

Histopathological Evaluation of Rabbit Retina Exposed to Continuous versus Intermittent Ultraviolet Irradiation

Esfandiari A, PhD*; Kheradmand HR, DVM

Department of Basic Sciences of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

*Correspondence: esfandiari.arash@gmail.com

Purpose: To investigate the histomorphometrical changes in the rabbit retina exposed to continuous versus intermittent ultraviolet irradiation.

Methods: In this experimental study, 15 New Zealand white male rabbits were divided into one of the three groups: control group (N=5), the experimental group that was exposed to continuous ultraviolet irradiation with 253.7 nm intensity for 4 weeks (N=5), and the experimental group that was exposed to intermittent ultraviolet irradiation with 253.7 nm intensity for 6hr/6hr, dark/irradiation cycles for 4 weeks (N=5).

Results: There was a decrease in the mean thickness of the different part of the photoreceptor layer under the effect of intermittent and continuous ultraviolet irradiation. The mean thickness of the outer segment layer, inner segment layer, outer nuclear layer, and outer plexiform layer was 13.27 ± 4.27 , 10.41 ± 3.7 , 33.59 ± 8.19 , 7.19 ± 1.02 micrometers, respectively, in the continuous ultraviolet irradiation group, 12.5 ± 0.98 , 9.38 ± 0.92 , 32.99 ± 2.43 , 7.38 ± 0.86 micrometers, respectively, in the intermittent ultraviolet irradiation group, and 19.5 ± 3.04 , 14.92 ± 2.4 , 42.78 ± 4.67 , 7.48 ± 0.96 micrometers, respectively, in the control group. The histological study revealed vacuoles in the inner and outer plexiform layers in the experimental groups. Additional findings were condensed and dark nuclei observed in the continuous ultraviolet irradiation group and pyknotic and karyolytic nuclei observed in the intermittent ultraviolet irradiation group.

Conclusion: Intermittent ultraviolet irradiation can cause more damage the photoreceptor layer compared with continuous ultraviolet irradiation.

Keywords: Histomorphometric, Photoreceptor Layer, Rabbit, Ultraviolet Irradiation

• Bina J Ophthalmol 2016; 22 (2): 110-115.

Received: 3 July 2016

Accepted: 2 October 2016

مطالعه هیستوپاتولوژی شبکیه خرگوش تحت تاثیر اشعه مداوم و متناوب فرابنفش

دکتر آرش اسفندیاری^۱ و دکتر حمیدرضا خردمند^۲

هدف: بررسی اثرات اشعه‌های فرابنفش متناوب و مداوم بر تغییرات هیستومورفومتریک لایه گیرنده نور در شبکیه چشم خرگوش.

روش پژوهش: در این مطالعه تجربی، ۱۵ خرگوش نر نژاد نیوزلندی سفید به طور اتفاقی به سه گروه پنج‌تایی تقسیم شدند
۱- گروه شاهد ۲- گروه آزمایشی که تحت تاثیر اشعه ماورابنفش مداوم با شدت 253.7 نانومتر به مدت ۴ هفته قرار گرفتند
۳- گروه آزمایشی که تحت تاثیر اشعه ماورابنفش متناوب با شدت 253.7 نانومتر برای ۴ هفته با دوره تناوب ۶ ساعت تاریکی ۶ ساعت اشعه قرار گرفتند. سپس، چشم‌های خرگوش‌ها خارج، به صورت متداول ثابت و با تولویدین‌بلو رنگ و با میکروسکوپ نوری مطالعه و با دوربین Dino Eye AM-۴۲۳ مورفومتری شدند.

یافته‌ها: میانگین ضخامت قسمت‌های مختلف لایه گیرنده نور تحت اثر اشعه فرابنفش مداوم و متناوب کاهش یافت. میانگین ضخامت و انحراف معیار بخش‌های قطعه‌ای خارجی و داخلی، هسته‌ای خارجی و شبکه‌ای خارجی لایه گیرنده نور در گروه آزمایشی اشعه فرابنفش مداوم به ترتیب 13.27 ± 4.27 ، 10.41 ± 3.7 ، 33.59 ± 8.19 ، 7.19 ± 1.02 ، 12.5 ± 0.98 ، 9.38 ± 0.92 ، 32.99 ± 2.43 ، 7.38 ± 0.86 میکرومتر، در گروه آزمایشی

تحت تاثیر اشعه فرابنفش متناوب به ترتیب $12/5 \pm 0/98$ ، $9/38 \pm 0/92$ ، $32/99 \pm 2/43$ ، $7/38 \pm 0/86$ میکرومتر و گروه شاهد دارای میانگین ضخامت و انحراف معیار به ترتیب $19/5 \pm 3/04$ ، $14/92 \pm 2/4$ ، $42/78 \pm 4/67$ ، $7/48 \pm 0/96$ میکرومتر بود. واکنش قطعه داخلی و لایه شبکه‌ای خارجی در گروه‌های آزمایشی مشاهده شد. به علاوه، هسته‌های متراکم و تیره در گروه اشعه فرابنفش مداوم و هسته‌های پیکنوزه و کاریولایز و کاریورکسیس در گروه اشعه فرابنفش متناوب دیده شدند.

نتیجه‌گیری: اشعه فرابنفش متناوب می‌تواند باعث تخریب بیش‌تر لایه گیرنده نور در مقایسه با اشعه فرابنفش مداوم می‌شود.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۹۵؛ دوره ۲۲، شماره ۲: ۱۱۵-۱۱۰.

• پاسخ‌گو: دکتر آرش اسفندیاری (e-mail: esfandiari.arash@gmail.com)

دریافت مقاله: ۱۳ تیر ۱۳۹۵

تایید مقاله: ۱۱ مهر ۱۳۹۵

۱- استادیار- متخصص علوم آناتومی دامپزشکی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون- کازرون- ایران

۲- دامپزشک- دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون- فارس- ایران

✉ واحد کازرون- دانشگاه آزاد اسلامی- کازرون- ایران

مقدمه

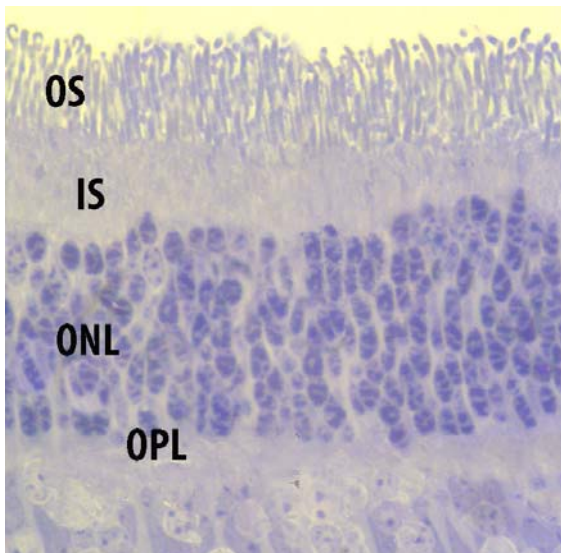
سلول‌های گیرنده نور استوانه‌ای و مخروطی شبکه چشم، نقش اساسی در بینایی دارند. قطعه خارجی آن‌ها دندریتهای تخصص‌یافته دیسک‌های غشایی و حاوی ردوپسین یا ارغوان بینایی و قطعه داخلی حاوی شبکه آندوپلاسمیک، میتوکندری، گلیکوژن، ریبوزوم بوده و سیتوپلاسم سلول می‌باشد^۱. در ایجاد تصویر، لایه سلول‌های گیرنده نور نقش به‌سزایی ایفا می‌کند و هرگونه آسیب به این لایه بر بینایی موثر بوده و صدمه جدی به این لایه، سبب کوری می‌شود^{۱،۲}. نور می‌تواند اثرات تخریبی متعددی بر لایه گیرنده نور داشته باشد که در این میان، شدت نور و مدت زمان نوردهی دارای اهمیت می‌باشد، به عنوان مثال اسفندیاری و همکاران در تحقیقات متعددی به بررسی نور فلاش، نور آبی متناوب و نور سفید متناوب با شدت‌ها و زمان‌های مختلف نوردهی بر روی لایه گیرنده نور به وسیله میکروسکوپ الکترونی پرداخته و دریافته‌اند از بین رفتن بخش قطعه‌ای خارجی، واکنش شدن قطعه داخلی و از بین رفتن کریستا در میتوکندری‌ها، هسته‌های پیکنوزه و کاریورکسیس و کاریولایسیس در لایه هسته‌ای خارجی در شدت‌های مختلف نوردهی در شبکه روی می‌دهد^{۳-۵}. در این میان، نور متناوب می‌تواند اثرات تخریبی بیش‌تری نسبت به نور مداوم داشته باشد^۵. هم‌چنین نور با رنگ‌های مختلف از جمله قرمز و آبی دارای اثرات مخرب بر لایه گیرنده نور می‌باشد که اثرات تخریبی نور آبی با شدت یکسان از نور قرمز به مراتب بیش‌تر است^{۶،۷}. پژوهش‌های فراوانی بر روی ساختار ریزبینی شبکه چشم حیوانات مختلف و انسان صورت گرفته که زوایای پنهانی از این عضو شگفت‌انگیز را آشکار کرده است. از این تحقیقات می‌توان به نتایج علاالدین و همکاران بر روی

اثرات مخرب متناوب بر شبکه چشم، Cubilla و همکاران به اثر مسدودکننده‌های گلوکوکورتیکوئیدها بر افزایش روند مرگ سلول‌های گیرنده نور و Braeckvelt و همکاران که اثرات نور و تاریکی بر شبکه چشم و ریزبینی ساختار شبکه و لایه گیرنده نور در حیوانات مختلف از جمله شتر مرغ و نوعی سمندر و شاهین را بررسی نمودند، اشاره نمود^{۸-۱۷}. اثرات مخرب اشعه فرابنفش بر کسی پوشیده نیست اما بررسی دو روش متناوب و مداوم تاثیر اشعه فرابنفش با شدتی که به طور معمول استفاده می‌شود، با روش‌های مورفومتریک و مشاهدات هیستولوژیک تا به حال گزارش نشده، بنابراین بر آن شدیم تحقیق حاضر را طراحی نماییم.

روش پژوهش

در این مطالعه، ۱۵ خرگوش نژاد سفید نیوزلندی، با وزن ۲/۵ تا ۳ کیلوگرم از مرکز حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون تهیه شد. حیوانات در شرایط ۱۲ ساعت نور، ۱۲ ساعت تاریکی و دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و آب و غذا در اختیار داشتند. در تمام مراحل آزمایش، اصول مراقبت و کار با حیوانات آزمایشگاهی رعایت گردید. بعد از کنترل سلامت، حیوانات به طور تصادفی در سه گروه ۵ تایی به صورت ۱- گروه شاهد (دریافت‌کننده آب و غذای فشرده)، ۲- گروه آزمایشی تحت تاثیر اشعه ماورابنفش مداوم با شدت $253/7$ نانومتر برای ۴ هفته ۳- گروه آزمایشی تحت تاثیر اشعه ماورابنفش متناوب با شدت $253/7$ نانومتر برای ۴ هفته به تناوب ۶ ساعت تاریکی و ۶ ساعت اشعه، تقسیم و در جعبه‌هایی به طول، عرض و ارتفاع ۱ متر قرار گرفتند و لامپ‌هایی در فاصله ۶۰ سانتی‌متری حیوانات از سقف

کاربولایسیس در لایه هسته‌ای خارجی مشاهده گردید (تصویر ۳). بررسی مورفومتریک نشان داد که میانگین ضخامت و انحراف معیار قطعه‌های خارجی و داخلی، لایه‌های هسته‌ای خارجی و شبکه‌ای خارجی در لایه گیرنده نور، در گروه آزمایشی تحت تاثیر اشعه فرابنفش مداوم به ترتیب $۱۳/۲۷ \pm ۴/۲۷$ ، $۱۰/۴۱ \pm ۳/۷$ ، $۳۳/۵۹ \pm ۸/۱۹$ ، $۷/۱۹ \pm ۱/۰۲$ میکرومتر، در گروه آزمایشی تحت تاثیر اشعه فرابنفش متناوب به ترتیب $۱۲/۵ \pm ۰/۹۸$ ، $۹/۳۸ \pm ۰/۹۲$ ، $۳۲/۹۹ \pm ۲/۴۳$ ، $۷/۳۸ \pm ۰/۸۶$ میکرومتر و در گروه شاهد به ترتیب $۱۹/۵ \pm ۳/۰۴$ ، $۱۴/۹۲ \pm ۲/۴$ ، $۴۲/۷۸ \pm ۴/۶۷$ ، $۷/۴۸ \pm ۰/۹۶$ میکرومتر بود (جدول ۱). میانگین ضخامت قسمت‌های مختلف لایه گیرنده نور در گروه‌های آزمایشی نسبت به گروه شاهد کاهش داشت و این روند کاهش در گروه آزمایشی تحت تاثیر اشعه فرابنفش متناوب بیش‌تر بود. کاهش میانگین ضخامت لایه‌ها، به جز لایه شبکه‌ای خارجی، در گروه‌های آزمایشی نسبت به گروه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۵$). کاهش ضخامت قطعه خارجی، قطعه داخلی و لایه هسته‌ای خارجی در گروه‌های آزمایشی تحت تاثیر اشعه فرابنفش متناوب و مداوم نسبت به گروه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار در حد $P \leq ۰/۰۵$ بود. اما کاهش ضخامت لایه شبکه‌ای خارجی در دو گروه آزمایشی تحت تاثیر اشعه فرابنفش مداوم و متناوب نسبت به گروه شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بود ($P \geq ۰/۰۵$).



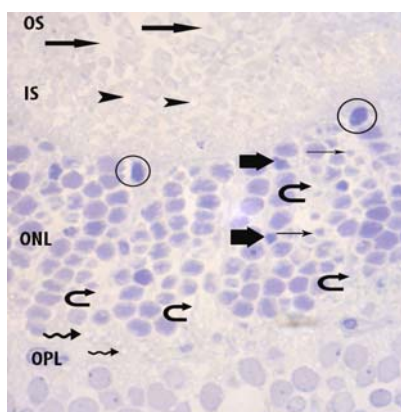
تصویر ۱- مقطع نیمه نازک از لایه گیرنده نور در گروه شاهد. قطعه خارجی (OS)، قطعه داخلی (IS)، لایه هسته‌ای خارجی (ONL) و لایه شبکه‌ای خارجی (OPL). بزرگ‌نمایی ۲۰۰۰

آویزان شد. این لامپ‌ها از نوع فرابنفش میکروپکش بودند (به صورت متداول در قصابی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند) که طول موج آن‌ها بر روی لامپ‌ها قید شده بود. حیوانات با تزریق کتامین هیدروکلراید به میزان ۳۵ mg/kg و زایلوزین به میزان ۵ mg/kg به صورت داخل عضلانی بی‌هوش و پس از آن تشریح شدند و چشم‌ها، قرنیه، عدسی و زجاجیه آن‌ها را خارج نموده و کره چشم در محلول گلوترالدیید ۴ درصد قرار داده شد و در نهایت بافت شبکه‌ای نزدیک به دیسک بینایی (به فاصله ۴ میلی‌متر از دیسک بینایی) جدا شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از شستشو با محلول بافر فسفات ۰/۱ مولار، در اسمیوم تتراکسید ۱ درصد به مدت ۱ ساعت قرار داده شدند. پس از شستشوی مجدد با آب مقطر، آگیری توسط درجات مختلف الکل انجام شد و نمونه‌ها ابتدا در پروپیلین اکسید و پس از آن در مخلوط اکسید پروپیلین و رزین و سپس در رزین خالص قرار گرفته و قالب‌گیری شدند و از آن‌ها برش‌های نیمه نازک تهیه شد. برش‌های نیمه‌نازک با تولویدین‌بلو رنگ‌آمیزی شده و اسلایدهای بافت‌شناسی با سطح مقطع یکسان مورد ارزیابی هیستومورفومتری قرار گرفتند. لایه‌های گیرنده نور شامل بخش‌های قطعه خارجی، قطعه داخلی، لایه هسته‌ای خارجی و لایه شبکه‌ای خارجی مورد مورفومتری توسط دوربین مخصوص اندازه‌گیری Dino-Eye AM-423 قرار گرفتند.

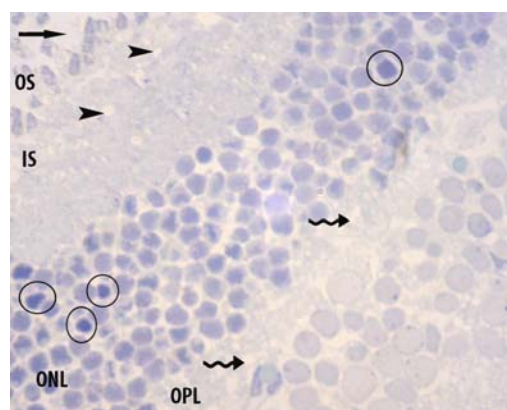
تجزیه و تحلیل آماری: نتایج حاصل با برنامه SPSS ویرایش ۱۸ و آزمون آماری ANOVA یک طرفه و تست تکمیلی توکی مورد تحلیل آماری قرار گرفت. مقدار P کم‌تر از ۵ درصد معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در بررسی هیستولوژی، لایه گیرنده نور شبکه‌ای چشم خرگوش همانند سایر پستانداران بود (تصویر ۱). در گروه آزمایشی که تحت تاثیر اشعه فرابنفش به صورت مداوم قرار گرفتند، از بین رفتن قطعات خارجی و حضور واکنش در قطعه داخلی و لایه شبکه‌ای خارجی مشاهده گردید. هم‌چنین هسته‌های کاندنس و تیره در لایه هسته‌ای خارجی قابل مشاهده بود (تصویر ۲). در گروه آزمایشی که تحت تاثیر اشعه فرابنفش متناوب قرار گرفتند، از بین رفتن قطعات خارجی و نامنظمی ملاحظه شد و قطعه داخلی، نامنظم و حالت پخش شده و لایه شبکه‌ای خارجی دارای واکنش بود. هم‌چنین، هسته‌های متراکم و تیره، پیکنوزه و کاربوریسیس و



تصویر ۳- مقطع نیمه نازک از لایه گیرنده نور در گروه آزمایشی اشعه فرابنفش متناوب. قطعه خارجی تحلیل رفته (OS)، قطعه داخلی نامنظم و از هم پاشیده (IS)، لایه هسته‌ای خارجی (ONL) و لایه شبکه‌ای خارجی (OPL). از بین رفتن قطعات خارجی (فلاش‌ها)، واکوئل در قطعه داخلی (سر فلاش‌ها)، واکوئل‌ها در لایه شبکه‌ای خارجی (فلاش‌های موج‌دار) و هسته‌های تیره و کاندنس (دایره‌ها) و هسته‌های پیکنوزه (فلاش‌های ضخیم) و کاربولایزیس (فلاش‌های برگردان) و کاربورکسیس (فلاش‌های نازک). بزرگ‌نمایی ۲۰۰۰



تصویر ۲- مقطع نیمه نازک از لایه گیرنده نور در گروه آزمایشی اشعه فرابنفش مداوم. قطعه خارجی (OS)، قطعه داخلی (IS)، لایه هسته‌ای خارجی (ONL) و لایه شبکه‌ای خارجی (OPL). از بین رفتن قطعات خارجی (فلاش)، واکوئل‌ها در قطعه داخلی (سر فلاش‌ها)، واکوئل‌ها در لایه شبکه‌ای خارجی (فلاش‌های موج‌دار) و هسته‌های کاندنس و تیره (دایره‌ها). بزرگ‌نمایی ۲۰۰۰

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار ضخامت قسمت‌های مختلف لایه گیرنده نور بر حسب میکرومتر

میانگین ضخامت لایه شبکه‌ای خارجی	میانگین ضخامت لایه هسته‌ای خارجی	میانگین ضخامت قطعه داخلی	میانگین ضخامت قطعه خارجی	گروه شاهد
۷,۴۸ ± ۰,۹۶	۴۲,۷۸ ± ۴,۶۷	۱۴,۹۲ ± ۲,۴	۱۹,۱۵ ± ۳,۰۴	گروه شاهد
۷,۳۸ ± ۰,۸۶	* ۳۲,۹۹ ± ۲,۴۳	* ۹,۳۸ ± ۰,۹۲	* ۱۲,۵ ± ۰,۹۸	گروه آزمایشی اشعه فرابنفش متناوب
۰,۱۹۸	صفر	صفر	صفر	میزان P
۷,۱۹ ± ۱,۰۲	* ۳۳,۵۹ ± ۸,۱۹	* ۱۰,۴۱ ± ۳,۷	* ۱۳,۲۷ ± ۴,۲۷	گروه آزمایشی اشعه فرابنفش مداوم
۰,۱۹۸	صفر	صفر	صفر	میزان P

* دارای اختلاف معنی‌دار با گروه شاهد در سطح معنی‌دار $P \leq 0.05$

دیسک‌های غشایی در قطعه خارجی منظم بود در حالی که در گروه‌های آزمایشی، قطعات خارجی نامنظم و از بین رفته بودند. دیسک‌های غشایی موجود در قطعات خارجی محل وجود ردوپسین می‌باشند که هنگام تابش نور، این ماده تجزیه شده و به اسکوتوپسین و رتینال ترانس تبدیل می‌شود و باعث پمپ شدن بیش‌تر یون سدیم از قطعه داخلی به بیرون و هیپرپلاریزه شدن سلول، در تابش نور می‌شود.^{۱۸} می‌توان این نظریه را مطرح کرد که چون لایه رنگدانه‌های شبکه‌ای وظیفه ترمیم و ساخت قطعه خارجی را به عهده دارد، تحت تاثیر اشعه فرابنفش مداوم و متناوب آسیب دیده و روند ساخته شدن و ترمیم قطعه خارجی و فعل و

بحث

تغییرات مورفومتریک و هیستولوژی نشان داد که لایه گیرنده نور در شبکه چشم تحت تاثیر اشعه فرابنفش مداوم و متناوب دارای کاهش میانگین ضخامت قسمت‌های مختلف این لایه در مقایسه با گروه شاهد بود. این کاهش در گروه آزمایشی تحت تاثیر اشعه فرابنفش متناوب نسبت به گروه تحت تاثیر با اشعه فرابنفش مداوم، بیش‌تر بود. هم چنین با بررسی هیستولوژی درجاتی از بی‌نظمی، وجود واکوئل و هسته‌های آسیب‌دیده در قسمت‌های مختلف لایه گیرنده نور مشاهده گردید. در گروه شاهد، ساختار کلی قطعات خارجی و داخلی همانند سایر پستانداران و

باشد). در گروه آزمایشی با اشعه فرابنفش متناوب، پیکنوز، کاربوریسیس و کاربولیزیس هسته‌ها مشاهده شد، می‌توان چنین بیان کرد اثر مخرب اشعه فرابنفش متناوب بر روی هسته سلول‌های گیرنده نور، بیش از اشعه فرابنفش مداوم است. در اثر تابش نور، لایه هسته‌ای خارجی کاهش ضخامت داشته و دچار آسیب و از هم‌گسیختگی می‌شوند^{۱۸،۴}. با افزایش شدت و تابش نور به صورت متناوب، اثرات تخریبی بیش‌تری را می‌توان در لایه هسته‌ای خارجی مشاهده نمود^{۱۹} که این تحقیقات با مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. وجود واکوئل در لایه شبکه‌ای خارجی می‌تواند شروع آسیب به این لایه در گروه‌های آزمایشی تحت‌تاثیر اشعه فرابنفش مداوم و متناوب باشد. جهت تکمیل تحقیق حاضر پیشنهاد می‌گردد شرایط آزمایشگاهی موجود توسط میکروسکوپ الکترونی به صورت ریزبینی در سطح سلولی بررسی گردد.

نتیجه‌گیری

اشعه فرابنفش دارای اثرات مضر متعدد بر روی لایه گیرنده نور بوده و اثرات تخریبی اشعه فرابنفش متناوب نسبت به مداوم بر روی لایه گیرنده نور در شبکه‌ی بیش‌تر است. احتمال می‌رود اشعه فرابنفش حتی با شدت کم، اثرات مخربی بر چشم داشته باشد. توصیه می‌گردد افرادی که به سبب شغل خود در معرض این اشعه می‌باشند، شرایط ایمنی را هنگام کار مراعات نمایند.

سپاس‌گزاری

از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون جهت حمایت‌های تکنیکی، تقدیر و تشکر می‌نمایم.

انفعالات ذکر شده دچار مشکل می‌شود. در تحقیقات دیگر نیز، نتایج مشابه با این تحقیق حاصل شد. از جمله: White و همکاران^{۱۸} با بررسی اثر نور بر لایه گیرنده نور در اوقات مختلف روز، اظهار داشتند با تابش نور هنگام صبح، قطعه خارجی سلول‌های گیرنده نور آسیب دیده و تعدادی از آن‌ها نامنظم و برخی از بین رفته‌اند. این اثرات تخریبی در صورت تابش نور هنگام ظهر و عصر، کاهش می‌یابد. محققان دیگر نیز با بررسی اثرات نور و تاریکی مداوم و متناوب به وسیله میکروسکوپ نوری و تکنیک میکرومتری، دریافته‌اند درجات مختلفی از آسیب به قطعه خارجی سلول‌های گیرنده نور وجود دارد که این آسیب‌ها در نور متناوب بیش‌تر از نور مداوم است^{۱۹،۴}. در اثر تابش نور، ممکن است لایه رنگدانه‌ای شبکه‌ی آسیب دیده و ترمیم و تجدید قطعات خارجی و فعل و انفعالات داخل آن‌ها دچار مشکل شود^{۲۰،۱۸}. یافته‌ها نشان می‌دهند که در قطعه داخلی لایه گیرنده نور، در گروه‌های آزمایشی واکوئل وجود داشت که در گروه شاهد مشاهده نشد و این مورد، می‌توان بیان‌کننده شروع یک آسیب سلولی باشد. این یافته‌ها با نتایج محققان دیگر مطابقت دارد^{۱۹،۴-۲}. هم‌چنین محققان بیان کردند که شرایط نوری متفاوت باعث آسیب‌های متعددی به لایه گیرنده نور می‌شود^{۱۹،۴-۲}. White و همکاران^{۱۸} نیز اعلام کردند در اثر تابش نور، کاهش ضخامت قطعه داخلی از لایه گیرنده نور رخ می‌دهد. لایه هسته‌ای خارجی شامل هسته سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی می‌باشد. در گروه آزمایشی با اشعه فرابنفش مداوم تعدادی از هسته‌ها حالت متراکم و تیره پیدا کردند (که می‌تواند شروع غیرفعال شدن و تخریب هسته سلول

منابع

1. Banks WJ, Applied veterinary histology. 3rd ed. Mosby Year Book 1993; pp: 469- 484.
2. Guyton, Text book of medical physiology. 10th ed. Saunders Co 2000; pp: 576-600.
3. Esfandiari A, Posti I, Dehghan A, Hadjipour N. The effect of flash light on ultrastructure of the retinal photoreceptor cells in rabbit: A Transmission Electron Microscope study. Turk J Vet Anim Sci 2013; 37:404-407.
4. Esfandiari A, Posti I, Dehghan A, Yousofi AR. The Effect of Intermittent Blue Light on Ultrastructure of the Retinal Photoreceptor Cells in Rat: A TEM Study. Asian J Anim Vet Adv 2012; 7: 256-261.
5. Esfandiari A, Yousofi AR, Dehghan A, Safavi A. Effect of intermittent light on the photoreceptor cells of the retina in rabbits. Jpn J Ophthalmol 2009; 53: 635-639.
6. Rahmanifar F, Esfandiari A., Dehghan A, Khajeh-Rahimi AE. The effects of red light with different intensity on retinal photoreceptor cells in rabbit: an ultra-structural study. Comp Clin Pathol 2012; 21(5): 687-91
7. Alla El-Din A, Gaward and Amal EI. Effect of Methanol intoxication on the function of retina of rabbit. J Amer Sci 2011; 7: 491-496.
8. Carter RT, Oliver JW, Stepien RL, Bentley E. Elevations in sex hormones in dogs with sudden acquired retinal degeneration syndrome (SARDS). J Am Anim Hosp Assoc 2009; 45: 207-214.
9. Cubilla MA, Bermudez V, Marquioni Ramella MD, Bachor TP, Suburo AM. Mifepristone, a blocker of glucocorticoid receptors, promotes photoreceptor death. Invest Ophthalmol Vis Sci 2013; 54: 313-322.
10. Eells JT, Henry MM, Summerfelt P, et al. Therapeutic photobiomodulation for methanol-induced retinal toxicity. PNAS 2003; 100: 3439-3444
11. Braeckvelt CR. Fine structure of the retinal

- photoreceptors of the emu. *Tissue Cell* 1998; 30: 137-148.
12. Braeckvelt CR. Photoreceptor fine structure in light- and dark adaptation in the butterfly fish. *Anat Anz* 1990; 171: 351-8.
 13. Braeckvelt CR. Retinal photoreceptor fine structure in the red-backed salamander. *Histol Histopathol* 1992; 7: 463-470.
 14. Braeckvelt CR. Retinal photoreceptor fine structure in the red-tailed hawk. *Anat Histol Embryol* 1993; 22: 222-232.
 15. Braeckvelt CR, Smith SA, Smith BJ. Photoreceptor fine structure in *Oreochromis niloticus* in light- and dark-adaptation. *Anat Rec* 1998; 252: 453-461.
 16. Braeckvelt CR, Smith SA, Smith BJ. Fine structure of the retinal photoreceptors of the barred owl. *Histol Histopathol* 1996; 11: 79-88.
 17. Haacke C, Hess M, Melzer RR, Gebhart H, Smola U. Fine structure and development of the retina of the grenadier anchovy *Coilia nasus*. *Morphol* 2001; 248: 41-55.
 18. White MP, Fisher LJ. Degree of light damage to the retina varies with time of day of bright light exposure. *Physiol Behav* 1987; 39: 607-613.
 19. Organisciak DT, Jiang YL, Wang HM, Pickford M, Blanks JC. Retinal light damage in rats exposed to intermittent light. Comparison with continuous light exposure. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1989; 30:795-805.
 20. Yousofi AR, Esfandiari A, Bozorgi H. Ultra structural and histomorphometric study of retinal pigmented epithelium of retina in female cat under the effect of continuous light exposure and dark adapted. *J Cell Anim Biol* 2009; 3 (2): 29-32.