

بررسی هیستوآناتومی مخ و بطن‌های مغزی در خوکچه هندی

محمد علی ابراهیمی سعادتلو^{۱*}، هادی احمد زاده^۲، رعنا کیهان منش^۳

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، دانشکده دامپزشکی، گروه علوم پایه، تبریز، ایران

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، دانشکده دامپزشکی، دانش آموخته دامپزشکی، تبریز، ایران

۳. دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشکده پزشکی، گروه فیزیولوژی، تبریز، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات: Anatomist_2001@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۰/۷/۲۳، پذیرش نهایی: ۹۰/۱۰/۱۰)

چکیده

در این بررسی از ده سر خوکچه هندی به وزن ۹۰۰-۴۰۰ گرم استفاده شد. مغزها پس از خارج سازی از حفره مغزی از لحاظ آناتومیکی (بیومتری، ظاهری، وزن، بطن‌ها) و بافت‌شناسی با رنگ‌آمیزی‌های هماتوکسیلین-انوزین، پاس و مالوری مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که میانگین طول مخ برابر $0/048 \pm 2/41$ سانتیمتر، عرض آن در ضخیم‌ترین بخش برابر $0/027 \pm 1/21$ و در باریکترین بخش برابر $0/034 \pm 0/68$ سانتی‌متر، ضخامت مخ در ضخیم‌ترین بخش برابر $0/023 \pm 1/21$ و در نازک‌ترین بخش برابر $0/075 \pm 0/72$ سانتی‌متر می‌باشد. رنگ مخ به صورت کرمی روشن بوده و چین و شکنج در سطح مخ دیده نشد. شکل مخ به حالتی نوک تیز و شبیه نوک خودنویس می‌باشد. نرم شامه با عروق مربوطه سطح مغز را می‌پوشاند. لوب‌های گلایی شکل در این مغز بسیار بزرگ می‌باشد. میانگین وزن مخ برابر $3/4$ گرم اندازه‌گیری شد. بطن‌های جانبی ۱ و ۲ در جلو طویل و در بخش خلفی با یک انحنای شدید به سمت پایین کشیده شده‌اند. بطن سوم و چهارم وسیع و قنات سلویوس کوچک می‌باشد. از لحاظ بافتی در نرم شامه مقاطع عروق خونی به مقدار فراوان دیده می‌شود و رشته‌های کلاژن در آن قابل تشخیص است. در لایه مولکولی ماده خاکستری تراکم سلول‌های عصبی کم بوده و از لایه‌های زیرین کاملاً قابل تفکیک است. لایه‌های دانه‌دار خارجی و داخلی مشخص بوده و سلول‌های هرمی خارجی به ندرت در مقاطع بافتی دیده می‌شود. در عمق ماده خاکستری سلول‌های درشت هرمی موسوم به سول‌های بتس دیده شد.

مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، ۱۳۹۰، دوره ۵، شماره ۳، پیاپی ۱۹، صفحات: ۱۳۳۷-۱۳۴۵.

کلید واژه‌ها: خوکچه هندی، مخ، بطن‌های مغزی، هیستوآناتومی

مقدمه

میمومورغ **مغ‌گلاگ‌گ‌گه‌چ** و هیستریکو مورفا (*Histircio morpha*) که کاویدائه عموماً در هیستریکو مورفا قرار می‌گیرد. گونه‌های مختلفی از این جاندار وجود دارد که شامل مو کوتاه (گونه‌های انگلیسی و آمریکایی)، حبه‌های (گونه‌هایی که موهای حلقه‌ای دارند) و پروای (که موهای بلند دارند). به طور معمول در انبارهای موجود در آزمایشگاه‌ها از گونه‌های مشتق

خوکچه هندی یا کاویا پورسلوس (*Cavia poreellus*) متعلق به خانواده کاویدائه **مغ‌عفن‌ع‌ب** است که از جوندگان بومی آمریکای جنوبی می‌باشند. این گروه گاه‌ها تحت عنوان کاویو **مغ‌گلاگ‌گ‌گ‌ف‌ن‌ع‌ب** یا جونده‌های شبه خوکچه نیز گفته می‌شود. رودنتیا یا جوندگان سه زیر رده را در بر می‌گیرند: اسکپورو مورفا (*Scuiro morpha*) ،

۴- تعیین شکل بطن‌های مغزی که با استفاده از ماده رودوپاس انجام گردید. رودوپاس توسط سرنگ انسولین درست بالای پيازهای بویایی و به موازات قشر مخ با ورود ۰/۵ سانتیمتر از سر سوزن، به داخل بطن‌ها تزریق و بعد از پر شدن آنها کل مخ به داخل اسید کلریدریک غلیظ انداخته شد. بعد از سه روز بافت‌های نرم توسط اسید هضم و رودوپاس که در حالت معمولی مایع می‌باشد در محیط اسیدی سفت و شکل فضای ریخته شده را به خود می‌گیرد.

۵- تعیین ابعاد بطن‌های مغزی که با استفاده از اندازه‌گیری توسط کولیس صورت گرفت.

ب: روش کار بافت‌شناسی: برای بررسی بافت‌شناسی، نمونه‌هایی کمتر از ۰/۵ سانتی‌متر از مخ تهیه و داخل فرمالین ۱۰٪ پایدار شد. نمونه‌های مذکور به روش معمول بافت‌شناسی آماده‌سازی شده و برش‌های حاصله بعد از رنگ‌آمیزی‌های هماتوکسیلین-ائوزین، پاس و مالوری تحت میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند.

یافته‌ها

الف) نتایج آناتومیکی:

۱- نتایج بیومتریکی:

میانگین طول مخ از جلو تا بخش خلفی مخ برابر ۰/۴۸ ج
 ۲/۴۱ سانتی‌متر، میانگین عرض مخ در ضخیم‌ترین بخش برابر
 ۰/۲۷ ج ۲/۵۶ سانتی‌متر، میانگین عرض مخ در باریک‌ترین
 بخش برابر ۰/۳۴ ج ۰/۶۸ سانتی‌متر، میانگین ضخامت مخ در
 ضخیم‌ترین بخش (لوب گلابی) برابر ۰/۲۳ ج ۱/۲۱ سانتی‌متر،
 میانگین ضخامت مخ در نازک‌ترین بخش (پياز بویایی) برابر
 ۰/۷۲ ج ۰/۷۵ سانتی‌متر، میانگین طول لوب گلابی برابر
 ۰/۱۸ ج ۱/۲۴ سانتی‌متر، میانگین عرض لوب گلابی برابر
 ۰/۱۳ ج ۰/۹۵ سانتی‌متر، میانگین ضخامت پياز بویایی برابر
 ۰/۱۲ ج ۰/۷۲ سانتی‌متر و میانگین عرض و طول پياز بویایی هر
 دو برابر ۰/۱ ج ۰/۵۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

از مو کوتاه آن استفاده می‌شود (۱۵ و ۲۳). متأسفانه وضعیت ساختاری مخ و بطن‌های مغزی در حیوانات مختلف و خوکچه هندی بطور ناقص مورد بررسی قرار گرفته است (۱، ۱۷، ۱۹ و ۲۴). مشخص نبودن کامل این ساختار در خوکچه هندی (۱۸)، ۲۰ و ۲۱)، محققین را در تزریقات داخل بطنی مغز این حیوان دچار مشکل کرده است و این کار در راستای مشخص شدن ساختار آناتومیکی و بافت‌شناسی این عضو در این حیوان انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد ۱۰ سر خوکچه هندی به وزن متوسط ۹۰۰-۴۰۰ گرم مورد استفاده قرار گرفت. سر خوکچه‌ها بعد از بیهوشی با اتر و خونگیری از شریان‌های کاروتید، جدا و برای مراحل بعدی آماده شد. مطالعه در دو مرحله زیر انجام گرفت:

۱- بررسی آناتومیکی مخ و بطن‌های مغزی.

۲- بررسی بافت‌شناسی مخ و بطن‌های مغزی.

الف- روش کار آناتومیکی: در این مرحله اقدام به خارج کردن مغز خوکچه‌ها گردید. چون هدف ما در این بررسی مطالعه هیستوآناتومی مخ و بطن‌های مغزی بود، از مطالعه بخش‌های دیگر مغز اجتناب گردید. در ابتدا موهای روی کاسه سر کاملاً تراش داده شده و بعداً توسط اره‌های مویی و اره‌های برقی مدل مارتین کاسه سر و بقیه استخوان‌های اطراف جدا شدند. بعد از آشکار شدن مغز و جداسازی کلیه اتصالات آن دقت گردید تا تمامی بخش‌های آن از جمله هیپوفیز سالم جدا شود. در مطالعه آناتومیکی مشخصات زیر مورد بررسی قرار گرفت:

۱- مشخصات بیومتریکی مخ از نظر طول، عرض و ضخامت که توسط کولیس انجام گرفت.

۲- مشخصات ظاهری مخ با مشاهده و ثبت آنها هم از نظر رنگ و هم از نظر وضعیت ظاهری.

۳- تعیین وزن مخ که توسط ترازوی دیجیتالی صورت گرفت. توسط اسکالپل تنه مغزی جدا و وزن خود مخ نیز اندازه‌گیری شد.

۲- نتایج ظاهری مخ:

الف) رنگ مخ کرم روشن بوده که به علت وجود عروق خونی در روی نرم شامه در برخی قسمت‌ها به صورت تیره دیده می‌شود (نگاره ۱).

ب) شکل مخ به حالت نوک تیز بوده که با شیب تندی هم از کناره‌ها و هم از بخش پشتی به سمت جلو باریک می‌شود. مخ در بخش جلویی مغز واقع شده به این صورت که در کناره‌ها زاویه‌دار و در جلو نوک تیز می‌باشد (نگاره ۲). مخ توسط نرم شامه به طور کامل پوشیده می‌شود. در سطح مخ آثار چندانی از چین و شکنج‌های مغزی دیده نمی‌شود و نرم شامه به صورت یک پرده نازک و شفاف سطح مخ را می‌پوشاند (نگاره ۱). در سطح شکمی مغز لوب‌های گلابی شکل به صورت کاملاً برجسته و واضح وجود دارد (نگاره ۲). در بخش جلویی مغز لوب‌های بویایی به رنگ سفید و روشن جلب توجه می‌کند (نگاره‌های ۱ و ۲). همچنین حدوداً در یک سوم جلویی بخش شکمی مغز تقاطع بصری و هیپوفیز به صورت واضح دیده می‌شود. بصل‌النخاع در بخش انتهایی مغز کاملاً واضح بوده که در جلوی این بخش پل مغزی نیز وجود دارد (نگاره ۲).

۳- وزن مغز:

میانگین وزن کل مغز برابر ۵/۴ گرم و میانگین وزن مخ برابر ۳/۴ گرم اندازه‌گیری شد.

۴- شکل بطن‌ها:

بطن‌های ۱ و ۲ که در مجاور هم قرار دارند در جلو به‌طور مستقیم بوده و تا پیاپی بویایی کشیده می‌شوند. بطن‌های فوق در بخش خلفی با یک حالت هلالی شکل به سمت پایین حرکت کرده و تمام می‌شوند. از سوراخ مونرو بطن ۳ شروع می‌شود که شبیه یک خندق اطراف ستون بین تالاموسی می‌باشد. از بخش پایینی خلفی بطن ۳، باریکه قنات سیلویوس که در این حیوان بسیار کوتاه به نظر می‌رسد، دیده می‌شود که بطن ۳ را به بطن ۴ متصل می‌کند. بطن ۴ تقریباً مستطیلی شکل بوده و با

حالت شیب دار به سمت خلف حرکت می‌کند. بطن فوق در داخل مغزهای متن سفال و میلن سفال واقع شده است. بطن‌های مغزی نهایتاً به مجرای باریک اپاندیم ختم می‌شوند (نگاره ۴).

۵- ابعاد بطن‌های مغزی:

میانگین طول بطن‌های جانبی ۱ و ۲ از جلو تا انتهای قوس خلفی برابر ۱/۷۹ سانتی‌متر، عرض هر دو بطن جانبی با هم در نزدیکی دو قوس خلفی برابر ۱/۶۵ سانتی‌متر، قطر بطن سوم برابر ۰/۳۷ سانتی‌متر، طول بطن ۴ برابر ۱/۱۹ سانتی‌متر و عرض بطن ۴ برابر ۰/۳۹ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. میانگین ضخامت به دست آمده از قالب‌های بطن‌های مغزی اندازه‌ای برابر ۰/۰۳ سانتی‌متر را نشان داد.

ب) نتایج بافت شناسی:

در خارجی‌ترین لایه مقاطع بافتی مخ خوکیچه هندی نرم شامه مشاهده شد. پرده فوق لایه نازکی بوده و از جنس بافت همبند نسبتاً سست همراه با انواع سلول‌های همبندی از جمله فیبروسیت، فیبروبلاست حتی لنفوسیت می‌باشد. در رنگ آمیزی پاس در این قسمت رشته‌های کلاژن به رنگ صورتی پررنگ تا قرمز دیده شد. همچنین مقاطع رگ‌های خونی به مقدار فراوان در داخل نرم شامه و بعضاً در زیر آن قابل تشخیص است. در بخش‌هایی از آن تیغه‌ها یا ترابکول‌هایی از نرم شامه به داخل پارانشیم بخش خاکستری نفوذ پیدا می‌کند. پارانشیم مخ از دو بخش تقریباً متمایز بنام بخش قشری و بخش مرکزی تشکیل شده است. در بخش قشری ماده خاکستری و در بخش مرکزی ماده سفید دیده می‌شود (نگاره‌های ۵ و ۸). در ماده خاکستری در خارجی‌ترین لایه تراکم کمی از سلول‌های عصبی به همراه سلول‌های نوروگلی دیده می‌شود. این لایه موسوم به لایه مولکولی است (نگاره‌های ۵ و ۶). در زیر لایه مولکولی تعدادی سلول‌های عصبی با هسته اوکروماتیک به همراه هستک واضح و کروی شکل وجود دارد. تراکم سلول‌های عصبی نسبتاً کم بوده و اندازه آنها نیز نسبتاً

کوچک است. به همراه این سول‌های عصبی سلول‌های نوروگلی به‌ویژه اولیگودندروسیت‌ها قابل مشاهده است. این لایه موسوم به لایه دانه دار خارجی است. در عمق این لایه سلول‌های عصبی با اندازه درشت و هسته روشن و اوکروماتیک با هستک‌های واضح دیده می‌شود. این لایه همان لایه دانه دار داخلی است. سلول‌های هرمی خارجی به ندرت در مقاطع بافتی دیده می‌شود. در عمق ماده خاکستری سلول‌های درشت هرمی موسوم به سول‌های بتس وجود دارد (نگاره ۷). سلول‌های اپاندیم در اطراف بطن‌های مغزی بسیار ظریف بوده و به صورت سلول‌های مکعبی کوتاه که در بعضی قسمت‌ها به سنگفرشی شبیه است، دیده می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس این مطالعه مشخص شد که طول مغز یعنی از جلو مخ تا بخش خلفی منخچه برابر $0.035 \pm 3/52$ سانتی‌متر اندازه‌گیری شده است. به عبارت دیگر طول مخ در مقایسه با طول کل مغز نسبتاً زیاد بوده و تناسب فوق با سایر حیوانات هم خوانی دارد (۳، ۴، ۸، ۱۴، ۱۶ و ۲۲). در حالت کلی مغز خوکیچه هندی در مقایسه با جنه حیوان بزرگ‌تر به‌نظر رسید.

همچنین میانگین ضخامت پیاز بویایی برابر $0.012 \pm 0/72$ سانتی‌متر و میانگین طول و عرض پیاز بویایی برابر $0/01 \pm 0/55$ سانتی‌متر می‌باشد. با این ابعاد مشخص می‌شود که اندازه پیاز بویایی در این حیوان نسبتاً بزرگ بوده و با ابعاد کلی پیاز بویایی در سایر چونندگان همخوانی دارد (۹ و ۱۴).

رنگ مخ در خوکیچه هندی به‌صورت کرم روشن بوده که به‌علت وجود عروق خونی در روی نرم شامه در بعضی قسمت‌ها به‌صورت تیره دیده می‌شود. رنگ فوق در اکثر حیوانات به‌صورت صورتی پررنگ دیده می‌شود (۱۴ و ۲۲). وجود عروق خونی بیشتر در روی نرم شامه علت پرخون بودن و صورتی رنگ شدن مغزهای فوق می‌باشد.

همان‌طوری که در بخش نتایج اشاره شد شکل مخ در خوکیچه هندی به‌صورت نوک تیز و شبیه نوک خودنویس می‌باشد. در

بین پستانداران مغز گوشتخواران نسبت به سایر حیوانات به مغز خوکیچه هندی شبیه‌تر است (۱۶). در گوشتخواران به‌علت وجود پیازهای بویایی، جلوی مغز کمی نوک‌تیزتر است (۱۶) و (۲۲). پوشش مخ که در داخلی‌ترین بخش شامل نرم شامه می‌باشد، شبیه سایر حیوانات بود و از این نظر تفاوتی مشاهده نشد. در سطح ظاهری مخ خوکیچه هندی آثاری از چین و شکنج‌های مغزی ملاحظه نگردید و نرم شامه نیز به‌صورت یک پرده نازک و شفاف روی سطح صاف مخ کشیده شده بود. صاف بودن سطح مغز در این حیوانات شبیه مغز ماهی‌ها، خزندگان و پرندگان می‌باشد در حالی که در پستانداران و مخصوصاً انسان سطح مغز دارای چین و شکنج‌های فراوانی می‌باشد (۱۴ و ۲۲). لوب گلابی شکل در مغز خوکیچه هندی نسبت به اندازه خود مغز بسیار بزرگ‌تر به‌نظر رسید. این تناسب در سایر حیوانات گزارش نشده و لوب گلابی شکل در پائین و طرفین مغز سایر حیوانات به‌صورت طبیعی گزارش شده است (۱۴ و ۱۶). از نظر لوب بویایی و پیاز بویایی مغز خوکیچه هندی بسیار غنی بوده که این حالت در بین پستانداران تقریباً شبیه گوشتخواران گزارش شده است (۱۶). از نظر وجود سایر بخش‌ها نظیر تقاطع بصری و هیپوفیز و بصل‌النخاع تفاوت چندانی بین این حیوان و سایر حیوانات ملاحظه نشد. وزن کلی مغز این حیوان $5/4$ گرم و وزن مخ برابر $3/4$ گرم ثبت گردیده است که این تناسب خود نشان‌دهنده این است که بیشترین بخش مغز را مخ تشکیل می‌دهد. تناسب فوق در سایر حیوانات نیز صادق است (۲۲ و ۲۴).

بطن‌های مغزی در این حیوان از چهار بطن با شماره‌های ۱ و ۲ جانبی، بطن سوم و بطن چهارم تشکیل شده است. بطن‌های جانبی در خوکیچه هندی در جلو به‌صورت مستقیم تا پیاز بویایی امتداد داشته و در بخش خلفی با یک قوس شدید به سمت پائین کشیده شده است. تقریباً وضعیت فوق با وضعیت بطن‌های مغزی در سایر حیوانات همخوانی دارد (۴ و ۱۴). بطن سوم نیز که شبیه یک خندق و دایره‌وار می‌باشد نیز شبیه

می‌شود. وضعیت فوق با نرم شامه سایر حیوانات همخوانی دارد (۲ و ۵، ۱۲).

در مخ خوکچه هندی ماده خاکستری در اطراف و ماده سفید در مرکز قرار دارد که مشابه سایر حیوانات می‌باشد (۱۳). در لایه مولکولر تراکم سلول‌های عصبی کم بوده و همین تراکم پائین سلول‌ها باعث تمایز لایه فوق از سایر لایه‌ها می‌شود. لایه مولکولر در سایر حیوانات نیز از این قاعده تبعیت می‌کنند و بیشترین ساختمان این لایه را رشته‌ها و دندریته‌های سلول‌های عصبی لایه‌های پائین‌تر و یا سلول‌های همین لایه پر می‌نمایند (۱۰ و ۲۵). در خوکچه هندی سلول‌های لایه دانه‌دار خارجی با هسته اوکروماتیک به همراه هستک واضح و کروی شکل با تراکم نسبتاً کم سلول‌های عصبی دیده می‌شود. در این لایه سلول‌های نوروگلی به‌ویژه اولیگودندروسیت‌ها با هسته متراکم و گرد قابل مشاهده است. در سایر حیوانات همین وضعیت گزارش شده است (۶ و ۷).

در خوکچه هندی لایه مربوط به سلول‌های هرمی با سلول‌های بتتر فقط در عمق ماده خاکستری و معروف به لایه هرمی داخلی دیده می‌شود و لایه سلول‌های هرمی خارجی در این حیوان دیده نمی‌شود. در سایر حیوانات سلول‌های هرمی در دو لایه هرمی داخلی و هرمی خارجی جمع می‌شوند (۵ و ۷) در حالی که سلول‌های هرمی خارجی در خوکچه هندی دیده نشد. سلول‌های اپاندیم موجود در اطراف فضاهای بطنی در این حیوان که از سلول‌های مکعبی کوتاه تشکیل شده است همانند سایر حیوانات (۱۰ و ۱۲) می‌باشد.

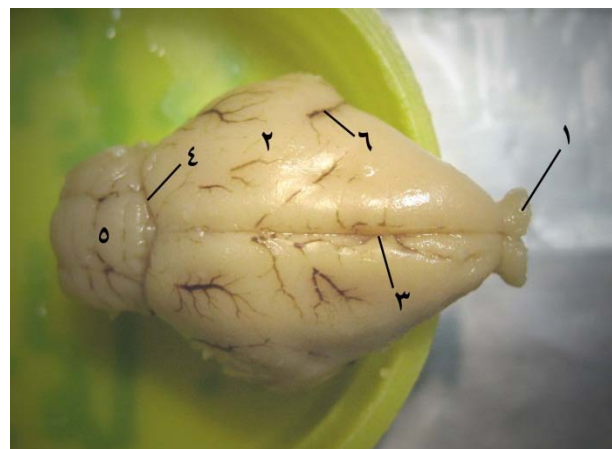
بطن سوم سایر حیوانات بود (۲۲). قنات سیلویوس در خوکچه هندی بسیار کوتاه دیده شد که در سایر حیوانات تقریباً کشیده و طویل می‌باشد (۱۶). بطن چهارم در این حیوان مستطیلی شکل بوده و بزرگ به‌نظر می‌رسد. بطور نسبی بطن چهارم در این حیوان نسبتاً بزرگ‌تر از بطن چهارم سایر حیوانات ملاحظه گردید. نهایتاً شبیه سایر حیوانات بطن‌های مغزی در بخش خلفی به مجاری اپاندیم کشیده می‌شود.

چون در مورد ابعاد بطن‌های مغزی در سایر حیوانات گزارش خاصی به‌دست نیامد، هیچ مقایسه‌ای در این بخش صورت نگرفت. نیمکره‌های مخ در ماهیان کوچک می‌باشد و بر عکس بخش هیپوتالاموس رشد بیشتری پیدا کرده است (۱). در دوزیستان لوب‌های بویایی رشد نموده و مهم‌ترین مشخصه اینها رشد ناقص مخچه است (۹ و ۱۴). مغز خزندگان در مقایسه با مغز دوزیستان از نظر وجود نیمکره‌های مخ بزرگ‌تر و پیچیده‌تر است (۹ و ۱۴). در مغز پرندگان نیمکره‌های مخ از نیمکره‌های مخ خزندگان نیز بزرگ‌تر شده ولی در ساختمان قشر مغز تغییری ایجاد نشده است. لوب بویایی پرندگان بسیار کوچک بوده و علت این پدیده احتمالاً این است که حس بویایی در پرندگان اهمیت چندانی ندارد (۱۱، ۱۷، ۱۹ و ۲۴). در موش صحرایی نیمکره‌های مخ رشد و توسعه بیشتری یافته است. همچنین قشر مخ در این حیوان فاقد چین‌خوردگی است ولی مخچه در این حیوان بزرگ و چین‌خورده است. هیپوتالاموس در موش صحرایی رشد یافته بوده و لوب‌های بویایی کاملاً رشد کرده‌اند که این پدیده اهمیت حس بویایی را در این حیوان نشان می‌دهد (۹ و ۱۴).

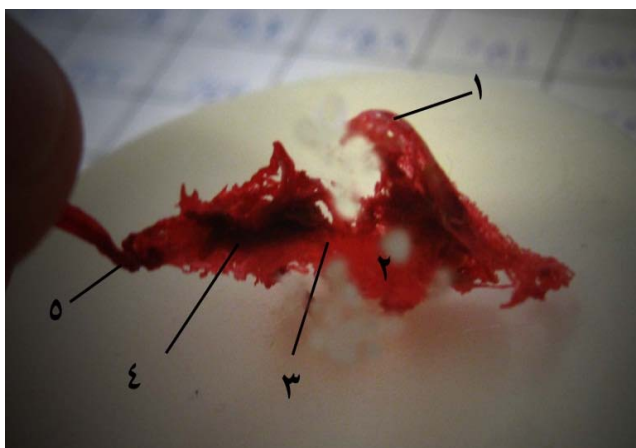
از نظر بافت‌شناسی در بخش خارجی مخ نرم شامه به‌صورت یک پرده نازک از جنس بافت همبند نسبتاً سست می‌باشد که دارای سلول‌های همبندی از جمله فیبروسیت، فیروبلاست است. رشته‌های کلاژن که جزو رشته‌های بافت همبند می‌باشد وجود داشته و مقاطع رگهای خونی به مقدار فراوان در آن دیده



نگاره ۳- نمای جانبی از مغز خوکچه هندی
 ۱- پیاز بویایی ۲- لوب گلابی شکل ۳- مخچه ۴- بصل النخاع



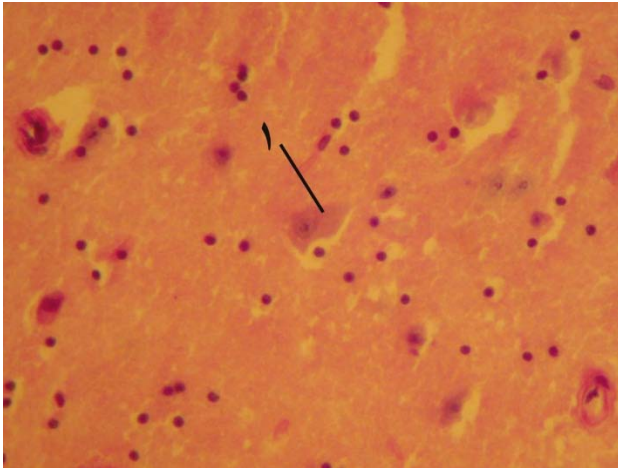
نگاره ۱- نمای پشتی از مغز خوکچه هندی
 ۱- پیاز بویایی ۲- نیمکره های مغزی ۳- شیار طولی بین نیمکره ها ۴- شیار عرضی مغز ۵- مخچه



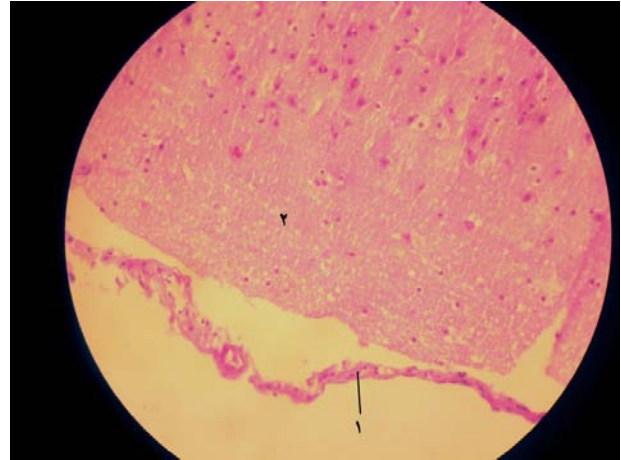
نگاره ۴- نمای جانبی از قالب بطنهای مغزی خوکچه هندی
 ۱- بخش پشتی بطن جانبی ۲- بطن سوم ۳- قنات سیلویوس ۴- بطن چهارم ۵- مجرای اپاندیم



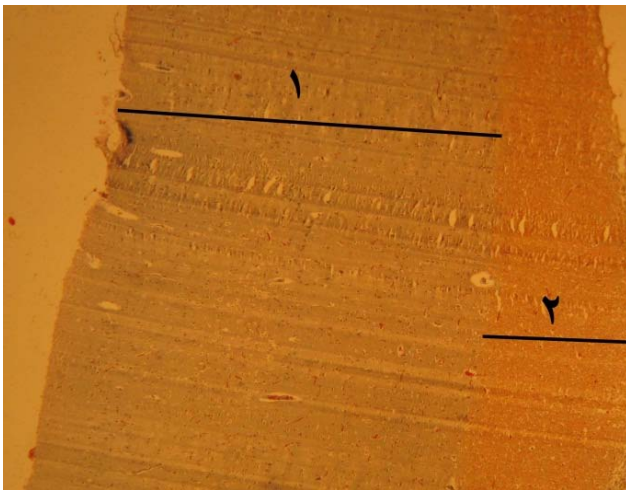
نگاره ۲- نمای شکمی از مغز خوکچه هندی
 ۱- پیاز بویایی ۲- تقاطع بصری ۳- هیپوفیز ۴- لوب گلابی شکل ۵- پل مغزی ۶- بصل النخاع ۷- نخاع ۸- پایک های مغزی



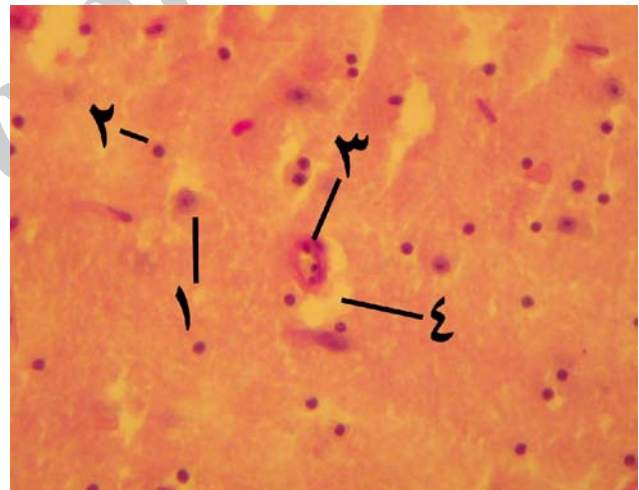
نگاره ۷- نمایی از عمق ماده خاکستری مغز خوکچه هندی، رنگ‌آمیزی پاس،
۱۰۰۰
۱- سلول هرمی درشت



نگاره ۵- نمایی از بخش خاکستری مخ در خوکچه هندی، رنگ آمیزی
په‌ت، ۲۰۰
۱- نرم شامه ۲- لایه مولکولی



نگاره ۸- نمایی از بخ خاکستری و سفید مغز خوکچه هندی، رنگ‌آمیزی
مالوری، ۴۰
۱- ماده خاکستری به رنگ بنفش روشن ۲- ماده سفید به رنگ قهوه ای
مایل به قرمز



نگاره ۶- نمایی از پارانشیم ماده خاکستری مخ در خوکچه هندی،
رنگ‌آمیزی پاس، ۴۰۰ ۱- جسم سلول عصبی ۲- سلول نوروگلی
۳- رگ خونی ۴- فضای پیرامون رگی

