

تأثیر اوارکتومی و جایگزینی استروژن بر وزن بدن و چربی احشایی موش‌های صحرایی

دکتر پروین بابایی، دکتر ارسلان دمیرچی، فاطمه هنرمند، رحیمه مهدی‌زاده

گروه فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی گیلان، نشانی مکاتبه‌ی نویسندگی مسئول: رشت،

دانشگاه گیلان، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، صندوق پستی ۱۴۳۸، رحیمه مهدی‌زاده؛

e-mail: rahimeh.m@gmail.com

چکیده

مقدمه: کاهش استروژن تخمدان با تغییرات نامطلوب ترکیب بدنی و ذخایر چربی شکمی همراه است که این امر علاوه بر عوارض سوء متابولیک، منجر به تغییر الگوی توزیع چربی بدن می‌شود. مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۷۰ سر موش صحرایی ماده (با میانگین وزن $170/73 \pm 15/82$ گرم) به ۷ گروه ۱۰ تایی شامل یک گروه شاهد، دو گروه شم جراحی، دو گروه اوارکتومی شده، یک گروه اوارکتومی شده با استرادیول و یک گروه اوارکتومی شده‌ی شام تزریق (دریافت‌کننده‌ی حلال استرادیول) تقسیم شدند. ابتدا چربی احشایی گروه شاهد پس از بیهوشی برداشته و توزین شد (پیش‌آزمون). سپس به منظور تعیین اثر اوارکتومی بر وزن بدن و چربی احشایی، دو هفته پس از جراحی یک گروه اوارکتومی شده و یک گروه شم کشته شدند و چربی احشایی آن‌ها نیز توزین گردید. گروه اوارکتومی شده‌ی تیمار شده با استرادیول، ۳۰ میکروگرم ۱۷ بتا- استرادیول والرات به ازای هر کیلو گرم وزن بدن به روش تزریق زیر جلدی به مدت هشت هفته و هفته‌ای پنج روز دریافت کردند و به گروه شاهد تزریق، هم حجم استرادیول، حلال استرادیول تزریق شد. وزن بدن و چربی احشایی تمام گروه‌ها در پایان هشت هفته مورد بررسی قرار گرفت. به منظور ارزیابی تفاوت میانگین وزن بدن و چربی احشایی قبل و بعد از اوارکتومی از آزمون تی همبسته و برای مقایسه بین گروه‌ها از آزمون آنوا استفاده شد. سطح معنی‌داری آماری $P < 0/05$ تعیین شد. یافته‌ها: بین میانگین وزن بدن و چربی احشایی گروه اوارکتومی شده با شم و هم‌چنین بین گروه دریافت‌کننده‌ی استرادیول با گروه شاهد تزریق بعد از دو هفته اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد؛ در حالی‌که ۸ هفته بعد از تزریق استرادیول، بین میانگین وزن بدن و چربی احشایی گروه‌های اوارکتومی شده و شم اختلاف معنی‌دار بود ($p < 0/05$). باوجود کاهش معنی‌دار وزن بدن گروه دریافت‌کننده‌ی استرادیول در مقایسه با گروه شاهد تزریق ($p < 0/05$)، میزان چربی احشایی تفاوت معنی‌داری نشان نداد. نتیجه‌گیری: مدت زمان کاهش استروژن متعاقب حذف تخمدان‌ها، یکی از عوامل مهم و اثرگذار بر افزایش وزن بدن و چربی احشایی است. در این مطالعه، تزریق زیر جلدی استرادیول منجر به کاهش معنی‌دار وزن بدن شد اما تأثیر معنی‌داری بر توده‌ی چربی احشایی نداشت.

واژگان کلیدی: موش صحرایی، اوارکتومی، ۱۷ بتا- استرادیول، وزن بدن، چربی احشایی

دریافت مقاله: ۸۷/۸/۷ - دریافت اصلاحیه: ۸۷/۹/۲۵ - پذیرش مقاله: ۸۷/۹/۳۰

مقدمه

است که ۸۵/۶ سال می‌باشد^۱ با وجود افزایش طول عمر، سن شروع دوره‌ی یائسگی تغییر نکرده و میانگین سن یائسگی حدود ۵۰ سال است. بنابراین، زنان تقریباً یک چهارم از زندگی خود را در شرایطی سپری می‌کنند که به دلیل تغییر عملکرد محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - تخمدان، فعالیت

مطالعه‌ها نشان داده‌اند که امید به زندگی و طول عمر در زنان افزایش یافته‌است.^{۱،۲} بر اساس آخرین یافته‌ها، بالاترین میزان امید به زندگی در سراسر جهان مربوط به زنان ژاپنی

استرادیول چه تأثیری بر تغییرات ایجاد شده در وزن بدن و چربی احشایی موش‌های صحرایی اوارکتومی شده دارد؟

مواد و روش‌ها

۷۰ سر موش صحرایی ماده‌ی ۴ هفته از نژاد ویستار با محدوده‌ی وزنی ۷۰-۸۰ گرم از مرکز تکثیر و پرورش حیوانات آزمایشگاهی انستیتوی رازی تهران تهیه شدند. برای اطمینان از این‌که موش‌ها قبل از سن باروری از موش‌های نر جدا بوده‌اند، در ۴ هفته‌ی به آزمایشگاه حیوانات دانشکده‌ی پزشکی دانشگاه گیلان انتقال یافتند. همه‌ی حیوانات مورد آزمایش در تمام مراحل آزمون، تحت شرایط کنترل دقیق و کامل از نظر جدا بودن از جنس مخالف، رژیم غذایی، درجه‌ی حرارت محیط (22 ± 2 درجه‌ی سانتی‌گراد)، دور بودن از استرس و نور (۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی) در گروه‌های ۵ تایی نگهداری شدند. در تمام مراحل پژوهش حیوانات به غذای مخصوص موش صحرایی و آب آشامیدنی به اندازه‌ی کافی و آزادانه دسترسی داشتند. موازین اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی طبق قوانین مصوب دانشگاه علوم پزشکی گیلان رعایت شد.

در این مطالعه که طرح آزمایشی آن از نوع پیش‌آزمون - پس آزمون با گروه شاهد است، حیوانات در سن یازده هفته‌ی (با میانگین وزن $15/8 \pm 17/0$ گرم) به صورت تصادفی هدفدار و براساس وزن بدن (به روش همتاسازی) در ۷ گروه ۱۰ تایی شامل یک گروه شاهد^۱، دو گروه شمع جراحی شده، دو گروه اوارکتومی شده، یک گروه اوارکتومی شده‌ی تیمار شده با استرادیول و یک گروه اوارکتومی شده‌ی شاهد تزریق (دریافت‌کننده‌ی حلال استرادیول) قرار گرفتند. چربی احشایی گروه شاهد پس از بیهوشی برداشته و وزن شد (پیش‌آزمون). برای تعیین اثر اوارکتومی بر وزن بدن و چربی احشایی، دو هفته پس از جراحی، یک گروه از موش‌های اوارکتومی شده و یک گروه شمع کشته شدند و چربی احشایی آن‌ها استخراج و توزین شد. برای مطالعه‌ی تأثیر استرادیول بر وزن بدن و چربی احشایی، گروه‌های اوارکتومی شده‌ی تیمار شده با استرادیول و دریافت‌کننده‌ی حلال پس از هشت هفته تزریق مورد بررسی قرار گرفتند.

برای انجام اوارکتومی، پس از بیهوشی با کتامین (۵۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و زایلازین (۲۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر)

تخمدان‌ها به تدریج متوقف شده، عملکرد طبیعی هورمون‌های تخمدان مختل می‌شود.^{۳،۴} کاهش استروژن تخمدان که در اوایل یائسگی اتفاق می‌افتد،^{۵،۶} با تغییرات نامطلوب ترکیب بدنی و ذخایر چربی شکمی همراه است.^{۷،۸} این امر علاوه بر عوارض سوء متابولیک، منجر به تغییر الگوی توزیع چربی بدن می‌شود.^{۹-۱۱} افزایش تجمع چربی احشایی پس از یائسگی، عامل خطرزا برای بروز و پیشرفت برخی اختلال‌های متابولیک مانند مقاومت به انسولین، دیس‌لیپیدی، عدم تحمل گلوکز، فشار خون بالا و بیماری‌های قلبی - عروقی به شمار می‌رود.^۷ از این رو، افزایش میزان شیوع بیماری‌های قلبی - عروقی در سنین پس از یائسگی به افزایش چربی احشایی نسبت داده می‌شود.^{۱۲} مطالعه‌ها نشان داده‌اند که استروژن نقش مهمی در تنظیم تکامل بافت چربی و تعیین تعداد آدیپوسیت‌ها دارد.^{۱۳} افزایش بافت چربی محیطی هنگام بلوغ،^{۱۳،۱۴} افزایش تجمع چربی احشایی به دنبال یائسگی و اوارکتومی^{۸،۱۳} و وجود تفاوت‌های جنسی در الگوی توزیع چربی بدن دلالت بر نقش استروژن در تنظیم آدیپوسیت می‌باشد.^{۱۵،۱۶} افزایش توده‌ی چربی در موش‌های فاقد گیرنده‌ی آلفای استروژن و موش‌های فاقد آنزیم آروماتاز نیز نقش تنظیمی استروژن را در توزیع چربی تأیید می‌کند.^{۱۶}

با وجود ارتباط قوی بین افزایش بافت چربی احشایی و بروز اختلال‌های متابولیک در انسان و جوندگان پس از یائسگی و اوارکتومی،^{۱۷} تا کنون مطالعه‌های محدودی به طور اختصاصی تأثیر استروژن را بر چربی احشایی مورد مطالعه قرار داده‌اند و یافته‌های متناقضی در آن‌ها گزارش شده است. از این‌رو با مشاهده‌ی تأثیر استروژن بر متابولیسم بافت چربی احشایی^{۱۴} و نقش استروژن در افزایش بسیج چربی‌ها^{۱۸} و با علم به این‌که سطح استروژن تخمدان (استرادیول) در موش‌های صحرایی ماده و جوان اوارکتومی شده به حداقل کاهش می‌یابد،^{۳،۱۶} تصور می‌شود کاهش استروژن به دنبال اوارکتومی،^{۳،۱۶،۱۹،۲۰} باعث اختلال در متابولیسم چربی‌ها شده، تزریق استروژن مانع تغییر توزیع چربی به سمت چاقی شکمی شود. مطالعه‌ی حاضر با ایجاد شرایط هیپواستروژنی و سپس تزریق غلظتی از استروژن که می‌تواند وزن رحم را در حد طبیعی و سطح استرادیول سرم را بالاتر از حد طبیعی نگه دارد،^{۲۱،۲۲} در صدد رسیدن به پاسخ این سؤال‌ها است که آیا افزایش وزن بدن به دنبال حذف تخمدان‌ها در موش‌های صحرایی جوان با افزایش توده‌ی چربی احشایی همراه است؟ و این‌که جایگزینی

آماري تي همبسته و براي مقايسه‌ي اختلاف ميانگين گروه‌هاي مستقل از آزمون تحليل واريانس يک‌طرفه و پس‌آزمون توکي استفاده شد. همهي عمليات آماري آزمون بر حسب اهداف ويژه‌ي مطالعه با استفاده از نرم‌افزار آماري SPSS نسخه‌ي ۱۵ انجام و سطح معني‌داري آزمون‌ها $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

يافته‌ها

براي تأييد صحت هم‌تاسازي وزن اوليه‌ي بدن در گروه‌هاي مختلف، از آزمون F استفاده شد. يافته‌هاي آزمون نشان داد که بين ميانگين وزن بدن آزمودني‌هاي شش گروه در شروع مطالعه اختلاف معني‌داري وجود ندارد (جدول ۱). يافته‌هاي آزمون تي همبسته نشان داد که وزن بدن در تمام گروه‌ها دو هفته بعد از اوارکتومي به طور معني‌داري افزايش يافت ($p < 0.05$). براساس يافته‌هاي آزمون تحليل واريانس يک طرفه، اختلاف ميانگين وزن بدن بين گروه‌هاي اوارکتومي شده و شم و هم‌چنين بين گروه‌هاي اوارکتومي شده‌ي دريافت کننده استراديول و شاهد تزريق (دو هفته پس از اوارکتومي معني‌دار نبود؛ در حالي‌که اين اختلاف پس از هشت هفته تزريق استراديول معني‌دار بود ($p < 0.05$) (جدول ۱) (نمودار ۱).

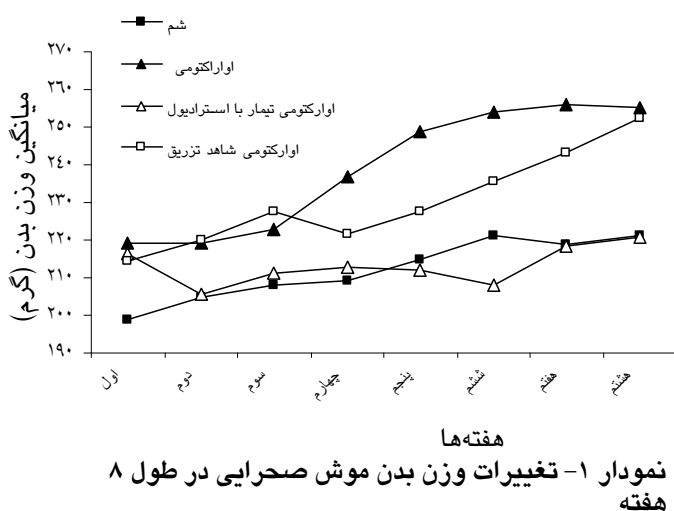
با نسبت حجم ۴ به ۱ به روش تزريق داخل صفاقي، با ايجاد يک برش بر روي پوست و عضله در ناحيه‌ي تحتاني شکم، تخمدان‌ها خارج شدند. پس از حذف تخمدان‌ها ابتدا عضله و سپس پوست بخيه زده شد و حيوان در جاي گرم قرار گرفت تا به هوش بيايد. در حيوانات گروه شم، به منظور از بين بردن اثر احتمالي تزريق داروي بيهوشي و استرس جراحي، مراحل بيهوشي و جراحي به طور دقيق همانند گروه اوارکتومي شده بدون حذف تخمدان‌ها انجام شد.

تزريق استراديول دو هفته پس از اوارکتومي شروع شد.^{۲۲،۲۳} به اين منظور روزانه ۳۰ ميکروگرم ۱۷ بتا - استراديول (E_2) والرات محلول در ۰/۲ ميلي ليتر روغن کنجد به ازاي هر کيلوگرم وزن بدن به صورت زيرجلدي به مدت ۸ هفته (هفته‌اي ۵ روز) به حيوانات گروه تجربي تزريق شد. گروه شاهد تزريق حتمي معادل استراديول، حلال (روغن کنجد) دريافت کردند.

به منظور اندازه گيري چربي احشايي، حفره‌ي شکمي براي برداشتن چربي‌هاي داخل شکم به صورت طولی و بر روي خط وسط شکم برش داده شد. چربي احشايي شامل چربي مزانتري، خلف صفاق، چربي اطراف کليه، اطراف تخمدان و رحم است. توده‌ي چربي مزانتري شامل بافت چربي اطراف مجرای معده - روده‌اي از دريچه‌ي معدي - مروي تا انتهاي رکتوم است، که به صورت طولی همراه با عروق خونی و بافت پيوندی از سراسر روده جدا می‌شود. بافت چربي اطراف دستگاه تناسلي و ادراري شامل بافت چربي اطراف کليه‌ها، ميزناي، مثانه، تخمدان‌ها، رحم، و تنه‌ي رحم و بافت چربي خلف صفاق شامل ذخاير چربي پشت هر کليه و جلوی عضلات کمر است. چربي‌هاي جدا شده بلافاصله پس از جداسازي توزين شد.^{۲۴،۲۵}

وزن تمام موش‌ها دو بار در هفته در ساعت‌هاي خاصي از روز اندازه‌گيري شد. ميانگين دو بار اندازه‌گيري به عنوان وزن هفتگی حيوان در نظر گرفته شد. غذای مصرفی يک بار در هفته اندازه‌گيري و ميانگين غذای مصرفی روزانه بر حسب گرم محاسبه شد. براي اندازه‌گيري وزن بدن، وزن چربي احشايي و مقدار غذای مصرفی از ترازوی دیجيتالي سارتوريوس (ساخت کشور آلمان) با حساسيت ۰/۱ گرم استفاده شد.

لازم به ذکر است که ۲ سر از موش‌ها به دليل عفونت از مطالعه حذف شدند؛ لذا تعداد آزمودني‌ها به ۶۸ سر کاهش يافت. در اين پژوهش براي مقايسه‌ي وزن بدن و چربي احشايي قبل و بعد از اوارکتومي در هر گروه از آزمون



جدول ۱ - میانگین و انحراف معیار وزن بدن آزمودنی‌ها در مراحل مختلف مطالعه

گروه	تعداد	وزن اولیه بدن (گرم)	وزن بدن (گرم)	وزن بدن (گرم)
			دو هفته پس از جراحی	۸ هفته بعد از تزریق استرادیول
شاهد	۱۰	$173/1 \pm 12/0$	-	-
شم ۱	۹	$174/4 \pm 17/2$	$*197/8 \pm 19/1$	-
اوارکتومی شده ۱	۹	$172/2 \pm 20/2$	$*203 \pm 31/2$	-
شم ۲	۱۰	$172/4 \pm 15/1$	$194/4 \pm 15/4$	$221/2 \pm 17/5$
اوارکتومی شده ۲	۱۰	$169/8 \pm 15/9$	$205/2 \pm 22/4$	$\dagger 255/2 \pm 29/4$
اوارکتومی شده‌ی تیمار شده با استرادیول	۱۰	$168/6 \pm 18/7$	$208 \pm 20/2$	$\ddagger 220/8 \pm 20/0$
اوارکتومی شده‌ی شاهد تزریق	۱۰	$167/2 \pm 17/5$	$205/1 \pm 22/3$	$252/3 \pm 32/9$

* تفاوت معنی‌دار وزن اولیه بدن و دو هفته بعد از اوارکتومی؛ † تفاوت معنی‌دار وزن بدن گروه اوارکتومی و شم بعد از ۸ هفته؛ ‡ تفاوت معنی‌دار وزن بدن گروه اوارکتومی شده تیمار شده با استرادیول و شاهد تزریق بعد از ۸ هفته

به دلیل این‌که بین میانگین وزن بدن آزمودنی‌های شش گروه در شروع مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، وزن چربی احشایی موش‌های گروه شاهد، به عنوان پیش آزمون در نظر گرفته شد. یافته‌ها نشان داد دو هفته بعد از اوارکتومی، میانگین چربی احشایی دو گروه اوارکتومی شده و شم نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری داشت ($p < 0.05$) اما اختلاف میانگین چربی احشایی بین گروه‌های شم و اوارکتومی شده، معنی‌دار نبود (جدول ۲). یافته‌های

آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد بعد از ۸ هفته، وزن چربی احشایی گروه اوارکتومی نسبت به شم به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p < 0.05$)؛ ولی اختلاف میانگین چربی احشایی گروه‌های اوارکتومی دریافت‌کننده‌ی استرادیول و شاهد تزریق معنی‌دار نبود (جدول ۲). نمودار ۲، نشان می‌دهد که بین میانگین غذای مصرفی روزانه گروه‌ها در طول هشت هفته تزریق استرادیول تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

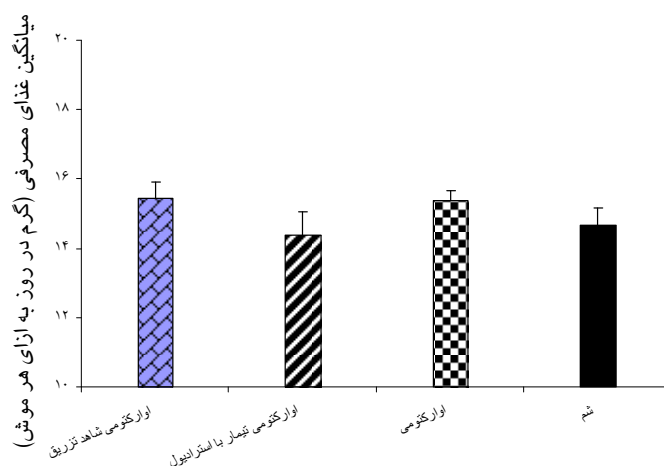
جدول ۲ - میانگین و انحراف معیار وزن چربی احشایی آزمودنی‌ها در مراحل مختلف مطالعه

گروه	تعداد	وزن اولیه‌ی چربی احشایی (گرم)	وزن چربی احشایی (گرم)	وزن چربی احشایی (گرم)
			دو هفته پس از جراحی	بعد از ۸ هفته تزریق استرادیول
شاهد	۱۰	$5/7 \pm 1/2$	-	-
شم ۱	۹	-	$*7/7 \pm 1/9$	-
اوارکتومی شده ۱	۹	-	$*8/4 \pm 2/4$	-
شم ۲	۱۰	-	-	$8/4 \pm 2/7$
اوارکتومی شده ۲	۱۰	-	-	$\dagger 10/8 \pm 2/0$
اوارکتومی شده‌ی تیمار شده با استرادیول	۱۰	-	-	$10/2 \pm 1/8$
اوارکتومی شده‌ی شاهد تزریق	۱۰	-	-	$10/4 \pm 3/4$

* تفاوت معنی‌دار وزن چربی احشایی قبل و دو هفته بعد از اوارکتومی؛ † تفاوت معنی‌دار وزن چربی احشایی در گروه اوارکتومی شده و شم بعد از ۸ هفته

افزایش چربی احشایی به دنبال کاهش استروژن هستند، مطابقت دارد.^{۱۵،۱۶،۲۲} وانگ و همکاران (۲۰۰۴) و آزمان و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که اوارکتومی باعث تحریک هیپرتروفی آدیپوسیت‌ها و افزایش سطح فاکتور رشد اپیدرمال^۱ می‌شود. براساس مطالعه‌ی آن‌ها این عوامل در تحریک چاقی موش‌های صحرایی اوارکتومی شده مؤثرند. آن‌ها همچنین، دریافتند که بیان ژن گیرنده‌های استروژن و تعداد این گیرنده‌ها در بافت چربی بعد از اوارکتومی افزایش می‌یابد.^{۱۹،۲۰} با وجود این‌که بافت چربی، به ویژه چربی احشایی محل اصلی تولید استروژن پس از یائسگی است،^۵ این افزایش تولید استروژن در زنان یائسه با سن بالا مشاهده می‌شود.^{۱۵} بر این اساس احتمالاً میزان استروژن تولید شده در بافت چربی موش‌های صحرایی جوان اوارکتومی شده به دلیل ناچیز بودن، قادر به جایگزینی استروژن تخمدانی نخواهد بود.

در بخش دیگر، تأثیر استروژن بر وزن بدن و چربی احشایی موش‌های صحرایی اوارکتومی شده بررسی شد. همان‌طور که پیش از این اشاره شد، برخی مطالعه‌ها نشان داده‌اند که افزایش وزن بدن بعد از اوارکتومی با افزایش توده‌ی چربی به ویژه چربی احشایی همراه است.^{۱۵،۱۶،۲۲} بنابراین، فرض که تزریق استروژن می‌تواند باعث کاهش وزن بدن و چربی احشایی شود، دور از انتظار نیست. در مطالعه‌ی حاضر، تزریق استرادیول به مدت هشت هفته موجب کاهش معنی‌دار وزن بدن گروه دریافت‌کننده‌ی استرادیول در مقایسه با گروه شاهد تزریق شد ($p < 0.05$)؛ در حالی‌که کاهش معنی‌داری در چربی احشایی مشاهده نشد. اگرچه استفاده از هورمون درمانی جایگزینی بعد از یائسگی در بیشتر مطالعه‌های انسانی از تغییر توزیع چربی به سمت چاقی شکمی پیشگیری می‌کند،^{۲۷،۲۸} با این حال یافته‌های متناقضی از این مطالعه‌ها گزارش شده است.^{۲۹،۳۰} تناقض در یافته‌ها به عواملی مانند سن، طول مدت یائسگی و نمایه‌ی توده‌ی بدن، نوع و طول دوره‌ی درمان، مقدار دارو و متدولوژی ارزیابی چربی احشایی بستگی دارد. مطالعه روی جوندگان نشان داده است که تزریق استرادیول مانع افزایش آدیپوسیت موش‌های صحرایی اوارکتومی می‌گردد.^{۱۳} دئون و همکاران (۲۰۰۵) نیز در مطالعه‌ی موش‌های صحرایی اوارکتومی کاهش بافت چربی احشایی و اندازه‌ی



نمودار ۲- میانگین غذای مصرفی در مدت هشت هفته

بحث

در بخش اول این مطالعه تأثیر اوارکتومی بر وزن بدن و توده‌ی چربی احشایی بررسی شد. ارزیابی چربی احشایی دو هفته پس از اوارکتومی نشان داد کاهش استروژن به دنبال اوارکتومی در مدت دو هفته موجب افزایش وزن بدن و چربی احشایی در گروه اوارکتومی شده نسبت به گروه شام شد؛ اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. مطالعه‌های انجام شده‌ی قبلی کاهش سطح استروژن پلاسما را به دنبال حذف تخمدان‌ها تأیید می‌کنند.^{۳،۱۶،۱۹،۲۰} براساس مطالعه‌های ما تاکنون در بررسی‌ها انجام شده، وزن چربی احشایی دو هفته پس از اوارکتومی گزارش نشده است. شاید استفاده از روش تهاجمی برای ارزیابی چربی احشایی، دلیل این محدودیت باشد. در این روش که برای اندازه‌گیری چربی احشایی جوندگان متداول است،^{۲۴،۲۵} بر خلاف سایر روش‌ها (CT اسکن و DEXA)، امکان ارزیابی چربی احشایی در مراحل مختلف پژوهش وجود ندارد. این در حالی است که یافته‌های ما درباره‌ی افزایش وزن بدن دو هفته پس از اوارکتومی با یافته‌های سایر پژوهشگران همخوانی دارد.^{۲۰،۲۶} ارزیابی مجدد وزن بدن و چربی احشایی پس از هشت هفته نشان داد میانگین وزن بدن و چربی احشایی گروه اوارکتومی شده نسبت به گروه شام افزایش معنی‌داری داشت ($p < 0.05$). این یافته با مطالعه‌های متعددی که نشان‌دهنده‌ی

آدیپوسیت‌ها را به دنبال دریافت استرادیول مشاهده کردند. آن‌ها دریافتند سرعت لیپولیز آدیپوسیت‌ها و تنظیم کاهشی ژن‌های مرتبط با آن (مانند لیپوپروتئین لیپاز) در بافت چربی داخل شکم پس از تزریق استرادیول افزایش می‌یابد. آن‌ها همچنین نشان دادند استرادیول منجر به تنظیم افزایشی آنزیم لیپوپروتئین لیپاز و گیرنده‌ی تکثیرکننده - فعال شده‌ی پراکسی زوم γ (PPAR γ)^۱ در عضلات می‌شود. به این ترتیب با افزایش سرعت اکسیداسیون چربی و سرعت لیپولیز آدیپوسیت‌ها، چربی به عنوان منبع اصلی سوخت بدن مورد استفاده قرار می‌گیرد.^{۳۱} در این راستا تکرف و همکاران (۲۰۰۴) کاهش قابل توجه سطح هورمون‌های تخمدان را در افزایش اندازه‌ی سلول‌ها، سرعت لیپولیز و فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز در بافت چربی احشایی مؤثر می‌دانند و معتقدند ارتباط این متغیرها با هورمون‌های تخمدان مستقل از سن و افزایش توده چربی احشایی است.^{۳۴} در مطالعه‌ی چویی و همکاران (۲۰۰۵) نیز که مقدار و مدت زمان دریافت استروژن با مطالعه‌ی حاضر مشابه بود، تزریق استرادیول به روش داخل صفاقی باعث کاهش چربی احشایی در موش‌های اوارکتومی شده گردید.^{۳۲} عدم کاهش معنی‌دار وزن چربی احشایی در مطالعه‌ی ما احتمالاً با روش تزریق استرادیول ارتباط دارد؛ زیرا نتیجه‌ی مطالعه‌ی بر روی نمونه‌های انسانی نیز نشان داد که تزریق زیر جلدی استروژن تأثیری بر توده‌ی چربی بدن ندارد.^{۳۰}

در این پژوهش بین میانگین غذای مصرفی گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این در حالی

است که آنبیندر و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش خود افزایش جذب غذا را به دنبال اوارکتومی گزارش نمودند.^۳ در این راستا ملی و همکاران (۲۰۰۴) نیز بیان کردند که نوروپیتید Y هیپوتالاموسی به دنبال کاهش استروژن افزایش می‌یابد و افزایش این پپتید باعث افزایش مصرف غذا و کاهش هزینه انرژی می‌شود.^{۱۶} با توجه به یکسان بودن میزان غذای مصرفی گروه‌ها، می‌توان افزایش چربی احشایی را در موش‌های صحرایی اوارکتومی شده به کاهش سطح استروژن نسبت داد؛ اگرچه سازوکار ارتباط بین افزایش چربی احشایی و کاهش سطح استروژن هنوز به طور کامل شناخته نشده است.^{۱۶}

بنا بر یافته‌های این مطالعه، طول مدت زمان کاهش استروژن متعاقب حذف تخمدان‌ها، یکی از عوامل مهم و اثرگذار بر افزایش وزن بدن است و افزایش وزن بدن با تجمع زیاد چربی احشایی همراه است. در این مطالعه، باوجود یکسان بودن میانگین مقدار غذای مصرفی گروه‌های مورد آزمایش، تزریق استرادیول، منجر به کاهش معنی‌دار وزن بدن شد، مقدار چربی احشایی که به دنبال اوارکتومی افزایش یافته بود با جایگزینی استرادیول کاهش نیافت. بنابراین، کاهش وزن بدن در اثر جایگزینی استرادیول، به دلیل کاهش چربی احشایی نیست. انجام مطالعه‌های کامل‌تر درباره‌ی نقش بافت چربی به عنوان یک اندام اندوکرین در تنظیم تعادل انرژی، همزمان با بررسی تأثیر مقادیر مختلف استرادیول و روش‌های دریافت آن بر وزن چربی احشایی، ضرورت به نظر می‌رسد.

i- Peroxisome Proliferator-activated Receptor γ

References

1. Nakamura E, Miyao K. Sex differences in human biological aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008; 63: 936-44.
2. Harper S, Lynch J, Burris S, Davey Smith G. Trends in the black-white life expectancy gap in the United States, 1983-2003. *JAMA* 2007; 297: 1224-32.
3. Anbinder A, Prado MA, Spalding M, Balducci I, Carvalho YR, Rocha RF. Estrogen Deficiency and periodontal Condition in Rats - A Radiographic and Macroscopic Study. *Braz Dent J* 2006; 17: 201-7.
4. Smith RG, Betancourt L, Sun Y. Molecular Endocrinology and Physiology of the Aging Central Nervous System. *Endocr Rev* 2005; 26: 203-50.
5. Tchernof A, Poehlman ET, Despres JP. Body fat distribution, the menopause transition, and hormone replacement therapy. *Diabetes & Metab.* 2000; 26: 12-20.
6. Sites CK, L'Hommedieu GD, Toth MJ, Brochu M, Cooper BC, Fairhurst PA. The effect of hormone replacement therapy on body composition, body fat distribution, and insulin sensitivity in menopausal women: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 2701-7.
7. Gabriely I, Ma XH, Yang XM, Atzmon G, Rajala MW, Berg AH, et al. Removal of Visceral Fat Prevents Insulin Resistance and Glucose Intolerance of Aging. An Adipokine-Mediated Process? *Diabetes* 2002; 51: 2951-8.
8. Piche ME, Weisnagel SJ, Corneau L, Nadeau A, Bergeron J, Lemieux S. Contribution of abdominal visceral obesity and insulin resistance to the cardiovascular risk profile of postmenopausal women. *Diabetes* 2005; 54: 770-7.
9. Toth MJ, Tchernof A, Sites CK, Poehlman ET. Effect of menopausal status on body composition and abdominal fat

- distribution. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24: 226-31.
10. Chu MC, Cospier P, Nakhuda GS, Lobo RA. A comparison of oral and transdermal short-term estrogen therapy in postmenopausal women with metabolic syndrome. *Fertil Steril* 2005; 86: 1669-75.
 11. Koh-Banerjee P, Chu NF, Spiegelman D, Rosner B, Colditz G, Willett W, et al. Prospective study of the association of changes in dietary intake, physical activity, alcohol consumption, and smoking with 9-y gain in waist circumference among 16587 US men. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 719-27.
 12. Chu MC, Cospier P, Orio F, Carmina E, Lobo RA. Insulin resistance in postmenopausal women with metabolic syndrome and the measurements of adiponectin, leptin, resistin, and ghrelin. *Am J Obstet Gynecol* 2006; 194: 100-4.
 13. Cooke PS, Naaz A. Role of Estrogens in Adipocyte Development and Function. *Exp Biol Med* (Maywood) 2004; 229: 1127-35.
 14. Tchernof A, Desmeules A, Richard C, Laberge P, Daris M, Mailloux J, et al. Ovarian hormone status and abdominal visceral adipose tissue metabolism. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89: 3425-30.
 15. Turgeon JL, Carr MC, Maki PM, Mendelsohn ME, Wise PM. Complex Actions of Sex Steroids in Adipose Tissue, the Cardiovascular System, and Brain: Insights from Basic Science and Clinical Studies. *Endocr Rev* 2006; 27: 575-605.
 16. Meli R, Pacilio M, Raso GM, Esposito E, Coppola A, Nasti A, et al. Estrogen and raloxifene modulate leptin and its receptor in hypothalamus and adipose tissue from ovariectomized rats. *Endocrinology* 2004; 145: 3115-21.
 17. Freedland ES. Role of a critical visceral adipose tissue threshold (CVATT) in metabolic syndrome: implications for controlling dietary carbohydrates: a review. *Nutr Metab (Lond)* 2004; 1: 12.
 18. Ashley CD, Kramer ML, Bishop P. Estrogen and substrate metabolism: a review of contradictory research. *Sports Med* 2000; 29: 221-7.
 19. Azman A, Khalid BAK, Ima-nirwana S. The effects of vitamin E on bodyweight and fat mass in intact and ovariectomized female rats. *Med J Islam Acad Sci* 2001; 14: 125-38.
 20. Wang JF, Guo YX, Niu JZ, Liu J, Wang LO, Li PH. Effects of Radix Puerariae flavones on liver lipid metabolism in ovariectomized rats. *World J Gastroenterol* 2004; 10: 1967-70.
 21. Kimble RB, Srivastava S, Ross FP, Matayoshi A, Pacifici R. Estrogen Deficiency Increases the Ability of Stromal Cells to Support Murine Osteoclastogenesis via an Interleukin-1- and Tumor Necrosis Factor-mediated Stimulation of Macrophage Colony-stimulating Factor Production. *J Biol Chem* 1996; 271: 28890-7.
 22. Choi SB, Jang JS, Park S. Estrogen and Exercise May Enhance β -Cell Function and Mass via Insulin Receptor Substrate 2 Induction in Ovariectomized Diabetic Rats. *Endocrinology* 2005; 146: 4786-94.
 23. Owens JW, Ashby J. Critical review and evaluation of the uterotrophic bioassay for the identification of possible estrogen agonists and antagonists: in support of the validation of the OECD uterotrophic protocols for the laboratory rodent. Organisation for Economic Co-operation and Development. *Crit Rev Toxicol* 2002; 32: 445-520.
 24. Nilsson C, Swolin-Eide D, Ohlsson C, Eriksson E, Ho H-P, Björntorp P, et al. Reductions in adipose tissue and skeletal growth in rat adult offspring after prenatal leptin exposure. *J Endocrinol* 2003; 176: 13-21.
 25. Wolden-Hanson T, Mitton DR, MCCants RL, Yellon SM, Wilkinson CW, Matsumoto AM, et al. Daily Melatonin Administration to Middle-Aged Male Rats Suppresses Body Weight, Intraabdominal Adiposity, and Plasma Leptin and Insulin Independent of Food Intake and Total Body Fat. *Endocrinology* 2000; 141: 487-97.
 26. Yoneda N, Saito S, Kimura M, Yamada M, Iida M, Murakami T, et al. The influence of ovariectomy on ob gene expression in rats. *Horm Metab Res* 1998; 30: 263-5.
 27. Sites CK, Brochu M, Tchernof A, Poehlman ET. Relationship between hormone replacement therapy use with body fat distribution and insulin sensitivity in obese postmenopausal women. *Metabolism* 2001; 50: 835-40.
 28. Haarbo J, Marslew U, Gotfredsen A, Christiansen C. Postmenopausal hormone replacement therapy prevents central distribution of body fat after menopause. *Metabolism* 1991; 40: 1323-6.
 29. Ryan AS, Nicklas BJ, Berman DM. Hormone Replacement Therapy, Insulin Sensitivity, and Abdominal Obesity in Postmenopausal Women. *Diabetes* 2002; 51: 127-33.
 30. dos Reis CM, de Melo NR, Meirelles ES, Vezozzo DP, Halpern A. Body composition, visceral fat distribution and fat oxidation in postmenopausal women using oral or transdermal oestrogen. *Maturitas* 2003; 46: 59-68.
 31. D'Eon TM, Souza SC, Aronovitz M, Obin MS, Fried SK, Greenberg AS. Estrogen regulation of adiposity and fuel partitioning: Evidence of genomic and non-genomic regulation of lipogenic and oxidative pathways. *J Biol Chem* 2005; 280: 35983-91.

Original Article

The Effect of Ovariectomy and Estrogen Replacement on Body Weight and Visceral Adipose Tissue in Rats

Babaei P, Damirchi A, Honarmand F, Mehdizadeh R

Department of Physiology, Guilan University of Medical Sciences, I.R.Iran

e-mail: rahimeh.m@gmail.com

Abstract

Introduction: Estrogen deficiency is associated with unfavorable changes in body composition and abdominal fat deposition. The consequences of these changes lead to metabolic abnormalities and differential fat distribution. **Materials and Methods:** Seventy female Wistar rats (weight: 170.73 ± 15.82 gr; mean $\pm$ SD) were divided into 7 groups: Intact (one group), sham (two groups), ovariectomized (two groups), ovariectomized, receiving estradiol valerate (one group) and ovariectomized, receiving sesame oil (one group). The intact rats were anesthetized and visceral fat was then taken from the abdominal cavity and weighed immediately. Two weeks after operation, one group of ovariectomized rats and one group of sham rats were sacrificed and visceral fat was measured. The estradiol receiving ovariectomized group and vehicle group were given equal volumes of 17β -estradiol ($30 \mu\text{g/kg}$, sc, 5 d/wk) and sesame oil for 8 weeks, respectively. After 8 weeks, all animals were sacrificed and intra-abdominal fat depots were dissected and weighed. Data were analyzed with one-way ANOVA and post-hoc and using paired t test. The differences were considered significant at $P < 0.05$. **Results:** After two weeks of surgery, the ovariectomized rats showed insignificant increase in body weight and visceral fat weight, whereas, after eight weeks, body weight increased significantly in ovariectomized rats ($P < 0.05$). Estradiol replacement decreased body weight and visceral fat weight, however this decrease was only significant in body weight ($P < 0.05$). **Conclusion:** The results indicate that estrogen deficiency following ovariectomy leads to increase in both body weight and visceral fat, showing that replacement of this hormone could decrease body weight without affecting visceral fat.

Keywords: Rat, Ovariectomy, 17β -estradiol, Body weight, Visceral fat