

مطالعه تکوین ساختار بافتی صلبیه و قرنیه چشم در جنین شترمرغ نژاد کانادایی

• سهیلا رضایی

دانش آموخته دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

• احمدعلی محمدپور (نویسنده مسئول)

استاد گروه علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۳

Email: mohammadpoor@ferdowsi.um.ac.ir

چکیده

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. چشم شترمرغ از نظر قرنیه نزدیک‌ترین چشم به انسان است و به علت خصوصیات آناتومیکی مشابه می‌تواند در پیوند قرنیه انسان از قرنیه شترمرغ استفاده شود. 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 مقاطعی از کل چشم گرفته شد و به روش هماتوکسیلین آئوزین و ماسون تری کروم رنگ آمیزی گردید. سپس در سنین مختلف لایه‌های مختلف صلبیه و قرنیه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در ۲۲ روزگی جنینی هر سه لایه اصلی چشم (فیبروزی، عروقی و عصبی) تشکیل شده است. همچنین در صلبیه علاوه بر بافت همبند مزانشیمی، غضروف شفاف هم مشاهده گردید. با افزایش سن در سنین بالاتر قطر این غضروف افزایش یافته بود و به صورت بندبند در اطراف چشم مشاهده گردید در قسمت قدامی صلبیه، در محل اتصال آن به قرنیه بافت استخوانی وجود داشت که این بافت در شترمرغ در سن ۳۰ روزگی مشاهده و در سنین بالاتر تکمیل گردیده بود. در سن ۲۲ روزگی قرنیه از بافت پوششی نازکی تشکیل شده بود که بافت آن از نوع سنگ‌فرشی غیرکراتینه و چند لایه به نظر می‌رسید. تعداد لایه‌های بافت پوششی حداکثر ۲ تا ۳ لایه به نظر می‌رسید که با افزایش سن بر تعداد لایه‌های آن افزوده گردید. استرومای قرنیه بسیار وسیع بود و غشای بومن نامشخص بود. غشای دسمه در سن ۲۲ روزگی به طور ضعیفی مشخص بود که به صورت چین خورده دیده شد. همچنین داخلی‌ترین لایه قرنیه که اندوتلیوم می‌باشد مشاهده شد که از نوع مکعبی ساده تعیین گردید. با افزایش سن اپیتلیوم قرنیه ضخیم تر و بر تراکم الیاف استروما افزوده شده بود و غشاهای بومن و دسمه مشخص شده بودند.

کلمات کلیدی: بافت‌شناسی، قرنیه، صلبیه، تکامل، جنین شترمرغ

- Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 104 pp: 25-31

Histological and developmental study of sclera and cornea in Canadian ostrich embryo (*Struthio camelus*)

By: Rezaei, S. Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Mohammadpour, A.A., (Corresponding Author) Professor of Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: June 2013 Accepted: June 2014

Email: mohammadpour@ferdowsi.um.ac.ir

Due to the high economic value of ostrich and the farming industry to further promote increased productivity, knowledge in different fields of science, including detailed knowledge of tissue structures vital organs from this animal looks. Ostrich's eye is the cornea closest to the human eye because of the same anatomical features of the human cornea, corneal transplantation can be used ostrich. In this study, 12 healthy fertile ostrich eggs, ostrich farms in Mashhad birch ages 22, 26, 30 and 36 days of embryonic and three-day-old chicks were collected and sent to the histology lab. Histological evaluation of the whole eye sections were stained by hematoxylin and eosin and masson trichrome. The sclera and cornea were studied at different ages in different layers. The results showed that the three main layers of the eye at embryonic day 22 (fibrosis, vascular and nerve) was formed. In addition to the scleral tissue were also observed in mesenchymal hyaline cartilage. At older ages, the cartilage thickness increased with age and was found as articulated around the eyes. There was bone tissue in anterior part of the sclera at the junction of the cornea. It was observed in age of 30 days old and was developed in older. At the age of 22 days, the corneal epithelium was composed of a thin tissue of non-keratinized stratified squamous seemed. Up to 2 to 3 layers of the epithelium layer seemed to increase with age the number of layers that have been added. Stroma was extensive and Bowman's membrane was uncertain. Descemet membrane at 22 day of age was weakly identified and was seen as folded. Corneal endothelium was the innermost layer, which is seen as a simple cuboidal epithelium. With increasing age, the corneal epithelium was thicker and the fiber density was increased in stoma and Bowman and Descemet membranes were identified.

Key words: Histology, Cornea, Sclera, Development, Ostrich embryo

مقدمه

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 (۱۴، ۱۹). تقریباً تمام پرندگان بشدت 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 به‌طور مطلق بزرگترین چشم است (۱۸، ۲۰، ۲۵). در چشم پستانداران که کروی تر است شبکیه در بخش قدامی کانون هر نوری قرار می‌گیرد که به‌طور مورب وارد چشم شود. بنابراین، شبکیه پستانداران فقط یک ناحیه دید دقیق دارد و دقت دید در دیگر جاها نسبتاً ضعیف است، در حالی که شبکیه پرندگان در پیرامون خود دقت دید دارد. در همه پرندگان و حتی گروهی که چشمان آنها در سمت جانبی قرار می‌گیرد، کره چشم تا حدی نامتقارن است. بنابراین، ناحیه بینابینی 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 قرنیه و صلبیه، پرده عروقی میانی و یک لایه عصبی داخلی یا شبکیه است (۳، ۴).

پرده فیبروزی لایه‌ای محکم است که شکل کره چشم را حفظ کرده و لایه‌های عمقی‌تر را محافظت می‌کند. قرنیه در مقایسه با بقیه کره چشم، سطح کوچکی دارد و در انکسار نور در هوا بسیار مهم است. در عموم پرندگان، تمام صلبیه بجز ناحیه استخوانچه‌های آن، توسط یک لایه غضروف هیالینی ممتد تقویت می‌شود. در نزدیکترین منطقه به قرنیه، دیواره صلبیه به یک حلقه از استخوان‌های کوچک چهارگوش روی هم قرار گرفته به نام استخوانچه‌های صلبیه تبدیل شده است. این استخوانچه‌ها کره چشم را محکم کرده و محل اتصالی برای عضلات مژکی فراهم می‌کنند (۳، ۴، ۵). استخوانچه‌های صلبیه یک حلقه استخوانی را در چشم پرندگان تشکیل می‌دهند که این حلقه توسط بافت پیوندی متراکم محصور گردیده است. ساختار قرنیه پرندگان با پستانداران مشابه بود و تنها اختلافی که وجود دارد در غشای قاعده‌ای است که در قرنیه پرندگان مشخص تر است (۵).



شکل ۱: نحوه باز کردن تخم و خارج نمودن جنین شترمرغ



شکل ۲: جنین ۲۲ روزه شترمرغ را نشان می دهد

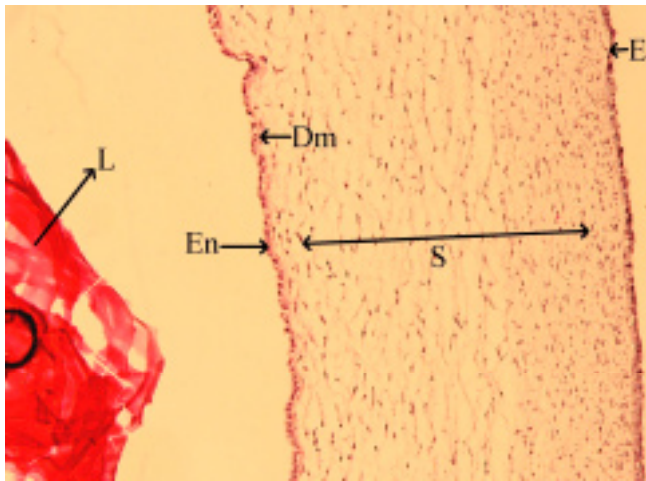
پرده عروقی دربرگیرنده مشیمیه، جسم مژه‌ای و عنیبیه است. مشیمیه، لایه‌ای ضخیم، با عروق خونی فراوان و رنگدانه تیره است که شبکیه را می‌پوشاند و در تغذیه بافت‌های کره چشم مشارکت می‌کند (۱۱ و ۳). پرده عصبی داخلی یا شبکیه در پرندگان برخلاف پستانداران تقریباً ضخیم و بدون عروق خونی است و در بردارنده سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی، دوقطبی و گانگلیونی همانند شبکیه پستانداران است. سلول‌های گانگلیونی، اکسون‌های عصب بینایی را تشکیل می‌دهند و سلول‌های مخروطی مسئول تیزبینی و رنگی دیدن هستند تجمع سلول‌های مخروطی در چشم پرندگان بیش از تجمع سلول‌های مخروطی شبکیه چشم انسان است (۳) ، ۴. تحقیقات انجام شده بر روی چشم پرندگان قابل توجه می‌باشد که خود دلالت بر اهمیت این موضوع دارد. در مطالعات محققین بر روی چشم پرندگان روزانه و شبانه پیشنهاد شده است که یک اصل سازمانی مشترک در الگوی فعالیت و شکل چشم وجود دارد بطوری که در پرندگان شبانه قطر قرنیه نسبت به طول محور چشم بزرگتر است که نشان دهنده تطابق چشم اینگونه پرندگان در حساسیت به نور می‌باشد (۱۲، ۱۳، ۲۱).

Stewart و همکاران (۱۹۷۵) با بررسی که بر روی تکامل چشم جوجه انجام دادند وجود غضروف را در صلبیه جوجه ثابت نمودند (۲۲). همچنین Thompson و همکاران (۲۰۱۰) تکامل غضروف صلبیه را در جنین جوجه و بلدرچین ژاپنی بررسی نمودند و مشاهده نمودند که تشکیل غضروف صلبیه در زمان جنینی نقش کلیدی در فرآیند تکامل جام بینایی دارد (۲۳). Ainsworth و همکاران (۲۰۱۰) مراحل سیر تکاملی بلدرچین ژاپنی را بررسی نمودند (۱) در این تحقیق با توجه به عدم اطلاعات کافی در رابطه با ساختارهای بافتی چشم در شترمرغ، تکامل ساختارهای بافتی قرنیه و صلبیه در سنین مختلف دوران جنینی و یک روزگی در شترمرغ مورد مطالعه قرار گرفت. اطلاعات بدست آمده از این تحقیق می‌تواند در علوم آناتومی، بافت‌شناسی، تغذیه و پرورش و درمان شترمرغ مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش کار

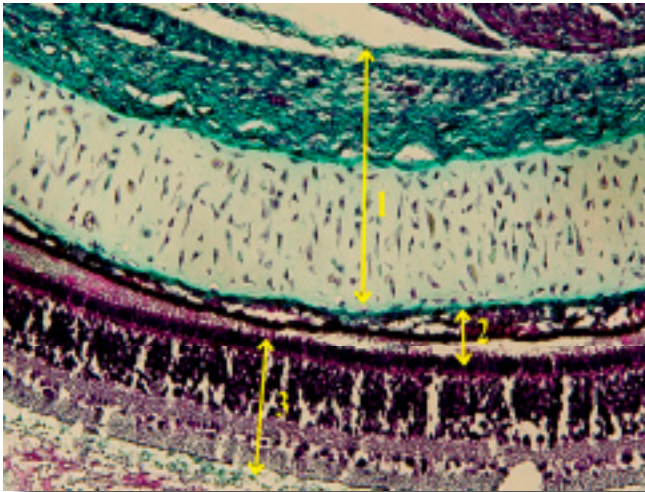
جهت این تحقیق تعداد ۱۲ عدد تخم شترمرغ نطفه‌دار سالم از مزرعه پرورش شترمرغ توس مشهد در سنین ۲۲، ۳۰، ۳۶، روزگی جنینی و سه قطعه جوجه یک روزه تهیه و به آزمایشگاه بافت‌شناسی منتقل گردید.

بعد از اطمینان از سلامتی آنها، تخم‌ها را شکسته و جنین از داخل تخم خارج گردید و با آب شستشو داده شد (شکل‌های ۱ و ۲). سپس سر پرنده را جدا نموده و چشم آن به‌طور کامل از بافت‌های اطراف جدا گردید و جهت بررسی بافت‌شناسی مقاطعی در جهت طولی و عرضی از کل چشم گرفته شد و سپس این نمونه‌ها پس از طی مراحل آماده‌سازی بافت با همتاکسلین ائوزین و ماسون تری کروم رنگ آمیزی گردیدند. در انتها لایه‌های تشکیل دهنده صلبیه (خارجی، میانی، داخلی) و قرنیه (اپیتلیوم، غشای بومن، استروما، غشای دسمه، اندوتلیوم) 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.



شکل ۴: مقطع بافتی از چشم در جنین ۲۲ روزه، در این شکل لایه های قرنیه همراه با عدسی (L) نشان داده شده است. در این شکل بافت پوششی (EP)، استروما (S)، غشای دسمه (DM) و اندوتلیوم (En) قرنیه مشخص گردیده است. رنگ آمیزی هماتوکسیلین - اتوزین $\times 160$

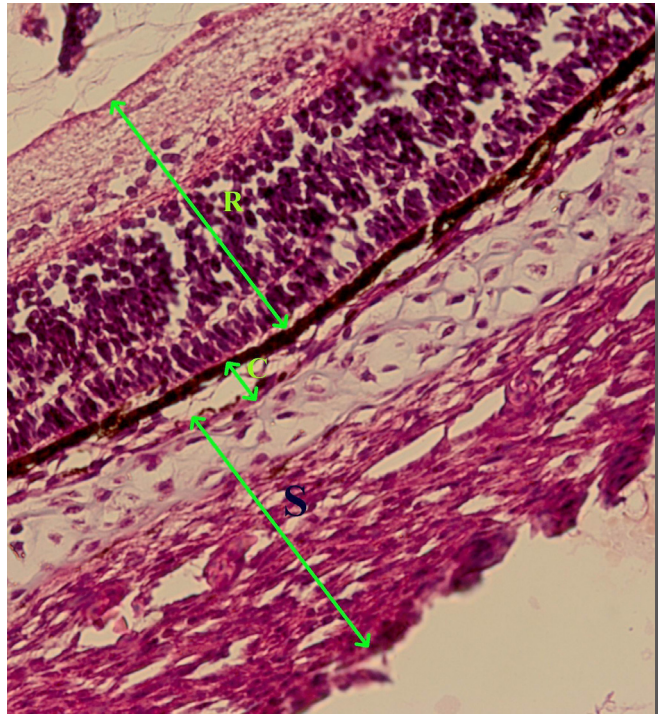
در سن ۲۶ روزه جنینی لایه خارجی صلبیه از الیاف کولازنی تشکیل شده بود که بصورت متراکم نسبت به سن ۲۲ روزه قرار گرفته بودند. با افزایش سن بر تراکم این الیاف افزوده شده بود. غضروف صلبیه از قطر بیشتری برخوردار بود و سلول های غضروفی و ماده زمینه ای بهتر نمایان بود. همچنین پریکندریوم نسبت به سن ۲۲ روزه مشخص تر و از الیاف متراکم تری تشکیل شده بود و در اطراف غضروف مشخص بود (شکل ۵).



شکل ۵: مقطع بافتی از چشم در جنین ۲۶ روزه، در این شکل سه لایه چشم شامل صلبیه (۱)، مشیمیه (۲) و شبکیه (۳) مشخص گردیده است. رنگ آمیزی ماسون تری کروم $\times 220$

نتایج

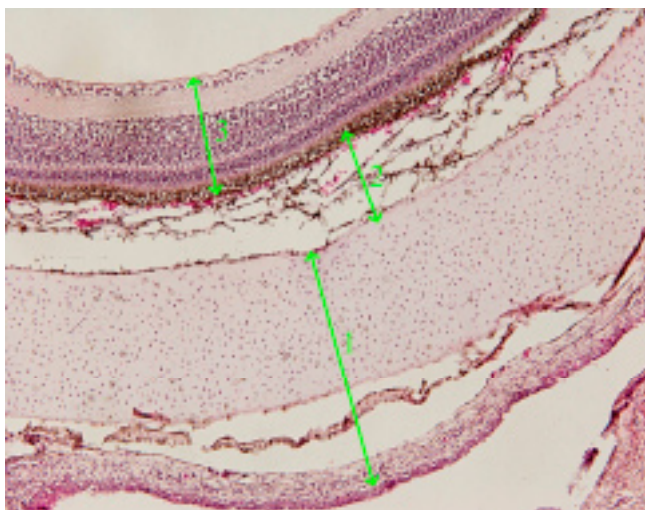
در سن ۲۲ روزه جنینی هر سه لایه اصلی چشم (فیبروزی، عروقی و عصبی) تشکیل شده بود. در صلبیه لایه خارجی آن از بافت همبند مزانشیمی حاوی الیاف ظریف کولازن و سلول های مزانشیمی فراوان تشکیل شده است. لایه میانی آن حاوی غضروف می باشد که از قطر کمتری برخوردار است و از نوع غضروف شفاف می باشد. در اطراف غضروف لایه پریکندریوم مشاهده می شود. لایه عمقی صلبیه حاوی الیاف کولازن پراکنده و عروق خونی است. به نظر می رسد که سلول های ملانوسیت هم در این لایه وجود داشته باشد (شکل ۳).



شکل ۳: مقطع بافتی از چشم در جنین ۲۲ روزه، در این شکل قسمت هایی از سه لایه اصلی چشم که شامل صلبیه (S)، مشیمیه (C) و شبکیه (R) نشان داده شده است. رنگ آمیزی هماتوکسیلین - اتوزین $\times 220$

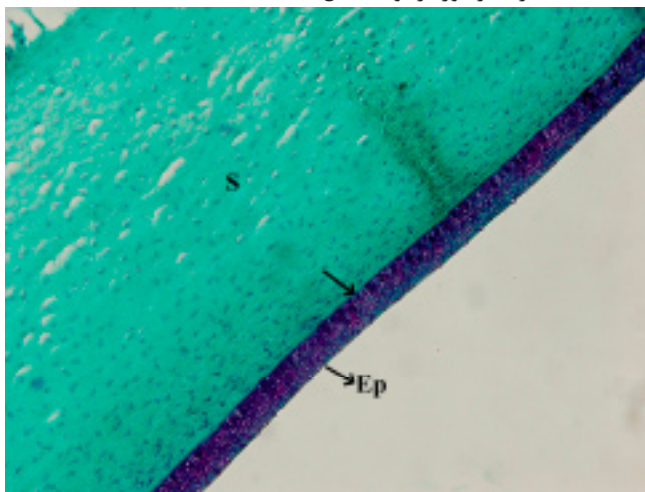
قرنیه در سن ۲۲ روزه جنینی از بافت پوششی نازکی تشکیل شده است که بافت آن از نوع سنگ فرشی چند لایه به نظر می رسد. و فاقد کراتینه است. تعداد لایه ها ۲ تا ۳ لایه می باشد. غشای بومن به خوبی مشخص نیست. استرومای قرنیه بسیار وسیع بوده و از الیاف کولازن ظریف تشکیل شده است که به طور موازی در یک جهت قرار دارند. علاوه بر این فیبروبلاست های زیادی که به طور موازی بر روی الیاف قرار دارند مشاهده می شوند. غشای دسمه در این سن بطور ضعیفی مشخص است که به صورت چین خورده دیده می شود. داخلی ترین لایه که اندوتلیوم قرنیه می باشد مشاهده می شود که از نوع مکعبی ساده می باشد (شکل ۴).

در سن ۳۶ روزه لایه های صلبیه، مشیمیه و شبکیه به حداکثر تکامل رسیده بودند. در صلبیه لایه فوقانی و غضروف آن به وضوح مشاهده گردید (شکل ۸). تیغه های استخوانی که در سن ۳۰ روزگی مشاهده شدند در این سن تکامل بیشتری یافته بودند.



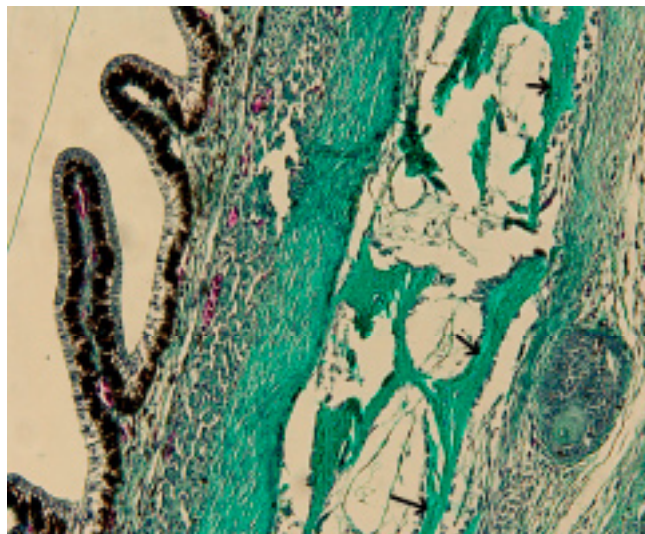
شکل ۸: مقطع بافتی از چشم در جنین ۳۶ روزه، در این شکل سه لایه چشم شامل صلبیه (۱)، مشیمیه (۲) و شبکیه (۳) مشخص گردیده است. رنگ آمیزی هماتوکسیلین - انوزین. $\times 160$

از نظر بافت شناسی اجزای چشم در جوجه یک روزه تفاوت چندانی با سن ۳۶ روزه جنینی نداشتند. تمام مواردی که در سن قبلی به آنها اشاره شد در جوجه یک روزه مشاهده گردید. در سنین ۳۶ روزه جنینی و جوجه یک روزه بر تراکم الیاف افزوده شده بود و بافت پوششی قرنیه از ضخامت بیشتری برخوردار بود (شکل ۹).



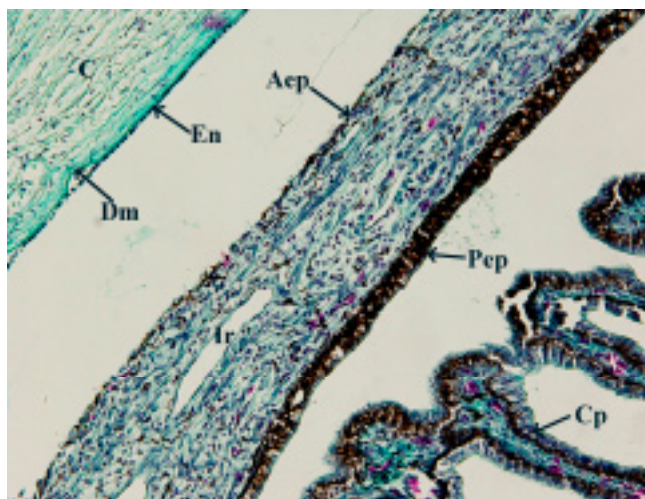
شکل ۹: مقطع بافتی از قرنیه چشم در جوجه یک روزه، در این شکل بافت پوششی (Ep)، غشای بومن (نوک فلش) و استروما (S) مشخص گردیده است. رنگ آمیزی ماسون تری کروم. $\times 220$

در سن ۳۰ روزه سه لایه صلبیه، مشیمیه و شبکیه به خوبی مشخص بودند. در صلبیه لایه خارجی و غضروف مشابه سن ۲۶ روزگی جنینی بوضوح دیده می شود. در محل اتصال صلبیه به قرنیه بافت استخوانی شدن شروع شده بود (شکل ۶).



شکل ۶: مقطع بافتی از چشم در جنین ۳۰ روزه، در این تیغه های استخوانی در حال تشکیل (نوک فلش) را در محل اتصال صلبیه به قرنیه مشاهده می شود. رنگ آمیزی ماسون تری کروم. $\times 220$

قرنیه در سن ۳۰ روزگی جنینی تکامل بیشتری یافته بود استرومای آن از دو ناحیه تشکیل شده بود. ناحیه سطحی که از تراکم الیاف بیشتری برخوردار بود و ناحیه عمقی که از میزان الیاف کولاجن کمتری تشکیل شده بود. غشای دسمه و اندوتلیوم به خوبی مشخص بود (شکل ۷).



شکل ۷: مقطع بافتی از چشم در جنین ۳۰ روزه، در این شکل قرنیه (C) و اجزای آن شامل غشای دسمه (Dm)، اندوتلیوم (En)، عنیبیه (Ir) و اجزای آن اپیتلیوم قدامی (Aep)، اپیتلیوم خلفی (Pep) و زوائد مژگانی (Cp) نشان داده شده است. رنگ آمیزی ماسون تری کروم $\times 220$

بحث

در این مرحله در داخل صلبیه استخوانی مشاهده نمی‌شود. در این مرحله غضروف اطراف چشم را در ناحیه مرکز و مناطق محیطی شبکیه احاطه می‌کند. ساختار غضروف از یک شکل فنجان مانند تشکیل شده است که در وسط آن سوراخی قرار دارد که از طریق آن عصب بینایی عبور پیدا می‌کند و از طریق یک لایه نازک از بافت مشیمیه از اپیتلیوم رنگدانه ای شبکیه جدا می‌شود (۲۳).

به نظر می‌رسد که در شترمرغ نیز این غضروف در سنین پایین تر از تحقیق حاضر در چشم ظاهر می‌شود و در نهایت به تکامل می‌رسد. در قسمت قدامی صلبیه در محل اتصال آن به قرنیه بافت استخوانی وجود دارد که این بافت در شترمرغ در سن ۳۰ روزگی و بالاتر مشاهده گردید. و در سنین پایین تر بافت همبند مترکم در این محل دیده شد. استخوانی شدن این ناحیه از سن ۳۰ روزگی جنینی مشاهده گردید و در سن جوجه یک روزه تکمیل گردید. مشابه تحقیق حاضر در صلبیه پرندگان یک صفحه استخوانچه‌ای در یک حلقه در اطراف ناحیه قدامی چشم یافت شده است (۲۳).

بعضی از پرندگان مثل جغد، عقاب و شاهین دارای استخوانچه صلبیه قوی و محکم می‌باشد که در ناحیه قدامی چشم قرار گرفته است (۸). در شتر مرغ قرنیه در سن ۲۲ روزگی از بافت پوششی نازکی تشکیل شده بود که بافت آن از نوع سنگ‌فرشی غیر کراتینه و چند لایه به نظر می‌رسید. تعداد لایه‌های بافت پوششی حداکثر ۲ تا ۳ لایه به نظر می‌رسید. غشای بومن بخوبی مشخص بود و استرومای قرنیه بسیار وسیع بوده و از الیاف کلاژن ظریف تشکیل شده بود که به طور موازی در یک جهت قرار داشتند. غشای دسمه در این سن به طور ضعیفی مشخص بود که به صورت چین خورده دیده شد. داخلی ترین لایه که اندوتلیوم قرنیه می‌باشد مشاهده شد که از نوع مکعبی ساده می‌باشد.

تحدب قرنیه در گونه‌های مختلف پرندگان، بسیار متفاوت است. قرنیه مانند عدسی محدب مقعر، عمل می‌کند و بنابراین، نقش مهمی در برگزیده‌ی الیاف کلاژن است که از اندام قرنیه‌ای بر می‌خیزد. این الیاف، ادامه الیاف کلاژن صلبیه‌ای است و در برگزیده‌ی دست‌های الیاف موازی است که به صورت صفحاتی، آرایش یافته‌اند. بین ورقه‌های قرنیه، سلول‌های قرنیه‌ای به نام فیبروسیت‌ها که آزادانه شاخه شاخه شده‌اند، شبکه‌ی عصبی و فضاهای بین سلولی پر شده از مایع سروزی وجود دارند. وجود مایع، مطمئن می‌سازد که الیاف کلاژن به اندازه متورم شود و این امر، به نوبه خود، مراقبت می‌کند که شفافیت درست قرنیه، پایدار بماند (۶، ۲۴).

بافت پوششی قرنیه‌ای با دارا بودن پایانه‌های عصبی آزاد فراوان، از عصب‌رسانی بالایی برخوردار است. مراحل گوناگون میتوز، عمدتاً در مجاورت قسمت محیطی دیده می‌شوند. آسیب وارده به قرنیه با مهاجرت سلول‌ها به محل جراحی برای پوشاندن ناحیه‌ی آسیب‌دیده به سرعت ترمیم می‌شود؛ سپس سلول‌های مهاجرت کرده با فعالیت میتوزی، جایگزین می‌شوند. بافت پوششی قرنیه‌ای در انتقال آب و یون‌ها از استروما به کیسه‌ی ملتحمه‌ای نیز ایفای نقش می‌کند.

غشای دسمه، یک غشای پایه‌ی ضخیم است که بین استروما و بافت پوششی زیرینی که آن را ترشح کرده، قرار گرفته است. اگر چه این غشا

در تکامل چشم بافت‌های مختلفی با منشا جنینی گوناگون مشارکت دارند که به صورت هماهنگ با هم 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 برگزیده لایه‌های اکتودرم خارجی و داخلی است که در نهایت بافت عصبی شبکیه و بافت پوششی رنگدانه‌ای شبکیه را تشکیل می‌دهد. همزمان بافت مزانشیم در اطراف جام بینایی فشرده می‌شود و در اثر تکامل به لایه‌های مشیمیه و صلبیه تبدیل می‌شود. لایه مشیمیه شامل شبکه‌ای از عروق خونی است که سطح خارجی شبکیه را خونرسانی می‌کند (۱۷). صلبیه ساختاری است که از ستیج عصبی مشتق می‌شود و یک لایه فیبروزی مترکم است که با قرنیه ادامه می‌یابد (۱۰، ۱۵).

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. در صلبیه علاوه بر بافت همبند مزانشیمی غضروف شفاف هم مشاهده گردید.

در اکثر گونه‌های مهره‌داران صلبیه حاوی غضروف و در بعضی از گونه‌ها دارای استخوان است که بسته به زاویه دید چشم و میزان حمایت و نگهداری کره چشم این ساختار متفاوت می‌باشد (۲، ۹). به طور معمول این غضروف از نوع شفاف می‌باشد و یک ساختمان جامی شکل در داخل صلبیه ایجاد می‌کند. در بسیاری از خزندگان و پرندگان صلبیه به استخوانچه‌هایی تبدیل شده است که حلقه‌ای از صفحات استخوانی را در ناحیه قدامی چشم ایجاد می‌کند (۷، ۹).

اگرچه در داخل صلبیه اغلب مهره‌داران غضروفی به تکامل می‌رسد ولی در پستانداران جفت‌دار، مار و ماهی دهان گرد چشم آنها فاقد این غضروف می‌باشد (۲). علاوه بر این در بعضی از دوزیستان نیز غضروف صلبیه وجود ندارد (۸).

در شترمرغ در روزهای ۲۲ و ۲۶ این غضروف از سلول‌های غضروفی کمتری با ماتریکس فراوانتری تشکیل شده بود که با افزایش سن در سنین بالاتر قطر این غضروف افزایش یافته بود و به صورت بند بند در اطراف چشم مشاهده گردید و همانند سایر مهره‌داران ساختمانی جامی شکل در اطراف چشم ایجاد می‌کند.

در تحقیقی که بر روی جنین جوجه و بلدرچین ژاپنی صورت گرفته است به این نتایج دست یافته‌اند که تکامل غضروف صلبیه به یک اکتودرم سطحی یا یک اندودرم محصور نمی‌باشد. در چندین مطالعه دیگر که در سال‌های ۱۹۶۰ صورت گرفته است پیشنهاد شده است که اپیتلیوم رنگدانه‌ای مشتق شده از اکتودرم عصبی ممکن است تکامل غضروف صلبیه را تحریک کند. جهت مشاهده این غضروف یا استخوان از رنگ آمیزی‌های مختلفی استفاده می‌شود. در رنگ آمیزی‌های انجام گرفته با آلسین بلو (برای نشان دادن غضروف) و آلیزارین رد (برای مشاهده استخوان استخوان) در روز سوم جنین جوجه غضروف صلبیه در اطراف چشم مشاهده می‌شود. در این مرحله چشم‌ها نسبتاً بزرگ هستند و از جمجمه به صورت یک برآمدگی بیرون می‌زنند. غضروف صلبیه در این مرحله به وضوح می‌تواند دیده شود که اکثریت چشم را پوشش می‌دهد.

11- Ghazi, S.R.(translator), Tajalli, M.(translator), and Gholami, S.(translator)(1996). *Anatomy of the Domestic Birds*. First edition. Nickel R(Writer), Schummer A(Writer), Seiferle E(Writer). Shiraz. Shiraz university pub. PP: 321-332.

12- Hall, M.I.(2005) *The roles of function and phylogeny in the morphology of the diapsid visual system*. PhD dissertation. Stony Brook, NY: Stony Brook University.

13- Hall, M.I., and Ross, C.F. (2007) Eye shape and activity pattern in birds. *J Zool*. 271: 437–444

14- Hamidi, M.S.(1380). *Management and Economics of Ostrich Farming in Iran*. Shams Publication.

15- Johnston, M.C., Noden, D.M., Hazelton, R.D., Coulombre, J.L., and Coulombre, A.J.(1979). Origins of avian ocular and periocular tissues. *Exp. Eye Res*. 29: 27–43.

16- Le Lievre, C.S., and Le Douarin, N.M. (1975). Mesenchymal derivatives of the neural crest: analysis of chimaeric quail and chick embryos. *J. Embryol. Exp. Morphol*. 34: 125–154.

17- Lopes, V.S., Wasmeier, C., Seabra, M.C., and Futter, C.E.(2007). Melanosome maturation defect in Rab38-deficient retinal pigment epithelium results in instability of immature melanosomes during transient melanogenesis. *Mol. Biol. Cell* .18: 3914–3927.

18- Nasr, J.(1390). *Commercial Ostrich Production Manual*. 3th Ed. Noorbakhsh publication.

19- Ohadinia, H.(1387). *Practical Guide for Ostrich Breeding and Illnesses*. Tehran. Elm va qalam Pub.

20- Pigatto, J.A.T. et al.(2009). Scanning electron microscopy of the corneal endothelium of ostrich. *Ciência Rural, Santa Maria*, 39: 926-929.

21- Ross, C.F., Hall, M.I., and Heesy, C.P. (2007) Were basal primates nocturnal? Evidence from eye size and shape. In *Primate Origins and Adaptations* (eds Ravosa M, Dagosto M), pp. 233–256. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

22- Stewart, P.A., and McCallion, D.J.(1975). Establishment of the scleral cartilage in the chick. *Dev. Biol*. 46: 383–389.

23- Thompson, H., Griffiths, J.S., Jeffery, G. I., and McGonnell, M.(2010). The retinal pigment epithelium of the eye regulates the development of scleral cartilage. *Dev. Biol*. 347:40-52.

24- William, J., and Linda, M.(2012). *Color Atlas of Veterinary Histology*. Third edition. Wiley-Blackwell (an imprint of John Wiley & Sons Ltd) Publication.

25- Zohari, M.A.(1390). *Poultry Meat Production*. Tehran. Tehran University.

در افراد جوان، نازک (۵ میکرومتر در زمان تولد) و یکنواخت است، میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که در افراد مسن، ضخیم‌تر شده (۱۷ میکرومتر) و از خطوط متقاطع و الگوهای رشته‌ای شش وجهی، برخوردار می‌شود (۵، ۱۹، ۲۰). در شترمرغ با افزایش سن در دوران جنینی لایه‌های قرنیه تکامل بیشتری یافته بودند و غشای دسمه و غشای بومن در سنین بالاتر خصوصاً جوجه یک روزه واضح‌تر مشاهده شدند.

تشکر و قدردانی

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

منابع مورد استفاده

1- Ainsworth, S.J., Stanley, R.L., and Evans, D.J.R. (2010) Developmental stages of the Japanese quail. *J. Anat*. 216: 3–15.

2- Caprette, C., Lee, M., Shine, R., Mokany, A., and Downhower, J.(2004). The origin of snakes (Serpentes) as seen through eye anatomy. *Biol. J. Linn. Soc*. 81: 469–482.

3- Dadras, H.(Translator), and Mansouri, S. H.(Translator).(1378). *Birds Structure and Function. Second edition*. A. S. King(Writer), J. Mclelland(Writer). Shiraz. Shiraz university pub; 1378.

4- Dyce, K. M., Wolfgang, O., and Wensing, C. J. G.(2010). *Textbook of Veterinary Anatomy*. Fourth edition. Penny Rudolf publication.

5 - Elizabeth, A., and Frye, F.L.(2001) *Comparative Veterinary Histology: with clinical correlates*. Second Edition, Manson Publishing L.td.PP:236.

6- Eurell, J. A., and Brian, L.F.(2006). *Dellmann's Textbook of Veterinary Histology*. 6th Edition. Blackwell Publication.

7- Franz-Odenaal, T.A.(2008). Toward understanding the development of scleral ossicles in the chicken, Gallus gallus. *Dev. Dyn*. 237:3240–3251.

8- Franz-Odenaal, T.A., and Hall, B.K.(2006). Skeletal elements within teleost eyes and a discussion of their homology. *J. Morphol*. 267: 1326–1337.

9- Franz-Odenaal, T.A., and Vickaryous, M.K.(2006). Skeletal elements in the vertebrate eye and adnexa: morphological and developmental perspectives. *Dev. Dyn*. 235: 1244–1255.

10- Gage, P.J., Rhoades, W., Prucka, S.K., and Hjalt, T.(2005). Fate maps of neural crest and mesoderm in the mammalian eye. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 46: 4200–4208.