

بررسی اثر گنادکتومی و تجویز طولانی مدت تستوسترون بر غده فوق کلیوی خرگوش‌های نر

علی پرچمی^۱ و رحمت‌الله فتاحیان‌دهکردی^۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۰

خلاصه

هدف از این مطالعه بررسی اثر گنادکتومی و تجویز طولانی مدت تستوسترون پروپیونات بر ساختار هیستومورفومتریک غده فوق کلیوی در خرگوش‌های نر بود. ۱۵ خرگوش نر بالغ به گروه کنترل، گروه گنادکتومی شده و گروه گنادکتومی شده که با تستوسترون درمان شده، تقسیم شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که پس از گنادکتومی، تغییرات مورفولوژیکی قابل توجهی در شکل ظاهری و آرایش سلول‌های ناحیه گلمرولوزا مشاهده نشد، لیکن سلول‌های نواحی رتیکولاریس و فاسیکولاتا در گروه گنادکتومی شده در مقایسه با گروه کنترل، حجیم‌تر شده و بزرگ‌تر به نظر می‌رسند. گنادکتومی سبب افزایش معنی‌دار حجم کلی غده فوق کلیوی شده بود ($P < 0.05$). در مقایسه با گروه کنترل، این افزایش حجم تنها در نواحی فاسیکولاتا و رتیکولاریس از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$). میانگین حجم سلول‌ها و میانگین حجم هسته آنها در گروه گنادکتومی شده نسبت به گروه کنترل در هر سه ناحیه مورد مطالعه افزایش یافته اما این افزایش تنها در نواحی فاسیکولاتا و رتیکولاریس از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$). تعداد و درصد توزیع سلول‌ها در هیچ یک از نواحی مورد مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری با گروه شاهد نشان نداد ($P > 0.05$). تزریق طولانی مدت تستوسترون پروپیونات به گروه گنادکتومی شده به طور کامل سبب بازگشت تغییرات ساختاری مشاهده شده به حالت طبیعی شده، به گونه‌ای که هیچ یک از پارامترهای مورد مطالعه در گروه گنادکتومی شده‌ای که هورمون دریافت کرده‌اند، تفاوت آماری معنی‌داری با گروه شاهد نشان ندادند ($P > 0.05$).

کلمات کلیدی: گنادکتومی، غده فوق کلیوی، خرگوش، تستوسترون

مقدمه

گیرنده‌های هورمون‌های استروئیدی در غده فوق کلیوی یافت شده (۶ و ۷) و نقش تنظیمی این هورمون‌ها بر کارکرد بخش قشری این غده نیز به اثبات رسیده است (۳). در موش‌های صحرایی نر، گنادکتومی سبب هیپرتروفی آشکار قشر غده فوق کلیوی می‌شود (۱۰). در هامستر آندروژن‌ها نقش تحریکی بر رشد و ظرفیت استروئیدزایی غده فوق کلیوی نشان داده و اثرات هورمون‌های گنادی بر غده فوق کلیوی به نوسانات هورمون محرک قشر غده فوق کلیوی که از هیپوفیز ترشح می‌شوند، وابسته نیست (۹). در مطالعه دیگری که به وسیله Bandyopadhyay و Chakraborty (۲۰۱۰) انجام شد، آشکار شد که در موش‌های آزمایشگاهی نر

غده فوق کلیوی که با کپسولی از جنس بافت پیوندی نامنظم متراکم در بر گرفته شده، از دو بخش مجزا تشکیل شده است: قشر خارجی و مدولای داخلی. قشر غده به سه ناحیه مشخص از سلول‌های اپیتلیومی تقسیم شده است. خارجی‌ترین ناحیه که ناحیه گلمرولوزا نامیده می‌شود از توده‌ها و طناب‌های نامنظم سلولی تشکیل شده است. ناحیه فاسیکولاتا که عریض‌ترین ناحیه در قشر غده فوق کلیوی است، از طناب‌هایی از سلول‌های مکعبی یا استوانه‌ای با آرایش شعاعی تشکیل شده است و ناحیه رتیکولاریس از طناب‌های سلولی‌ای تشکیل شده‌اند. شکل این سلول‌ها به شکل سلول‌های ناحیه فاسیکولاتا شباهت داشته اما هسته و سیتوپلاسم آنها تیره‌تر است (۱۲).

(نویسنده مسئول)

E-mail: Parchami431@yahoo.com

^۱ استادیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد

^۲ استادیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد

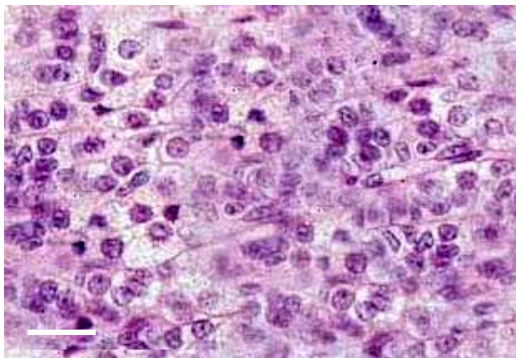
بالغ، گنادکتومی اثرات تحریکی معنی‌داری بر غده فوق‌کلوی بر جای گذاشته و سبب افزایش چشم‌گیر در اندازه هسته سلول‌ها در سرتاسر قشر غده و افزایش فعالیت فیزیولوژیکی غده می‌شود (۲). در موش‌های صحرایی ماسه‌زی (*Psammomys obesus*)، گنادکتومی سبب افزایش وزن، محتوای DNA و RNA و پروتئین‌سازی، افزایش چشم‌گیر در میزان کلسترول و لیپیدهای تام و افزایش محتوای گلوکز و کربوهیدرات‌های تام در قشر غده فوق‌کلوی می‌شود (۴). قطر هسته‌ها و سلول‌های هر سه ناحیه گومرولوزا، فاسیکولاتا و رتیکولاریس، در موش‌های صحرایی نر با تجویز دوزهای بالای تستوسترون افزایش می‌یابد (۱).

از آنجایی که تا کنون هیچ گزارشی درباره نقش آندروژن‌ها بر غده فوق‌کلوی در خرگوش‌های نر منتشر نشده است، این پژوهش به بررسی نقش تستوسترون بر ساختار هیستومورفومتریک سلول‌های تشکیل‌دهنده نواحی گوناگون قشر غده فوق‌کلوی در خرگوش‌های نر پرداخته و نتایج حاصل از این مطالعه با سایر گونه‌های حیوانی مورد مقایسه قرار گرفته است.

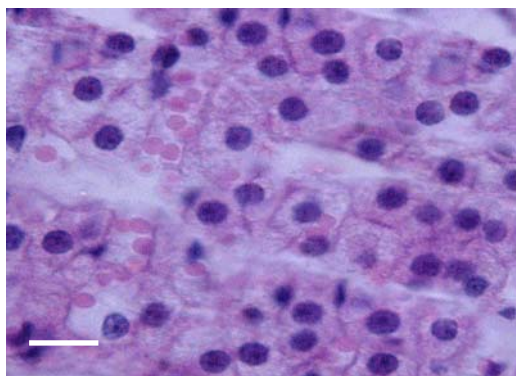
مواد و روش کار

تعداد ۱۵ عدد خرگوش سفید نیوزلندی نر ۹ ماهه (با میانگین وزن ۳/۳-۳/۷ کیلوگرم) در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. حیوانات در شرایط طبیعی محیط آزمایشگاه در قفس‌های فلزی قرار گرفته و به طور آزاد با جبه‌های غذایی مورد استفاده در تغذیه جوندگان آزمایشگاهی و آب تغذیه می‌شدند. آنها به طور تصادفی در ۳ گروه پنج‌تایی توزیع شدند. در دو گروه، تحت بی‌هوشی با کتامین (با دوز ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن) عمل جراحی برداشت بیضه‌ها به صورت دو طرفه انجام گرفت. در گروه سوم برای اعمال استرس جراحی، تنها کیسه بیضه باز شده و پس از دستکاری جزئی، به طور مجدد بخیه شد. یک ماه پس از برداشت بیضه‌ها به یکی از گروه‌های گنادکتومی شده، با فواصل زمانی دو

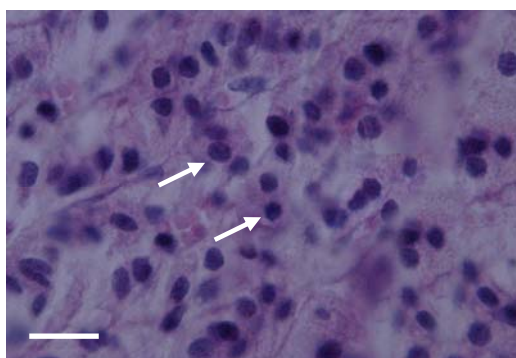
هفته‌ای ۰/۵ میلی‌لیتر تستوسترون به صورت داخل ماهیچه‌ای تزریق گردید. دو ماه بعد، همه حیوانات تحت بی‌هوشی عمیق با کتامین قرار گرفته و به روش تزریق رگی، با تزریق فرمالین بافر از راه بطن چپ، کل بدن تثبیت شد. پس از اطمینان از نفوذ فرمالین کافی در بافت‌ها، حفره شکمی به طور کامل باز شد تا غده فوق‌کلوی در معرض قرار گیرد. سپس غده‌ها با تشریح دقیق بافتی از بدن خارج شده و با استفاده از ترازوی دیجیتال (kern 440-35n)، وزن آنها محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری حجم غدد از روش جابجایی آب و جهت اطمینان، از روش محاسبه حجم با استفاده از حاصل ضرب وزن غده (w) در وزن مخصوص (γ) استفاده شد (۵). سپس بلافاصله از نواحی مشابهی از غده در تمامی حیوانات، قطعات بافتی به ابعاد حدود ۰/۵ میلی‌متر جدا شده و فوراً در محلول فرمالین بافر ۱۰ درصد، غوطه‌ور شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت و اطمینان از تثبیت کامل، نمونه‌ها از فرمالین خارج شده و با انجام مراحل متداول آماده‌سازی بافتی با دستگاه آماده‌سازی خودکار، قالب‌های بافتی پارافینی از آنها تهیه شد. از هر قالب، ۱۰ اسلاید بافتی تهیه شد و با استفاده از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شدند. با استفاده از میکروسکوپ نوری و نرم‌افزار رایانه‌ای Image-Pro-Plus علاوه بر شمارش تفریقی سلول‌های هر ناحیه و محاسبه درصد آنها در قشر غده در هر سه ناحیه بافتی مورد مطالعه، تعداد نقاط منطبق بر ساختارهای مورد مطالعه در مقطع بافتی و تعداد نقاط منطبق شده بر کل مساحت مقطع بافتی غده، شمارش شد. ابتدا مساحت نسبی (A_A) با استفاده از نسبت تعداد نقاط ساختار مورد نظر (\bar{a}) بر تعداد نقاط کل مقطع بافتی (A) به دست آمد. سپس حجم نسبی نواحی گومرولوزا، فاسیکولاتا و رتیکولاریس و درصد حجمی سلول‌ها و هسته‌های آنها از اصل دلس^۱ و رابطه $V_V = A_A$ محاسبه گردید. از حاصل ضرب حجم نسبی هر پارامتر در



تصویر ۲: ساختار میکروسکوپی ناحیه فاسیکولاتا در قشر غده فوق کلیوی گروه کنترل. سلول‌های تشکیل دهنده این ناحیه دارای آرایش شعاعی می‌باشند، (H&E)، (bar=۱۰ میکرومتر).



تصویر ۳: ساختار میکروسکوپی ناحیه فاسیکولاتا در قشر غده فوق کلیوی گروه گنادکتومی شده. به افزایش آشکار حجم سلول‌ها و حجم هسته آنها نسبت به گروه کنترل توجه گردد، (H&E)، (bar=۱۰ میکرومتر).



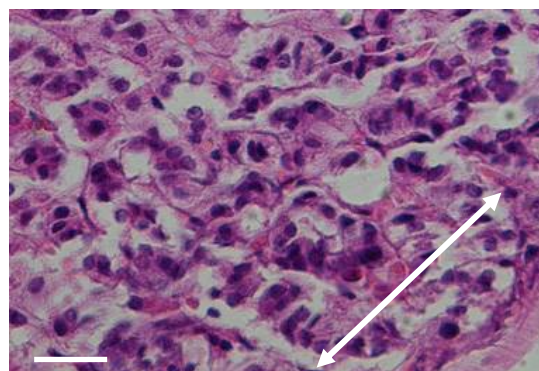
تصویر ۴: ساختار میکروسکوپی ناحیه رتیکولاریس در قشر غده فوق کلیوی گروه کنترل. به تیره بودن سیتوپلاسم سلول‌ها و هسته آنها (فلش‌ها) توجه گردد، (H&E)، (bar=۱۰ میکرومتر).

حجم مطلق غده فوق کلیوی، حجم کلی به دست آمد و برای هر کدام از پارامترها جداگانه لحاظ گردید (۵). یافته‌های حاصل با استفاده از روش آماری One way ANOVA و تست توکی در سطح $p < 0.05$ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهند که ساختار بافتی قشر غده فوق کلیوی در خرگوش به سایر گونه‌های جوندگان شباهت داشته و از ۳ لایه گلومرولوزا، فاسیکولاتا و رتیکولاریس تشکیل شده است (تصاویر ۱، ۲ و ۴).

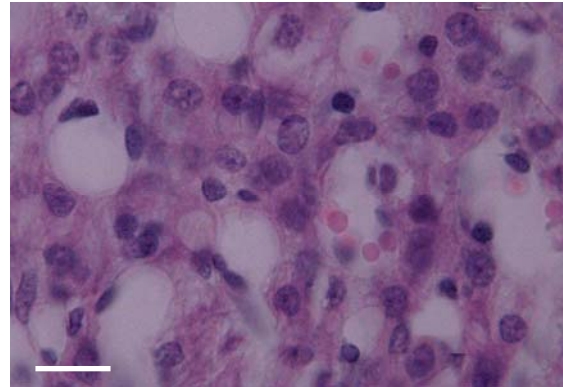
متعاقب گنادکتومی، تغییر مورفولوژیکی مشخصی در شکل ظاهری و آرایش سلول‌های ناحیه گلومرولوزا دیده نشد (تصویر ۱). اما سلول‌های نواحی رتیکولاریس و فاسیکولاتا حجیم‌تر شده و بزرگ‌تر به نظر می‌رسند (تصاویر ۳ و ۵). فراوانی واکوئل‌های لیپیدی در سلول‌های ناحیه فاسیکولاتا از فراوانی این واکوئل‌ها در سلول‌های این ناحیه در گروه کنترل بیشتر است. ویژگی‌های مورفولوژیکی سلول‌ها در سه ناحیه مورد مطالعه در گروه گنادکتومی شده‌ای که هورمون دریافت کرده‌اند، تفاوت آشکاری با گروه شاهد نشان نمی‌دهد.



تصویر ۱: ساختار میکروسکوپی ناحیه گلومرولوزا در قشر غده فوق کلیوی گروه کنترل. به طناب‌های قوسی شکل (فلش) توجه گردد، (H&E)، (bar=۲۵ میکرومتر).

یافته‌های هیستومتری حاصل از مطالعه حاضر در جدول ۱ فهرست شده‌اند.

چنانکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود، گنادکتومی سبب افزایش معنی‌دار حجم کلی غده فوق کلیوی شده است ($P < 0/05$). افزایش حجم غده در ناحیه گلومرولوزا از نظر آماری معنی‌دار نبوده ($P > 0/05$) اما در نواحی فاسیکولاتا و رتیکولاریس معنی‌دار است ($P < 0/05$). به بیان دیگر افزایش حجم غده فوق کلیوی متعاقب گنادکتومی در خرگوش‌های نر بالغ به طور عمده به افزایش حجم نواحی فاسیکولاتا و رتیکولاریس مربوط بوده و افزایش حجم ناحیه گلومرولوزا تأثیر چندانی در افزایش حجم کلی غده ندارد.



تصویر ۵: ساختار میکروسکوپی ناحیه رتیکولاریس در قشر غده فوق کلیوی گروه گنادکتومی شده. حجم هسته و سلول‌های ناحیه رتیکولاریس نسبت به گروه کنترل تغییر یافته است، (H&E)، ($10 \mu\text{m} = \text{bar}$ میکرومتر).

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار پارامترهای هیستومتری قشر غده فوق کلیوی در گروه‌های مورد مطالعه

گروه‌ها		ناحیه	پارامتر
درمان شده	گنادکتومی شده		
۴۲۸±۳۴	۵۶۰±۳۴	۴۲۰±۴۰	کل غده
۴۸/۲۴±۶/۱۸	۵۲/۲۲±۹/۴۲	۴۷/۰۴±۷/۱۲	ناحیه گلومرولوزا
۱۹۴/۴۴±۳۸/۳۴	۲۸۰/۶۶±۲۰/۲۴	۱۸۲/۲۸±۳۲/۴۶	ناحیه فاسیکولاتا
۷۰/۲۸±۶/۴۲	۹۰/۹۲±۱۰/۲۲	۶۴/۶۸±۸/۲۸	ناحیه رتیکولاریس
۱۲/۳۸±۱/۰۲	۹/۳۲±۰/۴۲	۱۱/۲۰±۰/۸۲	ناحیه گلومرولوزا
۴۸/۲۲±۴/۴۲	۵۰/۱۱±۲/۳۵	۴۳/۴۰±۳/۷۶	ناحیه فاسیکولاتا
۱۷/۴۴±۲/۱۰	۱۹/۲۳±۱/۴۴	۱۵/۴۴±۰/۹۲	ناحیه رتیکولاریس
۶۸۰±۳۴	۶۹۶±۴۰	۶۸۸±۵۲	ناحیه گلومرولوزا
۱۲۶۵±۷۶	۱۴۳۰±۵۴	۱۲۴۰±۶۰	ناحیه فاسیکولاتا
۶۳۰±۳۸	۷۲۰±۴۲	۶۱۰±۲۸	ناحیه رتیکولاریس
۱۳۸±۱۱	۱۴۸±۱۶	۱۴۴±۱۲	ناحیه گلومرولوزا
۱۳۴±۱۲	۱۶۴±۹	۱۲۸±۱۰	ناحیه فاسیکولاتا
۱۲۰±۱۲	۱۴۲±۱۰	۱۱۲±۸	ناحیه رتیکولاریس
۱۹/۲۸±۴/۷۲	۱۸/۷۵±۲/۴۲	۲۰/۳۹±۴/۱۶	ناحیه گلومرولوزا
۴۳/۶۳±۲/۲۶	۴۵/۳۲±۴/۲۲	۴۶/۲۱±۵/۴۶	ناحیه فاسیکولاتا
۳۷/۸۰±۳/۱۶	۳۵/۹۲±۴/۴۲	۳۳/۳۸±۶/۲۸	ناحیه رتیکولاریس
۵۸/۴۴±۴/۱۶	۷۲/۲۰±۶/۷۶	۶۲/۳۴±۸/۷۸	ناحیه گلومرولوزا
۱۳۲/۲۲±۲۲/۴۶	۱۷۴/۴۶±۱۲/۴۶	۱۴۱/۲۵±۱۸/۸۸	ناحیه فاسیکولاتا
۱۱۲/۳۶±۱۶/۸۶	۱۳۸/۲۸±۱۶/۴۰	۱۰۲/۰۳±۲۰/۱۲	ناحیه رتیکولاریس
۳۰۳/۰۲±۳۶/۴۴	۳۸۴/۹۴±۴۴/۷۶	۳۰۵/۶۲±۴۸/۷۶	کل قشر غده

رسیده است (۳). چنانکه در نتایج حاصل از مطالعه حاضر مشاهده می‌شود، ویژگی‌های مورفولوژیکی ناحیه گلومرولوزا در قشر غده فوق‌کلیوی کمترین تأثیر را از حذف آندروژن‌ها پذیرفته و حجم کلی ناحیه گلومرولوزا، میانگین حجم سلول‌های این ناحیه و هسته‌های آنها متعاقب گنادکتومی تغییر آماری معنی‌داری نسبت به گروه شاهد نشان نمی‌دهد. این یافته‌ها را می‌توان به عدم تأثیرپذیری عمده این لایه از هورمون‌های جنسی نسبت داد. به بیان دیگر، از سه لایه بافتی قشر غده فوق‌کلیوی، لایه گلومرولوزا، بیشتر، لایه‌ای زایا به شمار آمده و نقش مستقیمی در متابولیسم هورمون‌های جنسی ایفا نمی‌کند.

لایه فاسیکولاتا سلول‌هایی را در خود جای داده است که ریز قطره‌های موجود در آنها حاوی چربی‌های خنثی، اسیدهای چرب، کلسترول و فسفولیپیدها بوده و پیش‌ساز هورمون‌های استروئیدی مترشح به وسیله این لایه به شمار می‌روند. سلول‌های ناحیه رتیکولاریس نیز ویژگی‌های سلول‌های سازنده هورمون‌های جنسی را نشان داده و آندروژن ترشح می‌کنند (۱۱). بنابراین دو لایه بافتی مذکور بیشترین عملکرد را در متابولیسم هورمون‌های جنسی نشان داده و در نتیجه، افزایش شمار واکوئل‌های لیپیدی، افزایش معنی‌دار در حجم نواحی فاسیکولاتا، حجم هسته و سلول‌های این دو ناحیه متعاقب گنادکتومی را می‌توان به نقش آشکار این دو لایه در متابولیسم هورمون‌های جنسی نسبت داد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر درباره افزایش محتوای ریزقطره‌های لیپیدی در سلول‌های ناحیه گلومرولوزا با یافته‌های Benmouloud و همکاران (۲۰۰۸) درباره افزایش محتوای کلسترول و لیپیدهای تام قشر غده در موش‌های صحرایی نر ماسه‌زی گنادکتومی شده هم‌خوانی دارد (۴). در نتایج حاصل از مطالعه حاضر حجم هسته نیز با الگوی مشابه با افزایش حجم سلول در نواحی رتیکولاریس و فاسیکولاتا به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. Benmouloud و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که در موش‌های صحرایی نر ماسه‌زی، گنادکتومی سبب افزایش

چنانکه در جدول ۱ نیز مشاهده می‌شود، متعاقب گنادکتومی، درصد حجمی ناحیه گلومرولوزا نسبت به گروه شاهد، کاهش یافته اما درصد حجمی نواحی فاسیکولاتا و رتیکولاریس افزایش یافته‌اند.

میانگین حجم سلول‌ها و میانگین حجم هسته آنها در گروه گنادکتومی شده نسبت به گروه کنترل در هر سه ناحیه مورد مطالعه افزایش یافته اما این افزایش تنها در نواحی فاسیکولاتا و رتیکولاریس از نظر آماری معنی‌دار است ($P < 0/05$). تعداد و درصد پراکنندگی سلول‌ها در هیچ یک از نواحی مورد مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری با گروه شاهد نشان نمی‌دهد ($P > 0/05$).

تزییق طولانی مدت تستوسترون به گروه گنادکتومی شده سبب بازگشت کامل تغییرات مشاهده شده به اندازه طبیعی شده، به گونه‌ای که هیچ یک از پارامترهای مورد مطالعه در گروه گنادکتومی شده‌ای که هورمون دریافت کرده‌اند، تفاوت آماری معنی‌داری با گروه شاهد نشان نمی‌دهند ($P > 0/05$).

بحث

قشر غده فوق‌کلیوی از اجزای مهم در حفظ حیات موجودات زنده بوده و هورمون‌های مترشحه از آن برای انجام فعالیت‌های حیاتی و حفظ ثبات محیط داخلی بدن ضروری به شمار می‌روند. سلول‌های ناحیه گلومرولوزا به ترشح مینرالوکورتیکوئیدها می‌پردازند که در تنظیم هوموستاز سدیم و پتاسیم و تعادل آب بدن ایفای نقش می‌کنند (۱۱). شواهدی نیز وجود دارند که نشان می‌دهند ناحیه گلومرولوزا مسئول تکثیر و تمایز سلول‌های موجود در قشر غده بوده و سلول‌های این ناحیه با تکثیر و تمایز، سلول‌های ناحیه فاسیکولاتا را تشکیل می‌دهند. این سلول‌ها از طناب‌های سلولی ناحیه فاسیکولاتا به سوی ناحیه رتیکولاریس حرکت کرده و سرانجام متلاشی می‌شوند (۱۲). گیرنده‌های هورمون‌های استروئیدی در غده فوق‌کلیوی یافت شده (۶ و ۷) و نقش تنظیمی این هورمون‌ها بر کارکرد بخش قشری این غده نیز به اثبات

استروئیدهای جنسی می‌پذیرند. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهند که تعداد و درصد پراکندگی سلول‌ها در هیچ یک از نواحی مورد مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری با گروه شاهد نشان نمی‌دهد. این یافته نشان می‌دهد که نقش تحریکی گنادکتومی در خرگوش‌های نر بیشتر از طریق هیپرتروفی سلول‌ها در نواحی مورد مطالعه اعمال شده و هیپرپلازی این سلول‌ها نقش چندانی در این روند برجای نمی‌گذارد.

در موش‌های صحرایی نر، گنادکتومی سبب هیپرتروفی آشکار قشر غده فوق‌کلیوی می‌شود (۱۰). در هامستر برخلاف خرگوش و همچون موش صحرایی، آندروژن‌ها بر رشد و ظرفیت استروئیدسازی غدد فوق‌کلیوی نقش تحریکی داشته و استروژن‌ها نقش مهاری دارند (۹). در گاو تجویز هورمون‌های آندروژن سبب کاهش آشکار در میزان سنتز کورتیزول در قشر غده فوق‌کلیوی می‌شود (۸). نتایج حاصل از مطالعه حاضر در مجموع، نشان می‌دهند که در خرگوش‌های نر، تستوسترون نقش مهاری بر فعالیت قشر غده فوق‌کلیوی دارد.

محتوای DNA، RNA و پروتئین‌سازی در قشر غده فوق‌کلیوی می‌شود (۴). افزایش حجم هسته در نواحی فاسیکولاتا و رتیکولاریس در مطالعه حاضر را که با افزایش فعالیت متابولیکی در این نواحی همراه است، می‌توان به افزایش محتوای اسیدهای نوکلئیک آن نسبت داد که این امر متعاقب گنادکتومی و به دلیل افزایش میزان پروتئین‌سازی، رخ می‌دهد. در مطالعه دیگری که به وسیله Bandyopadhyay و Chakraborty (۲۰۱۰) انجام شد، آشکار شد که در موش‌های آزمایشگاهی نر بالغ، گنادکتومی اثرات تحریکی معنی‌داری بر غده فوق‌کلیوی برجای گذاشته و سبب افزایش چشم‌گیر در اندازه هسته سلول‌ها در سرتاسر قشر غده و افزایش فعالیت فیزیولوژیکی غده می‌شود. این پژوهشگران همچنین بیان داشتند که تجویز تستوسترون اثر مهاری بر فعالیت قشر غده فوق‌کلیوی داشته و سبب کاهش معنی‌دار در اندازه هسته در هر سه ناحیه قشر غده فوق‌کلیوی شده و کاهش آشکار در شمار تقسیمات میتوزی در این نواحی را نیز در پی دارد (۲).

شاخص میتوزی نیز در سلول‌های نواحی مختلف غده فوق‌کلیوی اثرات متفاوتی از گنادکتومی یا تجویز

منابع

- 1- Ai J., Zarifkar A., Alavi S.M.J., Nekooeian A.A. and Motale Azad A. (2007). Effect of high concentration of testosterone enanthate on histometrical structure of the adrenal. Iranian Journal of Veterinary Research, 8(3): 255-259.
- 2- Bandyopadhyay R. and Chakraborty S. (2010). Adrenal corticoids induce pineal gland stimulation associated with adrenocortical inhibition of karyomorphology, cell proliferation and hormone milieu in male mice (*Mus musculus*). Acta Endocrinologica, 6: 1-14.
- 3- Bandyopadhyay R., Das Gupta M. and Chakraborty S. (2010). Steroid hormone antihormone induced changes in the pineal and adrenocortical morphology and cell proliferation in mice (*Mus musculus*). International Journal of Biology, 2: 25-39.
- 4- Benmouloud A., Mouterfi N., Khammar F., Exbrayat J.M. and Amirat Z. (2008). European Congress Endocrinology, Berlin, Germany.
- 5- Erfani majd N. and Dorostghol M. (2010). Principal and Techniques of Stereology and Micrometry. 1st ed. Shahid Chamran University Press, pp: 2-66.
- 6- Hedberg Alm Y., Sukjimlong S., Kindahl H. and Dalin A.M. (2009). Steroid hormone receptors ER α and PR characterized by immunohistochemistry in the mare adrenal gland. Acta Veterinaria Scandinavica, 51: 31-36.
- 7- Hirst J.J., West N.B., Brenner R.M. and Novy M.J. (1992). Steroid hormone receptors in the adrenal glands of fetal and adult rhesus monkeys. The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 75: 308-314.

- 8- Issacson W.K., Jones S.J. and Krueger R.J. (1993). Testosterone, dihydrotestosterone, trenbolone acetate and zeranol alter synthesis of cortisol in bovine adrenocortical cells. *Journal of Animal Science*, 71: 1771-77.
- 9- Malendowicz L.K. and Nussdorfer G.G. (1992). Sex differences in adrenocortical structure and function: Morphometric and functional studies on the effects of gonadectomy and gonadal-hormone replacement on the hamster adrenal cortex. *Cell Tissues Organs*, 145(1): 68-72.
- 10- Nawel A., Zatra Y., Khammar F. and Anurat Z. (2009). Effects of castration and testosterone treatment on adrenal activity of a Saharan gerbil, *Meriones libycus* in breeding and non-breeding season. *Endocrine Abstracts*, 20: 16.
- 11- Ross M.H. and Pawlina W. (2006). *Histology, A Text and Atlas*. 5th ed. Williams and Wilkins, pp: 706-713.
- 12- Samuelson D.A. (2007). *Textbook of Veterinary Histology*. 3rd ed. Saunders Co., pp: 411-414.