مقاله تحقیقی

بررسی تاثیرات میدان الکترومغناطیس یکنواخت بر مغز (مخ) موش صحرایی

منصوره سلیمانی .M.Sc*، مجید کاتبی .M.Sc**، منوچهر صفری .M.Sc*، هما رسولی، .M.Sc*، مهدی مهدی‌زاده .Ph.D*، حجت سلیمانی .M.Sc***

* گروه علوم تشریح دانشگاه علوم پزشکی ایران

** آزمایشگاه جنین‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران

*** دانشکده فیزیک دانشگاه تهران

تاریخ وصول: دی ماه ۸۱، تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۸۲

چکیده

هدف: با افزایش روزافزون استفاده ازامواج الکترومغناطیسی در محیط زندگی، صنعت مخابرات و زمینه‌های پزشکی، ارزیابی همه جانبه آثار میدانهای الکترومغناطیسی یا E.M.F. (Electro Magnetic Field) با شدتهای متفاوت بر بافتها و ارگانهای بدن شدیداً احساس می‌شود. گزارشهای ضد و نقیض در مورد آثار زیانبار میدان الکترومغناطیسی با فرکانس‌های مختلف از عوامل محرک در انجام این مطالعه بوده است.

مواد و روشها: به منظور بررسی اثرهای میدان الکترومغناطیس یکنواخت بر محیطهای بیولوژیک یک دستگاه مولد E.M.F. با فرکانس ۶۰-۵۰ هرتز میدانهای متغیر تا ۲۵۰ گوس و قابل تنظیم و در ۱۵ درجه، طراحی و بعد از کالیبره کردن (درصد اطمینان ۹۵ درصد) استفاده شد. برای بررسی آثار میدان E.M.F. بر تکامل مغز (مخ) جنین رت، ۶ رت نر و ۶ رت ماده باردار، طی دوران بارداری و نوزدان متولد شده برای دو ماه بعد ازتولد روزانه به مدت ۸ ساعت در معرض میدان الکترومغناطیس با شدت ثابت ۱۲۰ گوس و فرکانس ۶۰-۵۰ هرتز قرار گرفتند. سپس نمونه‌های بافتی تهیه شده از مخ با میکروسکوپ نوری مطالعه شدند.

یافته‌ها: بررسی هیستوپاتولوژیک نشان داد که واکوئل‌هایی در مادهٔ سفید مخ ایجاد شده، سلولهای اپاندیمال در بیش از یک ردیف دیده شدند و سلولهای هرمی متراکم‌تر و کوچکتر مشاهده گردید و محدودهٔ هسته و محتویات آن قابل مشاهده نبود.

نتیجه‌گیری: این یافته‌ها نشانگر آثار سوء میدان الکترومغناطیسی بر روی سلولهای مغز می‌باشد و مبین ضرورت انجام مطالعات و بررسیهای وسیع در رابطه با آثار میدان الکترومغناطیس بر انسان است.

واژه‌های کلیدی: میدان الکترومغناطیسی، موش صحرایی، مخ

مقدمه

در زندگی مدرن امروزی الکتریسیته و مغناطیس بخش جدایی‌ناپذیر زندگی محسوب می‌شود. انسانها به طور خواسته یا ناخواسته هر روز در معرض تشعشعات و میادین الکترومغناطیس ناشی از وسایل مختلف خانگی، صنعتی، پزشکی و... قرار می‌گیرند. اگر چه در مورد آثار میدان الکترومغناطیس اتفاق نظر وجود ندارد [۱ و ۲] ولی شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد حتی فرکانسهای پایین الکتریکی و میدانهای مغناطیسی بسیار ضعیف نیز در طولانی مدت می‌توانند سیستم‌های بیولوژیکی را تحت تاثیر قرار دهند و خطراتی برای سلامت انسان ایجاد کنند [۳]. همچنین امروزه به دلیل افزایش شواهد تجربی، آثار زیانبار میدان الکترومغناطیس قوی بر سلامت موجود زنده به ویژه انسان تا حدی شناخته شده است [۴].

شدت، زمان در معرض بودن و فرکانس امواج به عنوان سه

آدرس مکاتبه: تهران - دانشگاه علوم‌پزشکی ایران، دانشکده پزشکی گروه علوم تشریح Email:Katebi@sina.tums.ac.ir

فاکتور مهم برای تاثیر امواج الکترومغناطیس بر روی عملکرد سلولهای بدن گزارش شده است [۵].

Eulite-c و همکاران اعلام کردند که امواج الکترومغناطیس ناشی از تلفن همراه آثار سوء بر فعالیت مغز دارد (۶).

در واقع خطرات سوء میدان الکترومغناطیس را که در زندگی روزانه با آن مواجه هستیم، نمی‌توان نادیده گرفت. زیرا اولاً $\frac{1}{2}$ میدان‌های الکترومغناطیس می‌توانند تاثیرات بیولوژیکی ایجاد کنند که مکانیسم آنها کاملاً پیچیده است. ثانیاً $\frac{1}{2}$ نتایج حاصل ممکن است به بیش از یک پارامتر ساده مانند زمان که برای تاثیرگذاری میدان‌های الکترومغناطیس ضروری است بستگی داشته باشد [۷ و ۸].

با توجه به مطالب فوق و افزایش روز افزون استفاده از امواج الکترومغناطیس در محیط زندگی، صنعت، مخابرات و زمینه‌های پزشکی ارزیابی همه جانبه اثرهای میدان‌های الکترومغناطیس با شدتهای متفاوت بر فعالیت بافتها و ارگانهای مختلف احساس می‌شود. این پژوهش به منظور بررسی اثرهای میدان الکترومغناطیس ناشی از دستگاه EMF با شدت ۱۲۰ گوس و فرکانس ۶۰-۵۰ هرتز بر مخ موش صحرایی انجام شده است.

مواد و روشها

بررسی اثرهای میدان الکترومغناطیس بر مخچه رت قبلاً در آزمایشگاه بافت‌شناسی تبریز با استفاده از یک پیچهٔ هلمهولتز و براساس قانون دست راست فلمینگ صورت گرفت [۹]. در این دستگاه جریان الکتریکی متناوب با شدت جریان حداکثر ۱/۵ آمپر و فرکانس ۵۰ هرتز استفاده شد که قادر بود میدانی به شدت ۱۲۰-۸۰ گوس ایجاد نماید و برای یکنواخت شدن نسبی میدان از میله‌های آهنی فرو مغناطیس در بین سیم پیچ‌ها استفاده شد. فضای وسط سیم پیچ گنجایش قرارگیری تقریباً ۴ موش صحرایی (Rat) را داشت و گرمای ایجاد شده در پیچه با کنترل دمای خودکار توسط سیستم جریان آب سرد و همچنین هواکش خنک می‌شد. در طراحی و ساخت دستگاه جدید EMF از جریان الکتریکی با فرکانس ۶۰-۵۰ هرتز و از میدانهای متغیر با زمان و لحاظ شدن دو عامل مهم میدان الکتریکی ناشی از میدان مغناطیسی متغیر (تحقیقات هدفدار Farady) و میدان مغناطیسی ناشی از میدان الکتریکی متغیر (از کارهای نظری Clark & Maxvel) استفاده شده است [۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳]. این دستگاه به وسیله میلی تسلا سنج ساخت آلمان کالیبره شده و قابل اطمینان تا ۹۵ درصد است. برای تنظیم درجه حرارت داخل سیستم از دستگاه تهویه مناسب بدون استفاده از جریان خنک کننده آب و در به‌کاراندازی سیستم از یک ترانسفورماتور افزاینده ویژه که به روش خاصی طراحی و ساخته شده استفاده شده. ظرفیت دستگاه برای جایگیری ۱۲ موش صحرایی با امکانات تغذیه‌ای و محیطی مشابه با گروه شاهد، مناسب است. این دستگاه برای بررسی آثار میدان الکترومغناطیس یکنواخت با شدتهای مختلف مطلوب است.

رتهای مورد استفاده در این بررسی از نژاد Wistar و هم سن بودند که در محل آزمایشگاه بافت‌شناسی پرورش داده شدند. برای بررسی آثار میدان EMF بر تکامل مخ موشهای ماده پس از قرارگیری در کنار موشهای نر و اطمینان از بارداری آنها (با بررسی پلاک واژینال) در مجموع ۱۲ رت (۶ جفت رت) طی دوره بارداری و نوزادان آنها برای دو ماه متوالی بعد از تولد، روزانه و در زمانهای مشخصی به مدت ۸ ساعت در معرض میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۲۰ گوس و فرکانس ۶۰-۵۰ هرتز قرار گرفتند. پس از اتمام دوره آزمایش، رتها با کلروفرم بیهوش شدند و سپس از مخ آنها نمونه برداری صورت گرفت پس از تثبیت نمونه‌ها در فرمل ۱۰ درصد و آماده‌سازی آنها، برشهای ۵ میکرونی تهیه و بعد از رنگ‌آمیزی با هماتوکسیلین - ائوزین از دیدگاه بافت‌شناسی بررسی شدند.

یافته‌ها

داده‌های این بررسی حاصل مطالعه روی ۱۰ رت دو ماهه از گروه کنترل و ۱۵ رت دو ماهه از گروه آزمون است. نتایج به دست آمده در بررسی با میکروسکوپ نوری و تهیه فتومیکروگرافها نشان‌دهندهٔ وجود سلولهای هرمی کوچک در ناحیه قشر مخ رت دو ماهه گروه کنترل است. و مادهٔ سفید زمینهٔ بافت را رشته‌ها تشکیل داده‌اند که در حد فاصل آنها سلولهای گلیال قرار دارند. سلولهای اپاندیمال به طور منظم و از نوع

مکعبی کوتاه، در یک ردیف منظم دیده می‌شوند. در ماده سفید سلولهای گلیال در حد فاصل رشته‌ها و رگهای خونی به‌طور پراکنده قابل مشاهده است. در مخ رت دو ماهه از گروه آزمایش که در دوران جنینی و دو ماه پس از آن تحت تاثیر میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۲۰ گوس قرار داشته‌اند، سلولهای هرمی متراکم‌تر و کوچکتر دیده می‌شوند و محدودهٔ هسته و محتویات آن قابل مشاهده نیست. تعداد زیادی واکوئل در مادهٔ سفید ظاهر شده و در مقایسه با گروه کنترل نظم بافت به‌هم خورده و سلولهای گلیال به طور پراکنده در بین رشته‌ها مشاهده می‌شوند.

سلولهای اپاندیمال به صورت نامنظم و در بیش از یک ردیف دیده می‌شوند و مادهٔ سفید در مقایسه با گروه کنترل واکوئله شده به نظر می‌رسد.

بحث

مزیت ویژه استفاده از دستگاه EMF این است که ۱ ـ به دلیل دارا بودن فضای بزرگ، بررسی روی حیوانات بزرگتر را امکان‌پذیر می‌سازد. ۲ ـ بدون استفاده از سیستم خنک کننده آب که در دستگاه قبلی به کار گرفته شده بود از یک دستگاه تهویه مناسب برخوردار بوده که دمای داخل دستگاه را به طور اتوماتیک کنترل می‌کند و میزان رطوبت و فشار محیط را نشان می‌دهد. ۳ ـ با امکان تنظیم شدت جریان و تولید میدان EMF با شدتهای متفاوت می‌توان آستانه تخریبی میدان‌های الکترومغناطیسی را در بافتهای مختلف بدن تعیین و بدین طریق از آسیب‌های بافتی پیشگیری کرد.

در مورد مکانسیم عمل میدانهای الکترومغناطیسی عقیده بر این است که میدانهای الکترومغناطیس با دارا بودن انرژی بالا سبب بالا رفتن درجه حرارت موضعی در برخورد امواج شده [۱۴] و همانند پرتوهای یونیزان از طریق ایجاد رادیکالهای آزاد آثار تخریبی خود را ایجاد می‌کنند [۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸]. رادیکالهای آزاد با حمله بر لیپیدها، تغییر دادن ماهیت آنها و شکستن اتصالات پروتئینی باعث آسیب غشای سلولی می‌شوند. رادیکالهای آزاد همچنین به قند و بازها در مولکول DNA حمله کرده و باعث شکسته شدن DNA و در نتیجه بروز ناهنجاری‌های مختلف ناشی از آن می‌شوند [۱۹]. نتایج به دست آمده از بررسی حاضر با توجه به مکانیسم ارائه شده در مورد عمل میدانهای الکترومغناطیسی به صورت زیر قابل توجیه است: از آنجایی که می‌دانیم سلولهای عصبی از نوروایی‌تلیوم اولیه مشتق می‌شوند و سلولهای باقیمانده به صورت یک ردیف واحد، سلولهای اپاندیمال را تشکیل می‌دهند؛ به نظر می‌رسد میدان الکترومغناطیسی در روند تمایز و تقسیم سلولهای نوروایی‌تلیال اختلال ایجاد می‌کند و به همین دلیل تعداد سلولهای متمایز نشده بیشتر از حد طبیعی است و در نتیجه لایه اپاندیمی به صورت چند لایه دیده می‌شود. بر همین اساس کاهش تعداد سلولهای عصبی نیز قابل توجیه است.

این توجیه با مکانیسم پیشنهاد شده برای اثر میدان مغناطیسی که بیان می‌کند میدانهای الکترومغناطیسی با ایجاد رادیکالهای آزاد شیمیایی در درون سلول به DNA آسیب می‌رساند مطابقت می‌کند [۱۵].

در مورد پیدایش واکوئل در مادهٔ سفید احتمال دارد که میدان الکترومغناطیس اثرهای تخریبی بر زوائد سلولهای گلیال داشته و از این طریق باعث به وجود آمدن فضاهای خالی در حد فاصل آنها می‌گردد. برای پی بردن به مکانیسم دقیق اثر میدان‌های الکترومغناطیس بر سیستم‌های بیولوژیکی انسان و آستانه آسیب سلولی، نیاز به بررسی‌ها و تحقیقات تجربی و اپیدمیولوژیک بیشتری است.

References

1. **Green man D.** Health and emphys bull. 1987, p 345
2. **Stuchy MA.** Magnetics and biology. Healthphys. 1986; 50: 2150-2154
3. **Pawel W.** Computer dangers. Bite Jur. 1990; 50: 53-73
4. **Stanelys SS.** Electric and magnetic field enposure. Proc IEEE. 1988; 7: 35- 37

5. **Gandhied OP**. Special issue on biological effects and medical applications of electromagnetic energy. Proc IEEE. 1980; 68: 173-200

6. **Granger morgan M.** Department of engineering and public policy, carnegie Mellon university, pittsburgh, 1989, p 14

۷. **نجم‌آبادی فریدون**. فیزیک تشعشع و رادیولوژی، انتشارات دانشگاه تهران، فصول ۱ و ۲. چاپ ۱۳۷۵، صفحات ۴۳-۴۰

8. **Rao N N.** Elements of Engineering Electromagnetics, Englewood cliffs, Nj., prentice Hall, 4thed. London, 1994

۹. **مجید کاتبی**. اثرات میدان الکترومغناطیس بر مخچه رت. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۱۳۸۰؛ (۳۳)۱۱: ۲۶-۲۰

10. **Neff IIP.** Basic electromagnetics. Harper & Row, 2nd ed, New York, 1987

11. **Vheng DK.** Fundamentals of engineering electromagnetics, reading. Addison MA, Wesley, 1993

۱۲. **صفائی احمد**. مبانی الکترومغناطیس، انتشارات دانشگاه اصفهان، فصل ۶ و ۷. چاپ ۱۳۷۷، صفحات ۳۸۶-۳۶۴

13. **Chen Km, Hessary M.** Local heating of biological bodies with HF magnetic fields. Third Bioelectroagnetic Conference. washington DC, 1992

14. **Mclauch lan KA.** Apossible mechanism for the effects of electromagnetic fields on biological cells. Sci Technol. 1989; 48: 46-49

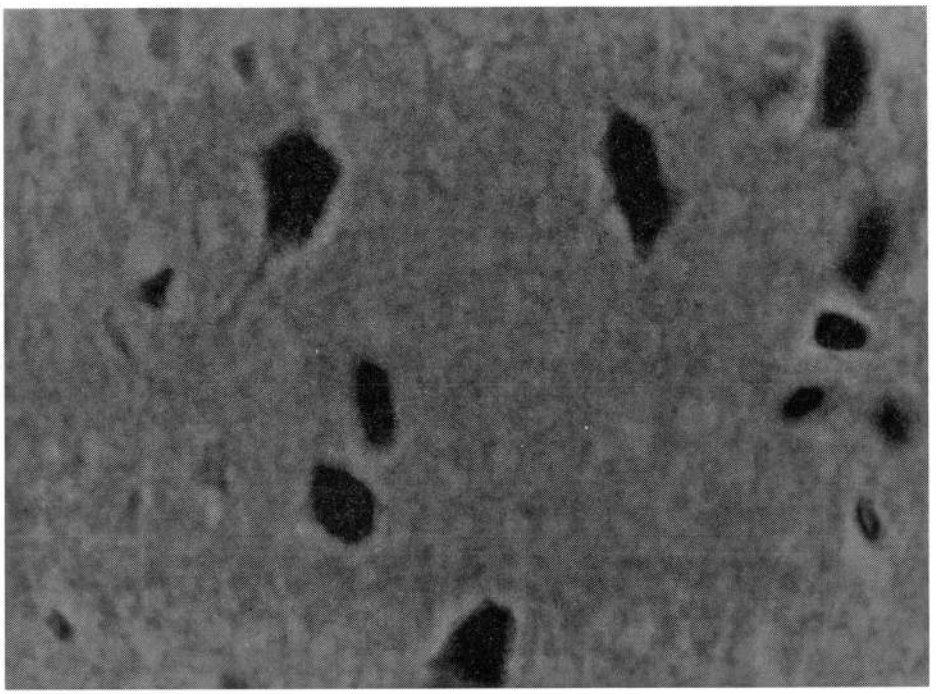
15. **Robbins SA, Kumar U.** Basic pathology, chapt, WB saunders company, 1987

16. **Barnothy M.** Magnetics and human. Science. 1988, 24: 1302-1308

17. **Ames J, Imlay A, Linu S.** Electromagnetic fields and human. Science. 1989; 1: 25-27.

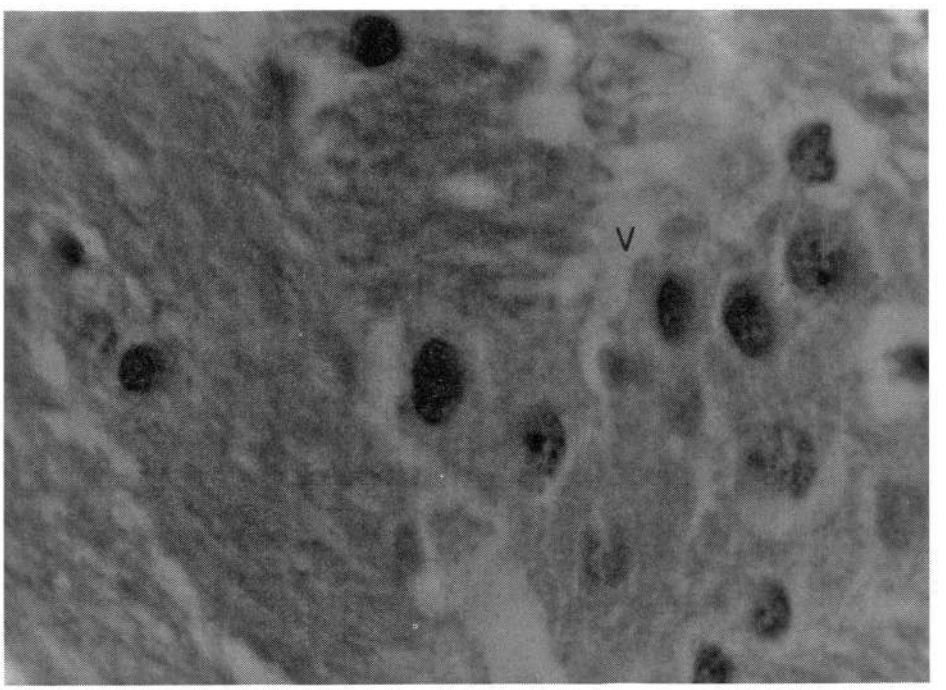
18. **Bortkiewicz A, Zmy, Sl]ony M. Gadzicka E.** Ambulatory ECG monitoring in workers exposed to electromagnetic fields. J Med Eng Technol. 1997; 21(2): 41-46

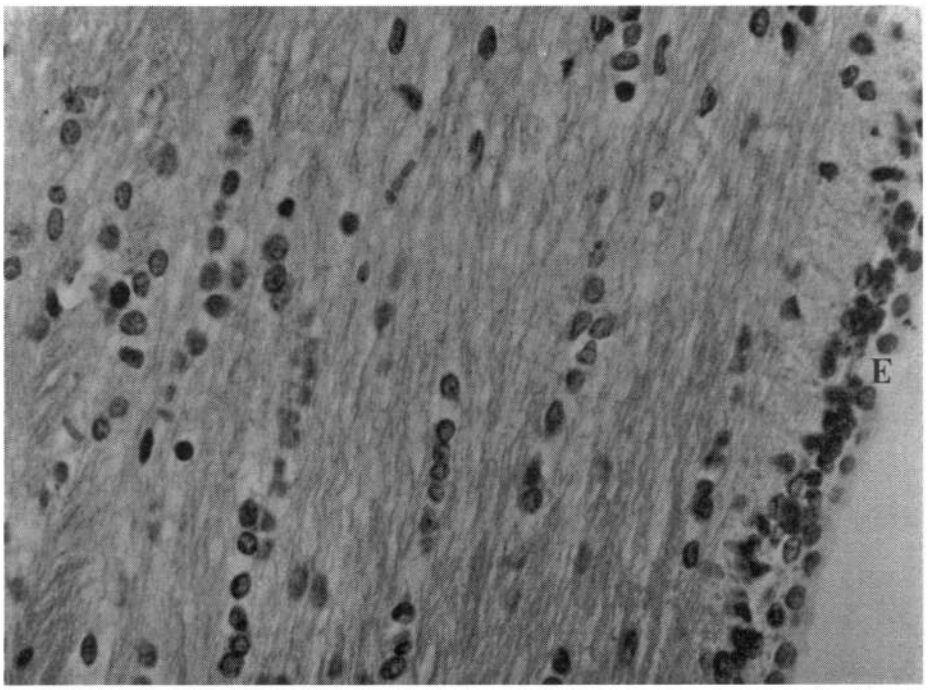
۱۹. **بهادری مسلم**. پایه آسیب شناختی بیماری‌ها، رابینز، انتشارات چهر، چاپ ۱۳۷۸، فصل اول، صفحات ۱۹-۱۶



شکل ۱. فتومیکروگراف مقطعی از قشر مخ رت دو ماهه از گروه آزمایش. به سلولهای هرمی متراکم شده توجه نمایید. رنگ‌آمیزی: H&E، بزرگنمایی: ۱۶۵۰×

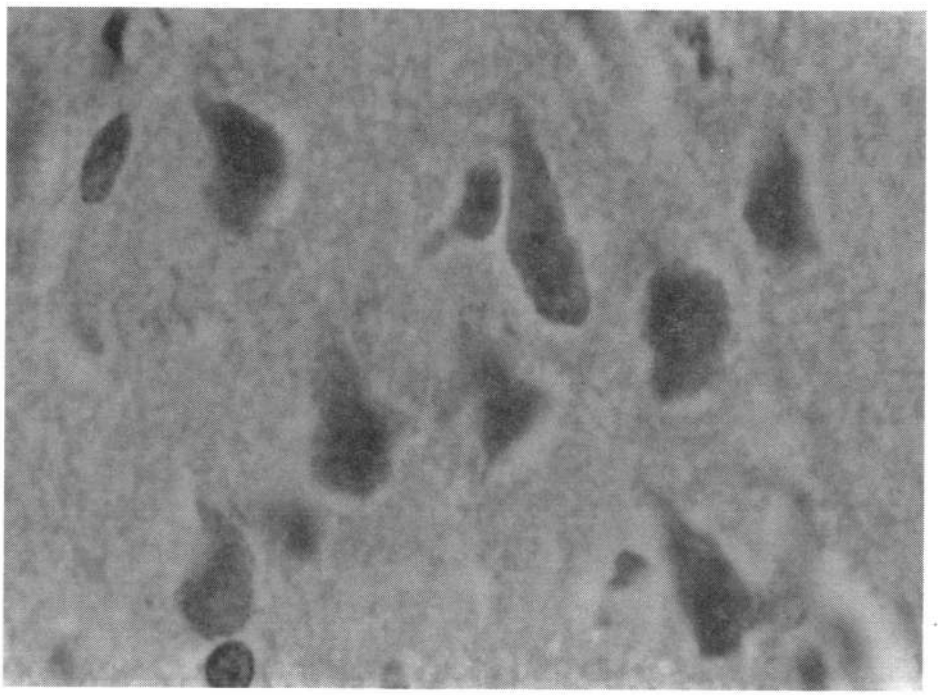
شکل ۲. فتومیکروگراف مقطعی از مادهٔ سفید مخ رت دو ماهه از گروه آزمایش. به پراکندگی سلولهای گلیال و پیدایش واکوئل‌ها (V) توجه نمایید. رنگ‌آمیزی: H&E، بزرگنمایی: ۱۶۵۰×

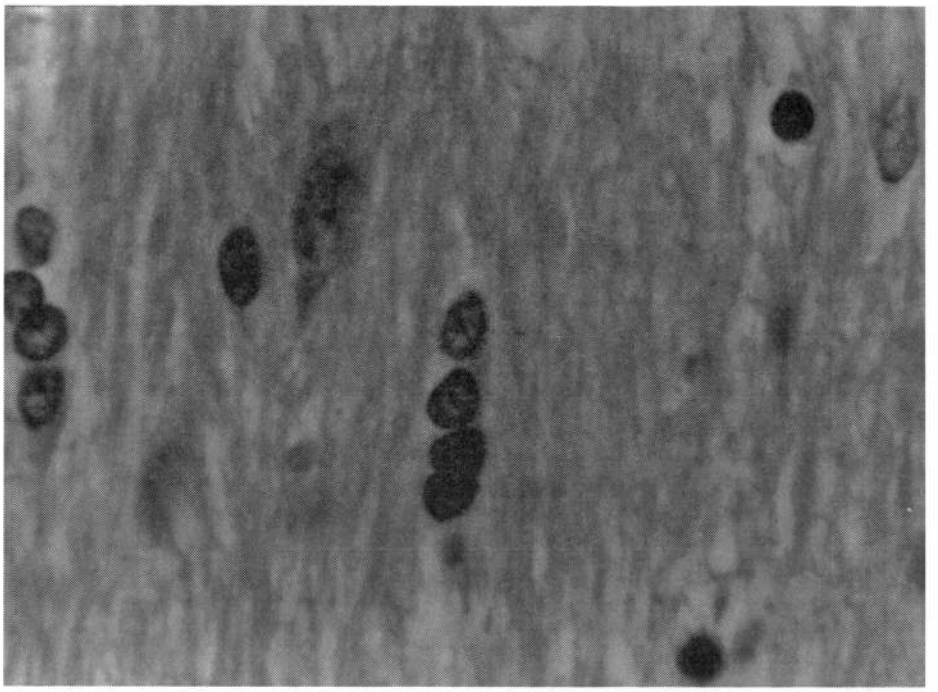




شکل ۳. فتومیکروگراف مقطعی از مخ رت دو ماهه از گروه آزمایش که قسمتی از بطن مغز و مادهٔ سفید اطراف آن را نشان می‌دهد. سلولهای اپاندیمال در دیوارهٔ بطن (E) در چند ردیف و نامنظم دیده می‌شوند. رنگ‌آمیزی: H&E، بزرگنمایی: ۶۶۰×

شکل ۴. فتومیکروگراف مقطعی از قشر مخ رت دو ماهه از گروه کنترل، سلول هرمی کوچک ناحیهٔ قشر مخ. رنگ‌آمیزی: H&E، بزرگنمایی: ۱۶۵۰×





شکل ۵. فتومیکروگراف مقطعی از ماده سفید مخ رت دو ماهه از گروه کنترل. رنگ‌آمیزی: H&E، بزرگنمایی: ۱۶۵۰×

شکل ۶. فتومیکروگراف مقطعی از مخ رت دو ماهه از گروه کنترل که دیوارهٔ بطنی و مادهٔ سفید اطراف آن را نشان می‌دهد. در دیوارهٔ بطن سلولهای مکعبی کوتاه اپاندیمال در یک ردیف مشاهده می‌شوند. رنگ‌آمیزی: H&E، بزرگنمایی: ۶۶۰×