



مطالعه بافت شناسی و تکوین مشیمیه و شبکیه در جنین شترمرغ نژاد کانادایی

• سهیلا رضایی

دانش آموزخته دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

• احمدعلی محمدپور (نویسنده مسئول)

استاد گروه علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۱/۸/۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: ۲۴/۱/۱۳۹۵

Email: mohammadpoor@ferdowsi.um.ac.ir



چکیده

جهت این تحقیق از تعداد ۱۲ عدد تخم شترمرغ نطفه‌دار سالم در سنین ۲۲، ۲۶، ۳۰ و ۳۶ روزگی جنینی و سه قطعه جوجه یک روزه استفاده شد. جهت بررسی بافت‌شناسی مقاطع چشم به روش هماتوکسیلین انوزین و ماسون تری کروم رنگ آمیزی گردیدند و لایه‌های مختلف مشیمیه و شبکیه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در ۲۲ روزگی جنینی هر سه لایه اصلی چشم (فیبروزی، عروقی و عصبی) تشکیل شده است. استرومای مشیمیه در ۲۲ روزگی از بافت هم‌بندی همراه با ماتریکس زیاد و الیاف کلاژن بسیار ظریف بوده و لایه‌های آن بخوبی مشخص و مجزا نبودند. شبکیه در سن ۲۲ روزگی از سه لایه اصلی دانه‌دار خارجی، دانه‌دار داخلی و الیاف عصب بینایی تشکیل شده بود. در این سن مرز بین این لایه‌ها و طبقات مشبک داخلی و خارجی بخوبی مشخص نبود. در ۲۶ روزگی الیاف در استروما مشخص تر و وسعت آن افزایش یافته بود. شبکیه در ۲۶ روزگی تکامل بیشتری یافته بود و لایه‌های تشکیل‌دهنده آن بخوبی مشخص و قابل تفکیک بودند. در ۳۰ روزگی استرومای مشیمیه حاوی الیاف کلاژن و عروق خونی متسع بود و لایه‌های تشکیل‌دهنده شبکیه بخوبی تکامل یافته بودند. در ۳۶ روزگی لایه‌های صلبیه، مشیمیه و شبکیه به حداکثر تکامل رسیده بودند. لایه مشیمیه از وسعت نسبتاً خوبی برخوردار بود و حاوی عروق خونی متسع، الیاف ظریف کلاژن و سلول‌های ملانوسیت فراوان بود. در جوجه یک روزه از نظر بافت‌شناسی اجزای چشم تفاوت چندانی با سن ۳۶ روزه جنینی نداشت.

کلمات کلیدی: بافت‌شناسی، مشیمیه، شبکیه، تکامل، جنین شترمرغ

• Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 114 pp: 32-39

Histological and developmental study of choroid and retina in Canadian ostrich embryo (*Struthio camelus*)

By: Rezaei, S., Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. and Mohammadpour, A.A., (Corresponding Author) Professor of Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Received: 2015-11-02 Accepted: 2016-03-12

Email: mohammadpour@ferdowsi.um.ac.ir

For this study, 12 healthy fertile ostrich eggs at ages of 22, 26, 30 and 36 days of embryonic stage and three one-day chicks were used. For histological study of different layers of choroid and retina, eye sections were stained with Hematoxylin-Eosin and Masson's trichrome. The results showed that the three main layers of the eye on embryonic day 22 (fibrous, vascular and nervous) were formed. Connective tissue stroma of the choroid was seen with high matrix and collagen fibers on day 22 and they were not well defined and as distinct layers. Retina at the age of 22 days was composed of three main layers; the outer granular, inner granular and optic nerve fibers. At this age, the border between the inner and outer reticular layers were not well defined. At 26 days old, the size of the fibers in the stroma increased more specifically. Further development of the retina happened at 26 days old, and its constituent layers were separated and well defined. At the age of 30 days, choroid stroma contained collagen fibers and dilated blood vessels and the formed layers of retina were well developed. At 36 days old, the layers of the sclera, choroid and retina had reached maximum development. Choroid layer consisted of a relatively expanded area and contained dilated blood vessels, thin collagen fibers and abundant melanocytes. Histologically the chick eye components were not much different from those at embryonic day 36.

Key words: Histology, Choroid, Retina, Development, Ostrich embryo

مقدمه

مطالعه تکوین جانوران مختلف یکی از زمینه‌های رو به رشد و مهیج علوم تشریح می‌باشد. بر همین اساس مطالعات زیادی در مراحل جنینی جانوران مختلف صورت می‌گیرد. در همه این مطالعات تغییرات آناتومیکی موجود زنده پایه تمام تحقیقات در زمینه تکوین می‌باشند. در چنین شناسی مناسب‌ترین جانور جهت مطالعه، جنین پرنده می‌باشد. البته جهت درک کامل و واضح فرایندهای تکوین مطالعه رشد و نمو جانوران مختلف از اهمیت خاصی برخوردار است. بطوری که بسیاری از مراحل رشد و نمو را فقط با دانستن فرایند مربوط در موجودات دیگر می‌توان تفسیر نمود.

باتوجه به ارزش اقتصادی بسیار بالای شترمرغ، برای ارتقای هرچه بیشتر صنعت پرورش این حیوان و افزایش بهره‌وری، داشتن اطلاعات کافی در زمینه‌های مختلف علمی از جمله شناخت دقیق ساختارهای بافتی ارگان‌های بدن این حیوان ضروری به نظر می‌رسد. تقریباً تمام پرندگان یسدت به دید وابسته هستند و اندازه‌ی چشم که در رابطه با بقیه اجزای سر بزرگتر است خود بیانگر این حقیقت است. قطر چشم شترمرغ نزدیک به ۵۰ میلی‌متر بوده و در میان مهره‌داران دنیای کنونی بطور مطلق بزرگترین چشم است. در همه پرندگان و حتی گروهی که چشمان آن‌ها در سمت جانبی قرار می‌گیرد، کره چشم تا حدی نامتقارن است. بنابراین، ناحیه بینایی در سمت بینی اندکی کوتاهتر از سمت گیجگاهی است. دیواره

کره چشم، همانند کره چشم پستانداران از سه لایه تشکیل شده است که این سه لایه شامل پرده فیبروزی بیرونی در بردارنده قرتیه و صلبیه، پرده عروقی میانی و یک لایه عصبی داخلی یا شبکیه است (۲، ۴، ۷). مشیمیه، لایه‌ی رنگدانه‌دار پررنگ دیواره‌ی خلفی چشم است که به طور سست به لایه‌ی فیبروزی اتصال دارد. این لایه از بافت پیوندی سست، حاوی فیبروبلاست‌های فراوان و ردیف منظمی از سلول‌های بافت پیوندی، همراه با رشته‌های الاستیک و کلاژن و رگ‌های خونی تشکیل شده است. رنگ سیاه مشیمیه، ناشی از وجود ملانوسیت‌ها در سرتاسر آن است. به دلیل وفور رگ‌های خونی کوچک در سطح داخلی مشیمیه، این منطقه لایه‌ی مشیمیه‌ای مویرگی نامیده شده و مسئول تأمین مواد غذایی برای شبکیه است. پرده عصبی داخلی یا شبکیه در پرندگان برخلاف پستانداران تقریباً ضخیم و بدون عروق خونی است. این لایه دربردارنده سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی، دوقطبی و گانگلیونی همانند شبکیه پستانداران است. سلول‌های گانگلیونی، اکسون‌های عصب بینایی را تشکیل می‌دهند و سلول‌های مخروطی مسئول تیزبینی و دید رنگی هستند. تجمع سلول‌های مخروطی در چشم پرندگان بیش از تجمع سلول‌های مخروطی شبکیه چشم انسان است (۳ و ۱۲). تحقیقات انجام شده بر روی چشم قابل توجه می‌باشد که خود دلالت بر اهمیت این موضوع دارد. گلد اسمیت (۱۹۸۰) با مطالعه بر روی شبکیه پرندگان دریافت که

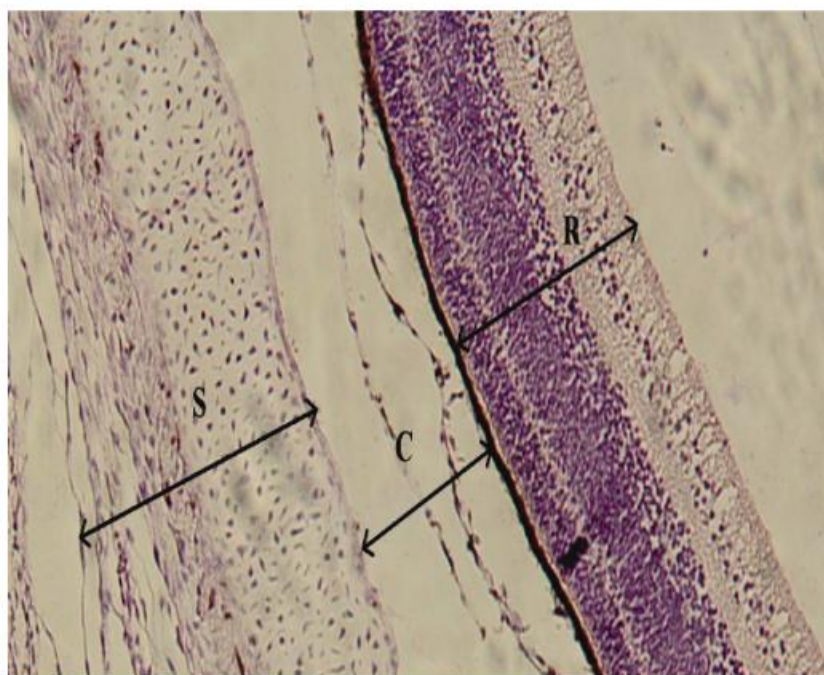
در سنین مختلف دوران جنینی و یک روزگی در شترمرغ مورد مطالعه قرار گرفت. اطلاعات بدست آمده از این تحقیق می تواند در علوم آناتومی، بافت شناسی، تغذیه، پرورش و درمان شترمرغ مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش کار

جهت این تحقیق تعداد ۱۲ عدد تخم شترمرغ نطفه دار سالم از مزرعه پرورش شترمرغ توس مشهد در سنین ۲۲، ۲۶، ۳۰ و ۳۶ روزگی جنینی و سه قطعه جوجه یک روزه تهیه و به آزمایشگاه بافت شناسی منتقل گردید. بعد از اطمینان از سلامتی آن‌ها، تخم‌ها را شکسته و جنین از داخل تخم خارج گردید و با آب شستشو داده شد. سپس سر پرنده جدا شد و چشم آن بطور کامل از بافت‌های اطراف جدا گردید و جهت بررسی بافت شناسی، مقاطعی در جهت طولی و عرضی از کل چشم گرفته شد و سپس این نمونه‌ها پس از طی مراحل آماده سازی بافت با استفاده از رنگ آمیزی‌های هماتوکسلین انوزین و ماسون تری کروم رنگ آمیزی گردیدند. در انتها لایه‌های مشیمیه و شبکیه مشخص و در سنین مختلف مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند و علاوه بر تعیین نوع بافت، زمان حضور آن‌ها نیز مشخص گردید. سپس با استفاده میکروسکوپ نوری دوربین دار از نمونه‌ها عکس گرفته شد و اجزای هر نمونه مشخص گردید.

قطره‌های چربی موجود در سلول‌های مخروطی اصلی، دارای خواص محافظتی می‌باشند، که چشم پرنده‌گان را در مقابل نور ماوراءبنفش حفاظت می‌کند (۵). موریس (۱۹۸۲) با مطالعه بر روی شبکیه مرغ، دریافت که یک ناحیه مرکزی بر روی شبکیه این پرنده‌گان وجود دارد. این ناحیه دارای یک حفره می‌باشد که در عمل دید یا یک چشم دخالت دارد. عمل آن مستقل از حفره مرکزی چشم دیگر است و ظاهراً در پرنده‌گان در هنگام پرواز جهت دیدن و احتراز از برخورد با موانع، مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۰). وائو و اوربیک (۲۰۰۱) در بررسی تکامل شبکیه به نقش اپیتلیوم رنگی شبکیه در تکامل مشیمیه اشاره نمودند (۱۳). ماکبی و همکاران (۱۹۹۹) مکانیسمی را که تکامل سلول‌های گانگلیونی شبکیه جوجه را کنترل می‌کند بررسی نمودند (۹). پارلو (۱۹۸۲) و گواردوسکی (۱۹۸۳)، با بررسی قطرات چربی موجود در شبکیه پرنده‌گان، دریافتند که این قطرات همراه با رنگدانه‌های بینایی مختلف، با گرفتن امواج با طول موج کوتاه منحنی حساسیت رنگدانه‌ای و جابجایی حداکثر حساسیت به طول موج‌های بالاتر، کنتراست رنگی را بالاتر می‌برند که نتیجه آن بهتر شدن تشخیص رنگ‌ها می‌باشد (۱ و ۶).

در این تحقیق با توجه به عدم اطلاعات کافی در رابطه با ساختارهای بافتی چشم در شترمرغ، تکامل ساختارهای بافتی مشیمیه و شبکیه



شکل ۱- مقطع بافتی از چشم در جنین ۲۲ روزه، در این شکل مشیمیه (C) نشان داده شده است. همانطور که دیده می‌شود لایه‌های مشیمیه بخوبی مشخص نیستند تنها ماتریکس همراه با الیاف کلاژن دیده می‌شود. لایه‌های صلبیه (S) و شبکیه (R) در این شکل مشخص گردیده است. رنگ آمیزی هماتوکسلین - انوزین $\times 100$

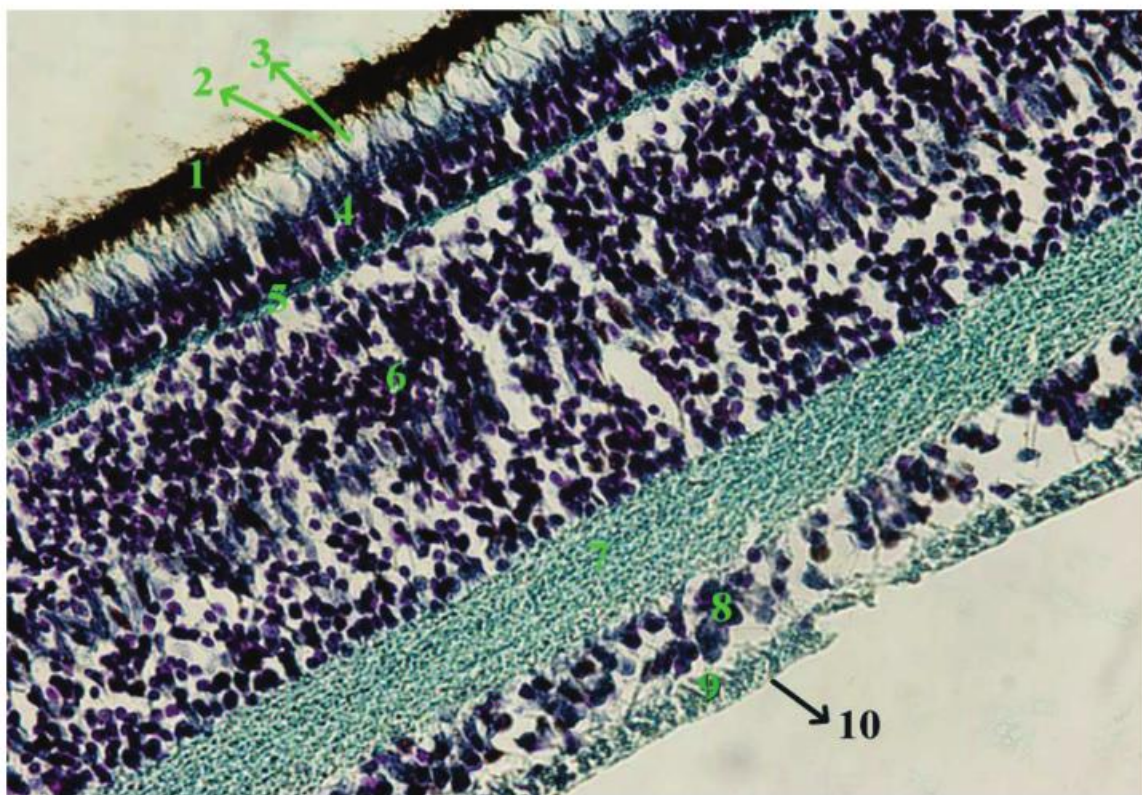
در این سن نیز بعضی از لایه‌ها از قبیل پرده شفاف همانند سن ۲۲ روزگی مشخص نبود. شبکیه در مقایسه با سن ۲۲ روزگی تکامل بیشتری یافته بود و لایه‌های تشکیل دهنده آن پخوبی مشخص و قابل تفکیک بودند. غشاهای محدودکننده داخلی و خارجی که در سن قبلی مشخص نبودند در چنین ۲۶ روزه مشاهده شدند. هم‌چنین لایه‌های دانه دار داخلی و خارجی هم توسط غشاهای مذکور مجزا و بهتر مشاهده شدند.

در سن ۳۰ روزگی، دو لایه مشیمیه و شبکیه پخوبی مشخص بودند. در استرومای مشیمیه الیاف کلژن و عروق خونی متسع دیده شد. لایه‌های تشکیل دهنده شبکیه پخوبی تکامل یافته بودند. شبکیه در سن ۳۰ روزگی پخوبی تکامل پیدا کرده بود. در این سن علاوه بر لایه‌های تشکیل دهنده شبکیه که در سنین ۲۲ و ۲۶ روزگی جنینی به آن اشاره گردید سیتوپلاسم سلول‌های میله‌ای و مخروطی کاملاً مشخص بود. علاوه بر این پنظر می‌رسد که پر تراکم سلول‌های گانگلیونی و لایه دانه‌دار خارجی افزوده شده است (شکل ۲).

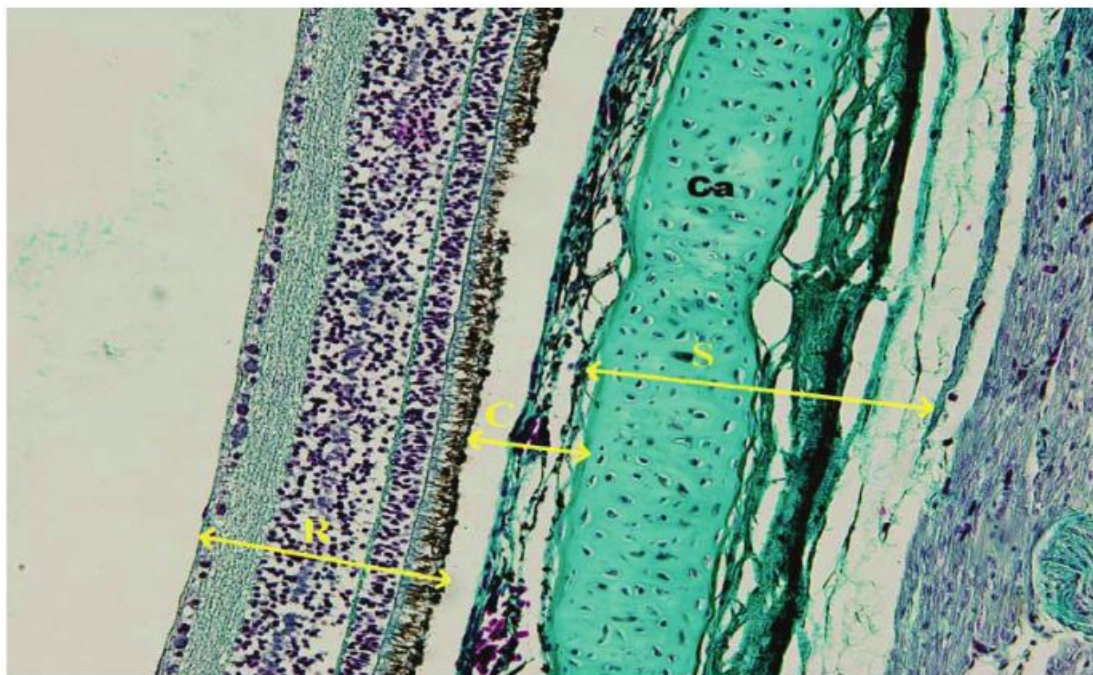
در سن ۳۶ روزه لایه‌های مشیمیه و شبکیه به حداکثر تکامل رسیده

نتایج

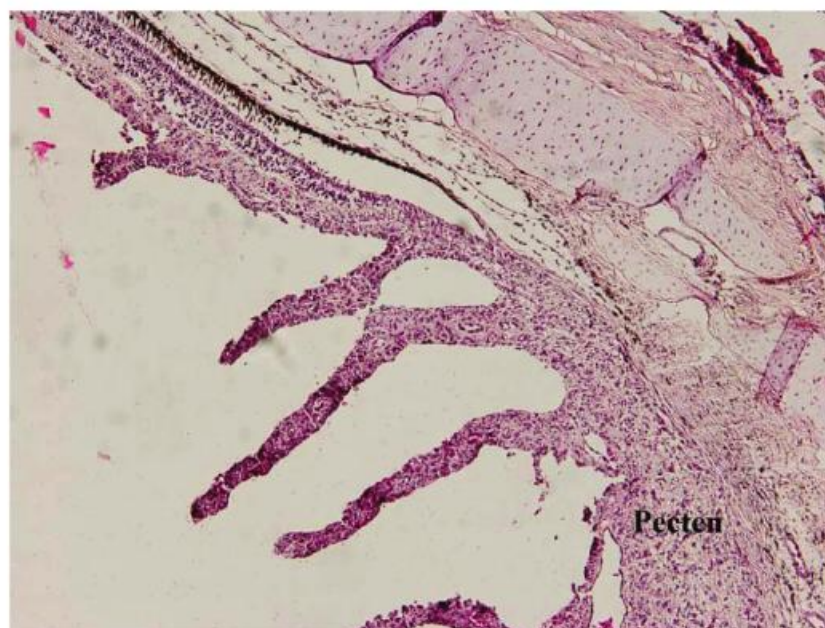
در سن ۲۲ روزگی جنینی هر سه لایه اصلی چشم (فیبروزی، عروقی و عصبی) تشکیل شده بود. استرومای مشیمیه در سن ۲۲ روزگی از یافت هم‌پندی تشکیل شده بود که دارای ماتریکس زیاد و الیاف کلژن بسیار ظریف بود. لایه‌های تشکیل دهنده مشیمیه پخوبی مشخص و مجزا نبودند. شبکیه در سن ۲۲ روزگی از سه لایه اصلی زیر تشکیل شده بود: ۱- لایه دانه‌دار خارجی که از هسته سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای تشکیل شده است؛ سیتوپلاسم این سلول‌ها بر روی لایه رنگدانه‌ای شبکیه قرار دارد، ۲- لایه دانه‌دار داخلی که از هسته سلول‌های دو قطبی، افقی، آموکرین و مولر تشکیل شده است و ۳- لایه الیاف عصب بینایی که از الیاف عصبی سلول‌های مولر و اکسون سلول‌های گانگلیون که در زیر این لایه قرار دارند، تشکیل شده است. در این سن مرز بین این لایه‌ها پخوبی مشخص نبود و طبقات مشبک داخلی و خارجی پخوبی نمایان نبود (شکل ۱). در سن ۲۶ روزگی جنینی مشیمیه نسبت به سن ۲۲ روزگی تکامل بیشتری کرده بود. الیاف در استروما بهتر مشخص بودند و وسعت استروما افزایش یافته بود.



شکل ۲- مقطع بافتی از شبکیه چشم در جنین ۳۰ روزه، در این شکل اپیتلیوم رنگدانه ای (۱)، سلول‌های میله‌ای (۲)، سلول‌های مخروطی (۳)، لایه دانه دار خارجی (۴)، لایه مشبک خارجی (۵)، لایه دانه‌دار داخلی (۶)، لایه مشبک داخلی (۷)، لایه سلول‌های گانگلیونی (۸)، الیاف مولر و اکسون سلول‌های گانگلیونی (۹) و غشای محدود کننده داخلی (۸) مشخص گردیده است. رنگ آمیزی ماسون تری کروم بزرگنمایی $\times 400$



شکل ۳- مقطع بافتی از چشم در جنین ۳۶ روزه، در این شکل سه لایه چشم شامل صلبیه (S)، مشیمیه (C)، شبکیه (R) و غضروف صلبیه (Ca) مشخص گردیده است. به لایه‌های شبکیه توجه شود که به خوبی تکامل یافته‌اند. رنگ آمیزی ماسون تری کروم. بزرگنمایی ۱۰۰×



شکل ۴- مقطع بافتی از چشم در جنین ۳۶ روزه، در این شکل پکتن نشان داده شده است که متصل به شبکیه می‌باشد. رنگ آمیزی همانوکسیلین - انوزین. بزرگنمایی ۱۰۰×

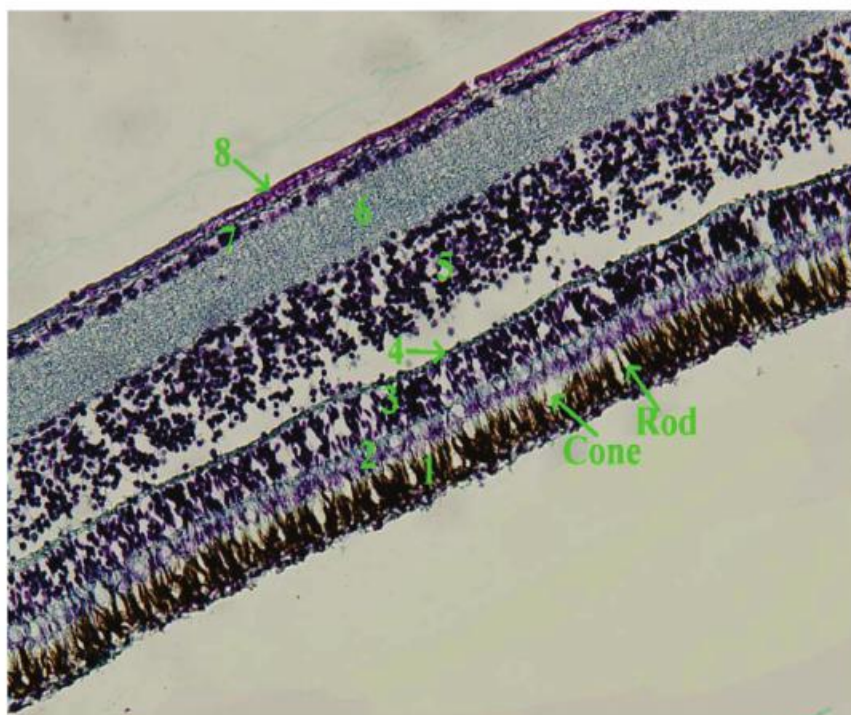
است و دارای سلول‌های رنگدانه‌ای است، آن را به صلیبه متصل می‌کند. این لایه، به وسیله لایه‌ی رگی دنیال می‌شود که رگ‌های خونی بزرگی را حمل می‌کند و سپس لایه مویرگی که شبکه‌ی مویرگی متراکم آن از رگ‌های بزرگ برخاسته و سرانجام، لایه‌ی قاعده‌ای قرار دارد. در تحقیق حاضر استرومای مشیمیه در سن ۲۲ روزگی از بافت هم‌بندی تشکیل شده بود که دارای ماتریکس زیاد و الیاف کلاژن بسیار ظریف بود. لایه‌های تشکیل دهنده مشیمیه به خوبی مشخص و مجزا نبودند.

رنگ سیاه مشیمیه ناشی از وجود ملانوسیت‌ها در سرتاسر آن است. به دلیل وقور رگ‌های خونی کوچک در سطح داخلی مشیمیه، این منطقه لایه‌ی مشیمیه‌ای مویرگی نامیده شده و مسئول تأمین مواد غذایی برای شبکه‌ی است. مشیمیه به وسیله‌ی غشای پرورخ از شبکه‌ی جدا شده است. این غشا تا ۴ میکرومتر ضخامت داشته و از شبکه‌ای از رشته‌های الاستیک در مرکز و لایه‌های از رشته‌های کلاژن در دو سوی آن، تشکیل شده است. سطح خارجی هر یک از لایه‌های رشته‌های کلاژن به وسیله‌ی یک لایه‌ی قاعده‌ای پوشیده شده است. در این تحقیق در سنین پایین (۲۲ و ۲۶ روزگی) لایه‌های تشکیل دهنده مشیمیه بوضوح دیده نشدند. تنها استروما که از الیاف ظریف کلاژن، ملانوسیت‌های پراکنده و تعداد کمی از عروق

بودند. لایه مشیمیه از وسعت نسبتاً خوبی برخوردار بود و حاوی عروق خونی متسع، الیاف ظریف کلاژن و سلول‌های ملانوسیت فراوان بود. شبکه‌ی در سن ۳۶ روزگی تمام لایه‌های ذکر شده را که در سنین قبل به آن‌ها اشاره گردید در برداشت (شکل ۳)، علاوه بر این پکتن در سطح خلفی کره چشم مشاهده شده که در ارتباط با شبکه‌ی بود. این ساختار از یک تنه و زوایدی حاوی عروق خونی تشکیل شده بود. پکتن که منحصر در پرتندگان یافت می‌شود فاقد بافت ماهیچه‌ای و عصبی است و مهم‌ترین عمل آن تغذیه لایه داخلی بدون رگ شبکه‌ی پرتندگان می‌باشد (شکل ۴). از نظر بافت‌شناسی اجزای چشم در جوجه یک روزه تفاوت چندانی با سن ۳۶ روزگی جنینی نداشت. تمام مواردی که در سن قبلی به آن‌ها اشاره شد در جوجه یک روزه مشاهده گردید (شکل ۵).

بحث

در این تحقیق که بر روی تکامل جنین شترمرغ در روزهای مختلف جنینی صورت گرفت مشاهده گردید که در ۲۲ روزگی جنینی هر سه لایه اصلی چشم (فیبروزی، عروقی و عصبی) تشکیل شده است. مشیمیه نیز از چندین لایه تشکیل شده است. لایه فوق مشیمیه‌ای که ساختار سستی



شکل ۵- مقطع بافتی از شبکه‌ی چشم در جوجه یک روزه، در این شکل اپیتلیوم رنگدانه‌ای (۱)، غشای محدود کننده خارجی (۲)، لایه دانه‌دار خارجی (۳)، لایه مشبک خارجی (۴)، لایه دانه‌دار داخلی (۵)، لایه مشبک داخلی (۶)، لایه سلول‌های گانگلیونی (۷) و غشای محدود کننده داخلی (۸) مشخص گردیده است. رنگ آمیزی ماسون تری کروم بزرگنمایی $\times 200$

افزایش جزئیات، لایه‌های شبکیه بهتر مشاهده گردید و بر تراکم سلول‌های عصبی افزوده شده بود. سلول‌های عصبی در ابتدا بصورت پراکنده و نامنظم در لایه‌های دانه‌دار داخلی و خارجی قرار داشتند و در سنین ۳۰ و ۳۶ روزگی بر تراکم و نظم این لایه افزوده شد و در سن ۳۶ روزگی جنینی و چوچه یک روزه لایه‌های تشکیل دهنده شبکیه یخویی قابل تفکیک بودند. به نظر می‌رسد که عدم وجود هرگونه رگ خونی در شبکیه پرندگان در رابطه با وجود یک وسیله تغذیه‌ای کمکی عجیب و ناشناخته به نام پکتن چشمی می‌باشد. این عضو که از محل خروج عصب بینایی منشاء می‌گیرد منحصرأ از مویرگ‌ها و سلول‌های رنگدانه دار خارج رگی تشکیل شده است.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر تصویب و حمایت‌های مالی و از آقای پورادینی، تکنسین محترم آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشکده دامپزشکی که در تهیه مقاطع بافتی همکاری نموده است تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Barlow, H.B. 1982. What causes trichromasy? A theoretical analysis using comb-filtered spectra. *Vision Research* 22: 635.
2. Crole, M. R. and J.T. Soley. 2012. "What prevents *Struthio camelus* and *Dromaius novaehollandiae* (Palaeognathae) from choking? A novel anatomical mechanism in ratites, *Frontiers in zoology* 9.1 : 1-7.
3. Eurell, J. A. and L.F. Brian. 2006. Dellmann's Textbook of Veterinary Histology. 6th Edition. Blackwell Publication.
4. Ghazi, S.R., M. Tajalli and S. Gholami. 1996. Anatomy of the Domestic Birds. First Edition. Shiraz. Shiraz University Pub. PP: 321-332
5. Goldsmith, T.H. 1980. Humming birds see near ultraviolet light. *Sciences* 207 : 786.
6. Govardovskii, V.I. 1983. On the role of oil drops in colour vision. *Vision Research* 23: 1739.
7. Hamidi, M.S. 1380. Management and economics of ostrich farming in Iran. Shams Publication.
8. Lopes, V.S., C. Wasmeier, M.C. Seabra and C.E. Futter. 2007. Melanosome maturation defect in Rab38-deficient retinal pigment epithelium results in instability of immature melanosomes during transient melanogenesis. *Molecular Biology of Cell* 18: 3914-3927.
9. McCabe, K.L., E.C. Gunther and T.A. Reh. 1999. The development of the pattern of retinal ganglion cells in the chick retina: mechanisms that control differentiation. *Development* 126: 5713-5724.
10. Morris, V.B. 1982. An afoveate area centralis in the chick reti-

خونی تشکیل شده مشاهده شد. در سنین بالا بر میزان ملانوسیت‌ها افزوده شده بود و عروق خونی بزرگ و متسع شده بودند که دلیل بر خون‌رسانی بیشتر به بافت و تکامل سلول‌های ملانوسیت می‌باشد. در تکامل چشم بافت‌های مختلفی با منشا جنینی گوناگون مشارکت دارند که به صورت هماهنگ باهم عمل می‌کنند. تکامل چشم در مهره‌داران از ناحیه جوانب داینسفالون شروع می‌شود بدین صورت که همزمان با رشد داینسفالون به اطراف، اکتودرم سطحی به سمت داخل فرو می‌رود و جام بینایی را ایجاد می‌کند. جام بینایی در پرگیرنده لایه‌های اکتودرم خارجی و داخلی است که در نهایت بافت عصبی شبکیه و بافت پوششی رنگدانه‌های شبکیه را تشکیل می‌دهد. همزمان بافت مزاتشیم در اطراف جام بینایی فشرده می‌شود و در اثر تکامل به لایه‌های مشیمیه و صلیبه تبدیل می‌شود. لایه مشیمیه شامل شبکه‌ای از عروق خونی است که سطح خارجی شبکیه را خون‌رسانی می‌کند (۸).

شبکیه در پرگیرنده‌ی یک بخش حساس به نور و یک بخش کور به نام بخش بینایی و بخش شبکیه‌ی کور است. مرز بین این‌ها، در محل تبدیل مشیمیه به جسم مژگانی است. بخش مجاور جسم مژگانی، به نام بخش شبکیه‌ی کور، به عنوان بخش مژگانی شناخته شده است. در حالی که بخشی که سمت عقبی عنبیه را پوشانیده، بخش عنبیه‌ای شبکیه است. هر شبکیه، از یک وزیکول در انتهای پایک‌های بینایی توخالی تکامل می‌یابد که از لوله‌ی عصبی رویانی رشد کرده است. وزیکول، به درون خود برگشته، به گونه‌ای که دیواره‌های آن به هم می‌آید تا فینجان بینایی دو جداره را تشکیل دهد که دارای لایه خارجی و لایه داخلی است. این دولایه در لایه‌ی مردمک، به هم متصل می‌شوند. لایه خارجی، لایه‌ی پیگمانه‌ی شبکیه است که در برابر پوشش میانی قرار می‌گیرد و در پرگیرنده‌ی لایه منفرد سلول‌های پوششی رنگدانه‌دار چند وجهی است. زایده‌های سیتوپلاسمی این سلول‌ها نیز رنگدانه‌دار هستند و بین عناصر بیرونی سلول‌های بینایی، هل داده شده‌اند تا ساختارهای دریافت‌کننده‌ی نور را از در معرض قرار گرفتن بیش از حد حفظ کنند. همچنین به نظر می‌رسد که این آرایش، تیزی بینایی را بهبود بخشد (۱۱). در حالی که لایه‌ی داخلی بخش شبکیه‌ی کور فقط به اندازه‌ی یک سلول ضخامت دارد، در ناحیه‌ی بخش بینایی شبکیه، ردیف‌های سلولی بسیاری وجود دارد. این‌ها اساساً در تمام مهره‌داران، همانند هستند. از لایه‌ی بیرونی به داخل، این ردیف‌های سلولی، به ترتیب زیر هستند: (۱) لایه‌ی میله‌ها و مخروط‌ها، (۲) غشای محدودکننده‌ی خارجی، (۳) لایه‌ی دانه‌دار خارجی، (۴) لایه‌ی شبکه مانند یا شبکه‌ای خارجی، (۵) لایه‌ی دانه‌دار داخلی، (۶) لایه‌ی شبکه مانند یا شبکه‌ای داخلی، (۷) لایه‌ی سلول گانگلیونی، (۸) لایه‌ی فیبر عصبی و (۹) غشای محدودکننده‌ی داخلی (۳).

در تحقیق حاضر شبکیه در سن ۲۲ روزگی از سه لایه اصلی زیر تشکیل شده بود. ۱- لایه دانه‌دار خارجی که از هسته سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای تشکیل شده است. سیتوپلاسم این سلول‌ها بر روی لایه رنگدانه‌ای شبکیه قرار دارد. ۲- لایه دانه‌دار داخلی که از هسته سلول‌های دوقطبی، افقی، آموکرین و مولر تشکیل شده است. ۳- لایه الیاف عصب بینایی که از الیاف عصبی سلول‌های مولر و اکسون سلول‌های گانگلیون که در زیر این لایه قرار دارند، تشکیل شده است. در این سن مرز بین این لایه‌ها و همچنین طبقات مشیک داخلی و خارجی یخویی نمایان نبودند. یا

na. *Jouranal of Comparative Neurology* 210:198.

11. Thompson, H., J.S.Griffiths, G.I. Jeffery and M. McGonnell.

2010. The retinal pigment epithelium of the eye regulates the development of scleral cartilage. *Developmental Biology* 347:40-52.

12. William, J and M. Linda. 2012. Color Atlas of Veterinary His-

tology .Third edition. Wiley-Blackwell (an imprint of John Wiley & Sons Ltd) Publication.

13. Zhao, S and P.A. Overbeek. 2001. Regulation of choroid development by the retinal pigment epithelium. *Molecular Vision*. 7: 277-282.

