

رابطه پروفایل لیپیدی سرم خون با شاخص‌های آناتومیک و هیستومورفومتریکی بیضه در موش صحرایی

علی لوئی منفرد^{۱*}، عارف نورایی^۲

(۱) گروه علوم پایه، دانشکده پیرا دام‌پزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

(۲) گروه بافت شناسی، دانشکده دام‌پزشکی، دانشگاه اورمیه، اورمیه، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۱۶

چکیده

مقدمه: ترکیبات لیپیدی به کار رفته در ساختار اسپرماتوزوئید نقش مهمی در عملکرد آن دارد. هم چنین شواهدی مبنی بر تاثیر مستقیم نوع لیپید موجود در خوراک بر روی روند اسپرماتوزوئید، کیفیت اسپرماتوزوئید و میزان تحرک آن در دسترس است. اما از آن جایی که در مورد ارتباط بین مقادیر لیپیدهای سرمی با ساختار و عملکردهای آندوکرینی و آگروکرینی بیضه تحقیقات اندکی در دسترس است، تحقیق حاضر انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر بر روی ۶۰ سر موش صحرایی نر بالغ سالم انجام شد. برای اندازه گیری غلظت سرمی تستوسترون (شاخص آندوکرینی بیضه)، کلسترول تام، تری گلیسرید تام، لیپوپروتئین VLDL-C، لیپوپروتئین LDL-C و لیپوپروتئین HDL-C؛ پس از آسان کشی حیوانات نمونه خون از طریق پونکسیون قلب اخذ شد. کلسترول و تری گلیسرید تام به روش آنزیمی، لیپوپروتئین‌ها به روش رسوب دهی و میزان تستوسترون به روش رادیوایمونواسی اندازه گیری شد. اندیس‌های تشریحی شامل وزن، محیط اسکروتوم، طول و عرض بیضه اندازه گیری شد. جهت بررسی هیستومورفومتریکی سلول‌های جنسی (شاخص آگروکرینی بیضه)، مقاطع پارافینی ۵ میکرونی تهیه و با روش هماتوکسیلین-انوزین رنگ آمیزی شد. داده‌ها با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی چندگانه مورد تجزیه و تحلیلی آماری قرار گرفتند.

یافته‌های پژوهش: نتایج این مطالعه نشان داد که میزان سرمی HDL-C با قطر سلول‌های لیدیگ بیضه ($r=0.38$; $P<0.05$)، قطر لوله‌های اسپرم‌ساز ($r=0.69$; $P<0.01$)، وزن بیضه ($r=0.85$; $P<0.001$)، محیط اسکروتوم ($r=0.38$; $P<0.05$) و هم چنین مقادیر تستوسترون ($r=0.85$; $P<0.001$) همبستگی مثبت دارد. مقادیر سرمی تری گلیسرید با قطر سلول‌های لیدیگ بیضه ($r=-0.82$; $P<0.001$) و میزان ارتفاع اپیتلیوم زایای بیضه ($r=-0.79$; $P<0.001$) همبستگی منفی داشت. مقادیر سرمی VLDL-C با قطر سلول‌های لیدیگ بیضه ($r=-0.73$; $P<0.01$) و میزان ارتفاع اپیتلیوم زایای بیضه ($r=-0.81$; $P<0.001$) همبستگی منفی داشت. هم چنین مقادیر سرمی تری گلیسرید با وزن بیضه ($r=0.81$; $P<0.001$) همبستگی مثبت نشان داد.

بحث و نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که لیپوپروتئین HDL-C با شاخص‌های آناتومیک و هیستومورفومتریکی بیضه رابطه مثبت دارد، اما تری گلیسرید تام و لیپوپروتئین VLDL-C با عملکردهای آندوکرینی و آگروکرینی بیضه ارتباط منفی دارند.

واژه‌های کلیدی: بافت شناسی، لیپید، بیضه، تستوسترون، موش

*نویسنده مسئول: گروه علوم پایه، دانشکده پیرا دام‌پزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

Email: alm722@gmail.com

مقدمه

عملکرد صحیح دستگاه تولید مثل مرد در زمینه سنتز سلول‌های جنسی و ترشح تستوسترون تا حدود زیادی متأثر از نوع لیپیدها و فسفولیپیدهای موجود در رژیم غذایی است. به عبارت دیگر حضور مقادیر کافی از ترکیبات لیپیدی برای انجام اسپرماتوزن ضروری است (۱،۲). به علاوه، مطالعات قبلی اثبات کرده‌اند که در طول روند اسپرماتوزن در مردان، تبدیل سلول‌های نابالغ جنسی به اسپرماتوزوئید؛ به طور مستقیم وابسته به حضور مقادیر بالای اسیدهای چرب غیر اشباع در ساختار بیضه است. هم‌چنین میزان و نوع فسفولیپیدهای موجود در ساختار دم اسپرماتوزوئید، نقش بسیار مهمی در انعطاف‌پذیری و حرکت آن دارد (۱).

از طرف دیگر یکی از دلایل ناباروری مردان تغییر اجزای فسفولیپیدی و ترکیب اسیدهای چرب غشای اسپرماتوزوئید می‌باشد (۳) زیرا نوع فسفولیپیدهای غشای اسپرماتوزوئید؛ ضمن این که پیش‌نیاز عملکرد طبیعی سلول است نقش بسیار مهمی در بارورسازی سلول جنسی ایفا می‌کند (۴). علاوه بر این محققین گزارش نموده‌اند که افزایش غیر طبیعی سطح تری‌گلیسرید سرم موجب کاهش تحرک اسپرماتوزوئید در انسان (۵) و اختلال در انجام واکنش آکروزومی در سر اسپرماتوزوئید در مدل خرگوش (۶) می‌شود. اخیراً Morgan و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نموده‌اند که افزایش میزان کلسترول تام سرم موجب نارسایی ساختار بافت‌شناسی و فیزیولوژیکی سد خونی-بیضه ای می‌شود و این امر به نوبه خود منجر به ناباروری می‌گردد (۷).

شواهدی مبنی بر تأثیر مستقیم نوع لیپید موجود در خوراک بر روی روند اسپرماتوزن، کیفیت اسپرماتوزوئید و میزان تحرک آن در دسترس است (۳). هم‌چنین Liu و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که بالا بودن مقادیر لیپید در جیره غذایی، ضمن این که منجر به هیپرلیپیدمی می‌شود، می‌تواند عملکرد سلول‌های سرتولی و هم‌چنین ساختار بافت‌شناسی سلول‌های جنسی متعدد را در مدل موش صحرایی مختل نماید. این محققین اعلام نمودند دلیل این امر، ناکارآمدی سلول‌های

سرتولی در زمینه تغذیه و محافظت سلول‌های جنسی مختلف طی روند اسپرماتوزن می‌باشد (۸). Erdemir و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که بالا بودن سطح لیپیدی سرم خون منجر به بروز استرس اکسیداتیو، تغییرات ساختاری گسترده در بافت بیضه و هم‌چنین کاهش میزان هورمون تستوسترون در موش صحرایی می‌شود (۹). Schisterman و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که بالا بودن میزان کلسترول تام و تری‌گلیسرید تام می‌تواند سبب ایجاد تغییرات غیر طبیعی در میزان تحرک اسپرماتوزوئید و هم‌چنین مرفولوژی سلول‌های جنسی مختلف در لوله‌های اسپرم‌ساز بیضه در انسان شود (۱۰). Chen و همکاران (۲۰۱۱) اعلام نمودند که رژیم‌های خوراکی پرچربی باعث اختلال در ساختار بافت‌شناسی و هیستومتریک سلول‌های جنسی موجود در لوله‌های اسپرم‌ساز در مدل موش صحرایی می‌شود (۱۱).

لیپوپروتئین‌ها وظیفه‌ها به جایی چربی‌هایی از قبیل کلسترول را بین بافت‌ترشح‌کننده آن و اندام‌های هدف بر عهده دارند؛ جذب لیپید در ارگان‌های هدف عمدتاً با واسطه‌گیرنده‌های لیپوپروتئین صورت می‌گیرد (۱۲،۱۳). هم‌چنین لیپوپروتئین‌ها میزان عرضه استرول مورد نیاز برای انجام برخی از فعالیت‌های سلولی از جمله شکل‌گیری غشاء‌ها و سنتز هورمون‌های استروئیدی را تنظیم می‌کنند (۱۳).

با توجه به این که در مورد ارتباط بین مقادیر لیپیدها و لیپوپروتئین‌های سرم خون با میزان ترشح تستوسترون، شاخص‌های آناتومیک و بافت‌شناسی بیضه در موش‌های صحرایی اطلاعات محدودی در دسترس است، بررسی حاضر صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه حیوانات مورد آزمایش: برای انجام این آزمایش در آبان ماه ۱۳۹۲، از مرکز پرورش و نگهداری حیوانات آزمایشگاهی دانشکده پیرا دام‌پزشکی دانشگاه ایلام، تعداد ۶۰ سر موش صحرایی نر بالغ سالم با سن تقریباً یکسان (۴/۵ ماه) و با وزن اولیه ۲۵۹-۲۳۹ گرم به طور تصادفی انتخاب شد. پس از فراهم کردن شرایط زیستی مناسب (۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی، دمای ۲۲-۲۴ درجه سانتی‌گراد، آب و غذا به

طور نامحدود) به مدت یک هفته به منظور عادت کردن به محیط، نگهداری شدند. حیوانات مورد مطالعه در تمام طول حیات خود از رژیم غذایی یکسان محتوی پروتئین و چربی از طریق پلت خوراک حیوانات آزمایشگاهی تغذیه می شدند. در این مطالعه، کلیه ملاحظات اخلاقی و پروتکل های کار روی حیوانات آزمایشگاهی مورد تأیید کمیته نظارت بر حقوق حیوانات آزمایشگاهی در دانشکده پیرا دام پزشکی دانشگاه ایلام رعایت گردید (شماره مجوز کمیته اخلاق: ۷/۴۷۵۹۵-ص).

اندازه گیری غلظت سرمی لیپید و لیپوپروتئین:
برای اندازه گیری غلظت سرمی لیپید و لیپوپروتئین، پس از آسان کشی حیوانات با استفاده از کلروفورم، نسبت به اخذ نمونه خون از طریق پونکسیون قلب اقدام شد. برای این کار حیوانات به مدت ۱۴-۱۰ ساعت در حالت ناشتا قرار داده شدند، سپس به میزان ۷ میلی لیتر نمونه خون گرفته شد. برای جدا سازی سرم، نمونه های جمع آوری شده خون به مدت ۲۰ دقیقه و ۲۵۰۰ rpm سانتریفیوژ گردید. سپس سرم نمونه ها با کمک سمپلر جمع آوری و در میکروتیوب های استریل ریخته و تا زمان اندازه گیری لیپیدهای سرم و هورمون تستوسترون در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد. برای تعیین میزان کلسترول و تری گلیسرید تام سرم از کیت های تجارتي شرکت پارس آزمون استفاده شد. بدین منظور، معرف یا معرف های مربوطه طبق دستورالعمل کیت تهیه و کلسترول تام به روش آنزیمی کلسترول اکسیداز و تری گلیسرید تام به روش آنزیمی گلیسرول فسفات دهیدروژناز اندازه گیری شدند. کلسترول موجود در لیپوپروتئین های با چگالی بسیار کم (VLDL-C)، با چگالی کم (LDL-C) و با چگالی بالا (HDL-C) به روش دستی و با کیت های شرکت زیست شیمی اندازه گیری شدند. بدین منظور، برای تعیین میزان HDL-C از روش رنگ سنجی و بر اساس رسوب LDL-C و VLDL-C به وسیله معرف رسوب دهنده استفاده شد. سپس HDL-C در لایه شفاف فوقانی با روش آنزیمی توسط دستگاه اسپکتوفتومتر (Shimadzu-UV.120, Japan) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری LDL-C، از روش آنزیمی و رنگ

سنجی استفاده شد؛ برای این کار ابتدا LDL-C به وسیله هپارین رسوب می کند و بعد از سانتریفیوژ، لیپوپروتئین های با چگالی بالا و بسیار کم بر روی سطح شناور قرار می گیرند و پس از اندازه گیری آن ها به روش آنزیمی و کسرشان از کلسترول تام، مقدار LDL-C به دست می آید. میزان VLDL-C از کسر مجموع مقادیر LDL-C و HDL-C از کلسترول تام به دست آمد (۱۴).

اندازه گیری غلظت سرمی تستوسترون: برای اندازه گیری میزان سرمی هورمون تستوسترون، نمونه های خون حیوانات با استفاده از روش رادیوایمنواسی و کیت تجاری هورمون تستوسترون (Immunotech SA, France, PI-1119) و دستگاه گاماکانتر (LKB, Sweden) بررسی شدند.

سنجش های آناتومیکی: بلافاصله پس از آسان کشی، بیضه راست حیوانات از بدن خارج و اندیس های تشریحی شامل وزن با ترازوی الکترونیکی دیجیتال؛ محیط اسکروتوم، طول و عرض بیضه با استفاده از کولیس الکترونیکی دیجیتال اندازه گیری شد.

بررسی های هیستومورفومتری: جهت انجام مطالعات بافت شناسی و تهیه مقاطع بافتی، نمونه هایی به ضخامت ۰/۵ سانتی متر از سه قسمت سری، میانی و دمی بیضه هر حیوان برداشت و به مدت یک روز در محلول تثبیت کننده فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شد. برای به حداکثر رساندن تعداد برش های مناسب لوله های اسپرم ساز در مقطع عرضی، بیضه ها در جهت محور طولی برش داده شدند. پس از انجام مراحل معمول آمادش بافتی، از هر بیضه پنج مقطع پارافینی ۵ میکرومتری تهیه و با روش هماتوکسیلین-اؤزین رنگ آمیزی گردید (۱۵). مقاطع بافتی حاصله با استفاده از میکروسکوپ نوری (Nikon Eclipse E800, Tokyo, Japan) متصل به کامپیوتر و دوربین دیجیتال (Sony camera, Tokyo, Japan)، مورد بررسی و عکسبرداری قرار گرفتند. برای انجام مطالعات هیستومورفومتری ۹۰ مقطع عرضی کاملاً یا تقریباً مدور از لوله های اسپرم ساز و هم چنین بافت بینابینی بیضه (سلول های لیدیک) در هر حیوان به طور تصادفی انتخاب و عکسبرداری گردید. فتومیکروگراف های

هیستومورفومتريک در موش های صحرايي مورد مطالعه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. بر این اساس میزان کلسترول تام بیشتر از تری گلیسرید تام می باشد. به علاوه، VLDL-C بیشترین مقدار لیپوپروتئین سرم بوده و HDL-C و LDL-C در سطوح پایین تر قرار دارند.

نتایج مربوط به رابطه پروفایل لیپیدی سرم خون با شاخص های آناتومیک و هیستومورفومتريک بیضه و میزان همبستگی آن، در جدول شماره ۲ درج شده است. بر این اساس، از بین لیپیدها و لیپوپروتئین های مختلف، میزان سرمی HDL-C با قطر سلول های لیدیگ بیضه، قطر لوله های اسپرم ساز، وزن بیضه، محیط اسکروتوم و هم چنین مقادیر تستوسترون همبستگی مثبت دارد (جدول شماره ۲).

مقادیر سرمی تری گلیسرید و VLDL-C با قطر سلول های لیدیگ بیضه و میزان ارتفاع اپیتلیوم زایای بیضه همبستگی منفی داشت. به علاوه میزان سرمی تری گلیسرید با وزن بیضه همبستگی مثبت نشان داد. لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر، میزان سرمی LDL-C و هم چنین مقادیر کلسترول تام هیچ گونه ارتباط آماری معنی داری با مقادیر شاخص های آناتومیک و هیستومورفومتريک بیضه نداشت (جدول شماره ۲). علاوه بر این تعداد سلول های سرتولی، لیدیگ، اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتید ارتباطی با لیپیدی سرم خون نداشت (جدول شماره ۲). در جدول شماره ۳ تجزیه رگرسیون خطی چندگانه برای ارزیابی رابطه پروفایل لیپیدی سرم خون با شاخص های آناتومیک و هیستومورفومتريک بیضه در موش صحرايي ذکر شده است (جدول شماره ۳). هم چنین مقطع بافتی بیضه حیوانات مورد مطالعه برای مشاهده جزئیات ساختاری در تصاویر شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است (تصاویر شماره ۱ و ۲).

حاصل با استفاده از نرم افزار آنالیز تصویر Motic 2002 تحت بررسی هیستومتری و سیتومتری قرار گرفتند. با استفاده از نرم افزار مساحت تمام لوله های اسپرم ساز موجود در هر فیلد میکروسکوپی از مساحت کل فیلد کسر شد در نتیجه مساحت لوله های اسپرم ساز و بافت بینابینی بیضه مشخص شد. این کار برای پنج مقطع مختلف از هر نمونه تکرار شد. برای تعیین قطر لوله های اسپرم ساز و هم چنین میزان ارتفاع اپیتلیوم زایا مقاطع عرضی کاملاً یا تقریباً مدور انتخاب و با استفاده از نرم افزار در پنج نقطه از هر مقطع اندازه گیری صورت گرفت. علاوه بر این در همه نمونه ها میانگین تعداد و قطر سلول های لیدیگ، سرتولی، اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتید به ازای شمارش ۱۰۰ عدد از آن در هر ۱۰۳ میلی متر از بافت بیضه تحت بزرگ نمایی میکروسکوپی ۴۰۰ اندازه گیری و ثبت شد (۱۵،۱۶).

آنالیز آماری: برای تعیین میانگین و انحراف معیار مقادیر لیپیدهای سرم و هم چنین شاخص های آناتومیک و هیستومورفومتريک بیضه از آمار توصیفی استفاده شد. سپس از آزمون Kolmogorov-Smirnova برای بررسی توزیع نرمال داده ها استفاده گردید. پس از ارزیابی همبستگی ساده بین مقادیر لیپیدهای سرم و هم چنین شاخص های آناتومیک و هیستومورفومتريک بیضه (آزمون همبستگی پیرسون)؛ متغیرهایی که همبستگی بالا و معنی دار داشتند انتخاب و در تجزیه رگرسیون خطی چندگانه مورد استفاده قرار گرفتند (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

یافته های پژوهش

میانگین و انحراف معیار مقادیر طبیعی مربوط به غلظت تستوسترون، لیپیدها و لیپوپروتئین های سرم و هم چنین مقادیر طبیعی سنجش های آناتومیکال و

جدول شماره ۱. ویژگی های توصیفی آزمودنی های مورد بررسی در متغیرهای پژوهش

| متغیر | میانگین ± انحراف معیار | متغیر | میانگین ± انحراف معیار |
|-------------------------------------|------------------------|--|------------------------|
| میزان تستوسترون (میلی گرم/دسی لیتر) | ۸/۸±۰/۶ | طول بیضه (میلی متر) | ۳۴/۵±۳/۸ |
| کلسترول تام (میلی گرم/دسی لیتر) | ۴۶/۴±۰/۳ | عرض بیضه (میلی متر) | ۳۲/۶±۶/۹ |
| تری گلیسرید تام (میلی گرم/دسی لیتر) | ۳۴/۳±۲/۸ | مساحت بافت بینابینی بیضه (%) | ۸۹/۶±۶/۴ |
| VLDL-c (میلی گرم/دسی لیتر) | ۳۸/۱±۰/۶ | مساحت لوله های اسپرم ساز (%) | ۱۰/۷±۵/۷ |
| LDL-c (میلی گرم/دسی لیتر) | ۱۶/۹±۱/۷ | ارتفاع بافت پوششی لوله های اسپرم ساز (میکرون) | ۱۱۳/۴±۷/۱ |
| HDL-c (میلی گرم/دسی لیتر) | ۳۵/۷±۲/۵ | قطر لوله های اسپرم ساز (میکرون) | ۲۷۶/۴±۱۱/۳ |
| وزن بیضه (میلی گرم) | ۹/۲±۰/۰۶ | تعداد سلول های لیدیگ (در هر ۱۰۳ میلی متر از بافت بیضه) | ۱۲/۶±۲/۸ |
| محیط اسکروتوم (میلی متر) | ۵۷/۸±۷/۳ | قطر سلول های لیدیگ بیضه (میکرون) | ۲۹/۶±۰/۰۲ |

جدول شماره ۲. مقادیر ضریب همبستگی بین متغیرهای پروفایل لیپیدی سرم خون و

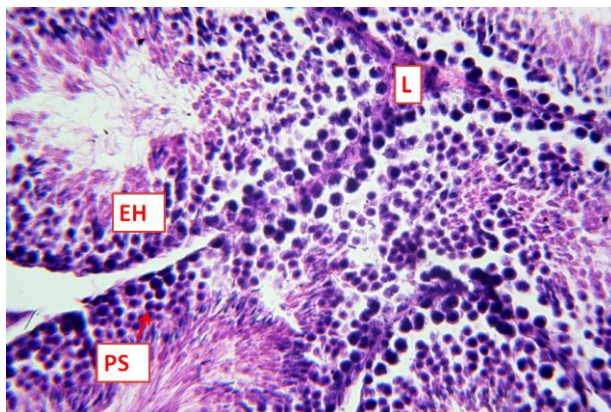
شاخص های آناتومیکی و هیستومورفومتریک بیضه

| متغیرها | قطر سلول های لیدیگ بیضه (میکرون) | قطر لوله های اسپرم ساز (میکرون) | وزن بیضه (میلی گرم) | محیط اسکروتوم (میلی متر) | میزان تستوسترون (میلی گرم/دسی لیتر) | ارتفاع بافت پوششی لوله های اسپرم ساز (میکرون) |
|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| HDL-c (میلی گرم/دسی لیتر) | ۰/۳۸* | ۰/۶۹** | ۰/۸۵*** | ۰/۳۸* | ۰/۸۵*** | ns/۱۲ |
| تری گلیسرید تام (میلی گرم/دسی لیتر) | -۰/۸۲*** | ns/۱۷ | ۰/۸۱*** | ns/۱۱ | ns/۱۴ | -۰/۷۹*** |
| VLDL-c (میلی گرم/دسی لیتر) | -۰/۷۳** | ns/۱۶ | ns/۱۵ | ns/۱۲ | ns/۱۳ | -۰/۸۱*** |
| LDL-c (میلی گرم/دسی لیتر) | ns/۱۱ | ns/۱۴ | ns/۱۴ | ns/۱۳ | ns/۱۲ | ns/۱۱ |
| کلسترول تام (میلی گرم/دسی لیتر) | ns/۱۳ | ns/۱۱ | ns/۱۱ | ns/۱۲ | ns/۱۵ | ns/۱۴ |

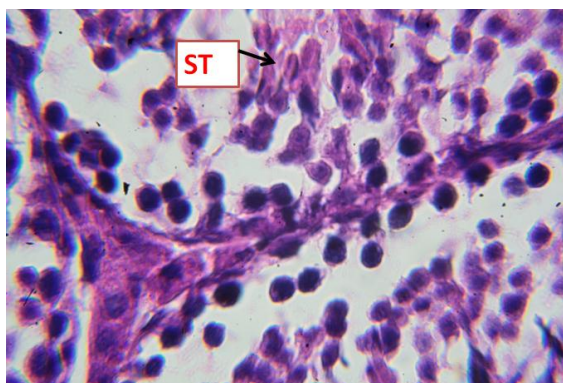
*معنی دار در سطح P<0.05، **معنی دار در سطح P<0.01، ***معنی دار در سطح P<0.001، ns غیر معنی دار

جدول شماره ۳. تجزیه رگرسیون خطی چندگانه برای ارزیابی رابطه پروفایل لیپیدی سرم خون با شاخص های آناتومیک و هیستومورفومتریک بیضه در موش صحرائی

| متغیر وابسته (متغیرهای آناتومیک و هیستومورفومتریک بیضه) | متغیرهای مستقل (پروفایل لیپیدی سرم خون) | ضرایب رگرسیونی (B) | انحراف معیار | آماره t | سطح معنی داری |
|--|--|-----------------------|--------------|---------|---------------|
| قطر سلول های لیدیگ (میکرون) | Intercept | ۹/۲۴۵۰۴ | ۵/۹۶۶۰۶ | ۱/۵۵ | ۰/۱۴۰۸ |
| | HDL-c | ۱/۱۴۳۳۴ | ۰/۲۶۲۴۸ | ۴/۳۶ | ۰/۰۰۰۵ |
| | تری گلیسرید تام | -۰/۱۷۷۵۹ | ۰/۰۹۰۷۶ | -۱/۹۶ | ۰/۰۰۸۱ |
| | VLDL-c | -۰/۱۳۹۸۴ | ۰/۰۹۶۰۳ | -۱/۳۵ | ۰/۱۹۵۲ |
| | LDL-c | -۰/۰۰۱۱۸ | ۰/۰۲۰۶۲ | -۰/۰۶ | ۰/۹۵۵۲ |
| قطر لوله های اسپرم ساز (میکرون) | Intercept | ۲/۰۷۴۶۶ | ۱/۸۶۱۸۱ | ۱/۱۱ | ۰/۲۸۱۶ |
| | HDL-c | ۰/۰۷۰۱۲ | ۰/۰۸۱۹۱ | ۰/۸۶ | ۰/۰۰۴۶ |
| | تری گلیسرید تام | -۰/۰۲۲۸۵ | ۰/۰۲۸۳۲ | -۰/۸۱ | ۰/۴۳۱۶ |
| | VLDL-c | -۰/۰۲۱۶۹ | ۰/۰۲۹۹۷ | -۰/۷۲ | ۰/۰۰۹۷ |
| | LDL-c | ۰/۰۰۴۷۹ | ۰/۰۰۶۴۳ | ۰/۷۴ | ۰/۴۶۷۶ |
| وزن بیضه (میلی گرم) | Intercept | ۰/۰۲۹۸۶ | ۱/۴۵۸۹۲ | ۰/۷۱ | ۰/۴۹۰۴ |
| | HDL-c | ۰/۳۴۲۴۰ | ۰/۰۶۴۱۹ | ۵/۳۳ | </۰۰۰۱ |
| | تری گلیسرید تام | ۰/۰۱۰۸۴ | ۰/۰۲۲۱۹ | ۰/۴۹ | ۰/۰۰۱۸ |
| | VLDL-c | ۰/۰۰۱۷۸ | ۰/۰۲۳۴۸ | ۰/۰۸ | ۰/۹۴۰۶ |
| | LDL-c | ۰/۰۰۹۱۴ | ۰/۰۰۵۰۴ | ۱/۸۱ | ۰/۵۸۸۸ |
| محیط اسکروتوم (میلی متر) | Intercept | -۱۴/۵۵۹۳۳ | ۴/۸۷۴۹۴ | -۲/۹۹ | ۰/۰۰۸۷ |
| | HDL-c | ۱/۸۲۲۱۴ | ۰/۲۱۴۴۸ | ۸/۵۰ | </۰۰۰۱ |
| | تری گلیسرید تام | ۰/۱۵۶۰۱ | ۰/۰۷۴۱۶ | ۲/۱۰ | ۰/۷۵۱۶ |
| | VLDL-c | ۰/۰۱۲۵۱ | ۰/۰۷۸۴۷ | ۰/۱۶ | ۰/۸۷۵۳ |
| | LDL-c | -۰/۰۰۲۶۲ | ۰/۰۱۶۸۵ | -۰/۱۶ | ۰/۸۷۸۴ |
| غلظت تستوسترون (میلی گرم / دسی لیتر) | Intercept | -۰/۰۲۴۱۹ | ۱/۴۹۸۷۰ | -۰/۰۲ | ۰/۹۸۷۳ |
| | HDL-c | ۰/۲۸۹۳۲ | ۰/۰۶۵۹۴ | ۴/۳۹ | ۰/۰۰۰۵ |
| | تری گلیسرید تام | -۰/۰۱۶۵۰ | ۰/۰۲۲۸۰ | -۰/۷۲ | ۰/۴۷۹۸ |
| | VLDL-c | ۰/۰۲۴۸۷ | ۰/۰۲۴۱۲ | ۱/۰۳ | ۰/۳۱۷۸ |
| | LDL-c | -۰/۰۰۱۰۱ | ۰/۰۰۵۱۸ | -۰/۲۰ | ۰/۸۴۷۷ |
| ارتفاع اپیتلیوم زایای لوله های اسپرم ساز (میکرون) | Intercept | ۱۲۹/۸۵۳۴۶ | ۹/۵۹۶۸۶ | ۱۳/۵۳ | </۰۰۰۱ |
| | HDL-c | ۰/۸۷۹۵۷ | ۰/۴۲۲۲۳ | ۲/۰۸ | ۰/۰۵۳۶ |
| | تری گلیسرید تام | -۰/۰۶۳۹۳ | ۰/۱۴۵۹۹ | -۰/۴۳ | ۰/۰۰۲۲ |
| | VLDL-c | -۱/۵۷۰۳۴ | ۰/۱۵۴۴۷ | -۱۰/۱۷ | </۰۰۰۱ |
| | LDL-c | ۰/۰۲۳۰۸ | ۰/۰۳۳۱۷ | ۰/۷۰ | ۰/۴۹۶۵ |
| | کلسترول تام | ۰/۱۷۵۷۲ | ۰/۰۸۸۵۱ | ۱/۹۹ | ۰/۷۶۴۵ |



تصویر شماره ۱. مقطع بافتی بیضه حیوانات مورد مطالعه (رنگ آمیزی هماتوکسیلین-انوزین، بزرگ نمایی $\times 400$). در این بخش از تصویر ارتفاع اپیتلیوم زایای لوله های اسپرم ساز (EH)، سلول های لیدیگ (L) و هم چنین سلول های اسپرماتوسیت اولیه (PS) دیده می شود. (EH: Epithelial Height و L: Leydig Cells و PS: Primary Spermatocyte)



تصویر شماره ۲. مقطع بافتی بیضه حیوانات مورد مطالعه (رنگ آمیزی هماتوکسیلین-انوزین، بزرگ نمایی $\times 1000$). در این بخش از تصویر سلول های اسپرماتید (ST)، دیده می شود. (ST: Spermatid)

بحث و نتیجه گیری

بیضه در زمینه ترشح و سنتز هورمون تستوسترون را اثبات نموده و گزارش نموده اند که همواره بین افزایش قطر سلول های لیدیگ و افزایش غلظت سرمی تستوسترون ارتباط مستقیم وجود دارد (۱۸). هم چنین بررسی های قبلی نشان داده اند که سلول های لیدیگ بیضه موش صحرائی برای استروئیدوژنز عمدتاً کلسترول موجود در HDL-C را مورد استفاده قرار می دهند (۱۹). این نتایج با یافته های محققین دیگر در مورد وجود ارتباط مثبت بین تعداد و اندازه سلول های لیدیگ با میزان تستوسترون سرم در گاوهای نر برهمن (۲۰) و هم چنین سگ (۱۷) مطابقت دارد. دلیل این امر سنتز و ترشح هورمون تستوسترون در شبکه های آندوپلاسمی صاف سلول های لیدیگ است. مهم

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مقادیر مربوط به اجزای لیپیدی سرم خون می توانند با شاخص های آناتومیک و هیستومورفومتریک بیضه رابطه مثبت یا منفی داشته باشند. به طوری که میزان سرمی HDL-C با قطر سلول های لیدیگ بیضه، قطر لوله های اسپرم ساز، وزن بیضه، محیط اسکروتوم و هم چنین مقادیر تستوسترون همبستگی مثبت دارد، بنا بر این شاید بتوان گفت که در حیوانات مورد بررسی، عمدتاً HDL-C در مقایسه با سایر لیپیدها و لیپوپروتئین های سرم برای سنتز تستوسترون در شبکه های آندوپلاسمی صاف در سلول های لیدیگ بافت بیضه به کار می رود (۷، ۱۷).

HDL-C سرمی، زنده مانی و نیز دانسیته اسپرمتوزوئید در انسان می باشد (۲۵). نتایج این تحقیق نشان داد که بین غلظت سرمی تری گلیسرید و VLDL-C با قطر سلول های لیپید و میزان ارتفاع اپیتلیوم زایای لوله های اسپرم ساز بیضه همبستگی منفی وجود دارد، این یافته ها همسو با گزارشی مبنی بر اثرات زیان بار افزایش میزان VLDL-C سرمی بر روی اسپرمتوزوئید و نیز میزان تحرک اسپرمتوزوئید در انسان می باشد (۵). علاوه بر این، این یافته با نتایج تحقیقات Morgan و همکاران (۲۰۱۴) (۷) و هم چنین Chen و همکاران (۲۰۱۱) در مورد اثرات سوء VLDL-C بر روی کیفیت اسپرم و میزان باروری جنس نر هم خوانی دارد (۱۱). از جمله دلایل این همبستگی منفی در مطالعه حاضر این است که لیپیدهای غیرقطبی مانند تری گلیسرید به میزان ناچیز در ساخت اسپرمتوزوئید مورد استفاده قرار می گیرند (۱). گزارش شده است که اثرات سوء تری گلیسرید بر روی سلول های جنسی موجود در لوله های اسپرم ساز بیضه، به دلیل آسیب رساندن به غشای سلولی آن و اختلال در تمامیت، سیالیت و ثبات آن می باشد (۲۶). به علاوه، در انسان بین غلظت سرمی دی هیدروتستوسترون و ریخت شناسی اسپرم با سطح تری گلیسرید تام (۲۵)، هم چنین بین نسبت تری گلیسرید به آپولیپوپروتئین های B پلاسما، با سطح سرمی تستوسترون (۲۷) همبستگی منفی وجود دارد. به علاوه نشان داده شده است که هیپرتری گلیسریدمی در خرگوش موجب کاهش توانایی انجام واکنش آکروزومی در اسپرمتوزوئید و اختلال در ساختار آن می شود (۶). در مطالعه حاضر مقادیر سرمی تری گلیسرید با وزن بیضه همبستگی مثبت نشان داد این احتمال می رود که افزایش سطح سرمی تری گلیسرید، موجب افزایش تعداد رگ های لنفاوی و هم چنین افزایش توده بافت چربی در ساختار بافتی بیضه و در نتیجه افزایش وزن آن گردد (۱۶). در تحقیق حاضر بین میزان سرمی LDL-C و سنجش های آناتومیکال و هیستومتریک بیضه ارتباط معنی دار مشاهده نشد. مطابق با این مورد، Arem و همکاران اعلام نموده اند که تغییرات میزان پلاسمایی LDL-C تاثیری بر روی ساختار بافت شناسی بیضه و میزان ترشح هورمون

ترین استدلال هایی که در مورد بکارگیری HDL-C در مقایسه با سایر لیپوپروتئین های سرم برای سنتز تستوسترون در بافت بیضه می توان نمود موارد ذیل است:

الف- ساختار بیوشیمیایی HDL-C به گونه ای است که در مقایسه با سایر لیپوپروتئین ها دارای بیشترین درصد فسفولیپید و کمترین درصد تری گلیسرید است (۲۱)، بنا بر این هیدرولیز HDL-C توسط لیپوپروتئین لیپاز سرمی منجر به تولید مقادیر فراوانی فسفولیپید می شود. فسفولیپید حاصله به راحتی از سدهای لیپیدی اکثر بافت ها از جمله بیضه عبور می نماید (۲۲).

ب- یکی دیگر از علل قابل طرح برای اثرات مستقیم میزان HDL-C بر روی فعالیت آندوکرینی بافت بیضه، تعداد گیرنده های بافتی و تئوری آندوسیتوز وابسته به گیرنده HDL-C می باشد. در این مورد، برخی محققین تعداد گیرنده های HDL-C موجود در بافت های مختلف را مورد مطالعه قرار داده اند و اثبات نموده اند که ورود HDL-C به سلول های گرانولوزای تخمدان (۲۲) و هم چنین سلول های کورتکس آدرنال (۱۲) عمدتاً بر اساس آندوسیتوز وابسته به گیرنده می باشد. بنا بر این می توان گفت که ممکن است تعداد گیرنده های HDL-C در بافت بیضه بیشتر از گیرنده های سایر لیپیدها و لیپوپروتئین ها باشد.

ج- مطالعات قبلی نشان داده اند که سلول های سرتولی نقش تغذیه سلول های جنسی موجود در بیضه با مواد مغذی مختلف از جمله لیپیدها را بر عهده دارند (۱، ۲۳). هم چنین داربست موجود در بین لوله های اسپرم ساز و مویرگ های خونی بیضه، از عبور و مرور LDL-C و VLDL-C جلوگیری نموده و تنها اجازه تبادل ذرات HDL-C و تحویل کلسترول موجود در آن را به سلول های سرتولی می دهد (۲۴)؛ بنا بر این می توان نتیجه گرفت که در ساختار بیضه، کلسترول موجود در HDL-C در مقایسه با سایر ترکیبات لیپیدی سرم، علاوه بر بکارگیری برای سنتز تستوسترون، جهت تغذیه سلول های جنسی در حال ساخت نیز مورد استفاده قرار می گیرد. نتیجه حاصل از مطالعه حاضر همسو با گزارشی مبنی بر همبستگی مثبت بین مقادیر

استفاده از آن ها بتوان در مورد ارتباط احتمالی پروفایل لیپیدی سرم خون با حجم، ویسکوزیته و تحرک اسپرم اظهار نظر نمود.

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که میزان HDL-C سرم با جمعیت سلول های جنسی و پشتیبان بافت بیضه و هم چنین فعالیت ترشحی سلول های لیدیک بیضه ارتباط مثبت دارد. هم چنین بالا رفتن غلظت سرمی تری گلیسرید و VLDL-C؛ موجب کاهش تعداد سلول های جنسی و پشتیبان در بافت بیضه می شود و ممکن است بر روی باروری حیوان اثرات مخربی داشته باشد؛ با این وجود بررسی های بیشتری از جمله انجام مطالعات بافت شناسی در سطح میکروسکوپ الکترونی جهت نائل آمدن به مکانیسم یا مکانیسم هایی که طی آن تاثیرات فوق الذکر اعمال می شود لازم است.

یافته های تحقیق حاضر می تواند به عنوان پایه ای برای پژوهش های بیشتر در زمینه رابطه بین پروفایل لیپیدی خون و ساختار بیضه در انسان و گونه های دیگر مورد استفاده قرار بگیرد. همچنین نتایج این بررسی نقش موثر HDL-C سرم در بهبود و ارتقاء ساختار بافت شناسی بیضه، جمعیت سلول های جنسی نر و هم چنین سطح سرمی تستوسترون در مدل موش صحرائی خاطر نشان می کند. علاوه بر این، با توجه به یافته های حاضر می توان افزایش غلظت سرمی تری گلیسرید و VLDL-C را به عنوان تهدید عمده ای برای قدرت باروری و میزان تولید مثل در جنس نر قلمداد نمود.

تستوسترون ندارد (۲۸). مطالعه حاضر دارای محدودیت هایی از جمله عدم کنترل کافی بر روی نوع ترکیبات تغذیه ای به ویژه اجزای ویتامینی رژیم خوراکی در حیوانات مورد بررسی در زمان قبل از بلوغ می باشد. به عبارت دیگر، نگارندگان این تحقیق نمی توانند به طور قطع و یقین در مورد تامین تمام نیازهای تغذیه ای حیوانات مورد بررسی در طول دوران قبل و بعد از بلوغ و یا زمان تولید مثل، اظهار نظر کنند. بهتر آن بود که رژیم خوراکی حیوانات مورد مطالعه از اولین روز پس از تولد تا هنگام بلوغ و تولیدمثل جنسی، کاملاً تحت نظارت دقیق قرار می گرفت.

یکی دیگر از محدودیت های این تحقیق، اکتفا کردن به اخذ نمونه خون ناشتا و آن هم فقط یک بار بود. دلیل این امر کوچک بودن جثه حیوانات مورد بررسی و نداشتن خون کافی برای دفعات نمونه گیری بیشتر بود به عبارت دیگر بهتر بود که در چند روز متوالی نمونه های خون ناشتا، اخذ می شد و سپس اجزای لیپیدی و میزان تستوسترون آن ها ارزیابی و در نهایت میانگین آن ها گزارش می شد.

هر چند که نتایج این تحقیق بیانگر ارتباط بین شاخص های آناتومیک و هیستومورفومتریک بیضه با برخی از اجزای لیپیدی سرم در مدل موش صحرائی است، اما از جمله کاستی های این مطالعه؛ عدم اخذ نمونه منی از حیوانات تحت بررسی و عدم مطالعه کیفیت اسپرمتوزوئید به ویژه میزان تحرک آن بود. دلیل این امر ناکافی بودن امکانات در دسترس بود. بنا بر این در آینده مطالعات بیشتری لازم است که با

References

1. Speake BK, Surai PF, Rooke JA. Regulation of avian and mammalian sperm production by dietary manipulation. Champaign Illinois AOCs Publication 2003; p.96-117.
2. Lenzi A, Gandini L, Maresca V, Rago R, Sgro P, Dondero F, Picardo M. Fatty acid composition of spermatozoa and immature germ cells. Mol Hum Reprod 2000; 6: 226-31.
3. Gulaya NM, Margitich VM, Govseeva NM, Klimashevsky VM, Gorpynchenko II, Boyko MI. Phospholipid composition of human sperm and seminal plasma in

relation to sperm fertility. Arch Androl 2001; 46:169-75.

4. Rana APS, Majumder GC, Misra S, Ghosh A. Lipid changes of goat sperm plasma membrane during epididymal maturation. Biochim Biophys Acta 1991;1061:185-96.

5. Ergun A, Kose SK, Aydos K, Ata A, Avci A. Correlation of seminal parameters with serum lipid profile and sex hormones. Arch Androl 2007;53:21-3.

6. Diazfontdevilla M, Bustosobregon E. Cholesterol and polyunsaturated acid enriched diet effects on kinetics of the

- acrosome reaction in rabbit spermatozoa. *Mol Reprod* 1993;35:176-80.
7. Morgan DH, Ghribi O, Hui L, Geiger JD, Chen X. Cholesterol-enriched diet disrupts the blood-testis barrier in rabbits. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2014;15:1125-30.
8. Liu Y, Zhao W, Gu G, Lu L, Feng J, Guo Q, et al. Palmitoyl-protein thioesterase 1 (PPT1) an obesity-induced rat testicular marker of reduced fertility. *Mol Reprod Dev* 2014; 81:55-65.
9. Erdemir F, Atilgan D, Markoc F, Boztepe O, Suhparlaktas B, Sahin S. The effect of diet induced obesity on testicular tissue and serum oxidative stress parameters. *Acta Urol Esp* 2012; 36:153-9.
10. Schisterman EF, Mumford SL, Chen Z, Browne RW, Boyd Barr D, Kim S, Buck Louis GM. Lipid concentrations and semen quality: the LIFE study. *Andrology* 2014;2:408-15.
11. Chen MM, Lan XX, Li CY, Tian ZM, Chen KF. Diet-induced obesity increases the apoptosis of testicular spermatogenic cells in pubertal male rats. *Zhonghua Nan Ke Xue* 2011; 17:342-7.
12. Gwynne JT, Hess B, Hughes T, Rountree R, Mahaffee D. The role of serum high density lipoproteins in adrenal steroidogenesis. *Endocr Res* 1985;10:411-30.
13. Havel RJ, Kane JP. Introduction: structure and metabolism of plasma lipoproteins. In *The metabolic and molecular basis of inherited disease*. New York: McGraw-Hill Publication 2001; p. 2705-16.
14. Bruits CA, Ashwood RF. *Tietz textbook of clinical chemistry*. 2^{ed}. Saunders Philadelphia Publication 1994; p.1002-93.
15. Faridha A, Faisal K, Akbarsha MA. Duration-dependent histopathological and histometric changes in the testis of aflatoxin B1-treated mice. *J Endocrinol Reprod* 2006;102: 117-33.
16. Leal MC, Beckersilva SC, Chiarinigarcia H, Franca LR. Sertoli cell efficiency and daily sperm production in goats (*capra hircus*). *Anim Reprod* 2004;6:122-8.
17. Zirkin BR, Ewing LL, Kkromann N, Cochran RC. Testosterone secretion by Rat and Rabbit guinea Pig and Dog and Hamster tests perfused in vitro correlation with leydig cell ultrastructure. *Endocrinol* 1980;106:1867.
18. Page ST, Mohr BA, Link CL, Odonnell AB, Bremner WJ, McKinlay JB. Higher testosterone levels are associated with increased high-density lipoprotein cholesterol in men with cardiovascular disease: results from the Massachusetts Male Aging Study. *Asian J Androl* 2008; 10:193-200.
19. Klinefelter GR, Ewing LL. Maintenance of testosterone production by purified adult rat leydig cells for 3 days in vitro. *Cell Dev Biol* 1989; 25:283-8.
20. Nolan CJ, Neuendorff DA, Godfrey RW, Harms PG, Welsh TH, Mearthur NH, et al. Influence of dietary energy intake on prepubertal development of Brahman bulls. *J Anim Sci* 1990;68:1087-96.
21. Garrett RH, Grisham CM. *Biochemistry*. 3^{ed}. Belmont CA: Thomson Cole Publication 2007; p.232-4.
22. Bauchart D. Lipid absorption and transport in ruminants. *J Dairy Sci* 1992;76:3864-81.
23. Orth JM, Gunsalus GL, Lampert AA. Evidence from sertoli cell-depleted rats indicates that spermatid number in adults depends on numbers of sertoli cells produced during perinatal development. *Endocrinol* 1988;122:787-94.
24. Maboundou JC, Fofana M, Fresnel J, Bocquet J, Le Goff D. Effect of lipoproteins on cholesterol synthesis in rat sertoli cells. *Biochem Cell Biol* 1995;73:67-72.
25. Padron RS, Mas J, Zamora R, Riverol F, Licea M, Mallea L, et al. Lipids and testicular function. *Int Urol Nephrol* 1989; 21:515-9.
26. Meizel S. The importance of hydrolytic enzymes to an exocytotic event, the mammalian sperm acrosome reaction. *Biol Rev Camb Philos Soc* 1984; 59:125-157.
27. Perova NV. Alteration of apoproteins of very low density lipoprotein from blood plasma in hypertriglyceridemia. *Vopv Med Khim* 1979;25:185.
28. Arem R, Ghushn H, Ellerhorst J, Comstock JP. Effect of decreased plasma low-density lipoprotein levels on adrenal and testicular function in man. *Clin Biochem* 1997; 30:419-24.

Correlation of Serum Lipids Profile with Anatomical and Histomorphometrical Parameters of the Testes in the Rat

Loueimofared A^{1*}, Nooraei A²

(Received: May 6, 2015

Accepted: December 5, 2015)

Abstract

Introduction: The lipid compositions of spermatozoa play an important role in its physiological functions. In addition, the available evidence suggests that dietary supplementation with appropriate lipids affects spermatogenesis, sperm quality and sperm motility. The present work was performed since there are only little data on the correlation of serum lipids with endocrine and exocrine integrities of the testis.

Materials & methods: The present study was carried out on 60 normal healthy male rats. Then animal euthanasia blood samples were collected by cardiac ponction. The serum concentrations of total cholesterol and triglyceride were measured by method Enzymatic, lipoproteins were determined by method Precipitation and testosterone was measured by Radio Immuno Assay method. Anatomical indices include weight, scrotal circumference; length and width of the testis were recorded. For histomorphometric study (exocrine parameters of the testis); the 5 μ sections were made and stained with Hematoxyline-Eosin. Data were statistically analyzed by the Pearson correlation tests.

Findings: Results showed that the serum HDL-c values were significantly correlated

with the diameter of the leydig cells ($r=0.38$; $p<0.05$), the diameter of the seminiferous tubules ($r=0.69$; $p<0.01$), testicular weight ($r=0.85$; $p<0.001$), scrotal circumference ($r=0.38$; $p<0.05$) and as well as serum levels of testosterone ($r=0.85$; $p<0.001$). Serum triglycerides value was also inversely correlated with the diameter of the leydig cells ($r= -0.82$; $p<0.001$) and germinal epithelium height ($r= -0.79$; $p<0.001$). In addition, the serum levels of VLDL-c was inversely correlated with the diameter of the leydig cells ($r= -0.73$; $p<0.01$) and germinal epithelium height ($r= -0.81$; $p<0.001$). Furthermore, the serum triglycerides levels had significant correlation with the testis weight ($r=0.81$; $p<0.001$).

Discussion & Conclusions: Upon to these results, it is concluded that anatomical and histomorphometrical indices of the testis are correlated with serum levels of HDL-c and also the triglycerides and VLDL-c values are inversely correlated with endocrine and exocrine integrities of the testis in the rat.

Keywords: Histology, Lipid, Testis, Testosterone, Rat

1. Dept of Basic Sciences, Faculty of Para-Veterinary Medicine, Ilam University, Ilam, Iran

2. Dept of Histology, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

*Corresponding author Email: alm722@gmail.com