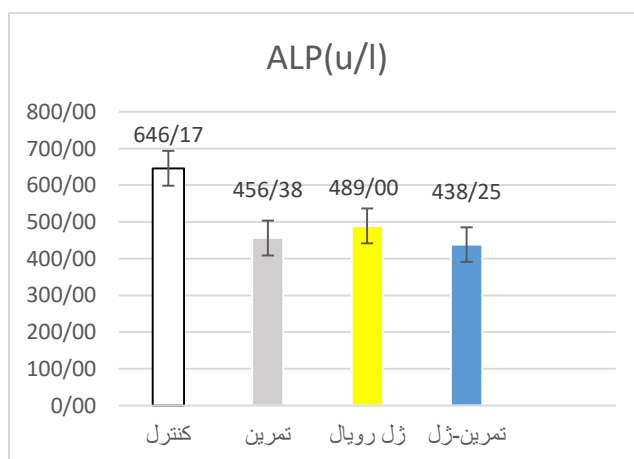
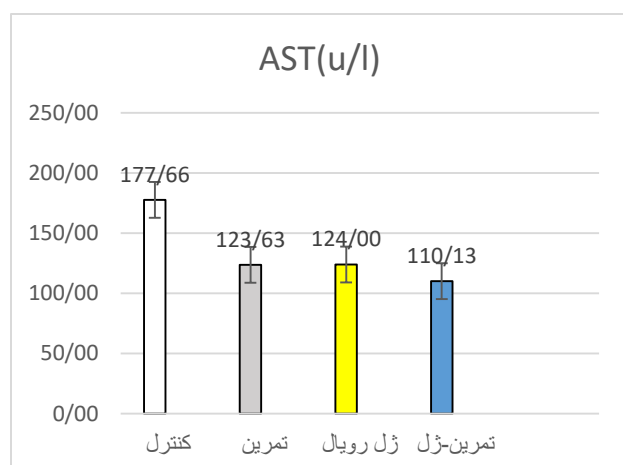
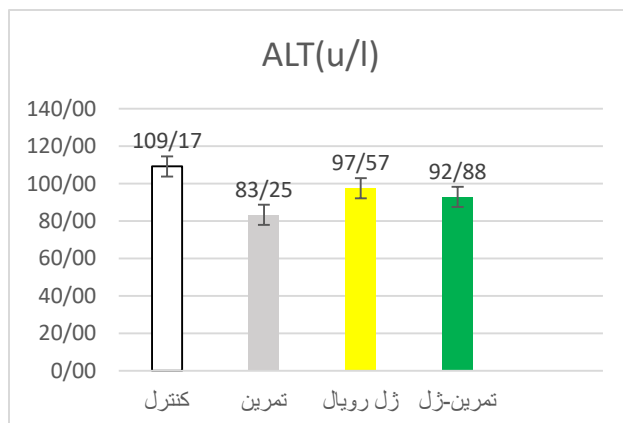
روش تجزیه و تحلیل داده ها :

داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS22 تجزیه و تحلیل شدند. برای توصیف داده ها از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) استفاده شد. آزمون شاپیرو ویلک جهت تعیین طبیعی بودن توزیع داده ها و آزمون لوین برای تجانس واریانس ها و از آمار استنباطی تحلیل واریانس یک راه و آزمون تعقیبی بن فرونی جهت مقایسه تفاوت بین گروه ها و از آزمون تحلیل واریانس دو عاملی و شاخص تعیین اندازه اثر

در جدول ۳ نیز میانگین وزن موش ها (گرم) قبل و پس از رژیم پر چرب را نشان می دهد. این جدول نشان می دهد وزن بعد از اعمال رژیم پرچرب افزایش قابل مشاهده داشته است. اطلاعات توصیفی گلوکز و انسولین و شاخص مقاومت انسولین موش ها که پس از خون گیری از دم اندازه گیری شده

جدول ۴- توصیف متغیر های پژوهش در گروه های مختلف

متغیر / گروه	کنترل (۶ سر)	تمرین تناوبی (۸ سر)	ژل رویال (۷ سر)	تمرین و ژل رویال (۸ سر)
وزن پس از رژیم پر چرب (گرم)	۳۸۶.۶۶ ± ۴۸.۴۲	۴۰۷.۳۷ ± ۶۴.۶۴	۴۱۷.۴۲ ± ۳۳.۶۹	۴۲۰.۴۲ ± ۵۶.۰۵
وزن پس از هشت هفته (گرم)	۳۱۷ ± ۷۱.۳	۳۷۳.۱۲ ± ۵۴.۲۸	۳۴۴.۵۷ ± ۳۵.۱۷	۳۳۴.۲۵ ± ۳۲.۲۷
گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	۳۳۳.۸۳ ± ۳۹.۳۹	۱۳۸.۲۵ ± ۴۰.۰۴	۱۳۱.۵۷ ± ۱۵.۷۴	۱۳۴ ± ۱۴.۸۷
انسولین (μUI/ml)	۰.۵۳ ± ۳.۸۹	۱.۳۵ ± ۶.۲۲	۲.۸۷ ± ۷.۳۶	۰.۸۹ ± ۵.۱۲
HOMA-IR	۰.۳۳ ± ۳.۱۸	۰.۳۵ ± ۲.۰۴	۰.۶۸ ± ۲.۳۱	۰.۳۶ ± ۱.۶۹
ALT(u/l)	۱۰۹.۱۶ ± ۳۸.۴۶	۸۳.۲۵ ± ۲۹.۹۳	۹۷.۵۷ ± ۱۳.۸۱	۹۲.۸۷ ± ۱۱.۷۶
AST(u/l)	۱۷۷.۶۶ ± ۲۴.۳۷	۱۲۳.۶۲ ± ۱۱.۰۴	۱۲۴ ± ۱۳.۴۶	۱۱۰.۱۲ ± ۱۰.۵۳
ALP(u/l)	۶۴۶.۱۶ ± ۱۶۴.۰۵	۴۵۶.۳۷ ± ۱۰۱.۰۹	۴۸۹ ± ۸۱.۸۷	۴۳۸.۲۵ ± ۳۶.۸۳



شکل ۱ تغییرات آنزیم کبدی در گروه های مختلف.

جدول ۵- نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه

متغیر / آماره	F	معنی داری	نتیجه
وزن	۱.۹۲	۰.۱۵	
گلوکز	۷۱.۴۴	۰.۰۰۰۱	**
انسولین	۵.۲۶	۰.۰۰۶	**
شاخص مقاومت به انسولین	۱۲.۸	۰.۰۰۰۱	**
ALT	۱.۲۶	۰.۳۰	
AST	۱.۸۰	۰.۱۷	
ALP	۵.۶۹	۰.۰۰۴	**

جدول ۶ - نتایج تحلیل واریانس دو عاملی و تعقیبی بنفرونی و نیز اندازه اثر گروه‌ها

متغیر/شاخص آماری	گروه	گروه	F	Sig.	اندازه اثر	نتایج آزمون تعقیبی
وزن (گرم)	کنترل	تمرین	۰/۹۴۳	۰/۳۴۱	۰/۰۳۶	P= ۰/۶۲۷
		ژل رویال	۰/۳۳۴	۰/۵۶۹	۰/۰۱۳	
		تمرین*ژل رویال	۴/۲۹	۰/۰۴۹	۰/۱۴۷	
گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	کنترل	تمرین	۷۵/۷۰	۰/۰۰۰۱	۰/۷۵۲	C&E. P= ۰/۰۰۰۱
		ژل رویال	۸۶/۵۳	۰/۰۰۰۱	۰/۷۷۶	E & EG. P= ۰/۹۹۲
		تمرین*ژل رویال	۷۹/۵۵	۰/۰۰۰۱	۰/۷۶۱	C&EG. P= ۰/۰۰۰۱
انسولین (میکرو واحد بر میلی لیتر)	کنترل	تمرین	۰/۰۰۵	۰/۹۴۶	۰/۰۰	C&G. P= ۰/۰۰۱
		ژل رویال	۳/۶۲	۰/۰۶۹	۰/۱۲۷	
		تمرین*ژل رویال	۱۳/۴۵	۰/۰۰۱	۰/۳۵۰	
شاخص مقاومت به انسولین	کنترل	تمرین	۲۶/۲۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۱	C&E. P= ۰/۰۰۱
		ژل رویال	۱۲/۷۸	۰/۱۶۷	۰/۰۰۱	C&G. P= ۰/۰۰۱
		تمرین*ژل رویال	۲/۲۶	۰/۳۹۴	۰/۱۴۵	E&EG P= ۰/۰۰۱
ALT(U/L)	کنترل	تمرین	۱.۴۳	۰.۲۴	۰.۰۵	
		ژل رویال	۰.۰۰۸	۰.۷۷	۰.۰۰۳	
		تمرین*ژل رویال	۲.۲۱	۰.۱۴	۰.۰۸	
AST(U/L)	کنترل	تمرین	۲.۴۶	۰.۱۲	۰.۰۹	
		ژل رویال	۲.۴۰	۰.۱۳	۰.۰۸	
		تمرین*ژل رویال	۰.۹۶	۰.۳۳	۰.۰۳	
ALP(U/L)	کنترل	تمرین	۹.۴۳	۰.۰۰۵	۰.۲۷	C&E. P= ۰/۰۰۱
		ژل رویال	۴.۹۱	۰.۰۳	۰.۱۶	C&G. P= ۰/۰۰۵
		تمرین*ژل رویال	۳.۶۲	۰.۰۶	۰.۱۲	C&EG P= ۰/۰۰۵

تمرین و ژل رویال EG، ژل رویال G، تمرین E، کنترل C

با توجه به جداول و نمودارنتایج زیر به دست آمد:

میانگین وزن در گروه‌های تجربی نسبت به کنترل تغییر معنی‌داری نداشت. میانگین غلظت گلوکز در گروه تمرین نسبت به کنترل کاهش معنی‌دار داشت ($P=0/005$) و در گروه تمرین-ژل رویال نسبت به گروه ژل رویال تفاوت معنی‌داری نداشت و در گروه تمرین-ژل نسبت به کنترل کاهش معنی‌داری داشت ($P=0/001$). میانگین غلظت انسولین در گروه تمرین نسبت به کنترل افزایش معنی‌دار داشت ($P=0/005$) و در گروه تمرین-ژل رویال نسبت به گروه ژل رویال تفاوت معنی‌داری نداشت. اما گروه ژل رویال نسبت به کنترل افزایش معنی‌داری داشت. و در گروه تمرین ژل رویال نسبت به کنترل افزایش غیرمعنی‌دار داشت. میانگین شاخص مقاومت به انسولین در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل و ژل رویال کاهش معنی‌دار داشت ($P=0/044$) میانگین غلظت‌های آنزیم‌های کبدی ALT و AST در گروه تمرین نسبت به کنترل کاهش مشاهده شد که معنی‌دار نبود و در مورد آنزیم ALP در گروه‌های تجربی نسبت به کنترل کاهش معنی‌دار مشاهده شد که در گروه تمرین تناوبی-ژل رویال نسبت به تمرین و ژل تنها کاهش بیشتر که اندازه اثر تمرین تناوبی بیشتر بود.

بحث:

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرین تناوبی شدید و ژل رویال منجر به کاهش معنی‌دار گلوکز و افزایش انسولین و کاهش معنی‌دار مقاومت به انسولین موش‌های دیابتی نوع دوم تغذیه شده با رژیم پر چرب گردید و غلظت سرمی آنزیم‌های کبدی در گروه‌های تجربی نسبت به کنترل کاهش داشت که در مورد آنزیم ALP تفاوت معنی‌دار بود.

در سال‌های اخیر مطالعات مختلفی به منظور بررسی اثرات تعاملی ورزش و مکمل‌های تغذیه‌ای و گیاهان دارویی در مدیریت دیابت نوع ۲ و عوارض آن انجام شده است از جمله حسینی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تاثیر تمرین شنا و عصاره آلونه ورا بر آنزیم‌های کبدی موش‌های صحرایی دیابتی نوع دو پرداختند و نتیجه گرفتند دریافت عصاره آلونه ورا و تمرین شنا هر کدام به تنهایی اثر کاهنده‌ای بر آنزیم‌های کبدی AST و ALT داشت که در گروه دریافت مکمل همراه با تمرین اثربیشتر بوده است (۲۷). اسلامی و همکاران (۱۳۹۳) نیز تاثیر ۱۲ هفته مصرف ویتامین E و تمرین بدنی منظم بر سطوح آنزیم‌های کبدی در مبتلایان به کبد چرب غیر الکلی را مقایسه کردند، و دریافتند که پس از انجام مداخلات، آنزیم‌های کبدی ALT و ALP در هر دو گروه کاهش قابل توجهی را نشان داد و تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت (۲۸). همچنین در مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۵) تاثیر هشت هفته تمرین هوازی به صورت سه جلسه در هفته به همراه مصرف عصاره کاسنی بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی زنان مبتلا به کبد چرب مورد بررسی قرار گرفت و یافته‌ها حاکی از این بود که تفاوت معنی‌داری در مقادیر ALT و ALT به وجود آمد و این کاهش در گروه ترکیبی تمرین و عصاره کاسنی در مقایسه با گروه تمرین تنها و گروه تمرین همراه با دارو نما بیشتر بود (۲۹). داوودی و همکاران (۱۳۹۱) تحقیقی را با عنوان تاثیر هشت هفته تمرینات استقامتی بر روی پارانشیم کبد و آنزیم‌های کبدی ALT و AST در مردان مبتلا به کبد چرب انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که پس از تمرین، سطوح پارانشیم منطقه سطحی کبد و در میزان آنزیم‌های کبدی در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل کاهش

معنی داری ایجاد شده بود (۳۰) و در مطالعه کرمی و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر یک دوره تمرین استقامتی بر آنزیم کبدی ALT مورد بررسی قرار گرفت و نتایج کاهش معنی داری را در میزان این آنزیم در گروه تجربی نشان داد (۳۱) که این نتایج با یافته های این پژوهش همسو بوده است، همچنین در مطالعه ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۶) نیز نشان داده شد که هشت هفته تمرین هوازی متوسط و شدید در آنزیم های کبدی موش های تغذیه شده با رژیم پرچرب اثر مشهودی نداشت (۳۲) که از این نظر با یافته های این پژوهش همسو نمی باشند. نتایج این تحقیقات با یافته های پژوهش حاضر از نظر تأثیر گذاری کاهش بر آنزیم های کبدی متأثر از نقش تعاملی تمرینات ورزشی و مکمل های غذایی به صورت ترکیبی، همسو می باشند، گرچه هر کدام از آنها از مکمل هایی غیر از ژل رویال و با پروتکل های تمرینی متفاوت بهره گرفته اند. بنابراین می توان گفت که بر اساس یافته های بدست آمده از این پژوهش، تمرین تناوبی توانسته است با کاهش آنزیم های کبدی بدنبال افزایش بار تمرین مانع از آسیب سلول های کبدی شود.

فلاونوئیدها از چند جهت بر دیابت تأثیر می گذارند، این ترکیبات موجب تنظیم متابولیسم کربوهیدرات و لیپید و کاهش هیپرگلیسمی، دیس لیپیدمی و مقاومت به انسولین می شوند و از استرس اکسیداتیو و پاسخ های التهابی ممانعت می کنند (۳۳).. فلاونوئیدها بویژه کوئرستین از کاهش وزن در دیابت نیز جلوگیری می کنند (۳۴،۳۵) ژل رویال با خاصیت قوی آنتی اکسیدانی، در برابر گونه های فعال اکسیژن نظیر رادیکال هیدروکسیل و آنیون سوپراکسید مبارزه می کند (۳۶) و به میزان قابل توجهی موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش آنتی اکسیدان ها در بافت پانکراس بیماران دیابتی نوع

دو می شود که با توجه به مطالب ذکر شده، بخشی از این اثرات احتمالاً به علت وجود فلاونوئیدها در ژل رویال ایجاد شده است. اثر هیپوگلیسمیک ژل رویال را به ویتامین های موجود در آن نیز می توان نسبت داد (۳۷،۳۸). مطالعات نشان داده است که ویتامین های B، C، D، E، بیوتین و نیاسین به فراوانی در ژل رویال یافت می شود. ویتامین C سطح گلوکز سرم را در دیابت نوع دو کاهش می دهد (۳۹) و در بسیاری از واکنش های شیمیایی به صورت رقابتی جانشین گلوکز می شود و از گلیکوزیلاسیون پروتئین ها به خصوص هموگلوبین و لیپوپروتئین ها ممانعت می کند. ویتامین های B1، B6، B12، D، E، بیوتین و نیاسین نیز عملکرد سلول های بتا را تقویت می کنند و با تحریک تولید گلیکوژن و مهار گلوکوئوتوز، سطح گلوکز را در بیماران مبتلا به دیابت کاهش می دهد. (۴۰). بنابراین بخشی از نقش مصرف ژل رویال بر کاهش گلوکز را می توان به ترکیبات ویتامینی موجود در آن نسبت داد.

نتیجه گیری: به طور کلی با توجه به نتایج تحقیق می توان نتیجه گرفت که تمرینات تناوبی و همینطور در تعامل با ژل رویال می تواند باعث کاهش گلوکز و آنزیم های کبدی گردد و در بهبود سطوح گلوکز بواسطه تأثیر مولفه های ژنتیکی موثر در رهایی گلوکز کبدی و در بیماران دیابتی نوع دو موثر می باشد. ژل رویال هم بدلیل ترکیبات متنوع ویتامینی و پروتئینی و ترکیبات فنلی و جایگزین خوب برای نقش گلوکز و نیز نقش های متعدد آنتی اکسیدانی و ضد التهابی و ... موجب تنظیم متابولیسم کربوهیدرات ها بویژه گلوکز و نیز تنظیم متابولیسم لیپید و کاهش هیپرگلیسمی و دیس لیپیدمی و کاهش مقاومت به انسولین می شوند و استفاده از برنامه های تمرینی ورزشی هوازی از نوع تمرینات تناوبی می تواند اثر

کمیته اخلاق پزشکی پژوهشگاه تربیت بدنی وزارت علوم تایید شد. از تمام همکاران پژوهشی و دانشجویان و پرسنل آزمایشگاهی که در این مطالعه مشارکت و مساعدت داشتند تقدیر و تشکر می شود.

فهرست منابع

- 1- Shokrolahi Ardakani A, Abednatanzi H, Gholami M, Shakeri N. The effect of resistance training on G6pase gene expression in liver hepatocytes, glucose and insulin resistance levels in type 2 diabetic rats. Iranian Journal of Diabetes and Obesity. 2020 Mar 10; 12(1):14-21.
- 2- Ferguson B. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. J Can Chiropr Assoc. 2014 Sep; 58(3):328. PMID: PMC4139760.
- 3- Abdi Ardekani M, Banaeifar A, Arshadi S, Abed Natanzi H. Effect of High-Intensity Interval Training and Thyme honey on liver enzymes of type II diabetic rats. J Diabetes Nurs 2020; 8 (3):1160-1174. URL: <http://jdn.zbmu.ac.ir/article-1-419-fa.html>.
- 4- Mansoori, Z., kiani, N., Daryanoosh, F., Samadi, M., Hadidi, V., Haghdel, A. The effect of green tea extract on indices of liver damage (ALT and AST) caused by high intensity interval training in professional soccer players. Journal of Sport and Exercise Physiology, 2019; 11(1): 97-106.
- 5- Hasani, A., Ansari, R., Mazani, A. Effect of 8 weeks of Aerobic Training and using Chicory extractive supplementation on Serum levels of ALT and AST Enzymes in women with Fatty Liver. The Iranian

بخشی آن را بهبود بخشد با این وجود انجام مطالعات بیشتر و تکمیلی در این زمینه ضروری می باشد.

تشکر و قدر دانی: این مقاله مستخرج از رساله دکتری بود که با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1401.012 در

Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility, 2016; 19(10): 1-8. doi: 10.22038/ijogi.2016.7109

6- Barzegarzadeh H, Dabidi Roshan V. Effects of a 12-Week aerobic Training Course Followed by a 4-Week Detraining Period on Alanine Aminotransferase, Aspartate Aminotransferase, Alkaline Phosphatase and Blood Lipids Level Changes in Menopausal Rats. JRUMS 2012; 11 (3) :207-218 URL: <http://journal.rums.ac.ir/article-1-1420-fa.html>

7- Ebrahimi, M., Fathi, R., Ansari Pirsarii, Z., Talebi-Garakani, E. Relative Gene Expression of Key Genes Involved in Lipid Metabolism, Following High Fat Diet and Moderate and High Intensity Aerobic Training in Rat's Liver. Sport Physiology, 2017; 9(34): 201-216. doi: 10.22089/spj.2017.2767.1374

8- Godin, G., Desharnais, R., Valois, P., Lepage, L., Jobin, J., Bradet, R., Differences in perceived barriers to exercise between high and low intenders: observations among different populations. American Journal Health Promotion, 1994; (8)4, 279-285. <https://doi.org/10.4278/0890-1171-8.4.279>

9- Khajehlandi, A., Abednatanzi, H., Nikbakht, H. The Effect of Swimming Training and Aloe Vera Extract on Lipid Profile of

- 10- Male Diabetic Rats. Journal of Isfahan Medical School, 2017; 34(411): 1515-1522.
- 11- Shapiro K, Gong WC. Natural products used for diabetes. J Am Pharm Assoc (Wash). 2002; 42(2):217-226. doi:10.1331/108658002763508515
- 12- Yeylaghi Ashrafi M R, Abednatanzi H, Ghazalian F. The effect of eight weeks of high intensity interval training and n-chromosomal royal jelly on G6Pase gene expression in hepatocytes, glucose levels and insulin resistance in type 2 diabetic rats. RJMS 2020; 27 (10):135-150. URL: <http://rjms.iuims.ac.ir/article-1-6387-en.html>.
- 13- Khazaei M, Ansarian A, Ghanbari E. New Findings on Biological Actions and Clinical Applications of Royal Jelly: A Review. J Diet Suppl. 2018; 15(5):757-775. doi:10.1080/19390211.2017.1363843.
- 14- Nakajima Y, Tsuruma K, Shimazawa M, Mishima S, Hara H. Comparison of bee products based on assays of antioxidant capacities. BMC Complement Altern Med. 2009; 9:4. Published 2009 Feb 26. doi:10.1186/1472-6882-9-4
- 15- Nagai T, Inoue R. Preparation and the functional properties of water extract and alkaline extract of royal jelly. Food Chem. 2004; 84(2):181-6.
- 16- Ramadan MF, Al-Ghamdi A. Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: a review. J Funct Foods. 2012; 4:39-52.
- 17- Shidfar F, Jazayeri S, Mousavi SN, Malek M, Hosseini AF, Khoshpey B. Does Supplementation with Royal Jelly Improve Oxidative Stress and Insulin Resistance in Type 2 Diabetic Patients? Iran J Public Health. 2015; 44(6):797-803.
- 18- Nomura M, Maruo N, Zamami Y, Takatori S, Doi S, Kawasaki H. Yakugaku Zasshi. 2007; 127(11):1877-1882. doi:10.1248/yakushi.127.1877
- 19- Zou Y, Li J, Lu C, et al. High-fat emulsion-induced rat model of nonalcoholic steatohepatitis. Life Sci. 2006; 79(11):1100-1107. doi:10.1016/j.lfs.2006.03.021
- 20- Gheibi S, Bakhtiarzadeh F, Ghasemi A. A Review of High Fat Diet-Streptozotocin Model for Induction of Type 2 Diabetes in Rat. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2016; 18 (2) :135-148. URL: <http://ijem.sbmu.ac.ir/article-1-2039-en.html>
- 21- Aghanouri Z, Nouredini M, Salami M. Effect of Citrullus Colocynthis on diabetic rats plasma glucose. Feyz 2009; 12 (4) :1-6. URL: <http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-678-en.html>
- 22- Moeini Fard.M, Hedayati.M. Aluxan and Streptozotocin, Diabetes Research Tool. Journal of Applied Sports Physiology, 2015; 10(20): 13-22. doi: 10.22080/jaep.2015.915.
- 23- Asgari M, Asle-Rousta M, Sofiabadi M. Effect of Royal Jelly on Blood Glucose and Lipids in Streptozotocin Induced Type 1 Diabetic Rats. J Arak Uni Med Sci 2017; 20 (5) :48-56. URL: <http://jams.arakmu.ac.ir/article-1-4767-en.html>

24- Baburao Waykar B. and Alqadhi YA, Administration of Honey and Royal Jelly Ameliorate Cisplatin Induced Changes in Liver and Kidney Function in rats. *Biomed Pharmacol J.* 2018; 11(4):2191-2199. DOI:10.13005/bpj/1601

25- Rodrigues B, Figueroa DM, Mostarda CT, Heeren MV, Irigoyen MC, De Angelis K. Maximal exercise test is a useful method for physical capacity and oxygen consumption determination in streptozotocin-diabetic rats. *Cardiovasc Diabetol.* 2007; 6:38. Published 2007 Dec 13. doi:10.1186/1475-2840-6-38

26- Akbarzadeh A, Fattahi bafghi A. The effect of high intensity interval training combined with curcumin supplementation on Plasma glucose concentration and insulin resistance in diabetic rats. *JSSU* 2018; 25 (12) :961-969. URL: <http://jssu.ssu.ac.ir/article-1-4261-fa.html>

27- Rezaei. R, Norshahi M, Bigdeli. M R, Khodagholi. F, Haghparast. A, Effect of eight weeks of continuous and interval intense aerobic exercise on VEGFR-2 and VEGF-A values in the brain tissue of wistar rats. *Journal of Exercise Physiology and Physical Activity. Physiology of Exercise and Physical Activity,* 2015; 8(2): 1213-1221. http://oeppa.sbu.ac.ir/article_98757.html?lang=fa

28- Hoseini A, Zar A, Mansouri A. Effect of Aloevera with Swimming Training on the Alanine Aminotransferase and Aspartate Aminotransferase Levels of Diabetic Rats. *Iranian J Nutr Sci Food Technol* 2017; 11 (4) :29-38. URL:

<http://nsft.sbmu.ac.ir/article-1-2156-en.html>

29- Eslami, L., Rahmani nia, F., Nakhostin Roohi, B. The effect of 12 week vitamin E supplementation and regular physical activity on selected liver enzymes of non-alcoholic fatty liver patients. *Sport Physiology,* 2014; 6(23): 69-82.

30- Hasani, A., Ansari, R., Mazani, A. Effect of 8 weeks of Aerobic Training and using Chicory extractive supplementation on Serum levels of ALT and AST Enzymes in women with Fatty Liver. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility,* 2016; 19(10): 1-8. doi: 10.22038/ijogi.2016.7109

31- Davoodi M, Moosavi H, Nikbakht M. The effect of eight weeks selected aerobic exercise on liver parenchyma and liver enzymes (AST, ALT) of fat liver patients. *J Shahrekord Univ Med Sci.* 2012; 14 (1) :84-90. URL: <http://78.39.35.44/article-1-1054-en.html>

32- Karami, E., Gholi Zadeh, M. R., Ahanghar, H., Mahmoodi, K. The EffectOf an Endurance Training Period on Plasma Alanine Aminotransferase Level in Patients with Nonalcoholic Fatty LiverDisease. , 2013; 6(3)

33- Ebrahimi, M., Fathi, R., Ansari Pirsarii, Z., Talebi-Garakani, E. Relative Gene Expression of Key Genes Involved in Lipid Metabolism, Following High Fat Diet and Moderate and High Intensity Aerobic Training in Rat's Liver. *Sport Physiology,* 2017; 9(34): 201-216. doi: 10.22089/spj.2017.2767.1374

34- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J,

- 35- Pérez-Alvarez JA. Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. *J Food Sci.* 2008; 73(9):R117-R124. doi:10.1111/j.1750-3841.2008.00966.x
- 36- Kocot J, Kiełczykowska M, Luchowska-Kocot D, Kurzepa J, Musik I. Antioxidant Potential of Propolis, Bee Pollen, and Royal Jelly: Possible Medical Application. *Oxid Med Cell Longev.* 2018; 2018:7074209. Published 2018 May 2. doi:10.1155/2018/7074209
- 37- Testa R, Bonfigli AR, Genovese S, De Nigris V, Ceriello A. The Possible Role of Flavonoids in the Prevention of Diabetic Complications. *Nutrients.* 2016; 8(5):310. Published 2016 May 20. doi:10.3390/nu8050310
- 38- Nagai T, Inoue R, Suzuki N, Nagashima T. Antioxidant properties of enzymatic hydrolysates from royal jelly. *J Med Food.* 2006; 9(3):363-367. doi:10.1089/jmf.2006.9.363
- 39- Amirshahi T, Nejati V, Najafi G. Biochemical and Histological Evaluation of Protective Effect of Royal Jelly on Pancreas-Induced Oxidative Stress in Male Rat Pancreas. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2013; 23 (107) :107-115. URL: <http://jmums.mazums.ac.ir/article-1-3057-en.html>
- 40- Afkhami-Ardekani M, Shojaoddiny-Ardekani A. Effect of vitamin C on blood glucose, serum lipids & serum insulin in type 2 diabetes patients. *Indian J Med Res.* 2007; 126(5):471-474.
- 41- Dakhale GN, Chaudhari HV, Shrivastava M. Supplementation of vitamin C reduces blood glucose and improves glycosylated hemoglobin in type 2 diabetes mellitus: a randomized, double-blind study. *Adv Pharmacol Sci.* 2011; 2011:195271. doi:10.1155/2011/195271
- 42- Xiang X, Liu Y, Zhang X, Zhang W, Wang Z. Effects of biotin on blood glucose regulation in type 2 diabetes rat model. *Wei Sheng Yan Jiu.* 2015; 44(2):185-195.



The effect of eight weeks of HIIT and N-chromosome royal jelly on liver enzymes and insulin resistance index in type 2 diabetic obese rats

Sahar Riasati¹, Hossein Abednatanzi², Mandana Gholami³

1- PhD student, Department of Physical Education and Sports Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Corresponding Author: abednazari@gmail.com

3- Associate Professor, Department of Physical Education and Sports Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 2022.06.17

Accepted: 2022.07.30

Abstract:

Background & Aim: Type 2 diabetes is the most common endocrine disease that occurs due to glucose intolerance due to imbalance between reserves and insulin demand, which leads to changes in liver enzymes with structural and functional changes in the liver. The aim of this study was to study changes in liver enzymes and insulin resistance index after HIIT and royal jelly in obese rats with type 2 diabetes.

Materials & Methods: The statistical sample of the present study was 36 obese male rats with an average weight of 409 gr. After 20 weeks of high-fat diet, rats became diabetic by intraperitoneal injection of 25 mg/kg STZ body weight. Mice with fasting glucose between 150 and 400 mg /dl were considered to have type 2 diabetes. Diabetic rat in 4 groups of control (N=6), HIIT (N=8), royal gel (N=7), HIIT& Royal gel (N=8) group done and Accomplished Eight weeks of HIIT, 5d/w with intense 2-minute intervals of 80 to 90% VO₂max and one-minute rest intervals with 50 to 56% VO₂max. Royal jelly was given by gavage at the rate of 100 mg / kg 5 days a week. At the end of the protocol, blood samples were taken and liver enzymes and glucose were measured using an auto-analyzer and insulin was measured using a laboratory kit and analyzed using one-way and two-way analysis of variance and post hoc test.

Results: showed that in comparison with the control group, HIIT led to a significant decrease in glucose and insulin resistance index and intermittent exercise resulted in a decrease in liver enzymes ALT, AST and ALP compared to the control group. The ALP decrease was significant (P = 0.001).

Conclusion: It seems that HIIT and consumption of royal jelly can help reduce liver enzymes and improve liver status in rats.

Keywords: HIIT, Royal Jelly, Liver Enzyme, type 2 diabetes, mice