



بررسی تأثیر روشنایی با شدت بالا بر شاخص‌های اسپرم در موش سوری

حمزه محمدی: دانشجوی دکتری، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
سمیه فرهنگ دهقان: استادیار، مرکز تحقیقات ارتقاء سلامت محیط کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم شهید بهشتی، تهران، ایران
محمد باقر عبدالمهی: *نویسنده مسئول، مربی، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران. abdollahimb@gmail.com
مجتبی کالانتار: استادیار، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران
معصومه کایدانی: مربی، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران

چکیده

کلیدواژه‌ها

شدت روشنایی بالا،
شاخص‌های اسپرم،
ویژگی ریخت شناسی،
موش سوری

زمینه و هدف: تامین روشنایی مطلوب در محیط زندگی و کار جهت نمایان ساختن اشیاء و افزایش قدرت تمیز جزئیات و نیز پیشگیری از خستگی دیداری و خیرگی ضروری می‌باشد. بالا بودن میزان شدت روشنایی ناشی از منابع طبیعی و یا مصنوعی در برخی مشاغل می‌تواند به عنوان یک عامل زیان آور فیزیکی محسوب گردد. لذا این مطالعه با هدف بررسی اثرات سوء ناشی از مواجهه با میزان روشنایی با شدت بالا بر روی شاخص‌های اسپرم موش سوری انجام پذیرفت.

روش بررسی: موش‌های سوری در دو گروه مواجهه (n=6): در معرض مواجهه با روشنایی با شدت ۱۰۰۰ لوکس طی ۵ روز ۸ ساعته) و شاهد (n=6): با شرایط مشابه ولی بدون مواجهه) بررسی گردیدند. در پایان سناریوی مواجهه، پس از بیهوشی حیوانات هر گروه با تزریق کتامین و زایلازین، ناحیه دم اپیدیدیم بیضه‌ها استخراج و جهت بررسی اسپرموگرام در محیط کشت ترکیبی قرار گرفتند. سپس ضمن تهیه قالب‌های پارافینی و برش‌های ۵ میکرونی، سایزآمایشات مربوط به شاخص‌های بافتی بر روی نمونه بیضه انجام شد. همچنین توسط میکروسکوپ نوری و با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ شمارش سلول‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت، اسپرماتید و اسپرم انجام گرفت. میانگین سه بار تکرار درون گروهی داده‌ها با سطح معنی داری ۰/۰۵ گزارش گردیدند. داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و متعاقب آن، آزمون تعقیبی توکی تجزیه و تحلیل گردیدند.

یافته‌ها: اختلاف معنی داری در درصد تحرک کل اسپرم بین دو گروه (مواجهه: ۶۰/۷±۰/۹۶؛ شاهد: ۷۲/۴±۱/۰۲)، درصد مورفولوژی طبیعی اسپرم بین دو گروه (مواجهه: ۴۵/۵±۰/۵۸؛ شاهد: ۷۳/۳۵±۱/۶)، درصد زنده ماندن اسپرم بین دو گروه (مواجهه: ۵۸/۶۸±۱/۴۴؛ شاهد: ۶۵/۳۶±۱/۶۵)، و قطر داخلی لوله‌های اسپرم‌ساز بین دو گروه (مورد: ۹۷/۱۱±۱/۷۹؛ شاهد: ۶۶/۸۲±۱/۰۲ میکرومتر) وجود داشت (P<۰/۰۵). در حالیکه، اختلاف معنی داری در تعداد اسپرم برحسب میلیون بین دو گروه (مواجهه: ۴/۱۱±۱/۱۱؛ شاهد: ۴/۵۱±۰/۰۹) و قطر خارجی لوله‌های اسپرم‌ساز بین دو گروه (مواجهه: ۱۶۰/۲۷±۱/۹۵؛ شاهد: ۱۶۱/۸۹±۱/۳۳ میکرومتر) مشاهده نشد (P>۰/۰۵). تخریب بافتی، وجود بی نظمی، درهم تنیدگی و غیر نرمال بودن، بهم ریختگی نظم سلول‌های اسپرماتوزن و تخلیه بخش میانی لوله‌های اسپرم‌ساز در گروه مواجهه در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: مطابق یافته‌های پژوهش حاضر، مواجهه با روشنایی با شدت ۱۰۰۰ لوکس سبب کاهش در تحرک کل، درصد مورفولوژی طبیعی و درصد زنده ماندن اسپرم‌ها شد که انتظار می‌رود این مقدار کاهش با گذشت زمان امکان ایجاد درجات مختلفی از ناباروری با فاکتور مردانه را افزایش دهد. همچنین افزایش در قطر داخلی لوله‌های اسپرم‌ساز ناشی از مواجهه با روشنایی ۱۰۰۰ لوکس مشاهده گردید که حاکی از تمایز و مرگ سلولی در تعداد زیادی از سلول‌های زایای رده‌های مختلف می‌باشد. باتوجه به اینکه مطالعات عمدتاً بر شدت‌های پایین تر نور مرئی تمرکز داشته‌اند، به منظور نتیجه‌گیری قطعی لازم است مطالعات جامع‌تر بر گونه‌های حیوانی مختلف و در صورت امکان بر اسپرم‌های انسانی انجام شود. از آنجائیکه امروزه در مشاغل دقیق و نوبت کار مواجهه افراد با تابش‌های شدت بالا اتفاق می‌افتد، توصیه می‌شود به منظور پیشگیری از اثرات سوء احتمالی مواجهه با روشنایی شدت بالا، اقدامات کنترلی مقتضی در محیط‌های کاری انجام گیرد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: حامی مالی نداشته است.

شیوه استناد به این مقاله:

Mohammadi H, Farhang Dehghan S, Abdollahi MB, Kalantar M, Kaydany M. Effect of high light level on sperm parameters in mice. Iran Occupational Health. 2019 (Oct-Nov);16(4):13-21.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

مقدمه

حس بینایی بعنوان یکی از مهمترین حواس انسان محسوب می‌گردد که در این خصوص تامین روشنایی مطلوب در محیط زندگی و کار جهت نمایان ساختن اشیاء و افزایش قدرت تمیز جزئیات و نیز پیشگیری از خستگی دیداری و خیرگی ضروری است (۱-۳). نور مرئی طیفی از امواج الکترومغناطیس در محدوده ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر است که توسط گیرنده‌های نوری چشم قابل درک و مشاهده می‌باشد (۴). مواجهه با روشنایی نامطلوب از منابع مصنوعی می‌تواند منجر به مخاطرات بهداشتی و ایمنی گردد که از جمله آن‌ها می‌توان به ایجاد تابش خیره کننده در چشم، عدم توانایی تمییز رنگ‌ها، عوارض ناشی از مواجهه با تابش‌های مادون قرمز و ماوراء بنفش بر چشم و پوست، خستگی و ایجاد ناراحتی ناشی از مدولاسیون نور در فرکانس‌های پایین (سو سو زدن)، مخاطرات ایمنی کار با وسایل گردنده ناشی از اثرات استروبوکوپیک اشاره کرد (۵-۷). پیشرفت فن‌آوری و افزایش نیاز به انجام کارهای شیفی و کارهای شبانه روزی سبب گردیده است که افراد بر اساس نوع و ماهیت کاری خود در معرض نور با شدت‌های بالا قرار گیرند، از جمله اینگونه مشاغل که جزء مشاغل خیلی دقیق نیز به حساب می‌آیند می‌توان به ساعت سازی، نقشه برداری، کارهای الکترونیکی و غیره اشاره نمود (۸، ۹).

مطالعات انجام گرفته بر روی نمونه‌های حیوانی نشان داده شده است که مواجهه با روشنایی می‌تواند بر قدرت باروری و کیفیت مایع منی و اسپرم تاثیر گذار باشد. در این خصوص مقالات عمدتاً متمرکز بر روی تاثیر تابش‌هایی غیر از نور مرئی و یا تاثیر طول موج تابش بوده است (۱۰-۱۲) و کمتر مطالعه‌ای به بررسی تاثیر تابش نور مرئی به ویژه با شدت بالای روشنایی بر شاخص‌های اسپرم پرداخته است. به طور مثال، براساس مطالعه که در سال ۱۹۹۱ توسط سینگر^۱ و همکاران با عنوان باند باریک کم انرژی غیرانسجامی مادون قرمز بر اسپرم انسانی و اسپرم‌های ایزوله شده نشان داده شده است که باند نزدیک مادون قرمز با طول موج ۹۴۰ نانومتر سبب افزایش میزان تحرک اسپرم می‌گردد

(۱۳). میزان تحرک اسپرم‌های بوقلمون توسط یافادانو^۲ و همکاران در سال ۲۰۰۵ بررسی گردید، که نشان داد تشعشعات لیزر He-Ne در گستره انرژی ۳/۲۴ تا ۵/۴ J/cm² دارای شاخص تحرک اسپرم بالاتری در مقایسه با گروه کنترل بود (۱۴). در مطالعه‌ای با عنوان تأثیر نور مرئی و تابش ماوراء بنفش بر تحرک و باروری اسپرم ماهیان و پستانداران، پروفایل‌های متفاوتی از میزان تحرک اسپرم تیلاپیا و قوچ در پاسخ به مواجهه با نور قرمز (در گستره ۴۰۰-۸۰۰ نانومتر)، نور سفید (در گستره ۳۶۰ نانومتر) و تابش ماورا بنفش (۲۹۴ نانومتر) حاصل گردید. تحرک و باروری اسپرم ماهی در مواجهه با نور سفید و قرمز افزایش نشان داد در حالیکه میزان تحرک و باروری اسپرم قوچ به آهستگی تنها پس از مواجهه با نور قرمز افزایش یافت. در مواجهه با نور آبی و ماوراء بنفش، میزان تحرک و باروری هر دو گونه کاهش یافت (۱۲). با توجه به این گپ مطالعاتی در خصوص نحوه تاثیر تابش‌های نور با شدت بالا بر کیفیت منی، این مطالعه با هدف بررسی تاثیر تابش روشنایی ۱۰۰۰ لوکس بر روی شاخص‌های اسپرم در موش سوری انجام گرفت، که در این خصوص ویژگی‌های مورفولوژیکی (ریخت شناختی) لوله‌های اسپرم ساز، درصد کل اسپرم‌های متحرک، درصد اسپرم‌هایی با مورفولوژی طبیعی، درصد اسپرم های زنده و تعداد کل اسپرم در حجم نمونه بین دو گروه شاهد و مورد مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش بررسی

این تحقیق به صورت تجربی بر روی مدل حیوانی موش سوری نر انجام پذیرفت.

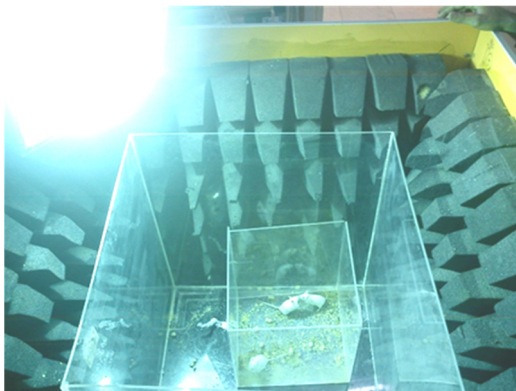
مدل حیوانی: جامعه مورد بررسی موش‌های سوری نر سالم بالغ هم سن (۷ هفته) با میانگین وزنی تقریباً یکسان (وزن متوسط ۲/۵±۳۰ گرم) به تعداد ۱۲ سر می‌باشند که از حیوانخانه دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تأمین گردیدند. از این تعداد ۶ سر به عنوان نمونه شاهد و ۶ سر به عنوان نمونه مواجهه در نظر گرفته شدند.

² Iaffaldano

¹ Singer

ساعت در دستگاه پاساژ بافتی (Shandon-Citadel 1000, UK) قرار گرفتند. بعد از طی این مرحله نمونه‌ها با استفاده از پارافین قالب گیری و سپس توسط دستگاه میکروتوم دوار (Shandon- AS325, UK) برش‌های ۵ میکرونی سریالی تهیه شد. همچنین ضمن تهیه قالب‌های پارافینی و برش‌های ۵ میکرونی، سایر آزمایشات مربوط به شاخص‌های بافتی بر روی نمونه بیضه انجام شد. در نهایت از هر نمونه ۵ برش با فاصله (برش‌های ۵ و ۸ و ۱۱ و ۱۴ و ۱۷) به منظور پرهیز از شمارش مجدد یک سلول، انتخاب و برای بررسی میکروسکوپی با هماتوکسین- ائوزین رنگ آمیزی شدند. جهت بررسی‌های مورفومتریک، دو میدان دید از هر لام بطور تصادفی در زیر میکروسکوپ (Olympus, AH2, Japan) انتخاب و توسط دوربین دیجیتال (Coolpix-4500, Japan) عکس تهیه شد و عکس‌ها به کامپیوتر منتقل و با استفاده از نرم افزار کامپیوتری Image Tool قطر لوله سیمنی فرس (فاصله قاعده یک سلول تا قاعده سلول روبروی آن در مقطع عرضی) اندازه گیری شدند. همچنین توسط میکروسکوپ نوری و با بزرگ نمایی ۴۰۰ شمارش سلول‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت، اسپرماتید و اسپرم انجام گرفت. پس از تعیین میانگین، پارامترهای فوق مورد آنالیز آماری قرار گرفتند.

دستگاه مولد روشنایی: میزان روشنایی مورد نیاز آزمایش تنها از طریق یک پروژکتور دارای لامپ متال هالید (خیاری) ۴۰۰ وات با نور سفید تامین گردید (شکل ۱) و در حین آزمایش از هیچگونه منبع دیگری برای تامین روشنایی استفاده نگردید.

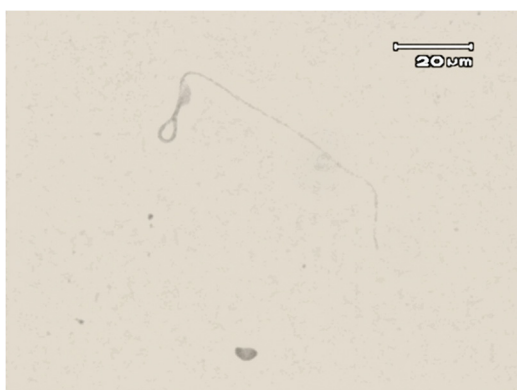


شکل ۱- تصویری از مواجهه حیوانات با روشنایی ۱۰۰۰ لوکس نور سفید متال هالید

اتفاق و شرایط مواجهه: حیوانات در زمان آزمایش در ظروف پلکسی‌گلاس پلی کربناته و در پایان آزمایش در قفس‌های مخصوص نگهداری گردیدند. غذا و آب به صورت آزادانه در اختیار حیوانات قرار داده شد. بر اساس اندازه‌گیری شرایط جوی محیط آزمایش شرایط فیزیکی محل نگهداری و همچنین حیوان خانه محل نگهداری قابل قبول بود. همچنین شرایط بهداشتی محل انجام آزمایش و محل نگهداری آن‌ها کاملاً مطابق استانداردهای موجود در نظر گرفته شد. در تمامی روزهای انجام آزمایشات، ۳ بار طی نوبت‌های صبح، ظهر و عصر شرایط جوی محل انجام آزمایش شامل دمای خشک، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا به ترتیب با استفاده از دستگاه (Casella) WBGT³ Meter (Microtherm; England c; Taiwan)، رطوبت سنج (Lutron Electroni PHB-318) و بادسنج حرارتی (Standard- ST-8880; Hong Kong) مورد بررسی قرار گرفت، که براساس این اندازه‌گیری‌ها، میانگین دمای خشک اتاق طبیعی ۲۴-۲۸ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۶۰-۴۰٪ و سرعت جریان هوا ۰/۱۶-۰/۱۴ متر بر ثانیه اندازه گیری شد. شدت روشنایی اندازه‌گیری شده در طی ۸ ساعت مواجهه روزانه ۱۰۰۰ لوکس و در زمان‌های نگهداری در حیوان خانه کمتر از ۱۰۰ لوکس توسط دستگاه لوکس‌متر (Hanger EC1 ; Sweden) اندازه‌گیری گردید. آزمایش تحت شرایط کنترل شده به مدت ۵ روز متوالی و روزانه ۸ ساعت مواجهه انجام پذیرفت. پس از گذشت ۵ روز و اتمام آزمایش حیوانات بلافاصله به آزمایشگاه پاتولوژی انتقال داده شدند.

تهیه بافت جهت مطالعات میکروسکوپی: در آزمایشگاه پاتولوژی، ابتدا حیوانات با تزریق کتامین (۶۰ mg/kg) و زایلازین (۶ mg/kg) بیهوش و سپس کشته شدند. سپس با استفاده از تیغ بیستوری و قیچی یک شکاف طولی در امتداد خط میانی بدن ایجاد شد. ابتدا بیضه‌های طرف چپ حیوانات خارج و وزن شدند. سپس برای تثبیت بافتی در محلول فرمالین ۱۰ درصد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. در مرحله بعد، به منظور آگیری و شفاف سازی، نمونه‌ها به مدت ۲۴

³ Wet Bulb Globe Temperature



مواجهه



شاهد

شکل ۲- مقایسه مورفولوژی و شکل ظاهری اسپرم در گروه مواجهه و شاهد

جدول ۱- مقایسه قطر داخلی و خارجی (میکرومتر) لوله‌های اسپرم‌ساز در گروه‌های مواجهه و شاهد

| گروه | قطر داخلی لوله‌ها | قطر خارجی لوله‌ها |
|--------|-------------------|-------------------|
| شاهد | 66/82 ± 1/02 | 161/89 ± 1/33 |
| مواجهه | 97/11 ± 1/79 | 160/27 ± 1/95 |
| p | 0/001* | 0/130 |

* اختلاف معنی دار است.

شاهد تغییراتی را نشان می‌دهد. تخریب بافتی، بهم ریختگی نظم سلول‌های اسپرماتوزن و تخلیه بخش میانی لوله‌های اسپرم‌ساز در گروه مواجهه در مقایسه با گروه کنترل مشاهده می‌شود. وجود بی‌نظمی، درهم تنیدگی و غیر نرمال بودن در گروه مواجهه یافته نسبت به گروه کنترل کاملاً مشهود است.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررسی تاثیر تابش روشنایی ۱۰۰۰ لوکس بر روی شاخص‌های اسپرم در موش سوری نر انجام گرفت، که پیش از این مطالعه مشابهی در خصوص نحوه تاثیر روشنایی با شدت بالا بر روی

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS21 و آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه و متعاقب آن، آزمون تعقیبی تأیید تفاوت معنی‌دار توکی تجزیه و تحلیل گردیدند. همچنین داده‌ها بصورت میانگین \pm خطای معیار در جداول آورده شده است. سطح معناداری 0/05 در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

همانگونه که در جدول ۱ نشان داده شده است، قطر داخلی لوله‌های اسپرم ساز بین دو گروه در معرض مواجهه و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/01$) در حالیکه در مقایسه بین قطرهای خارجی دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد ($P > 0/05$). قطر داخلی و خارجی لوله‌های اسپرم ساز با استفاده از نرم افزار پردازش تصویر Image J (National Institute of Health; USA) محاسبه گردید (شکل ۲).

در شکل ۲ مقایسه شکل ظاهری اسپرم در دو گروه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۲ نیز مشاهده می‌گردد تصویر سمت راست که مربوط به گروه مواجهه یافته است، سرهای اسپرم حالت خمیدگی و شکستگی دارند، ولی سرهای اسپرم گروه شاهد حالت طبیعی دارند.

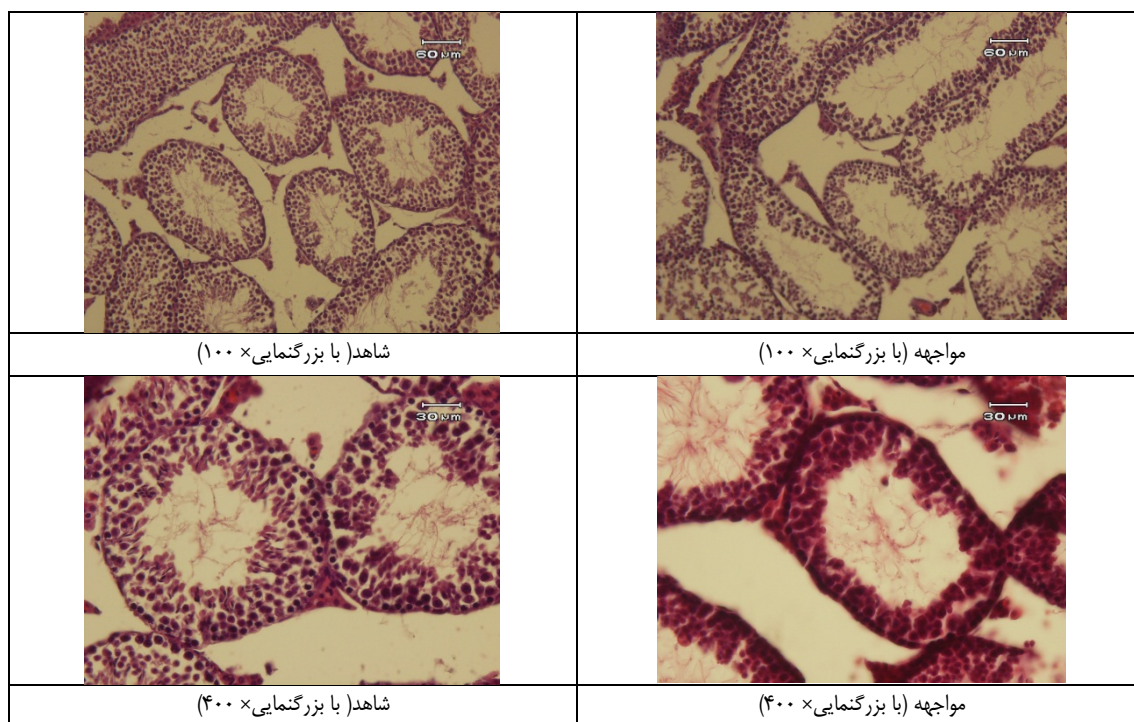
جدول شماره ۲ به مقایسه درصد اسپرم‌های زنده، اسپرم‌های متحرک، اسپرم‌های با مورفولوژی طبیعی، و تعداد کل اسپرم در گروه مواجهه و شاهد می‌پردازد. مطابق جدول ۲، درصد کل اسپرم‌های متحرک، درصد اسپرم‌هایی با مورفولوژی طبیعی و درصد اسپرم‌های زنده در بین دو گروه مواجهه و شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بوده ($P < 0/01$) و تعداد کل اسپرم اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد ($P > 0/05$).

نمای میکروسکوپی از لوله منی ساز موش در گروه‌های مواجهه یافته و شاهد با رنگ‌آمیزی همتاکسیلین-اٹوزین در شکل ۳ آورده شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود قطر داخلی لوله‌های اسپرم‌ساز در گروه مواجهه یافته در مقایسه با گروه

⁴ One-way ANOVA

² Tukey Honesty Significant Difference (HSD)

⁶ Standard Error



شکل ۳- تصویری از برش بافت شناسی لوله‌های اسپرم ساز در دو گروه مواجهه و شاهد.

معرض مواجهه نسبت به گروه کنترل کاهش یافته است.

تأثیر اشعه ایکس و ماوراء بنفش روی سلول‌های اسپرم به طور گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. با این حال، مطالعات کمی در مورد تاثیر تابش نور مرئی بر اسپرم انجام شده است (۱۶). طبق نتایج این مطالعات، نور مرئی و مادون قرمز نزدیک در شدت‌های پایین می‌تواند باعث افزایش تحرک اسپرم گردد (۱۳)، بطور مثال لنزی^۸ و همکارانش یافتند که تحرک پیشرونده اسپرم به دنبال تابش نور قرمز در محدوده ۶۴۷ نانومتر افزایش می‌یابد (۱۰). نتایج مطالعه‌ای در مورد میزان تحرک اسپرم انسانی به دنبال مواجهه با نور مرئی نشان داد که یک منبع نور دیود LED^۹ در گستره طول موج ۶۶۰ تا ۸۵۰ نانومتر (دوز ۱۰۰ الی ۴۰۰ ژول) و ۲۰۰ mW با طول موج ۸۱۰ نانومتر دیود لیزری Ga-Al-Ar (دوز ۲ الی ۴ ژول) باعث افزایش شاخص تحرک اسپرم و کل تعداد اسپرم را تا چهار برابر اسپرم طبیعی و هفت برابر برای اسپرم‌های آستنوسپرمیک در مقایسه با گروه کنترل می‌گردد. با

توانایی باروری و کیفیت مایع منی گزارش نشده است. این در حالی است که امروزه مواجهه افراد با شدت‌های بالای روشنایی در مشاغل دقیق و نوبت کار امری مرسوم است. مطابق یافته‌های پژوهش حاضر، مواجهه با روشنایی با شدت ۱۰۰۰ لوکس سبب کاهش در تحرک کل، درصد مورفولوژی طبیعی و درصد زنده ماندن اسپرم‌ها شد که انتظار می‌رود این مقدار کاهش با گذشت زمان امکان ایجاد درجات مختلفی از ناباروری با فاکتور مردانه را افزایش دهد. همچنین افزایش در قطر داخلی لوله‌های اسپرم ساز ناشی از مواجهه با روشنایی ۱۰۰۰ لوکسی مشاهده گردید که حاکی از تمایز و مرگ سلولی در تعداد زیادی از سلول‌های زایای رده‌های مختلف می‌باشد. برنت^۷ و همکاران در مطالعه خود به بررسی تاثیر روشنایی مصنوعی ۳۰۰-۳۵۰ لوکس بر کیفیت مایع منی گراز بالغ پرداختند (۱۵). گرازها از هفته ۸ تا ۸۳ زندگی خود در مواجهه روزانه ۸ ساعت با نور مصنوعی قرار داشتند و نمونه‌های منی در ۴۹ تا ۸۳ هفتگی آنها جمع‌آوری شد. نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که طی این مدت، حجم مایع منی و تعداد کلی اسپرم‌های متحرک در گروه در

^۸ Lenzi

^۹ Light-emitting diode

^۷ Brandt

اثرات تابش نور مرئی با شدت‌های مختلف را بر توانایی لقاح اسپرم بررسی کنند. از آنجایی که تعیین دقیق حالت ردوکس سلولی به شرایط سلول و پارامترهای نور مورد استفاده برای تابش بستگی دارد، باید شرایط بهینه نور برای اهداف درمانی اسپرماتوزوا هر گونه جانوری تعیین شود (۱۶).

مطابق نتایج این مطالعه مواجهه با روشنایی ۱۰۰۰ لوکس می‌تواند در مدت معین، باعث اثر منفی بر سیستم تولید مثل موش سوری نر گردد، که علت این موضوع را تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) توسط مواد حساس به نور سلول‌های اندوژن دانسته‌اند. با توجه به اینکه مطالعات عمدتاً بر شدت‌های پایین‌تر نور مرئی تمرکز داشته‌اند، به منظور نتیجه‌گیری قطعی لازم است مطالعات جامع‌تر بر گونه‌های حیوانی مختلف و در صورت امکان بر اسپرم‌های انسانی انجام شود. از آنجائیکه امروزه در مشاغل دقیق و نوبت کار مواجهه افراد با تابش‌های شدت بالا اتفاق می‌افتد، توصیه می‌شود به منظور پیشگیری از اثرات سوء احتمالی مواجهه با روشنایی شدت بالا، اقدامات کنترلی مقتضی در محیط‌های کاری انجام گیرد.

References

1. Pallasmaa J. The eyes of the skin: architecture and the senses. 3rd Edition. UK: John Wiley & Sons; 2012.
2. Ghanbaran A, Ebrahimpour R, Ardakani PP, Moghadam MT. The Role of Lighting, Window Views and Indoor Plants on Stress Reduction of Offices' Staffs by Psychophysics method. Iran Occup Health. 2018;14(6):135-147.
3. Amiri F, Zamanian Z, Mani A, Hasanzadeh J. effects of combined exposure to harmful and non-harmful levels of noise, heat and lighting on cognitive performance. Iran Occup Health. 2015;12(5):10-20.
4. Lack D, Cappa C. Impact of brown and clear carbon on light absorption enhancement, single scatter albedo and absorption wavelength dependence of black carbon. Atmos Chem Phys. 2010;10(9):4207-20.
5. Health and Safety Executive (HSE). Lighting at work. London: Health and Safety Executive; 2002.
6. Zamanian Z, Mortazavi SMJ, Asmand E, Nikeghbal K. Assessment of health consequences of steel industry welders' occupational exposure to ultraviolet radiation. Int J Prev Med. 2015;6:123.
7. Mehri A, Hajizadeh R, Dehghan SF, Nassiri P,

این وجود، آن‌ها نور را دارای اثر مهارکنندگی برای عملکرد اسپرم در دوزهای بالاتر تابش دانستند (۱۷). لوبارت و همکاران نشان دادند که تابش لیزر He-Ne (۱۰ mW در مدت زمان ۲ دقیقه) و به طور مشابه نور سفید (با طول موج ۴۰۰-۸۰۰ نانومتر و توان 40 mW در دو دقیقه) بر اسپرماتوزوای انسانی منجر به افزایش معنی‌دار در توانایی نفوذ در تخم‌های همستر می‌شوند (۱۸).

اگرچه هر یک از مطالعات ذکر شده در بالا پارامترهای مختلف نور را مورد بررسی قرار داده‌اند، پر واضح است که نورهای نزدیک مادون قرمز، منتشر شده از یک لیزر، منبع نور دیود (LED) یا ابزار نوری با باند پهن می‌تواند عملکرد اسپرم را در گستره معینی از دوز انرژی افزایش دهد و در دوزهای بالاتر از دوز انرژی بهینه، کاهش عملکرد اسپرم رخ می‌دهد (۱۶).

مکانیسم‌های سلولی در خصوص تعامل بین نور مرئی و اسپرم هنوز مورد بحث است. بیشتر محققان بر این باورند که اولین گام در پی تعامل بین سلول-نور، تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) توسط مواد حساس به نور سلول‌های اندوژن است. اگر چه در تولید مثل مردان، ROS به عنوان یک عامل مضر بر روی عملکرد اسپرم شناخته شده است، در حال حاضر شواهد نشان می‌دهند که غلظت بسیار کم و کنترل شده ROS در مسیرهای انتقال سیگنال، منجر به ظرفیت پذیری و واکنش آکروزوم اسپرم می‌شود، که برای لقاح موفق ضروری به نظر می‌رسد (۱۶). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که نور مرئی می‌تواند حالت ردوکس سلول‌های اسپرم را با القای تولید ROS تغییر دهد (۱۹). از آنجایی که یکی از مهمترین عملکردهای سلول‌های تنظیم کننده، حفظ حالت ردوکس سلولی است، که تغییر آن می‌تواند حرکت داخل سلولی Ca^{2+} را تعدیل کند (۲۰). تغییرات در ROS و Ca^{2+} هر دو نقش حیاتی در کنترل حرکت اسپرم و ظرفیت بارورسازی اسپرم‌های پستانداران را دارند. علاوه بر این، در مطالعه‌ای نشان داده شده است که نور مرئی باعث افزایش^{۱۱} ATP در سلول‌های اسپرم می‌شود (۲۱). با این حال، مطالعات بیشتری لازم است تا به طور کامل

^۱ Lubart 0

^۱ Adenosine triphosphate

- Jafari SM, Taheri F, et al. Safety evaluation of the lighting at the entrance of a very long road tunnel: A case study in Ilam. *Saf Health Work*. 2017;8(2):151-155.
8. Cember H, Johnson TE. Introduction to health physics. Introduction to health physics. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.; 2009.
9. Dehghany M, Rezaeeyani MT, Mohammadi H, Zamanian Z. An investigation of shift work disorders in security personnel of 3 hospitals of Shiraz University of Medical Sciences, 2009. *Iran Occup Health*. 2012;9(1):52-57.
10. Lenzi A, Claroni F, Gandini L, Lombardo F, Barbieri C, Lino A, et al. Laser radiation and motility patterns of human sperm. *Arch Androl*. 1989;23(3):229-34.
11. Sato H. Efectos de la luz laser sobre la movilidad y la velocidad del esperma in vitro. *Invest Clin Laser*. 1986;3:80.
12. Zan-Bar T, Bartoov B, Segal R, Yehuda R, Lavi R, Lubart R, et al. Influence of visible light and ultraviolet irradiation on motility and fertility of mammalian and fish sperm. *Photomed Laser Surg*. 2005;23(6):549-55.
13. Singer R, Sagiv M, Barnet M, Levinsky H, Segenreich E, Fuchs Y, et al. Low energy narrow band non-coherent infrared illumination of human semen and isolated sperm. *Andrologia*. 1991;23(2):181-4.
14. Iaffaldano N, Meluzzi A, Manchisi A, Passarella S. Improvement of stored turkey semen quality as a result of He-Ne laser irradiation. *Anim Reprod Sci*. 2005;85(3):317-25.
15. Brandt KE, Diekman MA. Influence of supplemental lighting on serum LH, testosterone and semen quality in prepubertal and postpubertal boars. *Anim Reprod Sci*. 1985;8(3):287-94.
16. Lubart R. Interactions between Visible Light and Sperm Cells. In: Lejeune T, Delvaux P, editors. *Human Spermatozoa: Maturation, Capacitation and Abnormalities*. New York: Nova Science Publishers, Inc; 2010. 491-7.
17. Harrison K, Sherrin D, Gabel P, Carroll J. Sperm motility enhancement with low level laser therapy. *Fertil Steril*. 2008;90:S321-S2.
18. Lubart R, Breitbart H, Soffer Y, Lavie R. He-Ne irradiation of human spermatozoa: Enhancement in hamster egg penetration. *Laser Ther*. 1999;11:171-6.
19. Grzelak A, Rychlik B, Bartosz G. Light-dependent generation of reactive oxygen species in cell culture media. *Free Radic Biol Med*. 2001;30(12):1418-25.
20. Lavi R, Shainberg A, Friedmann H, Shneyvays V, Rickover O, Eichler M, et al. Low energy visible light induces reactive oxygen species generation and stimulates an increase of intracellular calcium concentration in cardiac cells. *J Biol Chem*. 2003;278(42):40917-22. .
21. Lubart R, Shainberg A, Eichler M. Increased ATP levels in cardiac and sperm cells immediately after broadband visible light illumination. 27th International Congress Laser Medicine & IALMS Courses jointed with W.H.A. World Health Academy "Laser Florence 2013". *Lasers Med Sci*. 2013;28(6):1415-6.