مجله دانش و تندرستی در علوم پایه پزشکی، دوره ۱۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شاهرود

DOI: 10.22100/jkh.v4i15.2490

مقاله پژوهشی

بررسی اثر گرده خرما و تمرینات مقاومتی بر تنظیم سطح هورمون آدیپونکتین در بافت چربی احشایی موش‌های صحرایی نر

حسن متین همایی*[۱]، فرشاد غزالیان[۲]، رضا قاسمی اوزان علیا[۱]

۱- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی- واحد تهران مرکزی- دانشگاه آزاد اسلامی- تهران- ایران.

۲- گروه فیزیولوژی ورزشی- واحد علوم و تحقیقات- دانشگاه آزاد اسلامی- تهران- ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۵، **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۹/۱۲/۲

چکیده

مقدمه: *در این مطالعه، تأثیر عصاره گرده نخل خرما و تمرینات مقاومتی بر متابولیسم بافت چربی و بیان فاکتور آدیپونکتین در موش‌های صحرایی نر بررسی گردید.*

مواد و روش‌ها: *۳۰ سر موش صحرایی نر در ۶ گروه کنترل، تمرین مقاومتی، تیمار با عصاره گرده خرما، تیمار با تستوسترون، تیمار با عصاره گرده نخل خرما و انجام تمرینات مقاومتی، تیمار با تستوسترون و انجام تمرینات مقاومتی تقسیم شدند. عصاره گرده خرما به روش عصاره‌گیری اتانولی تهیه و از طریق گاواژ با دوز ۱۰۰ mg/kg به مدت چهار هفته به موش‌های صحرایی خورانده شد. تستوسترون انانتات نیز با دوز ۲ mg/kg هر روز به‌صورت زیر جلدی به گروه‌های موردنظر تزریق گردید. ارزیابی‌های تغییرات بافتی تحت تأثیر تیمار با عصاره گرده خرما و انجام تمرینات ورزشی به روش رنگ‌آمیزی با هماتوکسیلین و ائوزین انجام شد. در نهایت تغییرات بیانی فاکتور آدیپونکتین در گروه‌های مورد مطالعه به روش real-time PCR بررسی شد.*

نتایج: *نتایج حاصل از این مطالعه نشان دادند که اعمال تیمارهای ترکیبی با عصاره گرده نخل خرما و انجام تمرینات مقاومتی از نظر بافت‌شناسی باعث کاهش تعداد سلول‌های آدیپوسیت بافت چربی و افزایش قطر آنها نسبت به گروه‌های دریافت‌کننده هر یک از تیمارها به تنهایی می‌شود. همچنین نتایج ارزیابی‌های ژنی نشان دادند که تیمار به عصاره گرده خرما و انجام تمرینات مقاومتی به‌طور همزمان قادر است باعث افزایش سطح فاکتور آدیپونکتین در بافت چربی موش‌های صحرایی نر مورد مطالعه گردد.*

نتیجه‌گیری: *نتایج حاصل از این مطالعه نشان دادند که انجام تمرینات مقاومتی به همراه تیمار با عصاره گرده خرما به‌طور قابل توجهی در تنظیم متابولیسم بدن و برقراری هومئوستازی آدیپوکین‌های بافت چربی از جمله آدیپونکتین مؤثر هستند.*

واژه‌های کلیدی: گرده نخل خرما، تمرین مقاومتی، بافت چربی، آدیپونکتین.

***نویسنده مسئول:** تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، **تلفن:** ۰۹۱۲۳۶۸۰۸۱۰، **نمابر:** ۸۸۰۷۴۸۷۴،
Email: hasanmatinhomaee@gmail.com

ارجاع: متین همایی حسن، غزالیان فرشاد، قاسمی اوزان علیا رضا. بررسی اثر گرده خرما و تمرینات مقاومتی بر تنظیم سطح هورمون آدیپونکتین در بافت چربی احشایی موش‌های صحرایی نر. مجله دانش و تندرستی در علوم پایه پزشکی ۱۳۹۹؛۱۵(۴):۵۹-۵۱.

مقدمه

آدیپوز یا بافت چربی، منبع اصلی ذخیره انرژی در بدن محسوب شده و در حفظ حرارت بدن و تنظیم متابولیسم لیپیدها نقش اصلی را ایفا می‌کند (۱). علاوه بر ذخیره چربی و انرژی در بدن، بافت چربی به‌عنوان یک بافت اندوکرین نیز فعال بوده و عملکردهای متنوعی را بر عهده دارد؛ این بافت قادر است در پاسخ به شرایط فیزیولوژیکی یا پاتولوژیکی مختلف، هورمون‌ها و فاکتورهای اندوکراینی اختصاصی را ترشح کند که فرآیندهایی نظیر مصرف انرژی، تنظیم سطح گلوکز، التهاب، حساسیت به انسولین و بسیاری از فرآیندهای متابولیکی دیگر را کنترل می‌نمایند (۲). آدیپوکین‌ها، سیتوکین‌های اختصاصی بافت چربی هستند که پس از ترشح از بافت چربی مانند هورمون‌ها عمل کرده و اثرات بیولوژیکی خود را بر روی دیگر سلول‌های بافت چربی و همچنین سلول‌های دیگر بافت‌ها و اندام‌ها اعمال می‌کنند (۳). از جمله مهمترین آدیپوکین‌های ترشحی از بافت چربی می‌توان به فاکتور آدیپونکتین اشاره کرد که توسط آدیپوسیت‌های بافت چربی سفید و قهوه ای تولید و ترشح می‌شود و خواص ضدالتهابی، ضد دیابت و ضد آتروژن را از خود نشان می‌دهد (۴). این فاکتور در تنظیم متابولیسم گلوکز و لیپیدها نقش داشته و باعث ایجاد حساسیت و پاسخ‌دهی سلول‌ها به انسولین می‌گردد. مطالعات نشان دادند که کمبود آدیپونکتین باعث ایجاد مقاومت به انسولین و بروز دیابت نوع ۲ و چاقی شده و خطر ابتلا به انواع سرطان‌ها را افزایش می‌دهد (۵). آدیپونکتین به‌دلیل داشتن گیرنده‌های اختصاصی خود در سطح سلول‌های بافت‌های مختلف بر روی عملکرد و فرآیندهای متابولیکی بافت‌های هدف خود نظیر کبد، عضلات، کلیه، بافت چربی، هیپوتالاموس مغز و پانکراس تأثیرگذار می‌باشد. به‌عنوان مثال، آدیپونکتین با اتصال به گیرنده‌های خود در سطح سلول‌های عضلانی باعث فعال شدن مسیرهای تنظیم سطح کلسترول، فرآیند لیپولیز، اکسیداسیون لیپیدها و اکسیداسیون و انتقال گلوکز می‌گردد (۶). همچنین مطالعات اخیر نشان دادند که آدیپونکتین نیز مانند هورمون لپتین بر روی عملکرد اندام‌های تولید مثلی و تنظیم سطح هورمون‌های جنسی نقش دارد و نکته قابل توجه این است که نقش آدیپونکتین در اندام‌های تولیدمثلی هم مردان و هم زنان با چاقی و مقاومت به انسولین مرتبط می‌باشد. در مردان، آدیپونکتین عملکرد بیضه‌ها را تنظیم می‌کند به‌طوری‌که مشاهده شده است در مردان نابارور و همچنین افراد چاقی که دچار اختلالات تولید مثلی هستند، میزان بیان و غلظت آدیپونکتین در بافت بیضه آنان بسیار پایین است (۷). لذا یکی از راهکارهای درمانی برای درمان اختلالات عملکرد بیضه، بالا بردن سطح هومورن آدیپونکتین به‌صورت مستقیم از طریق مصرف خارجی اشکال دارویی آدیپونکتین و یا به‌صورت غیر مستقیم و از طریق مصرف داروهای هورمونی دیگر نظیر تستوسترون می‌باشد؛ اما مصرف این داروهای هورمونی با وجود اثرات مثبتی که نشان می‌دهند ممکن است عوارض جانبی متعددی نظیر اختلالات هورمونی در بافت‌های مختلفی نظیر کبد و بیضه‌ها را نیز در پی داشته باشد (۸). بنابراین یکی از راهکارهای مؤثر برای کاهش مصرف داروهای شیمیایی و عوارض ناشی از آن ها، استفاده از داروها و مکمل های طبیعی می‌باشد.

گرده‌های خرما (DPP)، سلول‌های زایای نر در گل‌های گیاه نخل (Phoenix dactylifera L) هستند که از قدیم به‌عنوان یک مکمل غذایی و تقویت‌کننده قدرت باروری استفاده می‌شدند (۹). مطالعات نشان دادند که دانه‌های گرده خرما حاوی انواع اسیدآمینه‌ها، ویتامین‌های A، C، E و B، مواد معدنی نظیر روی، آهن و منیزیم، روغن‌هایی نظیر اولئیک اسید و ترکیبات بر پایه استروژن نظیر استرون، کلسترول و استرادیول می‌باشند (۱۰). به همین دلیل تحقیقات نشان دادند که گرده‌های خرما قادرند باعث تعادل سطح هورمون‌هایی مانند استروژن و تستوسترون، تقویت سیستم تولید مثلی، بهبود عملکرد کبد، ایجاد تعادل سطح گلوکز، لیپیدها و کلسترول گردند. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از گرده‌های خرما بتواند جایگزین مناسبی برای داروهای شیمیایی و هورمونی موجود جهت متعادل‌سازی سطح هورمون‌ها محسوب شود (۱۱). در کنار استفاده از مکمل‌های طبیعی نظیر گرده‌های خرما، تحقیقات نشان دادند که انجام تمرینات ورزشی نیز می‌تواند بر هومئوستازی هورمون‌های بدن، میزان تراکم بافت چربی، بهبود عملکرد قلب و کبد، کنترل سطح کلسترول و گلوکز خون و افزایش توان باروری تأثیرات مثبتی داشته باشد (۱۲).

با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از این مطالعه بررسی اثرات عصاره گرده‌های خرما و انجام تمرینات مقاومتی بر متابولیسم بافت چربی و میزان بیان فاکتور آدیپونکتین در آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، ۳۰ سر موش صحرایی نر نژاد اسپراگو–دوالی در سن هشت هفته و محدوده وزنی ۱۸۰–۲۲۰ گرم از مرکز پرورش و تکثیر حیوانات آزمایشگاهی تهیه و سپس به آزمایشگاه حیوانات منتقل شد. موش‌های صحرایی به مدت یک هفته در شرایط استاندارد از نظر نور، دما، رطوبت و در قفس های مجزا حاوی آب و مواد غذایی کافی نگهداری شدند. دستورالعمل‌های اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی در طول فاز مطالعه حیوانی رعایت گردید. موش‌های صحرایی مورد مطالعه بر اساس وزن به ۶ گروه ۵ سری تقسیم شدند: گروه ۱: کنترل؛ گروه ۲: تمرین مقاومتی؛ گروه ۳: تیمار با عصاره گرده خرما؛ گروه ۴:

تیمار با تستوسترون؛ گروه ۵: تیمار با عصاره گرده خرما و انجام تمرینات مقاومتی؛ گروه ۶: تیمار با تستوسترون و انجام تمرینات مقاومتی.

گرده‌های خرما در فصل بهار از گل‌های یک درخت نخل نر در نخلستان‌های شهر شهداد در استان کرمان زیر نظر یک گیاه‌شناس بومی تهیه گردید. عصاره پودر گرده خرما به روش عصاره‌گیری اتانولی در پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی واقع در کمال‌شهر استان البرز تهیه گردید. به این منظور، ۲۵۰ گرم از گرده در دستگاه پرکولاتور ریخته شد و عصاره‌گیری با استفاده از اتانول ۹۰ درصد به میزان ۶۷۰ میلی‌لیتر انجام گرفت. این کار سه بار تکرار شد. عصاره‌های حاصل به‌وسیله دستگاه تقطیر در خلع تغلیظ شده و حلال آن به‌طور کامل حذف گردید. میزان بازدهی عصاره‌گیری ۱۷/۸۷ درصد بود.

گروه‌های ۲، ۵ و ۶ تحت پروتکل تمرینات مقاومتی چهار هفته‌ای با وزنه قرار گرفتند که شامل تمرین با نردبانی به طول یک متر و دارای ۵۰ پله بود که برای اعمال مقاومت از وزنه‌های سربی متصل شده به دم موش‌های صحرایی استفاده گردید (جدول ۱). ابتدا به مدت دو هفته روند آشناسازی حیوان با پروتکل تمرینی صورت گرفت و سپس تمرینات اصلی آغاز شدند. در هفته اول، تمرینات مقاومتی بالا رفتن از نردبان همراه با وزنه‌ای معادل ۴۰ درصد وزن موش‌های صحرایی آغاز شد و تا پایان هفته چهارم وزن وزنه‌های مورد استفاده تا ۶۵ درصد وزن بدن موش‌ها افزایش داده شدند. تعداد تکرارها در هر جلسه تمرینی بین ۸ تا ۱۲ تکرار بود که بین آنها دو دقیقه زمان استراحت لحاظ شده بود. همچنین، به‌منظور گرم و سرد کردن بدن حیوانات، پنج تکرار تمرین نردبان بدون وزنه اعمال شد (۱۳).

گروه‌های ۳ و ۵ تحت تیمار با عصاره گرده خرما و گروه‌های ۴ و ۶ تحت تیمار با تستوسترون قرار گرفتند. بدین منظور، عصاره گرده خرما با دوز ۱۰۰mg/kg به روش گاواژ و به مدت چهار هفته به‌صورت پنج روز در هر هفته به موش‌ها داده شد. از طرف دیگر، تستوسترون انانتات با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم از داروخانه معتبر خریداری شده و با دوز۲ mg/kg هر روز به مدت چهار هفته به‌صورت زیر جلدی به موش‌ها تزریق شد (۱۴). دو روز پس از آخرین جلسه تمرین در پایان هفته چهارم، موش‌ها با استفاده از ترکیب ketamine/xylazine (۱۰۰mg/kg) بیهوش شده و در طی عمل جراحی، بافت چربی احشائی جهت سنجش‌های بعدی جداسازی شد.

تغییرات بافت چربی موش‌های صحرایی گروه‌های تیمار شده با عصاره گرده خرما، تستوسترون و تمرینات مقاومتی هر یک به تنهایی و همچنین تیمارهای ترکیبی با عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی و یا تستوسترون و تمرینات مقاومتی با استفاده از روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین (H&E) بررسی شدند. به این منظور، موش‌های مورد مطالعه با استفاده از کلروفرم بیهوش و سپس کشته شدند. بافت‌های چربی احشائی جداسازی شده و در محلول فرمالین ۱۰٪ تثبیت شدند. مرحله آب‌گیری بافت‌های ثبیت شده و سپس قالب‌گیری با پارافین انجام شدند. برش‌های بافتی به ضخامت ۵ تا ۱۰ میکرومتر تهیه و مراحل پارافین‌زدایی، شفاف‌سازی و آبدهی به‌ترتیب اجرا شدند. نمونه‌های بافتی آماده شده به‌ترتیب با رنگ‌های هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شده و با استفاده از میکروسکوپ نوری بررسی گردیدند. تجزیه و تحلیل تصاویر و کمی‌سازی تغییرات بافتی با استفاده از برنامه image J انجام شد.

جهت بررسی مولکولی در سطح بیان ژن، ابتدا استخراج RNA از بافت چربی احشائی با استفاده از QIAzol reagent طبق دستورالعمل ارایه شده توسط شرکت کیاژن (QIAGEN Inc., Valencia, CA) صورت گرفت. سپس با استفاده از کیت سنتز cDNA (Thermoscientific, UK)، واکنش سنتز رشته cDNA از RNA با استفاده از آنزیم نسخه‌بردار معکوس (RT) انجام شد. سپس واکنش real-time PCR با استفاده از SYBR Green PCR master mix و دستگاه stepone ABI system جهت بررسی تغییرات بیان ژن آدیپونکتین در گروه‌های مورد مطالعه به روش 2-ΔΔct انجام شد. پرایمرهای ژن انتخابی با استفاده از نرم‌افزار gene runner (نسخه 6.5) طراحی شدند (جدول ۲). ژن گلسیرآلدهید ۳–فسفات دهیدروژناز (GAPDH) به‌عنوان ژن کنترل داخلی انتخاب گردید. واکنش PCR طبق برنامه دمایی زیر انجام گردید: دناتوراسیون اولیه در ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه و مرحله تکثیر شامل ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه در ۳۵ سیکل متوالی. صحت و دقت نتایج PCR با استفاده از منحنی‌های تکثیر و ذوب مربوطبه محصول PCR هر ژن ارزیابی شدند. تجزیه و تحلیل‌های تغییرات بیان ژن با استفاده از نرم‌افزار prism 3 انجام گردید.

در سطح آمار توصیفی از شاخص‌هایی نظیر میانگین، انحراف معیار و جداول توزیع فراوانی جهت توصیف داده‌ها استفاده گردید و در بخش آمار استنباطی نیز برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل واریانس دو طرفه استفاده شد. سطح معناداری نیز برای تمام محاسبات ($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار GraphPad Prism استفاده گردید.

در این مطالعه، ۳۰ سر موش صحرایی نر نژاد اسپراگو–دوالی در سن هشت هفته و محدوده وزنی ۱۸۰–۲۲۰ گرم از مرکز پرورش و تکثیر حیوانات آزمایشگاهی تهیه و سپس به آزمایشگاه حیوانات منتقل شد. موش‌های صحرایی به مدت یک هفته در شرایط استاندارد از نظر نور، دما، رطوبت و در قفس‌های مجزا حاوی آب و مواد غذایی کافی

نگهداری شدند. دستورالعمل‌های اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی در طول فاز مطالعه حیوانی رعایت گردید. موش‌های صحرایی مورد مطالعه بر اساس وزن به ۶ گروه ۵ سری تقسیم شدند: گروه ۱: کنترل؛ گروه ۲: تمرین مقاومتی؛ گروه ۳: تیمار با عصاره گرده خرما؛ گروه ۴: تیمار با تستوسترون؛ گروه ۵: تیمار با عصاره گرده خرما و انجام تمرینات مقاومتی؛ گروه ۶: تیمار با تستوسترون و انجام تمرینات مقاومتی.

جدول ۱- پروتکل تمرینات مقاومتی

هفته	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم
میانگین وزن حیوانات	۲۴۰ گرم	۲۴۰ گرم	۲۴۰ گرم	۲۴۰ گرم
وزنه‌های نسبت به وزن بدن	۴۰ درصد	۵۰ درصد	۵۵ درصد	۶۵ درصد
متوسط وزنه جا به جا شده در هر هفته	۹۶ گرم	۱۲۰ گرم	۱۳۲ گرم	۱۵۶ گرم
تکرار	۸-۱۲	۸-۱۲	۸-۱۰	۸-۱۰

جدول ۲- لیست پرایمرهای طراحی شده برای ژن‌های Adiponectin و GAPDH

Genes	Forward (5´-3´)	**Reverse (5´-3´)**
Adiponectin	CTTTGGTCCCTCCACCCAA	CCCTTCTCTCCCTTCTCTCCA
GAPDH	GGATAGTGAGAGCAAGAGAGAGG	ATGGTATTGGAGAGAAGGGAGGG

گرده‌های خرما در فصل بهار از گل‌های یک درخت نخل نر در نخلستان‌های شهر شهداد در استان کرمان زیر نظر یک گیاه‌شناس بومی تهیه گردید. عصاره پودر گرده خرما به روش عصاره‌گیری اتانولی در پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی واقع در کمالشهر استان البرز تهیه گردید. به این منظور، ۲۵۰ گرم از گرده در دستگاه پرکولاتور ریخته شد و عصاره‌گیری با استفاده از اتانول ۹۰ درصد به میزان ۶۷۰ میلی لیتر انجام گرفت. این کار سه بار تکرار شد. عصاره‌های حاصل به‌وسیله دستگاه تقطیر در خلع تغلیظ شده و حلال آن به‌طور کامل حذف گردید. میزان بازدهی عصاره‌گیری ۱۷/۸۷ درصد بود.

گروه‌های ۲، ۵ و ۶ تحت پروتکل تمرینات مقاومتی چهار هفته‌ای با وزنه قرار گرفتند که شامل تمرین با نردبانی به طول یک متر و دارای ۵۰ پله بود که برای اعمال مقاومت از وزنه‌های سربی متصل شده به دم موش‌های صحرایی استفاده گردید (جدول ۱). ابتدا به مدت دو هفته روند آشنا سازی حیوان با پروتکل تمرینی صورت گرفت و سپس تمرینات اصلی آغاز شدند. در هفته اول، تمرینات مقاومتی بالا رفتن از نردبان همراه با وزنه‌ای معادل ۴۰ درصد وزن موش‌های صحرایی آغاز شد و تا پایان هفته چهارم وزن وزنه‌های مورد استفاده تا ۶۵ درصد وزن بدن موش‌ها افزایش داده شدند. تعداد تکرارها در هر جلسه تمرینی بین ۸ تا ۱۲ تکرار بود که بین آنها دو دقیقه زمان استراحت لحاظ شده بود. همچنین، به‌منظور گرم و سرد کردن بدن حیوانات، پنج تکرار تمرین نردبان بدون وزنه اعمال شد (۱۳).

گروه‌های ۳ و ۵ تحت تیمار با عصاره گرده خرما و گروه‌های ۴ و ۶ تحت تیمار با تستوسترون قرار گرفتند. بدین منظور، عصاره گرده خرما با دوز ۱۰۰mg/kg به روش گاواژ و به مدت چهار هفته به‌صورت پنج روز در هر هفته به موش‌ها داده شد. از طرف دیگر، تستوسترون انانتات با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم از داروخانه معتبر خریداری شده و با دوز ۲ mg/kg هر روز به مدت چهار هفته به‌صورت زیر جلدی به موش‌ها تزریق شد (۱۴). دو روز پس از آخرین جلسه تمرین در پایان هفته چهارم، موش‌ها با استفاده از ترکیب ketamine/xylazine (mg/kg۱۰۰) بیهوش شده و در طی عمل جراحی، بافت چربی احشائی جهت سنجش‌های بعدی جداسازی شد.

تغییرات بافت چربی موش‌های صحرایی گروه‌های تیمار شده با عصاره گرده خرما، تستوسترون و تمرینات مقاومتی هر یک به تنهایی و همچنین تیمارهای ترکیبی با عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی و یا تستوسترون و تمرینات مقاومتی با استفاده از روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین (H&E) بررسی شدند. به این منظور، موش‌های مورد مطالعه با استفاده از کلروفرم بیهوش و سپس کشته شدند. بافت‌های چربی احشائی جداسازی شده و در محلول فرمالین ۱۰٪ تثبیت شدند. مرحله آبگیری بافت‌های ثبیت شده و سپس قالب‌گیری با پارافین انجام شدند. برش‌های بافتی به ضخامت ۵ تا ۱۰ میکرومتر تهیه و مراحل پارافین‌زدایی، شفاف‌سازی و آب‌دهی به‌ترتیب اجرا شدند. نمونه‌های بافتی آماده شده به‌ترتیب با رنگ‌های هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شده و با استفاده از میکروسکوپ نوری بررسی گردیدند. آنالیز تصاویر و کمی‌سازی تغییرات بافتی با استفاده از برنامه image J انجام شد.

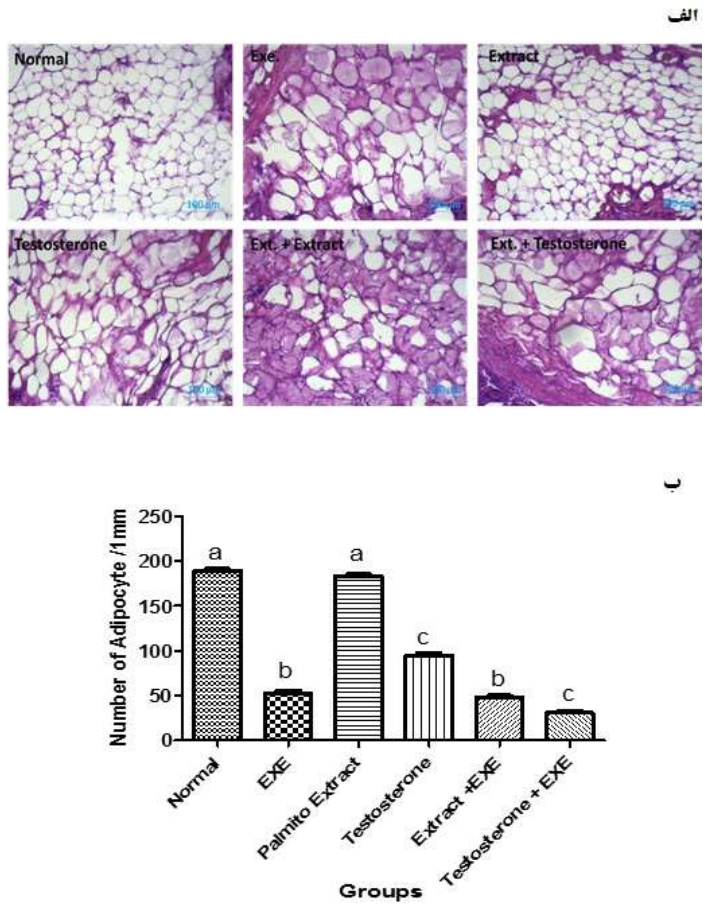
جهت بررسی مولکولی در سطح بیان ژن، ابتدا استخراج RNA از بافت چربی احشائی با استفاده از QIAzol reagent طبق دستورالعمل ارایه شده توسط شرکت کیاژن (QIAGEN Inc., Valencia, CA) صورت گرفت. سپس با استفاده از کیت سنتز cDNA (Thermoscientific, UK)، واکنش سنتز رشته cDNA از RNA با استفاده از آنزیم نسخه بردار معکوس (RT) انجام شد. سپس واکنش real-time PCR با استفاده از SYBR Green PCR master mix و

دستگاه stepone ABI system جهت بررسی تغییرات بیان ژن آدیپونکتین در گروه‌های مورد مطالعه به روش 2-ΔΔct انجام شد. پرایمرهای ژن انتخابی با استفاده از نرم‌افزار gene runner طراحی شدند (جدول ۲). ژن گلسیرآلدهید ۳-فسفات دهیدروژناز (GAPDH) به‌عنوان ژن کنترل داخلی انتخاب گردید. واکنش PCR طبق برنامه دمایی زیر انجام گردید: دناتوراسیون اولیه در ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه و مرحله تکثیر شامل ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه در ۳۵ دوره متوالی. صحت و دقت نتایج PCR با استفاده از منحنی‌های تکثیر و ذوب مربوطبه محصول PCR هر ژن ارزیابی شدند. تجزیه و تحلیل‌های تغییرات بیان ژن با استفاده از نرم‌افزار prism 3 انجام گردید.

در سطح آمار توصیفی از شاخص‌هایی نظیر میانگین، انحراف معیار و جداول توزیع فراوانی جهت توصیف داده‌ها استفاده گردید و در بخش آمار استنباطی نیز برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل واریانس دوطرفه استفاده شد. سطح معناداری نیز برای تمام محاسبات ($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار GraphPad Prism استفاده گردید.

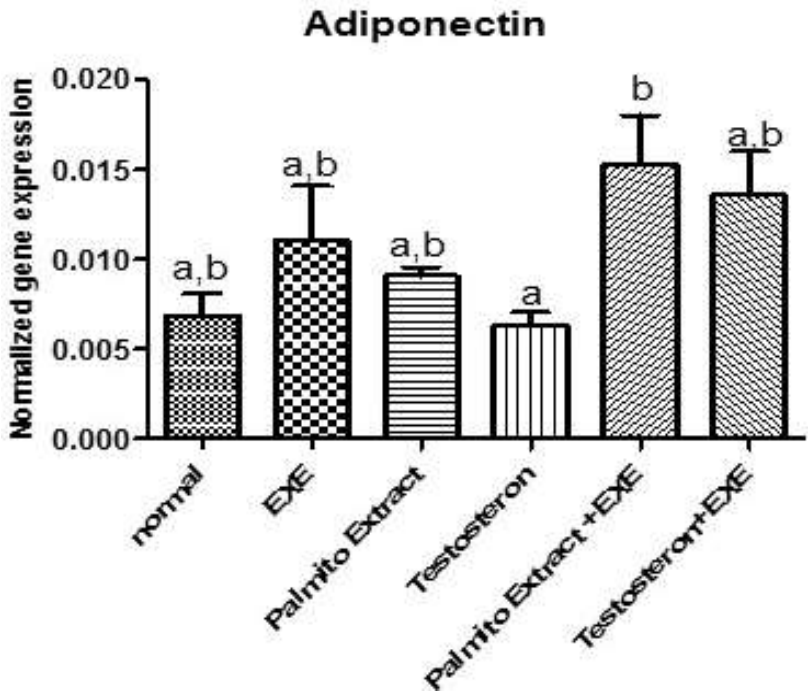
نتایج

نتایج حاصل از رنگ‌آمیزی بافتی به روش H&E نشان دادند که جمعیت سلول‌های آدیپوسیت بافت چربی موش‌های صحرایی نر تحت تأثیر تیمار با تستوسترون و انجام تمرینات مقاومتی کاهش‌یافته و قطر سلول‌های آدیپوسیت در این گروها نسبت‌به گروه طبیعی افزایش‌یافته است (شکل ۱، الف). نتایج کمی حاصل از تصاویر رنگ‌آمیزی بافتی نشان دادند که تیمار با عصاره گرده خرما به تنهایی تغییری در ساختار بافت چربی ایجاد نکرد. اما تغییرات مشاهده شده در گروه‌های تیمار شده با تستوسترون و انجام تمرینات مقاومتی از نظر آماری کاملاً معنادار بودند (شکل ۱، ب). همچنین در گروه‌های تحت تیمارهای ترکیبی عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی و تستوسترون و تمرینات مقاومتی نسبت به گروه‌های دریافت‌کننده هر یک از تیمارها به تنهایی و گروه طبیعی کاهش معنادار جمعیت آدیپوسیت‌ها مشاهده گردید.



شکل ۱- تغییرات جمعیت آدیپوسیت‌ها تحت تأثیر تیمار با عصاره گرده خرما، تستوسترون و انجام تمرینات مقاومتی در بافت چربی موش‌های صحرایی نر

(الف) کاهش جمعیت آدیپوسیت‌ها و افزایش قطر این سلول‌ها در گروه تیمار شده با تستوسترون و تمرینات مقاومتی نسبت به گروه طبیعی مشاهده شد که از نظر آماری معنادار بود. در گروه تیمار شده با عصاره گرده خرما به تنهایی تغییری در جمعیت آدیپوسیت‌ها مشاهده نشد. همچنین در گروه‌های تحت تیمارهای ترکیبی عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی و تستوسترون و تمرینات مقاومتی نسبت به گروه‌های دریافت‌کننده هر یک از تیمارها به تنهایی کاهش جمعیت آدیپوسیت‌ها مشاهده گردید. (ب) نتایج کمی حاصل از تصاویر بافت‌های رنگ‌آمیزی شده به روش H&E به‌صورت نمودار نمایش داده شدند. اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.



شکل ۲- تغییرات بیان ژن آدیپونکتین تحت تأثیر تیمار با عصاره گرده خرما، تستوسترون و انجام تمرینات مقاومتی در بافت چربی موش‌های صحرایی نر

افزایش بیان ژن آدیپونکنین در گروه تیمار شده عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی نسبت به گروه طبیعی مشاهده شد اما از نظر آماری معنادار نبود. همچنین در گروه‌های تحت تیمارهای ترکیبی عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی و تستوسترون و تمرینات مقاومتی نسبت به گروه‌های دریافت‌کننده هر یک از تیمارها به تنهایی افزایش بیان ژن آدیپونکتین مشاهده گردید. از نظر آماری افزایش بیان مشاهده شده در گروه تیمار شده با عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی نسبت به گروه تستوسترون معنادار بود. اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

نتایج حاصل از بررسی‌های کمی به روش qPCR نشان دادند که بیان ژن آدیپونکتین در گروه‌های تمرین دیده و تیمار شده با عصاره گرده خرما هر یک به تنهایی نسبت به گروه کنترل افزایش‌یافته است اما از نظر آماری این افزایش بیان معنادار تشخیص داده نشد. در گروه دریافت‌کننده تستوسترون نسبت کنترل افزایش بیان آدیپونکتین مشاهده نشد. همچنین در گروه‌های تحت تیمار ترکیبی با عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی و یا تستوسترون و تمرینات مقاومتی با هم افزایش بیان ژن آدیپونکتین نسبت به گروه‌های کنترل، تیمار با عصاره گرده خرما، تستوسترون و تمرینات مقاومتی به تنهایی مشاهده گردید. اما تجزیه و تحلیل‌های آماری انجام شده نشان دادند که این تفاوت مشاهده شده در بیان آدیپونکتین در گروه‌های مختلف معنادار نمی‌باشد. تنها افزایش بیان ژن آدیپونکتین در گروه تیمار شده با عصاره گرده خرما به همراه تمرینات مقاومتی نسبت به گروه دریافت‌کننده تستوسترون معنادار بود (شکل ۲).

بحث

اختلال در تولید و ترشح هورمون‌های مختلف بدن، یکی از علل مهم بروز بیماری‌های متابولیکی نظیر چاقی، دیابت نوع دوم، ناباروری و غیره می‌باشد. به همین دلیل مصرف داروهای هورمونی جهت متعادل‌سازی سطح هورمون موردنظر در بدن و کاهش عوارض ناشی از کمبود آن بسیار متداول می‌باشد. این در حالی است که استفاده طولانی مدت از این داروهای هورمونی می‌تواند عوارض جبران‌ناپذیری

از جمله اختلال در هومئوستازی هورمون‌ها، مشکلات کبدی، اختلال در باروری و حتی عوارض روانی را به دنبال داشته باشد (۱۵). به همین منظور، استفاده از روش‌های درمانی طبیعی و ایمن‌تر نظیر استفاده از مکمل‌های گیاهی و یا انجام تمرینات ورزشی به جای استفاده از داروهای صنعتی به‌عنوان راهکارهای بهتری جهت تنظیم سطح هورمون‌ها و کاهش عوارض ناشی از اختلالات هورمونی پیشنهاد می‌شوند. در این مطالعه، تأثیر عصاره گرده خرما و همچنین تمرینات مقاومتی بر متابولیسم بافت چربی و میزان بیان فاکتور آدیپونکتین به‌عنوان یک آدیپوکین ترشحی از بافت چربی در موش‌های صحرایی نر بررسی گردید. ارزیابی‌های بافت‌شناسی بیانگر تغییرات بارز بافت چربی احشائی از نظر تعداد و اندازه آدیپوسیت‌ها در گروه‌های تحت تیمارهای ترکیبی عصاره گرده خرما و انجام تمرینات مقاومتی و یا تستوسترون و تمرینات مقاومتی بودند. مطالعات پیشین نیز نشان داده بودند که تمرینات ورزشی می‌توانند باعث افزایش لیپولیز و ایجاد تغییرات مورفولوژیکی در بافت چربی شامل کاهش اندازه آدیپوسیت‌ها و محتوای لیپیدی آنها گردند (۱۶ و ۱۷). همچنین، مدنی و همکاران نشان دادند که مصرف عصاره زنجبیل به همراه انجام تمرینات مقاومتی در زنان چاق می‌تواند در کاهش وزن و توده چربی بدن موثر باشد (۱۸). نتایج حاصل از این مطالعه نیز بیانگر تأثیر قابل توجه عصاره گرده خرما به همراه تمرینات مقاومتی بر کاهش جمعیت آدیپوسیت‌ها در بافت چربی گروه‌های تحت تیمار بود. از طرف دیگر، همان‌طور که مشخص شده است بافت چربی علاوه ذخیره انرژی، به‌عنوان یک بافت اندوکرینی در بدن نیز عمل می‌کند که با ترشح سیتوکین‌های اختصاصی خود که آدیپوکین نامیده می‌شوند، نقش مهمی را در تنظیم عملکرد بافت چربی و دیگر بافت‌های بدن و همچنین تنظیم فرآیندهایی نظیر اکسیداسیون لیپیدها، تنظیم سطح گلوکز، انسولین و میزان تولید هورمون‌های مختلفی از جمله آندروژن‌ها ایفا می‌کند (۱۹). آدیپونکتین، یکی از آدیپوکین‌های مهمی است که توسط بافت چربی و همچنین بافت‌هایی نظیر بیضه تولید و ترشح می‌شود. این هورمون به واسطه حضور گیرنده‌های اختصاصی آن بر روی سطح سلول‌های بافت‌های مختلف می‌تواند بر متابولیسم و فرآیندهای سلولی متعددی نظیر اکسیداسیون لیپیدها، تنظیم سطح گلوکز، افزایش پاسخ‌های سلولی به انسولین، تنظیم هورمون‌های جنسی در سلول‌های هدف تأثیر بگذارد (۲۰). مطالعات نشان دادند که در افراد چاق، افزایش سطح آدیپوکین‌های التهابی نظیر IL-6، IL-1B، TNFα و لپتین به همراه کاهش سطح آدیپوکین‌های ضد التهابی نظیر آدیپونکتین باعث القای یک التهاب مزمن در بدن می‌شود که این التهاب به‌وجود آمده زمینه‌ساز بروز بیماری‌هایی نظیر فشار خون، مقاومت به انسولین، دیابت نوع دوم، بیماری‌های قلبی–عروقی و برخی از انواع سرطان‌ها خواهد بود (۲۱). کاهش بیان آدیپونکتین باعث کاهش حساسیت به انسولین و افزایش استرس اکسیداتیو می‌شود که این عوارض به مهار عملکرد بیضه می‌انجامد. افزایش سطح آدیپونکتین از طریق مصرف خارجی داروی آدیپونکتین می‌تواند باعث کاهش یا بهبود اثرات منفی ناشی از کمبود آدیپونکتین در بافت‌های مختلف از جمله بیضه‌ها گردد (۲۲). در همین زمینه، در یک مطالعه بر روی موش‌های پیر مشاهده شد که سطح بیان آدیپونکتین و گیرنده‌های آن در بافت بیضه با افزایش سن کاهش می‌یابد و به موجب آن، کاهش حجم بافت بیضه، کاهش بیان گیرنده‌های انسولین و کاهش سنتز تستوسترون رخ می‌دهد. اما تیمار موش‌ها با داروی آدیپونکتین جهت بالا بردن سطح این هورمون در بدن منجر به بهبود عملکرد بافت بیضه، بیان گیرنده‌های انسولین، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو، جذب گلوکز توسط بیضه و سنتز مجدد تستوسترون می‌گردد (۲۳). در راستای تحقیقات انجام شده جهت کاهش مصرف داروهای هورمونی شیمیایی از طریق جایگزین کردن راهکارهای طبیعی، نتایج حاصل از این مطالعه نشان دادند که عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی هر یک به تنهایی و همچنین به‌صورت ترکیبی با هم باعث افزایش سطح آدیپونکتین در بافت چربی موش‌های صحرایی نر گردید. در حالی‌که مصرف داروی تستوسترون تأثیری در افزایش سطح آدیپونکتین بافت چربی نداشت که این امر بیانگر اثربخشی ترکیبات طبیعی نظیر عصاره گرده خرما و همچنین انجام تمرینات مقاومتی بر متعادل سازی سطح هورمون‌ها و تنظیم عملکرد بافت‌هایی نظیر بافت چربی می‌باشد. در همین زمینه، مرتضویان و همکاران با بررسی مطالعات سیستماتیک انجام شده بر روی عصاره گرده خرما گزارش کردند که گرده خرما به دلیل دارا بودن انواع اسید آمینه‌ها و ویتامین‌های مفید بر سیستم تولید مثل و باروری هم مردان و هم زنان تأثیرات مثبتی نشان می‌دهد (۲۴). همچنین، صادقی و همکاران نشان دادند که گرده خرما میزان بیان هورمون‌های جنسی، فاکتورهای دخیل در باروری را در موش‌های صحرایی نر تنظیم کرده و باعث بهبود عملکرد سیستم تولید مثلی حیوانات مورد مطالعه می‌گردد (۲۵). از طرف دیگر، در مطالعات فراوان بر اهمیت نقش تمرینات مقاومتی بر تنظیم متابولیسم بدن، کاهش سطح کلسترول، چربی و گلوکز خون، بهبود عملکرد بافت‌هایی نظیر کبد، بافت چربی و قلب و جهت پیشگیری از بیماری‌های قلبی–عروقی، دیابت نوع ۲، فشار خون و چاقی تأکید شده است (۲۶ و ۲۷). در یک مطالعه، کانگ و همکاران گزارش دادند که انجام تمرینات ورزشی منظم باعث کاهش توده چربی بدن، افزایش سطح آدیپونکتین و کاهش میزان لپتین و در نتیجه کاهش خطر بروز التهاب مزمن و اختلالات متابولیکی در زنان چاق می‌شود (۲۸). همچنین نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر اثر هم‌افزایی

عصاره گرده خرما و تمرینات مقاومتی با هم بر افزایش سطح آدیپونکتین بود که در مطالعات پیشین نیز چنین اثرات هم‌افزایی بین عصاره‌های مختلف و تمرینات ورزشی بر متابولیسم بدن گزارش شده است (۲۹).

به‌طور کلی، نتایج حاصل از این مطالعه بر اهمیت نقش انجام تمرینات مقاومتی در تنظیم متابولیسم بدن، برقراری هومئوستازی آدیپوکین‌های بافت چربی تأکید می‌کنند. همچنین با توجه به اثرات مفید قابل توجه عصاره گرده خرما و تأثیرات مثبت آن بر تنظیم سطح آدیپونکتین در بافت چربی به نظر می‌رسد این ترکیب بتواند به‌عنوان یک مکمل دارویی طبیعی ایمن و دارای عوارض جانبی بسیار کمتر جایگزین داروهای صنعتی موجود گردد و در دسترس بیماران یا افراد کاندید قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمام زحمات همکاران محترم در آزمایشگاه هیستوژنوتک برای یاری رساندن در اتمام این پروژه تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

References

1. Trujillo ME, Scherer PE. Adipose tissue-derived factors: impact on health and disease. Endocrine Reviews 2006;27:762-78. doi: 10.1210/er.2006-0033
2. Scheja L, Heeren J. The endocrine function of adipose tissues in health and cardiometabolic disease. Nature Reviews Endocrinology 2019;15:507-24. doi: 10.1038/s41574-019-0230-6
3. Liu LLaM. Adipose tissue in control of metabolism. Journal of Endocrinology 2016;231:77-99.
4. Dalibor Novotny HVaDKs. Adiponectin: A Perspective Adipose Tissue Marker with Antiinflammatory and Antiaterogenic Potencial 2012.
5. Tumminia A, Vinciguerra F, Parisi M, Graziano M, Sciacca L, Baratta R, et al. Adipose tissue, obesity and adiponectin: role in endocrine cancer risk. Int J Mol Sci 2019;20:2863. doi: 10.3390/ijms20122863
6. Sowers JR. Endocrine functions of adipose tissue: focus on adiponectin. Clinical Cornerstone 2008;9:32-40. doi: 10.1016/S1098-3597(08)60026-5
7. Dutta S, Sengupta P, Biswas A. Adiponectin in male reproduction and infertility. Asian Pacific Journal of Reproduction 2019;8:244-50. doi: 10.4103/2305-0500.268153
8. Grech A, Breck J, Heidelbaugh J. Adverse effects of testosterone replacement therapy: an update on the evidence and controversy. Ther Adv Drug Saf 2014;5:190-200. doi: 10.1177/2042098614548680
9. Waly M. Health Benefits and Nutritional Aspects of Date Palm Pollen. Canadian Journal of Clinical Nutrition 2020;8:1-3. doi: 10.14206/canad.j.clin.nutr.2020.01.01
10. Hassan HMM. Chemical Composition and Nutritional Value of Palm Pollen Grains. Global Journal of Biotechnology and Biochemistry 2011;6:1-7.
11. Bentrad N, Gaceb-Terrak R, Benmalek Y, Rahmania F. Studies on chemical composition and antimicrobial activities of bioactive molecules from date palm (phoenixdactylifera l.) pollens and seeds. Afr J Tradit Complement Altern Med 2017;14:242-56. doi: 10.21010/ajtcam.v14i3.26
12. Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. Current sports medicine reports 2012;11:209-16. doi: 10.1249/JSR.0b013e31825dabb8
13. Nicastro H, Zanchi NE, da Luz CR, Chaves DFS, Lancha AH. An Experimental Model for Resistance Exercise in Rodents. Journal of Biomedicine and Biotechnology 2012;2012:457065. doi: 10.1155/2012/457065
14. Tamura N, Kurabayashi T, Nagata H, Matsushita H, Yahata T, Tanaka K. Effects of testosterone on cancellous bone, marrow adipocytes, and ovarian phenotype in a young female rat model of polycystic ovary syndrome. Fertility and Sterility 2005;84:1277-84. doi: 10.1016/j.fertnstert.2005.06.017
15. Osterberg EC, Bernie AM, Ramasamy R. Risks of testosterone replacement therapy in men. Indian J Urol 2014;30:2-7. doi: 10.4103/0970-1591.124197
16. Després JP, Bouchard C, Savard R, Tremblay A, Marcotte M, Thériault G. The effect of a 20-week endurance training program on adipose-tissue morphology and lipolysis in men and women. Metabolism 1984;33:235-9. doi: 10.1016/0026-0495(84)90043-X
17. Stanford KI, Goodyear LJ. Exercise regulation of adipose tissue. Adipocyte 2016;5:153-62. doi: 10.1080/21623945.2016.1191307
18. Madani P, avandy sm, Haghshenas R, Pakdel A. Combined effect of eight weeks high intensity resistance training with ginger supplementation on waist to hip ratio, body composition and body mass in obese women. Koomesh 2017;19:289-93.
19. Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 2004;89:2548-56. doi: 10.1210/jc.2004-0395
20. Kern PA, Di Gregorio GB, Lu T, Rassouli N, Ranganathan G. Adiponectin Expression From Human Adipose Tissue. Diabetes 2003;52:1779. doi: 10.2337/diabetes.52.7.1779
21. Forny-Germano L, De Felice FG, Vieira MNdN. The Role of Leptin and Adiponectin in Obesity-Associated Cognitive Decline and Alzheimer's Disease. Frontiers in Neuroscience 2019;12. doi: 10.3389/fnins.2018.01027
22. Leisegang K, Sengupta P, Agarwal A, Henkel R. Obesity and male infertility: mechanisms and management. Andrologia 2020;1-14:e13617. doi: 10.1111/and.13617
23. Choubey M, Ranjan A, Bora P, Baltazar F, Martin L, Krishna A. Role of adiponectin as a modulator of testicular function during aging in mice. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease 2018;1865:413-27. doi: 10.1016/j.bbadis.2018.11.019
24. Abdi F, Roozbeh N, Mortazavian AM. Effects of date palm pollen on fertility: research proposal for a systematic review. BMC Res Notes 2017;10:363. doi: 10.1186/s13104-017-2697-3
25. Mehraban F, Jafari M, Akbartabar Toori M, Sadeghi H, Joodi B, Mostafazade M, et al. Effects of date palm pollen (Phoenix dactylifera L.) and astragalus ovinus on sperm parameters and sex hormones in adult male rats. Iran J Reprod Med 2014;12:705-12.
26. Bea JW, Blew RM, Howe C, Hetherington-Rauth M, Going SB. Resistance training effects on metabolic function among youth: a systematic review. Pediatr Exerc Sci 2017;29:297-315. doi: 10.1123/pes.2016-0143
27. Ihalainen JK, Inglis A, Mäkinen T, Newton RU, Kainulainen H, Kyröläinen H, et al. Strength Training Improves Metabolic Health Markers in Older Individual Regardless of Training Frequency. Frontiers in Physiology 2019;10. doi: 10.3389/fphys.2019.00032
28. Park KM, Park SC, Kang S. Effects of resistance exercise on adipokine factors and body composition in pre- and postmenopausal women. J Exerc Rehabil 2019;15:676-82. doi: 10.12965/jer.1938368.184
29. Hamidnezhad Z, Avandi SM, Haghshenas R, Pakdel A. Effect of five weeks circuit resistance training with garlic supplementation on serum levels of adiponectin in over weight female. JMPIR 2017;16:45-57.

Journal of Knowledge & Health
in Basic Medical Sciences 2021; Vol 15, No 4

DOI: 10.22100/jkh.v4i15.2490

Original Article

The Effect of Date Palm Pollen and Resistance Training on Regulation of Adiponectin in Visceral Adipose Tissue of Male Rats

Hassan Matin Homaee (Ph.D.)[1*], Farshad Ghazalian (Ph.D.)[2], Reza Ghasemi Ouzan Olia (M.Sc.)[1]

1- Dept. of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Dept. of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 14 January 2021, **Accepted:** 20 February 2021

Abstract:

Introduction: *In this study, the effect of date palm extract and resistance training on adipose tissue metabolism and adiponectin factor expression in male rats was investigated.*
Methods: *30 male rat were divided into 6 groups: control, resistance training, and treatment with date pollen extract, treatment with testosterone, treatment with date palm extract and resistance training, testosterone treatment and resistance training. Date pollen extract was prepared by ethanolic extraction method and fed to rats by gavage at a dose of 100 mg/kg for four weeks. Testosterone enanthate at a dose of 2 mg/kg was injected subcutaneously daily into the target groups. Evaluations of tissue changes under the influence of treatment with date pollen extract and exercise were performed by staining with hematoxylin and eosin. Finally, the expression changes of adiponectin factor in the studied groups were investigated by real-time PCR.*
Results: *The results of this study showed that the application of combination treatments with date palm extract and performing resistance exercises in terms of histology reduced the number of adipocytes in adipose tissue and increased their diameter compared to the groups receiving each of the treatments. Be alone. Also, the results of genetic evaluations showed that treatment with date pollen extract and performing resistance exercises simultaneously can increase the level of adiponectin factor in adipose tissue of the studied male rats.*
Conclusion: *The results of this study showed that resistance training with treatment with date pollen extract is significantly effective in regulating the body's metabolism and establishing homeostasis of adipose tissue, including adiponectin.*

Keywords: Date palm pollen, Resistance training, Adipose tissue, Adiponectin.

Conflict of Interest: No
***Corresponding author:** H. Matinhomaee, **Email**: hasanmatinhomaee@gmail.com*

Citation: Matin Homaee H, Ghazalian F, Ghasemi Ouzan Olia R. The effect of date palm pollen and resistance training on regulation of adiponectin in visceral adipose tissue of male rats. Journal of Knowledge & Health in Basic Medical Sciences 2021;15(4):51-59.