

1557

دعای پیش از مطالعه

اَللهُمَ اَخرِجنی مِن ظُلُماتِ الوَهمِ وَاَکرِمنی بِنُورِ الفَهمِ
اَللهُمَ افتِح عَلَینا اَبوابَ رَحمتَکَ وَ انشُر عَلَینا خَزائِنِ عُلُومِکَ
بِرَحمَتِکَ یا اَرحَمَ الرّاحِمینَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی‌های فکر و گرامی بدار به نور فهم
پروردگارا، بگشای بر ما درهای رحمتت را و بگستران گنج‌های دانشت را به امید رحمت
تو ای مهربان‌ترین مهربانان

بیایید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دسترنج چندین ساله‌ی مؤلف، مترجم و ناشر آن است. تکثیر و فروش آن به هر شکلی بدون اجازه از پدیدآورنده کاری غیراخلاقی، غیرقانونی، غیرشرعی و کسب درآمد از دسترنج دیگران است، نتیجه‌ی این عمل نادرست، موجب رواج بی‌اعتمادی در جامعه و بروز پی‌آمدهای ناگوار در زندگی و محیط ناسالم برای خود و فرزندانمان می‌گردد.



درسنامه زیست‌شناسی تکوینی

ویژه دکتری رشته‌ی سلولی و تکوینی وزارت علوم و دانشگاه آزاد

تألیف و گردآوری:

روناک حیـــدریان

«رتبه ۳ دکتـری سلولـی تکوینـی»

سرشناسه	: حیدریان، روناک، ۱۳۶۴-
عنوان و نام پدیدآور	: AGK درسنامه زیست‌شناسی تکوینی ویژه دکتری رشته‌ی سلولی و تکوینی وزارت علوم و دانشگاه آزاد / تالیف و گردآوری روناک حیدریان.
مشخصات نشر	: تهران: آناهید گستر خلیلی، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری	: ۱۵۳ص. : مصور ؛ ۲۲×۲۹س‌م.
شابک	: 978-622-8348-76-6
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
موضوع	: زیست‌شناسی تکوینی -- راهنمای آموزشی (عالی) Developmental biology -- Study and teaching (Higher)
رده‌بندی کنگره	: QH۴۹۱
رده‌بندی دیویی	: ۵۷۱/۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۶۶۹۸۲۸

انتشارات آناهید گستر خلیلی

نام: AGK درسنامه زیست‌شناسی تکوینی

(ویژه دکتری رشته‌ی سلولی و تکوینی وزارت علوم و دانشگاه آزاد)

تألیف و گردآوری: روناک حیدریان

ناشر: آناهیـد گستر خلیلـی

نوبت و سال چاپ: اول. ۱۴۰۳

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: گیلان

مدیر تولید: امیرحسین خلیلی

مدیر فنی و هنری: مریم آرده

بهاء: ۲۵۰۰۰۰ تومان

آموزشگاه/ فروشگاه: ۰۲۱۶۶۵۶۸۶۲۱

مرکز پخش: ضلع جنوب‌غربی میدان انقلاب . جنب بانک پارسیان . مجتمع تجاری پارس . طبقه اول

مدیر فروش: ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ (ارتباط از طریق پیامک)

agkpublisher@gmail.com **www.agkins.com**

طلیعه سخن مدیر تولید:

سپردن کار به اهلش نشانه‌ی خردمندی است.

برای تولید بسته‌های آموزشی تمام تلاش خود را به کار گرفته‌ایم تا محصولی شایسته را تقدیم شما عزیزان نماییم.

مجموعه‌ای که پیش روی شماست براساس معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور و به قلم مجرب‌ترین اساتید تألیف شده است و مطالعه آن موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه شما خواهد شد.

ارائه بالاترین آمار قبولی در کنکور کارشناسی ارشد و دکتری در دهه اخیر بیان‌گر توانایی این مجموعه در راستای اهداف آموزشی خود می‌باشد. اینک با اتکا به تجربه‌ای ۱۷ ساله می‌توانیم ادعا کنیم که مجموعه حاضر، بی‌شک از جمله کامل‌ترین و به‌روزترین بسته‌های آموزشی موجود در عرصه کنکور می‌باشد.

✍ **برخی از ویژگی‌های بسته‌های آموزشی:**

- منطبق با معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور
- گردآوری و تألیف توسط مجرب‌ترین اساتید کنکور
- تدریس مطالب از سطح پایه تا پیشرفته به بیان ساده و روان
- انتقال بهتر مفاهیم با استفاده از شکل، جدول و نمودار
- تألیف مبتنی بر نحوه‌ی طراحی سوالات کنکور
- مطالعه یک منبع منسجم به‌جای مطالعه چندین منبع مختلف
- منبعی خودآموز و بدون نیاز به مدرس

اینک علاوه بر مطالعه بسته‌های آموزشی استفاده از خدمات و محصولات زیر را به عنوان ضمانتی برای قبولی به شما داوطلبان عزیز توصیه می‌کنم؛

✍ **آزمون‌های آزمایشی: خوش بود گر محک تجربه آید به میان**

داوطلب شجاع کیست؟ داوطلبی است که خود را مورد سنجش (خود را با خود) و ارزیابی (خود را با دیگران) قرار دهد تا پیش از کنکور به نقاط ضعف خود پی ببرد و آن‌ها را تقویت نماید. آزمون‌های آزمایشی دارای یک برنامه‌ریزی منسجم است و به شما اولتیماتوم می‌دهد. یعنی شما باید در یک زمان معین مطالب معینی را مطالعه نمایید.

آزمون‌های آزمایشی مجموعه دارای سوالات استاندارد، پاسخنامه تشریحی و کارنامه تحلیلی می‌باشد. صادقانه شرکت در آزمون‌های آزمایشی را به شما عزیزان توصیه می‌کنم.

✍ **مشاوره تخصصی و برنامه‌ریزی: زیر نظر حرفه‌ای‌ها درس بخوانید ...**

در صورتی که نمی‌توانید با توجه به زمان آزادتان برنامه‌ی مطالعاتی استانداردی را برای خود تدوین کنید حتماً از افراد متخصص کمک بخواهید. افرادی که تجربیات خود را صادقانه در اختیار شما قرار می‌دهند و برنامه‌ریزی مناسب با شرایط شما را انجام می‌دهند.

✍ **کتاب تست:**

کوچک‌ترین واحد یادگیری در کنکور، تست است.

شما می‌توانید برای این‌که سطح یادگیری خود را پس از مطالعه بسنجید از کتاب‌های تست مجموعه (تست کنکور) و ماطراحان (تست‌های تألیفی) استفاده کنید. این کتاب‌ها به‌صورت موضوعی طبقه‌بندی شده‌اند و می‌توانند نحوه‌ی طرح سوالات کنکور و سطح آن‌ها را به‌صورت واضح به شما نشان دهند.

✍ **درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم مناسب‌ترین منابع برای دوران مرور و جمع‌بندی:**

بیش‌تر داوطلبان حین مطالعه نگران خلاصه‌نویسی و مرور آموخته‌های خود هستند و برای خلاصه‌نویسی زمان زیادی را صرف می‌کنند. اینک به شما مژده می‌دهیم که این‌بار زمان به نفع شما در حال گذر است و دیگر با استفاده از درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم نیاز به خلاصه‌نویسی ندارید.

شما می‌توانید نظرات، انتقادات و پیشنهادهای سازنده خود را در مورد بسته‌های آموزشی به شماره‌تلفن همراه ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ فقط و فقط پیامک نمایید.

مشاور و مدیر تولید

امیرحسین خلیلی

طلیعه سخن مؤلف:

سپاس بی‌شمار از آنِ خدایی است که پرتو نورافشانِ شکوه و عظمتش از افق اندیشه‌های نایاب بندگان کمال‌طلبش همواره پرتوافکن است.

این درسنامه براساس منابع اعلام شده از سوی وزارت علوم گردآوری شده است.

امید است با مطالعه‌ی این درسنامه به جای منابع پرحجم آن، راه موفقیت برای شما عزیزان هموارتر شود.

با احترام

روناک حیدریان

فهرست مطالب

فصل و عنوان **صفحه**

فصل اول: مبانی زیست‌شناسی تکوینی ۹

فصل دوم: اساس ژنتیکی تکوین ۱۶

فصل سوم: ارتباطات بین سلولی ۳۵

فصل چهارم: لقاح، شروع موجودی جدید ۴۸

فصل پنجم: تکوین اولیه در بی‌مهرگان ۵۵

فصل ششم: ژنتیک تخصصی شدن محور درزوفیلا ۶۷

فصل هفتم: تکوین دوزیستان ۷۷

فصل هشتم: تکوین اولیه‌ی مهره‌داران ۸۵

فصل نهم: دستگاه عصبی مرکزی و اپیدرم ۹۷

فصل دهم: سلول‌های تاج عصبی ۱۰۶

فصل یازدهم: مزودرم مجاور محوری و بینابینی ۱۱۴

فصل دوازدهم: مزودرم صفحه‌ی جانبی و اندودرم ۱۲۳

فصل سیزدهم: تکوین اندام‌های حرکتی چهارپایان ۱۳۳

فصل چهاردهم: دگردیسی، ترمیم و پیری ۱۳۸

فصل پانزدهم: تعیین جنسیت ۱۴۱

فصل شانزدهم: افسانه‌ی دودمان زایا ۱۴۶

فصل

۱ مبانـــی زیست‌شناسی تکوینی

به هر موجود زنده‌ی در حال تکوین که بین مرحله دو مرحله‌ی لقاح و تولد قرار دارد جنین گفته می‌شود.

از دیـدگاه علـوم زیسـتی واژه رشـد و نمـو یـا تکـوین دو مفهـوم کـاملاً مشـخص دارد، یـک مفهـوم آن رشـد و نمـو فـردی یـا رشد و نمو اونتوژنتیکی را شامل می‌شود و مفهوم دیگر آن رشد و نمو گونه‌ای یا رشد و نمو فیلوژنتیکی را روشن می‌سازد.

در رشد و نمـو فـردی تنهـا تغییـر و تحـول مراحـل مختلـف جنینـی یـک فـرد مـورد توجـه قـرار مـی‌گیـرد در صـورتی کـه در رشـد و نمـو گونـه‌ای تـاریخ حیـات گونـه‌هـا از نقطـه نظـر اصـل و منشـاء تکـاملی و اشـتقاق آن‌هـا از یکـدیگر در طـول زمـان زمین‌شناختی بررسی می‌شود که این مورد موضوع علم تکامل (Evolution) می‌باشد.

تکـوین دو هـدف اصـلی دارد: یکـی بـه وجـود آوردن تنـوع و نظـم سـلولی در هـر نسـل، و دیگـری ایجـاد اطمینـان از اسـتمرار حیات از نسلی به نسل دیگر.

زیست‌شناسان علم تکوین باید ۶ مسئله را موشکافانه بررسی کنند.

۱. مسئله تمایز (Differentiation): یک سـلول منفـرد کـه در واقـع یـک تخـم لقـاح یافتـه اسـت، صـدها نـوع سـلول مختلـف مانند سلول‌های ماهیچه‌ای، اپیـدرمی، نـورون، سـلول چربـی و از ایـن قبیـل را ایجـاد مـی‌کنـد. ایـن پیـدایش تنـوع سـلولی تمایز نامیده می‌شود.

۲. مسـئله ریخـت‌زایـی: سـلول‌هـای تمـایز یافتـه بـه طـور اتفـاقی توزیـع نمـی‌شـوند بلکـه در بافـت‌هـا و انـدام‌هـای پیچیـده سـازمان‌دهـی مـی‌شـوند. مـثلاً انگشـت، در نـوک دسـتانمان شـکل مـی‌گیـرد نـه در وسـط آن. خلـق ایـن شـکل مـنظم ریخت‌زایی (Morphogenesis) نامیده می‌شود.

۳. مسـئله رشـد (Growth): رشـد بسـتگی بـه زمـان تقسـیم سـلولی و زمـان توقـف آن دارد. مـثلاً بازوهـای مـا در دو طـرف بدن به یک اندازه هستند و این نشان‌دهنده تقسیم سلولی تنظیم شده است.

۴. مسئله تولیدمثل: اسـپرم و تخمـک سـلول‌هـای تخصصـی یافتـه‌ای هسـتند کـه مـی‌تواننـد دسـتور سـاخت یـک موجـود را از نسلی به نسل بعد منتقل کنند.

۵. مسئله تکامل: به تغییراتی وراثتی فرآیند نمو تکامـل مـی‌گوینـد. وقتـی مـی‌گـوییم کـه اسـب تـک سـم امـروزی، جـدی پـنج سـم داشـته اسـت، در واقـع ایـن مطلـب را بیـان مـی‌کنـیم کـه در طـی چنـدین نسـل تغییراتـی در تکـوین غضـروف و ماهیچه‌های جنین اجداد امروزی اتفاق افتاده است.

۶. مسـئله‌ی اخـتلاط محیطـی (Environmental integration): تکـوین بسـیاری از موجـودات زنـده تحـت تـأثیر محیطـی است که جنین یا لارو را احاطـه کـرده اسـت. بـه عنـوان مثـال پروانـه‌هـای خاصـی وجـود دارنـد کـه برحسـب دمـا و مقـدار نوری که در دوره‌ی لاروی، قبل از شروع دگردیسی دریافت می‌کنند، می‌توانند رنگ بال متفاوتی داشته باشند.

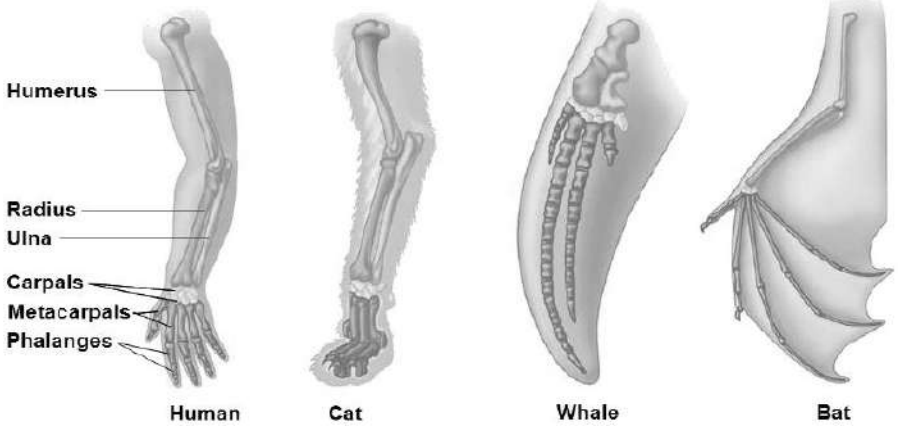
روش‌های آناتومی تکوین

رشته‌هایی به هم تنیده شده تا روش‌های آناتومی تکوین شکل گیرد.

رشته‌ی اول جنین‌شناسی مقایسه‌ای (Comparative Embryology): ارسطو نخستین کسی بود که به مطالعه‌ی آناتومی تکوینی مقایسه‌ای پرداخت. در مورد چگونگی تشکیل جنین دو نظریه وجود داشت، دیدگاه نخست که اپی‌ژنز نام دارد بر این استوار است که اندام‌های جنین در هر نسل از نو تشکیل می‌شود. دیدگاه دوم که پیش تشکیلی (Preformation) نامیده می‌شود بیان می‌کند که جنین از همان اول به صورت کوچک درون تخم یا اسپرم وجود دارد. این نظریه بعدها با پیشرفت علم کاملاً رد شد.

رشته‌ی دوم جنین‌شناسی تکاملی (Evolutionary Embryology): در جنین‌شناسی تکاملی از شباهت‌های مراحل جنینی برای طبقه‌بندی موجودات استفاده می‌شود برای مثال دانشمندی به نام کوالسکی عنوان کرد که لارو تونیکات‌ها، نوتوکورد و کیسه‌های حلقی دارند که لوله عصبی و سایر اندام‌های از آن‌ها، از این دو به وجود می‌آیند، دقیقاً مانند طناب‌دار اولیه‌ای به نام آمفیوکسوس. بنابراین تونیکات‌ها که قبلاً با کشتی چسب در دسته نرم‌تنان بودند در حال حاضر جزء طناب‌داران به حساب می‌آیند. یکی از تعریف‌های مهم که توسط جنین‌شناسی تکاملی ارائه می‌شود تفاوت آنالوگی و همولوژی است. ساختارهای همولوگ ساختارهایی هستند که از یک جد مشترک منشاء گرفته‌اند. به عنوان مثال بال یک پرنده و دست انسان همولوگ‌اند. ساختارهای آنالوگ (Analogous) ساختارهایی‌اند که دارای تشابه عملکردی هستند برای مثال بال پروانه و بال پرنده آنالوگ هم می‌باشند چون هر دو یک کاربرد دارند اما از یک نیای مشترک منشاء نگرفته‌اند.

- وجود عضروف‌های آبششی در ماهی، آرواره در خزنده و گوش میانی در پستانداران یکی از معروف‌ترین موارد همولوژی جنینی به شمار می‌آید. در تمام مهره‌داران آرواره‌دار اولین قوس حلقی دستگاه آرواره‌ای را به وجود می‌آورد، سلول‌های تاج عصبی به این قوس مهاجرت کرده و غضروف مکل که پیش‌ساز آرواره است را ایجاد می‌کنند.
- در دوزیستان، پرندگان و پستانداران بخش پشتی این غضروف به استخوان چهارگوش آرواره‌ی بالایی و استخوان مفصلی آرواره پایین تبدیل می‌شود. این استخوان‌ها به هم می‌پیوندند و آرواره بالا و پایین را به هم وصل می‌کنند. در پستانداران این اتصال آرواره‌ی بالا و پایین در جای دیگر این استخوان آرواره پایین و بخش مسطح استخوان گیج‌گاهی، اتفاق می‌افتد به همین دلیل این عناصر اسکلتی آزاد، و یک سری کاربردها و عملکردهای جدید کسب می‌کنند. استخوان چهارگوش آرواره‌ی بالایی به استخوان سندانی گوش میانی پستانداران تکامل می‌یابد و استخوان مفصلی آرواره‌ی پایین در انسان به استخوان چکشی تبدیل می‌شود.
- بخش بالایی قوس دوم جنینی استخوان هیومانیدبولار آرواره ماهی را می‌سازد که این استخوان از شش‌ها حمایت کرده و آرواره را به کاسه سر متصل می‌کند. هنگام ورود مهره‌داران به خشکی این استخوان نزدیک کپسول شنوایی قرار گرفت و اجزای آن وسایل مناسبی برای انتقال صدا شدند. با تغییرات تکاملی مهره‌داران خشکی زی جمجمه محکم به کاسه سر متصل شد و دیگر نیازی به استخوان هیومانیدبولار نبود. بعد از آن این استخوان به استخوان رکابی گوش میانی تبدیل شد.
- بنابراین استخوان‌های گوش میانی پستانداران همولوگ آرواره پایینی عقبی خزنده و قوس آبششی ماهی به حساب می‌آیند.



شکل ۱-۱.

فصل ۲

اساس ژنتیکی تکوین

دو علم تکوین و ژنتیک بسیار به هم مرتبط هستند به کمک مجموعه‌ای از تکنیک‌های ساخت اسید نوکلئیک و دورگه‌سازی (Hybridization) سوالات بی‌پاسخ در زمینه‌ی تکوین جانوری در حال حل شدن است.

شواهدی در مورد برابری ژنومی

کروموزوم‌های موجود در سلول‌های بدن یک موجود، همگی از تقسیمات میتوزی کروموزوم‌های زمان لقاح به وجود می‌آیند. به عبارت دیگر هر سلول سوماتیک کروموزوم‌های مشابه هسته‌ی سایر سلول‌های سوماتیک دارد این مفهوم برابری ژنومی یا Genomic equivalence نامیده می‌شود.

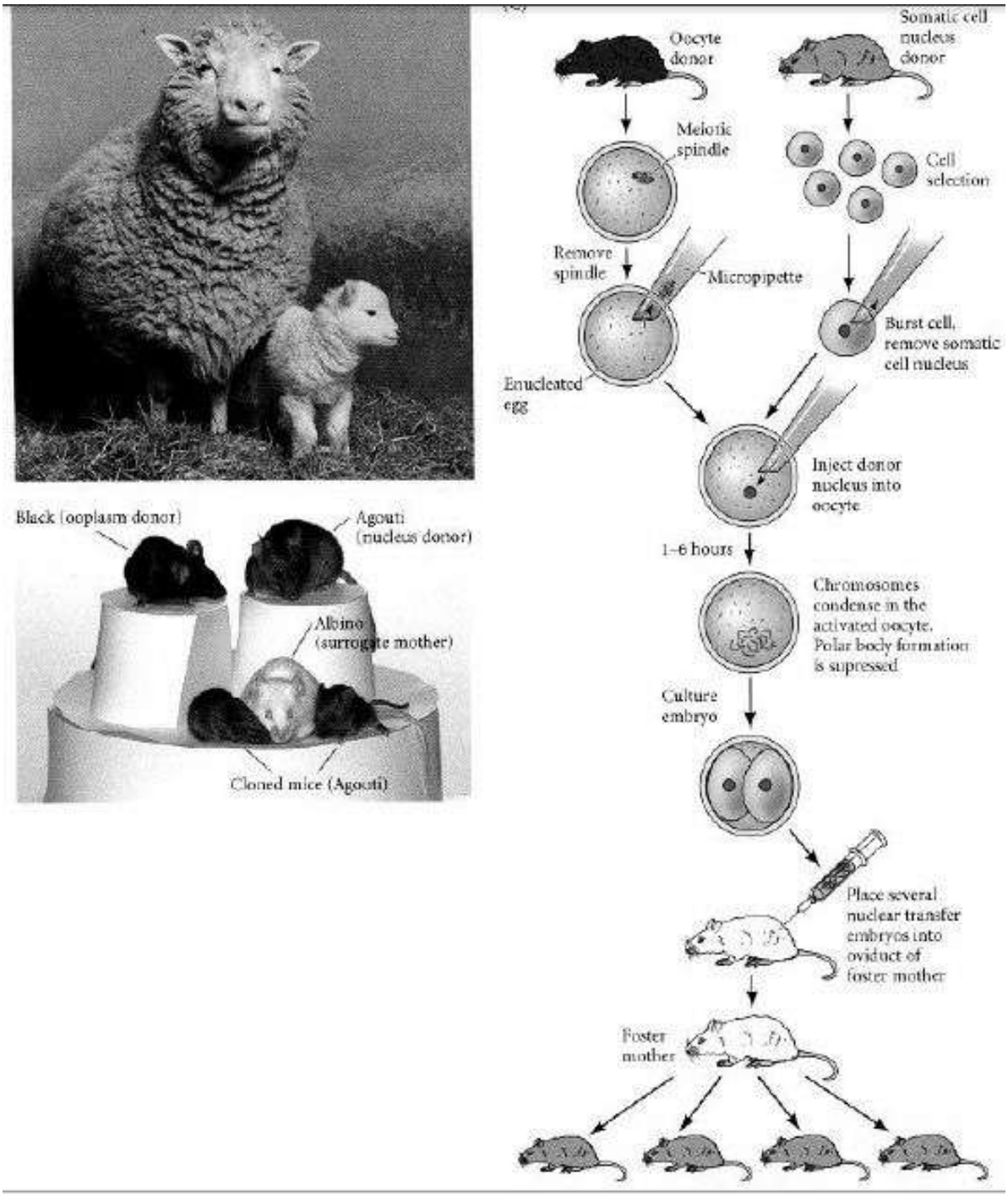
شبیه‌سازی دوزیستان: آزمایش قطعی برای آنکه دریابیم هسته‌ی یک سلول تمایز یافته دستخوش محدودیت‌های عملکردی بازگشت‌ناپذیر شده است یا نه این است که این هسته بتواند انواع دیگر سلول‌های تمایز یافته‌ی بدن را ایجاد کند. اگر هسته تمام سلول‌ها یکسان باشد، پس وقتی به تخم بدون هسته پیوند زده می‌شود باید همه توان (Totipoteut) باشد.

به انتقال هسته سلول سوماتیک به تخم بدون هسته شبیه‌سازی Cloning می‌گویند. با پیشرفت درجه‌ی تعهد و تمایز اغلب سلول‌های سوماتیکی توانایی خود را در هدایت تکوین از دست می‌دهند اما در برخی از سلول‌های تمایز یافته هسته می‌تواند همه توان باقی بماند.

شبیه‌سازی پستانداران با ادغام سلول دهنده‌ی هسته و تخمک بدون هسته از طریق نزدیک کردن دو سلول به هم و برقراری پالس الکتریکی بین آن‌ها انجام می‌شود. در اثر پالس الکتریکی غشاهای سلولی ناپایدار شده و سلول‌ها با هم ادغام می‌شود. این پالس همچنین باعث فعال شدن تخم و شروع تکوین می‌شود. در نهایت جنین‌های حاصله به رحم گوسفند باردار منتقل می‌شوند.

در گوسفندهای شبیه‌سازی شده با وجود ژنوتیپ یکسان فنوتیپ‌های مختلفی تولید می‌شود. این حالت به دلیل غیرفعال شدن تصادفی کروموزوم x می‌باشد.

از جانوران کلون شده می‌توان برای ایجاد جانوران ترانس ژن شده استفاده کرد.



شکل ۱- ۲.

بیان افتراقی ژن‌ها

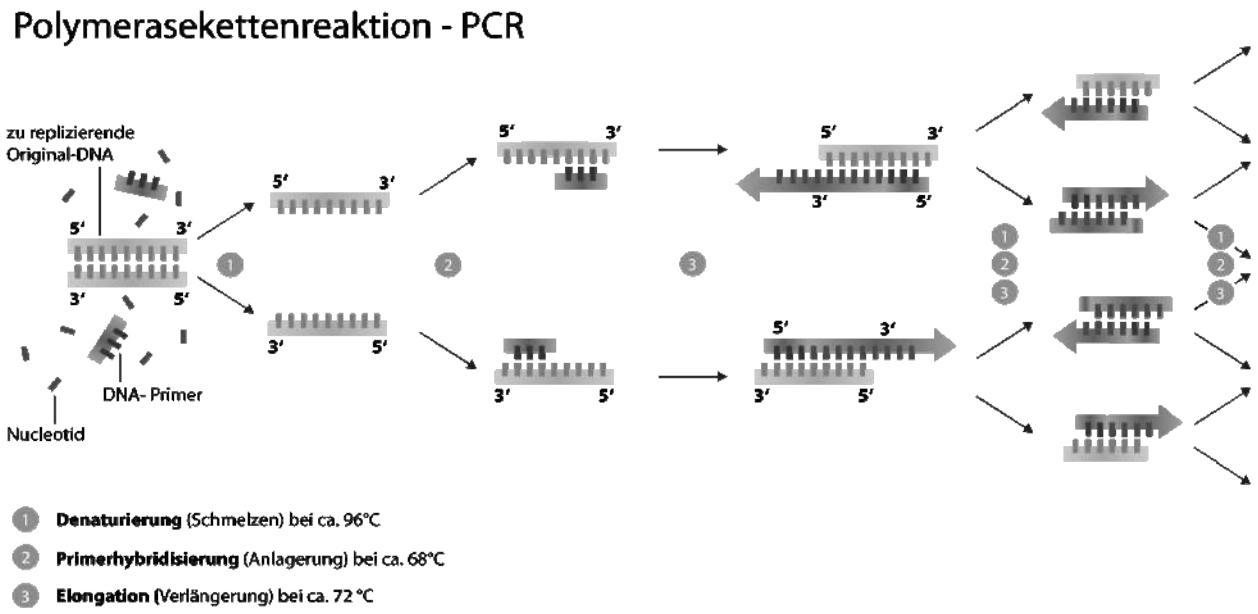
دورگـه‌سـازی DNA – RNA ایـده‌ی بیـان متفـاوت ژن‌هـا در انـواع مختلـف سـلول‌هـا را تاییـد مـی‌کنـد. در ایـن تکنیـک قطعـات تـک‌رشـته‌ای DNA و RNA کـه دارای یـک رنـگ یـا ردیـاب رادیواکتیـو نشـان‌دار هسـتند در نـواحی مکمـل بـه هـم متصل شوند. تعداد زیادی از mRNAها مخـتص یـک نـوع ویـژه‌ی سـلول هسـتند و در سـایر انـواع سـلول‌هـا بیـان نمـی‌شـوند. بـه این ترتیب بیان افتراقی ژن‌ها راهی است که یک ژنوم منفرد حاصل از تخم لقاح یافته، می‌تواند صدها نوع سلول را ایجاد کند.

روش‌های موقعیت‌یابی RNA

۱. واکنش زنجیره‌ای پلیمـرازی (PCR) روش کلـون‌کـردن ژن در شـرایط آزمایشـگاهی اسـت کـه قـادر بـه تولیـد مقـدار بسـیار زیادی قطعات DNA از مقدار بسیار کم مواد اولیه می‌باشد.

مـثلاً در جنـین مـوش قبـل از لانـه‌گزینـی مقـادیر بسـیار کمـی mRNA دارد و مـا قـادر بـه تهیـه‌ی میلیـون‌هـا عـدد از ایـن جنین نیستیم. با ترکیب تکنیک PCR با آنزیم رونویسی معکوس (RT) می‌توان از RNA، DNA ساخت.

بـرای ایـن تکنیـک ابتـدا mRNAی یـک نمونـه تخلـیص شـده و بـا اسـتفاده از آنـزیم RT بـه قطعـات DNAی مکمـل (cDNA) تبدیل می‌شـود. بـرای تکثیـر ایـن cDNA دو پرایمـر الیگونوکلئوتیـدی کوچـک کـه مکمـل بخشـی از تـوالی مـورد نظـر اسـت بـه cDNA اضـافه مـی‌شـود. (الیگونوکلئوتیـدها قطعـات نسـبتا کوتـاه، تقریبـا ۲۰ بـاز از بـاز DNA هسـتند). وقتـی اولـین پرایمـر بـا cDNA هیبریـد شـد، DNA پلـی مـراز از یـک رشـته جدیـد سـنتز مـی‌کنـد. DNA پلـی‌مـراز مـورد اسـتفاده در ایـن فرآیند از بـاکتری‌هـای ترموفیـل مثـل Thermus aquaticus اسـتخراج مـی‌شـود و قـادر بـه تحمـل دمـاهـای نزدیـک بـه نقطـه‌ی جوش می‌باشـد زیـرا بـرای جداسـازی رشـته‌ی مکمـل از DNA بـه حـرارت احتیـاج اسـت. چرخـه‌هـای متـوالی واسرشـت و سـنتز به طور تصاعدی افزایش می‌یابد و پس از ۲۰ چرخه توالی مورد نظر به تعداد ۲۰ بار افزایش می‌یابد.



شکل ۲-۲

۲. میکـرواری: RT-PCR تنهـا بیـان یـک ژن را نشـان مـی‌دهـد و بـرای بررسـی تغییـرات رونویسـی ژن‌هـای زیـاد بایـد از تکنیـک میکـرواری اسـتفاده کـرد. در ایـن تکنیـک ابتـدا mRNAی بافـت اسـتخراج شـده و توسـط RT-PCR از روی DNA، mRNA مکمل‌شـان سـاخته مـی‌شـود. هـر یـک از DNAهـای سـاخته شـده ماننـد پـروب عمـل کـرده و بـر روی صفحات شیشه‌ای خاصی قرار می‌گیرد. سـپس ایـن پـروب‌هـا بـا cDNAهـای ایجـاد شـده از mRNA بافـت‌هـا کـه توسـط مواد فلورسنت نشانه‌گذاری شده‌اند هیبرید می‌شـوند. بـرای مثـال اگـر هـدف مقایسـه سـلول‌هـای نـوع A بـا سـلول نـوع B باشـد در ابتـدا 5mRNA از هـر دو سـلول اسـتخراج شـده و بـه cDNA تبـدیل مـی‌شـوند. cDNA نـوع A بـا فلورسـین و cDNA نـوع B بـا رودامـین نشـان‌دار مـی‌شـود. سـپس هـر دو بـا هـم مخلـوط شـده و بـر روی نقـاط DNA پـروب قـرار می‌گیرنـد. شـدت فلورسـنت حاصـل بـا اسـتفاده از میکروسـکوپ فلورسـنت کنفوکـال سـنجیده مـی‌شـود. بـه عنـوان مثـال می‌توان ژن‌هـای فعـال ناحیـه پشـتی آینـده بلاسـتولای قورباغـه را بـا ژن‌هـای ناحیـه شـکمی مقایسـه کنـیم. حتـی بـدون این‌که بدانیم در پی چه ژنی هستیم نیز می‌توانیم از میکرواری استفاده کنیم.

۳. مـاکرواری: همـان میکـرواری اسـت امـا بـدون میکروسـکوپ قابـل رویـت اسـت و بـه جـای مارکرهـای فلورسـنت از رادیوایزوتوپ‌ها استفاده می‌شود.

۴. دورگـه‌سـازی درجـا (In situ Hybridization): در ایـن روش یـک mRNAی آنتـی سـنس بـه عنـوان پـروب اسـتفاده می‌شود. ایـن mRNA از یـک ژن کلـون شـده کـه در آن ژن مـورد نظـر نسـبت بـه پروموتر داخـل وکتـور معکـوس مـی‌شـود سـاخته مـی‌شـود. mRNA رونویسـی شـده از چنـین ژنـی تـوالی مکمـل mRNA طبیعـی (سـنس) همـان ژن را رمزدهـی مـی‌کنـد. از آنجـا کـه mRNA آنتـی سـنس mRNA سـنس را درون سـلول مربوطـه مـی‌شناسـد از آن بـه عنـوان پـروب اسـتفاده مـی‌شـود. ایـن RNA آنتـی سـنس بـا مـواد رادیواکتیـو نشـان‌دار مـی‌شـود. بـرای اسـتفاده از پـروب‌هـای رادیواکتیـو

فصل

۳

ارتباطات بین سلولی

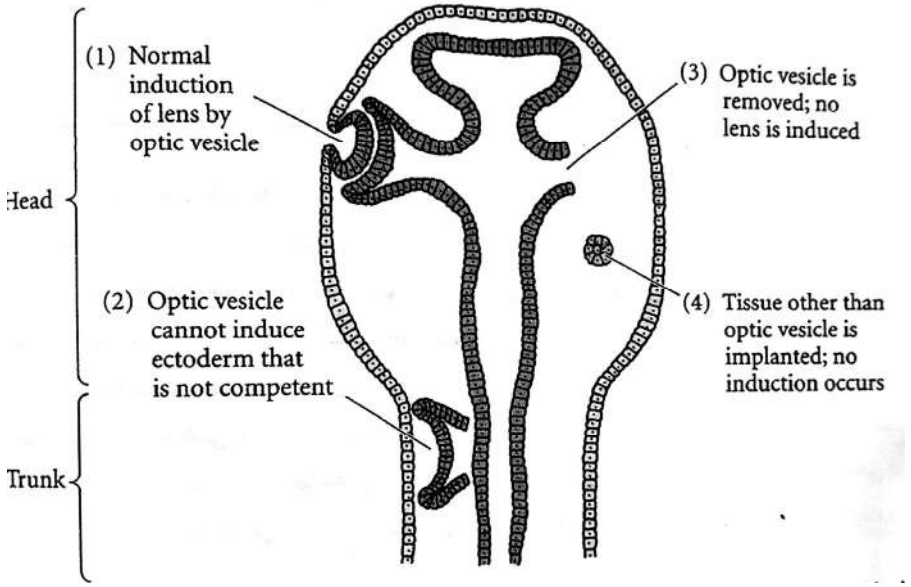
برهمکنش‌های که در فاصله‌ی نزدیک بین دو یا انواع بیشتر بافت با منشاء و خصوصیات متضاد اتفاق می‌افتد القاء (Induction) گفته می‌شود.

برهمکنش القایی دارای دو جزء است:

۱. القاگر (Inducer) بافتی که با پیام خود باعث تغییر رفتار سلولی می‌شود.

۲. بافتی که تحت القاء قرار می‌گیرد پاسخ دهنده (Responder) نام دارد.

توانایی در پاسخ دادن به پیام القاء شایستگی (Competence) می‌گویند.



شکل ۱-۳.

در ساخت چشم وزیکول بینایی یک القاگر است زیرا اکتودرم سری را برای ساخت عدسی القاء می‌کند. در اکتودرم سری پروتئین Pax6 وجود دارد که برای پاسخ به پیام القایی وزیکول بینایی لازم است. بیان این ژن در سایر قسمت‌های اکتودرم سطحی دیده نمی‌شود پس Pax6 یک عامل شایستگی است.

Pax6 برای پاسخ اکتودرم سطحی به پیام القایی وزیکول بینایی ضروری است اما بافت القاء کننده به این پروتئین نیازی ندارد.

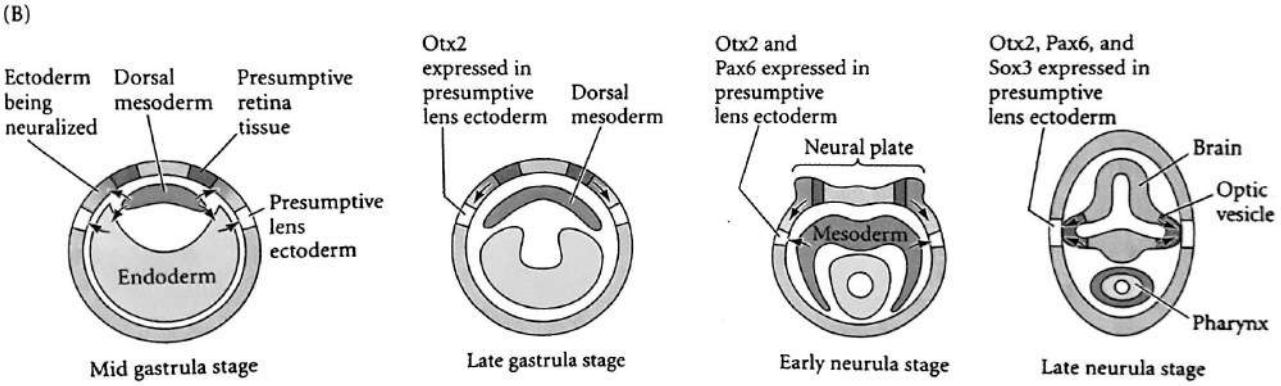
چندین القاء کننده برای عدسی وجود دارد:

۱. اندودرم حلقی و مزودرم سازنده‌ی قلب که در مراحل اولیه و میانی گاسترولا در زیر اکتودرم سازنده‌ی عدسی قرار می‌گیرند.

۲. صفحه‌ی عصبی قدامی که بیان Pax6 را در اکتودرم سری القاء می‌کند.

۳. وزیکول بینایی که دو عامل القایی تولید می‌کند:

- BMP۴ ← بیان Sox_3 و Sox_2
- Fgt۸ ← بیان L-Maf



شکل ۲-۳.

القائات متقابل (Reciprocal Induction)

در چشم وقتی عدسی شکل گرفت وزیکول بینایی را القاء می‌کند که به جام بینایی تبدیل شود و دیواره جام بینایی به دو لایه تمایز می‌یابد شبکیه رنگدانه‌دار و شبکیه عصبی به این برهمکنش‌ها القائات متقابل می‌گویند.

در القاء متقابل یک ساختار برای اینکه عملکرد داشته باشد لازم نیست تمایز یافته باشد. وزیکول بینایی قبل از این‌که به شبکیه تبدیل شود توانایی القاء کردن را دارد.

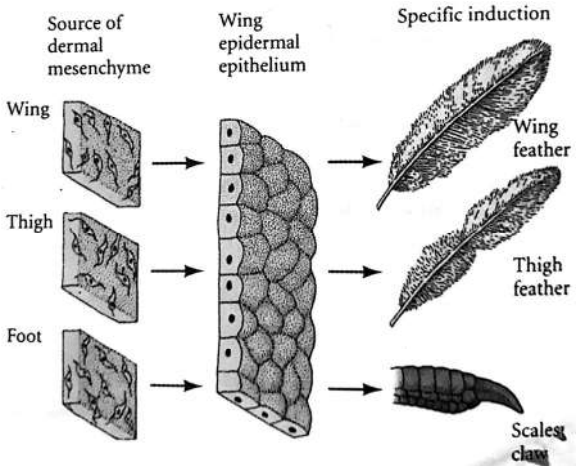
دو نوع برهمکنش وجود دارد:

۱. برهمکنش اجباری (Instructive Interaction): پیام القاء کننده برای بیان ژن در پاسخ‌دهنده ضروری است.

۲. برهمکنش اختیاری (Permissive Interaction): بافت پاسخ دهنده از پیش تخصص پیدا کرده است تنها به محلی نیاز دارد که امکان بروز این تخصص یافتگی را به آن بدهد برای مثال بسیاری از بافت‌ها برای تکوین به بستری جامد از فیبرونکتین یا لامنین نیاز دارند.

برهمکنش اپی تلیان – مزانشیمی، ویژگی موضعی پدیده‌ی القاء

اپلی تلیوم صفحات یا لوله‌هایی از سلول‌های متصل به هم هستند که از هر سه لایه به وجود می‌آیند. مزانشیم سلول‌هایی هستند که به هم متصل نیستند و آزادانه کنار هم قرار دارند و از مزودرم یا تاج عصبی منشاء می‌گیرند. یک مثال از برهمکنش اپیتلیایی- مزانشیمی پوست است، پوست از دو بافت اپیدرم با منشاء اکتودرمی و درم با منشاء مزودرمی تشکیل شده است. از اپیدرم جوجه پروتئینی ترشح می‌شود که به سلول‌های درمی پیام متراکم شدن می‌دهد. درم پس از متراکم شدن پیامی تولید می‌کند که باعث تشکیل ساختارهای ویژه‌ی پوستی می‌شود. ساختارهای پوستی در اپیتلیوم بسته به ناحیه‌ای که مزانشیم از آن گرفته شده، تکوین پیدا می‌کند.



شکل ۳-۳.

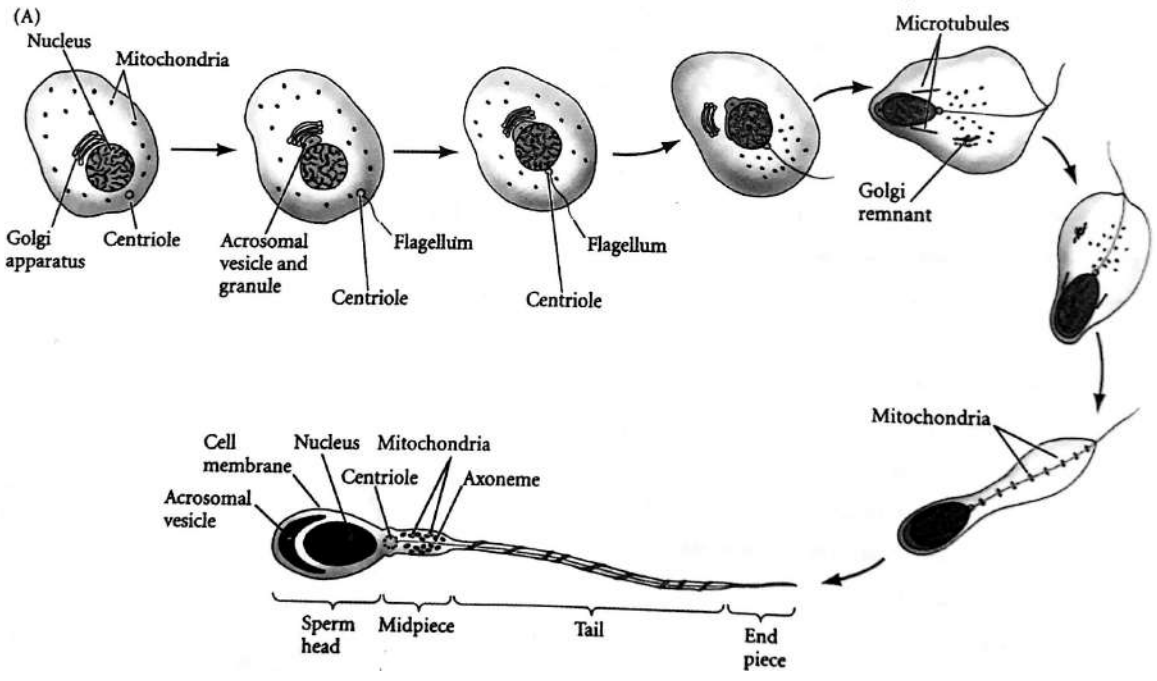
فصل ۴

لقاح، شروع موجودی جدید

ساختار گامت‌ها

هر اسپرم از یک هسته‌ی هاپلوئید مجهز به سیستم حرکت و کیسه‌ی حاوی آنزیم که ورود هسته به تخمک را ممکن می‌سازد تشکیل شده است. در اغلب گونه‌ها به جز کرم‌های لوله‌ای بخش اعظم سیتوپلاسم اسپرم حین تمایز حذف می‌شود و تنها اندامک‌هایی که برای عملکرد اسپرم ضروری است باقی می‌ماند.

حین فرآیند بلوغ اسپرم هسته‌ی هاپلوئید کشیده شده و DNA آن متراکم می‌شود. وزیکول‌های اکروزومی که توسط گلژی ساخته می‌شود و دارای آنزیم‌هایی برای هضم پروتئین‌ها و قندهای تخمک است در جلوی هسته قرار می‌گیرد. در بسیاری از گونه‌ها پروتئین‌های کروی اکتین بین هسته‌ی اسپرم و کیسه‌ی آکروزومی قرار می‌گیرند که در مراحل اولیه لقاح زائده‌ی آکروزومی را می‌سازند.



شکل ۱-۴.

اسپرم به وسیله تاژک خود قادر به حرکت است. بخش حرکتی مهم تاژک آکسونم است که در قاعده‌ی هسته قرار دارد. مراکز اکسونم متشکل از دو میکروتوبول مرکزی است که توسط ۹ دسته‌ی دوتایی میکروتوبول محیطی احاطه شده است. در هر کدام از دسته‌های دوتایی، یک میکروتوبول کامل و از ۱۳ پروتوفیلامنت تشکیل شده در حالی که دیگری C شکل و از ۱۱ پروتوفیلامنت تشکیل شده است.

نیروی لازم برای جلو بردن اسپرم توسط دااینئین که یک ATPase است فراهم می‌شود افراد دارای نقص دااینئین دارای سندرمی به نام کاتاژنر هستند که در آن ترک‌ها و تاژک فاقد حرکت است و در افراد باعث عقیمی می‌شود.

تخمک: در طی تقسیمات میوزی سیتوپلاسم تخمک حفظ می‌شود. به علاوه در همان زمان اووسیت یا موادی سنتز می‌کند و یا پروتئین‌هایی نظیر زرده را جذب می‌نماید.

در تخمک پروتئین‌ها، ریبوزوم‌ها و tRNA، mRNA، عوامل ریخت‌زا شامل عوامل رونویسی و پاراکرین و همچنین مواد شیمیایی محافظ وجود دارد.

پیش هسته‌ی تخمک در تعداد کمی از گونه‌ها (مانند توتیای دریایی) هاپلوئید است اما در بسیاری از گونه‌ها مانند کرم‌ها و پستانداران در هنگام لقاح هسته به صورت دیپلوئید است.

در بیرون از غشای سلول تخمک یک پوشش رشته‌ای وجود دارد که پوشش زرده‌ای نامیده می‌شود و شامل انواع گلیکوپروتئین‌ها و ترکیبات پروتئین که باعث اتصال غشای سلول به آن می‌شود، می‌باشد.

در پستانداران پوشش زرده‌ای زوناپلوسیدا نام دارد. تخمک پستانداران توسط لایه‌ی دیگری به نام کومولوس احاطه می‌شود که از سلول‌های فولیکولی تخمدان است و وظیفه‌ی محافظت از تخمک را دارد. داخلی‌ترین سلول‌های کومولوس که در مجاورت زوناپلوسیدا قرار دارند تاجی شعاعی نام دارند.

در زیرغشای تخمک لایه‌ی نازکی از سیتوپلاسم ژله‌ای وجود دارد که کورتکس نامیده می‌شود و سیتوپلاسم آن دارای مولکول اکتین است که حین لقاح پلیمریزه شده و میکروفیلامنت را به وجود می‌آورد که برای تقسیم سلول ضروری است.

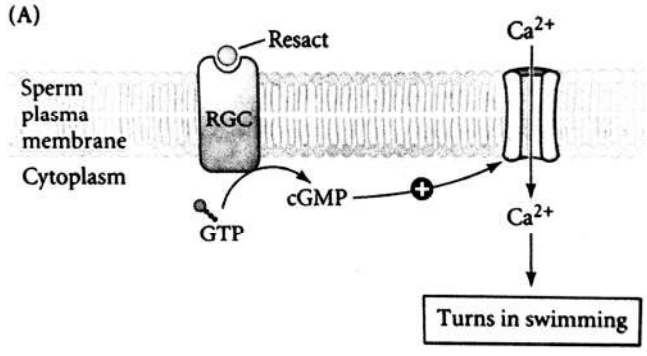
همچنین این مولکول‌های اکتین زوائد کوچکی در سطح غشای تخم به نام میکروویلی ایجاد می‌کنند که باعث افزایش سطح تخمک می‌شود.

بسیاری از انواع تخمک‌ها در بیرون از پوشش زرده‌ای، لایه‌ای به نام پوشش ژله‌ای تخمک دارند که یک شبکه‌ی گلیکوپروتئینی می‌باشد و برای جذب و فعال کردن اسپرم به کار می‌رود.

لقاح در توتیای دریایی

در توتیای دریایی لقاح خارجی و در آب دریا اتفاق می‌افتد. دو مکانیسم عمده در لقاح خارجی وجود دارد جذب وابسته به گونه‌ی اسپرم و فعال شدن وابسته به گونه‌ی اسپرم

جذب اسپرم: جذب وابسته به گونه‌ی اسپرم در بسیاری از گونه‌ها مانند مرجانیان، نرم‌تنان، خارپوستان و یوکورداتا وجود دارد. در توتیای دریایی زمانی که اسپرم درون بیضه است فاقد تحرک می‌باشد زیرا غلظت بالای CO_2 در گنادها، pH درونی را در حد پایینی نگه می‌دارد. بعد از رها شدن اسپرم به آب دریا pH اسپرم به ۷/۶ افزایش یافته و باعث فعال شدن ATP آز دااینئین می‌شود.



در توتیای دریایی جهت حرکت توسط پپتیدهای جاذب شیمیایی خاصی به نام ریزاکت تعیین می‌شود. در سطح اسپرم گیرنده‌ای برای اتصال به ریزاکت وجود دارد. اتصال ریزاکت به سمت بیرونی گیرنده باعث فعال شدن گوانیلیل سیکلاز در سمت سیتوپلاسمی گیرنده می‌شود. افزایش میزان GMP باعث فعال شدن سیستم تولید ATP میتوکندریایی و ATP آز دااینئین می‌شود که حرکت اسپرم را به دنبال دارد.

شکل ۲-۴.

فصل

۵

تکوین اولیه در بی‌مهرگان

تسهیم

مجموعه‌ای از تقسیمات میتوزی است که طی آن حجم وسیعی از سیتوپلاسم تخم بین سلول‌های کوچک‌تر واجد هسته تقسیم می‌شود. به این سلول‌ها بلاستومر می‌گویند.

- در اغلب گونه‌ها سرعت تقسیم سلولی و موقعیت بلاستومرها تحت کنترل پروتئین‌ها و mRNA است. در این مرحله حجم سیتوپلاسم افزایش نمی‌یابد و مرحله G_1 و G_2 از چرخه‌ی سلولی حذف می‌شود.

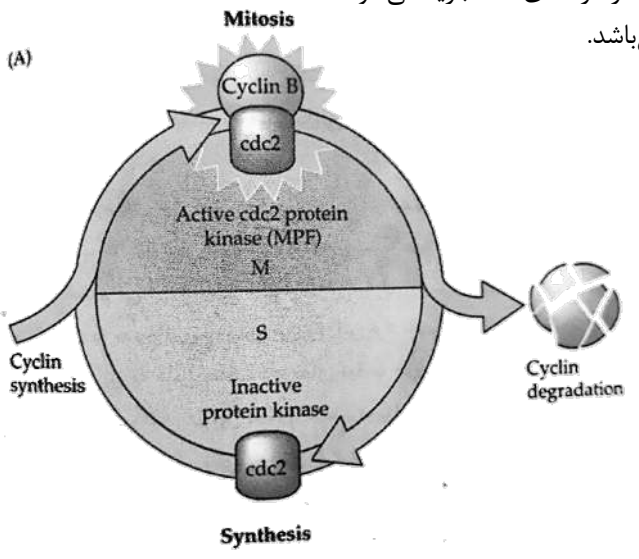
از لقاح تا تسهیم

گذر از لقاح و ورود به مرحله تسهیم توسط عامل پیش برنده‌ی میتوزی (MPF) صورت می‌گیرد. MPF در مرحله میتوز (M) فعالیت زیادی دارد و در مرحله‌ی سنتز (s) دیده نمی‌شود. MPF دارای دو زیر واحد است:

۱. زیرواحد بزرگ سیکلین B که طی مرحله S تجمع می‌یابد و در مرحله‌ی M تجزیه می‌شود.

۲. زیرواحد کوچک MPF، کیناز وابسته به سیکلین (Cdk) می‌باشد.

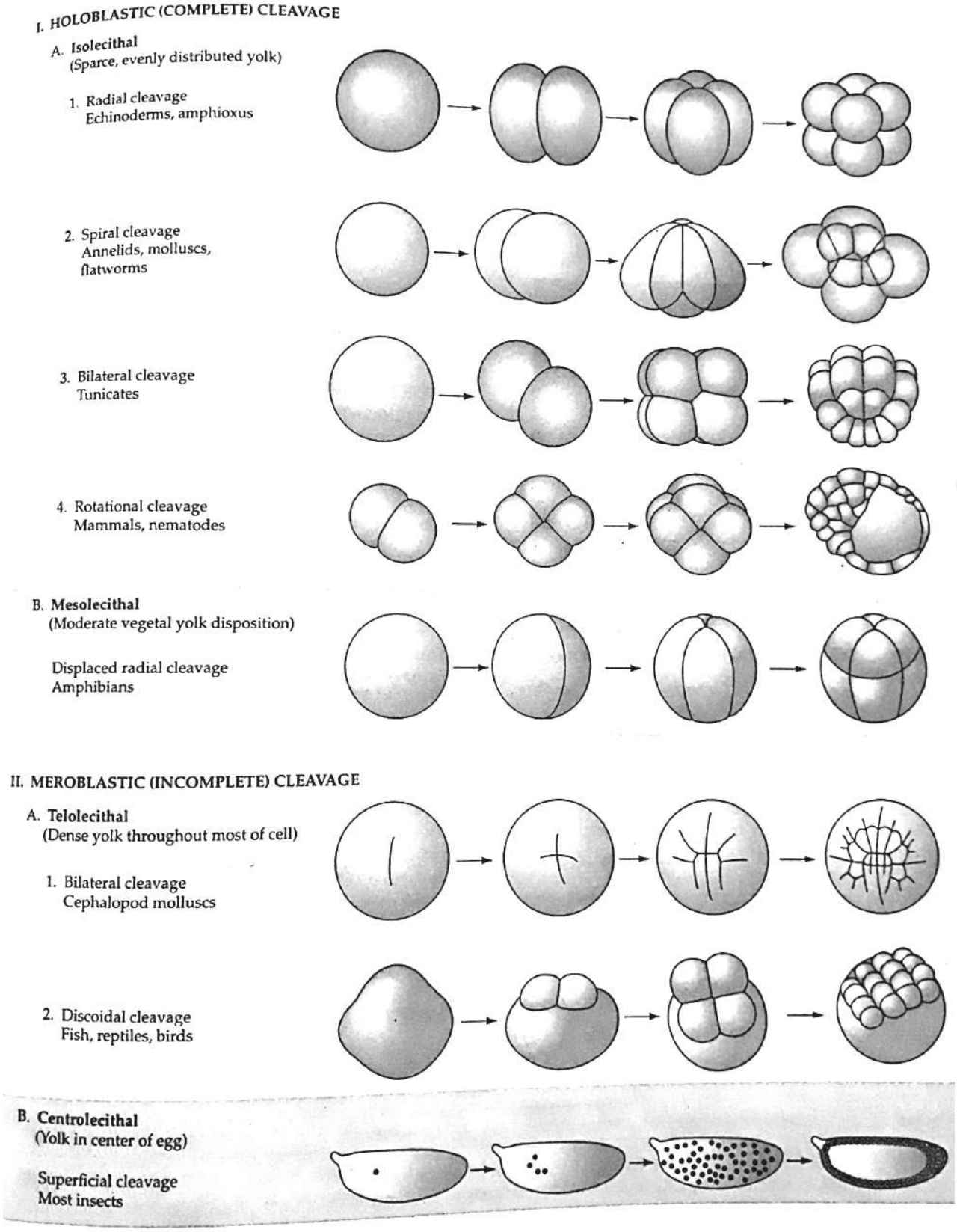
cdk توسط سیلکین B تنظیم می‌شود. این کیناز با فسفریله کردن هیستون‌ها، پروتئین لامنین غشای هسته و زیرواحدهای تنظیم کننده‌ی میوزین سیتوپلاسمی باعث فعال شدن میتوز می‌شود. mRNA سیکلین B در دوره‌های اول چرخه‌ی سلولی در تخمک ذخیره شده است.



شکل ۱-۵.

مرحله‌ی گذار بلاستولای میانی

در این مرحله ژن‌های متفاوتی در سلول‌ها شروع به رونویسی می‌کند و بلاستومرها قدرت تحرک پیدا می‌کنند. همچنین مرحله‌ی G_1 و G_2 به چرخه‌ی سلولی اضافه می‌شود. در این مرحله همزمانی تقسیمات سلولی از بین می‌رود.



شکل ۲-۵.

فصل

۶

ژنتیک تخصصی شدن محور درزوفیلا

لقاح

فعال شدن تخمک در درزوفیلا حین تخمک‌گذاری و چند دقیقه قبل از لقاح شروع می‌شود. پس از ورود اسپرم تخمک شروع به تخصصی کردن محورهایش می‌کند. تنها یک محل برای ورود اسپرم به نام میکروپیل وجود دارد و این از وقوع پلی اسپرمی جلوگیری می‌کند. دم اسپرم بسیار بزرگ بوده و کل اسپرم وارد تخمک می‌شود.

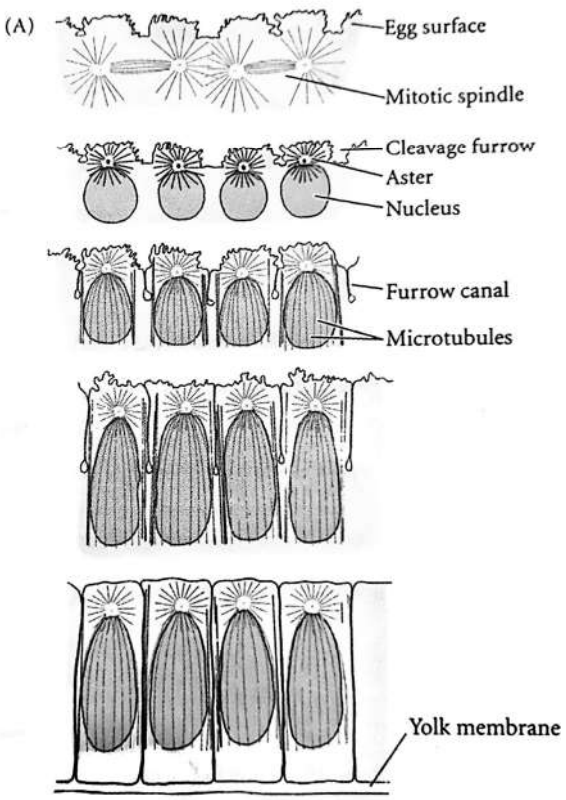
تسهیم

تسهیم در حشرات به صورت سطحی است که طی آن توده‌ی زرده که در مرکز قرار دارد تسهیم را به حاشیه تخم محدود می‌کند. هسته‌ی تخم چندین تقسیم را در مرکز تخم انجام داده، سپس هسته‌ها به پیرامون تخم مهاجرت می‌کنند و در آنجا میتوز با سرعت کندتری انجام می‌شود.

در جریان نهمین تقسیم حدود پنج هسته به قطب خلفی جنین می‌رسند و سلول‌های قطبی را ایجاد می‌کنند که به سلول‌های جنسی افراد بالغ تبدیل می‌شوند. بقیه هسته‌ها در تقسیم نهم به پیرامون جنین می‌رسند. طی این مراحل جنین بلاستودرم سین سیشان نامیده می‌شود. هر هسته داخل قلمرو کوچک خود با پروتئین‌های اسکلت سلولی محدود می‌شود. هسته‌ها و جزایر سیتوپلاسمی پیرامون آن‌ها انرجیدها نامیده می‌شوند. در تقسیم ۱۳ غشای پلاسمایی تخمک به داخل چین می‌خورد و هر هسته‌ی سوماتیک به یک سلول منفرد تبدیل می‌شود. در این مرحله بلاستودرم سلولی ایجاد می‌شود.

فاز اول سلولی شدن با درون روی غشای سلولی بین هسته‌ها برای تشکیل کانال‌های باریک مشخص می‌شود. این مرحله را می‌توان با استفاده از داروهایی که میکروتوبول را متوقف می‌کنند، مهار کرد. در فاز ثانویه سلولی شدن درون‌روی افزایش یافته و کمپلکس اکتین – غشا در جایی که انتهای قاعده‌ای سلول خواهد بود شروع به انقباض می‌کند.

مرحله گذار بلاستولای میانی در چرخه ۱۴ اتفاق می‌افتد. کنترل مرحله‌ی گذار بلاستولای میانی تحت تاثیر نسبت کروماتین به سیتوپلاسم است. با مقایسه جنین‌های طبیعی با جنین‌های جهش یافته هاپلوئید مشاهده شد که در جنین‌های هاپلوئید مرحله‌ی سلولی شدن در تقسیم ۱۴ اتفاق می‌افتد.



شکل ۱-۶

گاسترولاسیون

اولین حرکات گاسترولاسیون درزوفیلا مزودرم، اندودرم و اکتودرم فرضی را جدا می‌کند. مزودرم آینده شامل ۱۰۰۰ سلول است که در خط میانی به داخل چین‌خورده و شیار شکمی را ایجاد می‌کند. این شیار برای ایجاد لوله‌ی شکمی در داخل جنین از بدن محو می‌شود.

اندودرم برای تشکیل دو کیسه در انتهای قدامی و خلفی شیار شکمی درون‌روی پیدا می‌کند، سلول‌های قطبی به اتفاق اندودرم در داخل قرار می‌گیرند.

سلول‌های اکتودرم سطحی و مزودرم همگرا شده گسترش می‌یابند و برای تشکیل نوار زایا (Germ Bend) به طرف خط میانی شکمی مهاجرت می‌کنند. این سلول‌ها به سمت خلف امتداد یافته و برای تشکیل پوشش دور تخم به روی سطح پشتی می‌پیچند. سلول‌های نوار زایا تنه جنین را تشکیل می‌دهند.

قطعات بدنی شروع به ظاهر شدن می‌کنند و اکتودرم و مزودرم تقسیم می‌شوند. سپس نوار زایا تقسیم می‌شود و قطعه خلفی فرضی را در راس خلفی قرار می‌دهد.

سیستم عصبی از دو ناحیه‌ی اکتودرم شکمی تشکیل می‌شود بنابراین سیستم عصبی در ناحیه‌ی شکمی قرار دارد.

قطبیت قدامی خلفی در تخمک

هر تخمک از اووگونیوم حاصل می‌شود که توسط اپی تلیومی از سلول‌های فولیکولی احاطه شده است. قبل از شروع تخمک‌زایی، اووگونیوم چهار مرتبه با سیتوکینز ناقص تقسیم می‌شود و ۱۶ سلول متصل به هم ایجاد می‌کند: ۱۵ سلول پرستار و یک پیش‌ساز تخمک در انتهای خلفی آینده‌ی فولیکول قرار می‌گیرد.

mRNA ساخته شده توسط سلول‌های پرستار از طریق میکروتوبول و اتصالات بین سلولی به تخمک منتقل می‌شود. پیام gurken توسط سلول‌های پرستار سنتز اما به طور اختصاصی به هسته‌ی تخمک منتقل می‌شود. این پیام بین هسته و غشای سلولی به پروتئین Gurken تبدیل می‌شود در این هنگام هسته‌ی تخمک نزدیک انتهای خلفی فولیکول است و سلول‌های فولیکول این ناحیه از طریق گیرنده‌ی Torpedo پیام Gurken را دریافت می‌کنند.

فصل

۸

تکوین اولیه‌ی مهره‌داران

تکوین ماهی

نوعی ماهی تلئوست به نام Danio rerio که به گورخر ماهی معروف است. مدل مناسبی برای مطالعه‌ی تکوین مهره‌داران می‌باشد. جنین گورخرماهی نسبت به مولکول‌های کوچکی که در آب هستند نفوذپذیرند این خصوصیت باعث شده از آن‌ها برای آزمایش داروهایی که برای تکوین مهره‌داران مضر هستند استفاده کنند. به عنوان مثال تکوین گورخر ماهی با اضافه کردن اتانول پارتینوییک اسید به آب دچار بدریختی می‌شود.

- ژن mariner گورخرماهی پروتئین میوزین VIIA را در وزیکول شنوایی رمزگردانی می‌کند. جهش در این ژن گورخرماهی باعث عدم تشکیل کامل سلول‌های حسی وزیکول شنوایی می‌شود.

انسان‌هایی نیز که این ژن در آن‌ها تخریب شده دچار سندرم کری مادرزادی‌اند.

تسهیم تخم در ماهی

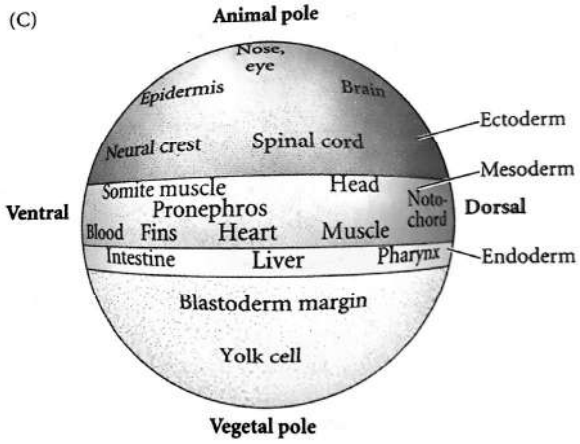
تخم در ماهی‌ها به صورت تلوسیتال است و تسهیم تنها در قسمت کم زرده قطب جانوری یا بلاستودیسک اتفاق می‌افتد. شیار تسهیم تخم را کاملا تقسیم نمی‌کند از این رو به آن تسهیم ناقص یا مروبلاستیک می‌گویند به این نوع تسهیم مروبلاستیک تسهیم صفحه‌ای یا دیسکوییدال نیز می‌گویند.

موج کلسیمی هنگام لقاح موجب انقباض اکتین سلولی شده و قسمت بدون زرده‌ی تخم را به سمت قطب جانوری می‌راند و باعث می‌شود تخم به حالت گلابی شکل در آید.

یون‌های کلسیم: ۱. دستگاه میتوزی را با اسکلت سلولی اکتین هماهنگ کرده و به تقسیم سلول کمک می‌کند. ۲. برای عمیق شدن شیار تسهیم ضروری است. ۳. پس از جدا شدن بلاستومرها غشا را التیام می‌بخشد.

۱۲ تقسیم اول همزمان صورت گرفته و توده‌ای از سلول‌ها را در قطب جانوری روی سلول زرده‌ای بزرگ به وجود می‌آورد. این توده‌ای سلولی بلاستودرم را می‌سازد.

- اسکلت سلولی میکروتوبولی ترکیب حیاتی و مهم در تنظیم جایگاه شیار تسهیم و mRNAها در جنین اولیه است.



شکل ۱-۸.

نقشه‌ی سرنوشت جنین ماهی

در حدود تسهیم دهم مرحله‌گذار بلاستولای میانی آغاز شده و نسخه‌برداری از ژن‌های زیگوت آغاز می‌شود، تقسیم سلولی کند شده و حرکات سلولی مشهود می‌شود.

سه جمعیت سلولی مجزا در این مرحله وجود دارد:

۱. لایه‌ی سین شسیال زرده یا YSL: سلول‌های لبه‌ی گیاهی بلاستودرم در نهمین یا دهمین چرخه سلولی به سلول زرده زیر خود الحاق می‌شود و حلقه‌ای از سلول‌ها در بخشی از سیتوپلاسم سلول زرده به وجود می‌آید. بعدها که بلاستودرم به سمت ناحیه نباتی حرکت می‌کند برخی از هسته‌ها به سمت زیر بلاستودرم رفته ysL درونی را تشکیل می‌دهد و بقیه به قطب گیاهی رفته و در جلوی حاشیه بلاستودرم قرار گرفته و YSL بیرونی را می‌سازد.

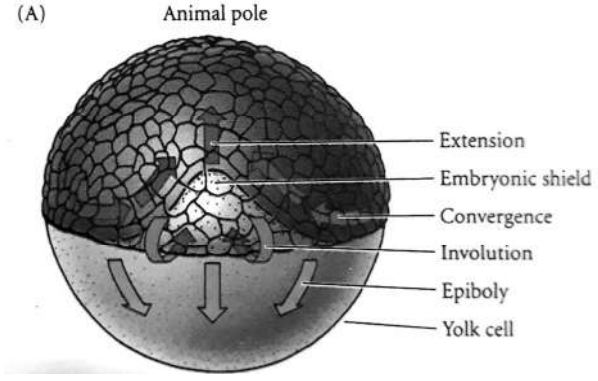
۲. لایه پوششی (EVL). از سطحی‌ترین سلول‌های بلاستودرم که صفحه‌ی اپیتلیال تک‌لایه را به وجود می‌آورد تشکیل شده است. این لایه پوشش محافظتی برون جنینی است که در مراحل بعدی تکوین ریزش پیدا می‌کند.

۳. بین EVL و YSL سلول‌های عمقی قرار دارند که کل بدن جنین را می‌سازند.

گاسترولاسیون در جنین ماهی

اولین حرکت گاسترولاسیون ماهی حرکت رو خزیدگی بلاستودرم روی زرده است. در فاز اول این حرکت سلول‌های عمقی به سمت خارج حرکت کرده و با سلول سطحی بیشتری در هم فرو می‌روند. این درآمیختگی شعاعی باعث حرکت رو به پایین به سمت قطب نباتی می‌شود. EVL به YSL چسبیده و در امتداد آن کشیده می‌شود. وقتی مهاجرت به قطب گیاهی انجام شد، EVL و سلول‌های عمقی و عقب جهیده، روی زرده قرا می‌گیرند. در حالی که YSL به بسط خود به دور زرده ادامه می‌دهد. بسط YSL تا حدودی به شبکه‌ی میکروتوبولی داخل زرده وابسته است.

❖ E- کادهرین در انجام حرکات ریخت‌زایی و چسبندگی EVL به سلول‌های عمقی نقش مهمی دارد. در طی روخزیدگی یک طرف بلاستودرم ضخیم‌تر می‌شود که این قسمت سطح پشتی آینده‌ی جنین را به وجود می‌آورد.



شکل ۲-۸.

فصل ۱۰

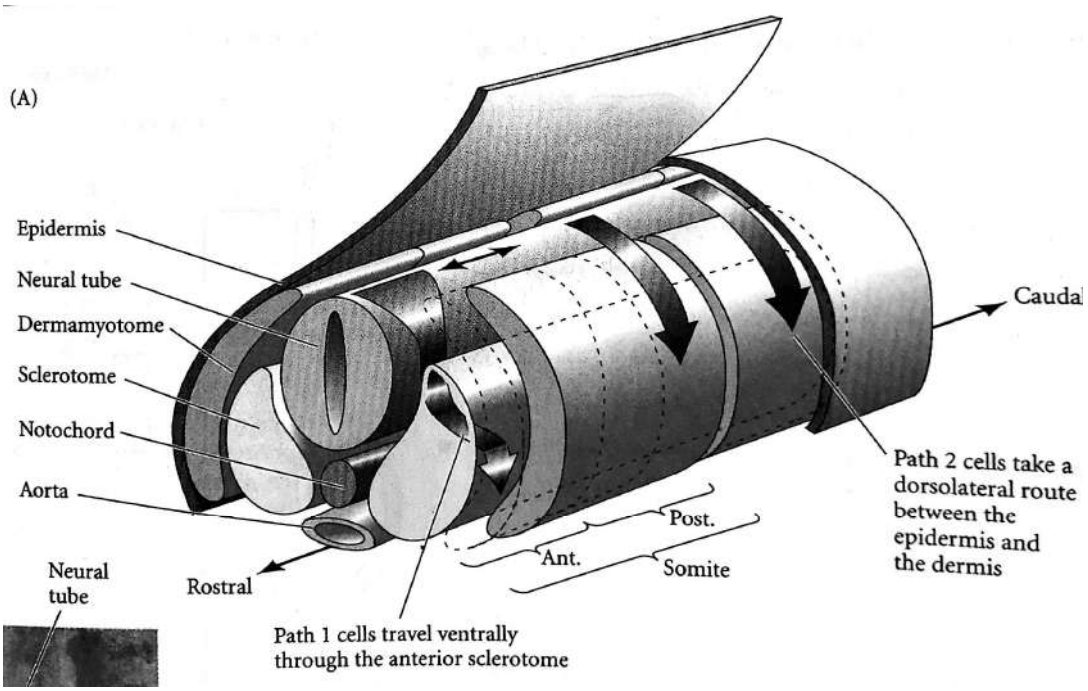
سلول‌های تاج عصبی

سلول‌های تاج عصبی در پشتی‌ترین ناحیه لوله‌ی عصبی و در مرز بین صفحه‌ی عصبی – اپیدرم ایجاد می‌شود عوامل پاراکرین BMPها، wntها و FGFها باعث القای عوامل رونویسی تعیین کننده‌های مرز صفحه‌ی عصبی یعنی Distakkes-5 و Pax3 می‌شود این دو عامل باعث:

۱. مهار تشکیل صفحه‌ی عصبی و اپیدرم

۲. القای عوامل رونویسی تعیین کننده تاج عصبی یعنی FoxD3 و Slag

FoxD3 برای تخصصی شدن سلول‌های اکتودرم به تاج عصبی لازم است و Slag برای ترک اپیتلیوم و مهاجرت سلول‌های تاج عصبی ضروری می‌باشد.



شکل ۱-۱۰.

ناحیه‌بندی سلول‌های تاج عصبی

۱. سلول‌های تاج عصبی تنه. این سلول‌ها از دو مسیر مهاجرت می‌کنند:

الف) آن دسته از سلول‌هایی که زودتر مهاجرت می‌کنند به صورت تکی جانبی و از طریق نیمه‌ی قدامی اسکلرتوم به سمت ناحیه شکمی مهاجرت می‌کند.

سه دسته از سلول‌ها برای تشکیل گانگلیون‌های ریشه‌ی خلفی نخاع از این طریق مهاجرت می‌کنند:

۱. سلول‌هایی که در مقابل ناحیه خلفی سومایت قرار دارند و به سمت قدام سومایت مهاجرت می‌کنند.

۲. سلول‌هایی که در مقابل ناحیه خلفی سومایت قرار دارند و به سمت خلف مهاجرت کرده و وارد بخش قدامی سومایت مجاور می‌شوند.

۳. سلول‌هایی که در روبه روی ناحیه قدامی سومایت قرار دارند.

ب) آن دسته از سلول‌هایی که دیرتر مهاجرت می‌کنند در مسیر پشتی – جانبی حرکت کرده و به ملانوسیت تبدیل می‌شوند. این سلول‌ها از میان اپیدرم و درم حرکت کرده و از سوراخ‌های کوچکی در غشای پایه وارد اکتودرم شده و در پوست و فولیکول مو قرار می‌گیرند.

در حضور پروتئین‌های wnt و FGF، BMP4 و BMP7 باعث القای Slag و RhoB می‌شود.

RhoB با تحریک پلیمریزه شدن میکروفیلامنت‌ها و اتصال آن‌ها به غشای سلول شرایط مهاجرت را فراهم می‌کنند. Slag باعث از هم پاشیده شدن E- کادهرین شده و اتصال سلول‌ها به یکدیگر را کاهش می‌دهد.

مسیر مهاجرت شکمی تنه توسط عوامل کموتاکتیکی و مواد زمینه‌ای برون سلولی کنترل می‌شود.

سلول‌های تاج عصبی هنگام مهاجرت پروتئین اینتگرین $\alpha_4\beta_1$ را بیان می‌کند که به پروتئین‌های متعددی در ماده خارج سلولی مانند فیبرونکتین متصل می‌شود. بدون این پروتئین سلول‌ها قادر به ترک لوله عصبی هستند اما موقعیت خود را گم کرده و دچار آپوپتوزی می‌شوند.

در ماده زمینه‌ای برون سلولی ناحیه قدامی اسکلروتوم ترومبوسپوندین بیان می‌شود که در همکاری با لامنین و فیبرونکتین در مهاجرت سلول‌های تاج عصبی نقش دارد.

در قسمت خلفی اسکلروتوم افرین و سمافورین -3F بیان می‌شود که مانع از مهاجرت سلول‌های تاج عصبی از این ناحیه می‌شوند.

- ❖ سلول‌های تاج عصبی نواحی واگی و خاجی که گانگلیون‌های کولون را می‌سازند به واسطه‌ی GDNF تولید شده از روده به این ناحیه مهاجرت می‌کنند.

سلول‌های تاج عصبی که بخش میانی غده‌ی فوق کلیه را می‌سازند توسط عوامل کموتاکتیک ترشح شده از قشر آدرنال که از بافت مزودرم بینابینی ساخته شده است جذب می‌شود. این مهاجرت توسط شیب BMP از قشر کلیه هدایت می‌شود.

- ❖ بیان Noggin در نزدیکی قشر فوق کلیه از مهاجرت سلول‌های تاج عصبی جلوگیری می‌کند.
- ❖ اولین سلول‌های تاج عصبی از میان بخش قدامی اسکلروتوم مهاجرت می‌کنند. سایر سلول‌های تاج عصبی در بالای لوله‌ی عصبی در منطقه‌ی تنظیم کننده باقی مانده و پس از تشکیل درم در مسیر پشتی – جانبی مهاجرت می‌کنند و به ملانوسیت تبدیل می‌شوند.
- ❖ افرین بیان شده در مسیر پشتی – جانبی سبب تحریک مهاجرت این سلول‌ها می‌شود. عامل سلول بنیادی (SCF) نیز در این مهاجرت نقش دارد.

سلول‌های تاج عصبی در جریان مهاجرتشان در درم وارد فولیکول مو شده و به سلول بنیادی ملانوسیتی تبدیل می‌شوند. زمانی که این سلول‌ها در کنام سلول بنیادی هستند با تنظیم عامل رونویسی Mift از تمایزشان جلوگیری می‌شود.

فعال شدن Mitf ← Pax3 و Sox10

فعال شدن ژن‌های مسیر ملانین ← Sox_{10} و Mitf

در ناحیه کنام Pax3 و Mitf بر سر اتصال به انهنسر ژن‌های مسیر ملانین رقابت می‌کنند. اما خارج از این ناحیه پیام wnt باعث ورود B-catenin به هسته و اتصال به Lef1 می‌شود؛ این عامل رونویسی Pax3 را برمی‌دارد و اتصال Mitf را به انهنسر امکان‌پذیر می‌کند.

جامـــع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

بانک سوالات

جمع‌آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به‌صورت فصل‌بندی شده

الگـــوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور



دریافت نمونه‌ی کتاب به‌صورت رایگان

FREE
DOWNLOAD

www.agkins.com

شماره تماس با نمایندگی‌های فعال و رسمی
آناهیـد گستـر خـلیـلی

نمایندگی	شماره تماس	نمایندگی	شماره تماس
اراک (آقای حسینی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۵۰	سبزوار (آقای شریفان)	۰۹۱۰۱۷۱۱۸۷۲
اردبیل (خانم عاصمی‌زاده)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۸	شاهرود (آقای سلمانی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۱
ارومیه (آقای آرمیون)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۱	شهرکرد (خانم تقی‌پور)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۹
اسفراین (خانم اسماعیل‌زاده)	۰۹۱۹۶۳۲۱۸۵۲	شیراز (آقای فروردین/ خانم هوشمندی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲
اصفهان (آقای کیانی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۰	فسا (خانم شعبانی)	۰۹۱۹۳۷۱۳۷۴۲
اهواز (آقای دکتر رضازاده)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۴	قزوین (خانم چگینی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۹
ایلام (آقای دکتر بوچانی)	۰۹۱۹۰۹۸۰۳۱۸	کرج (آقای دکتر علیرضاپور)	۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۷
بروجرد (آقای احمدی‌صدر)	۰۹۱۹۶۸۵۳۱۱۶	کرمان (خانم ضمانتی‌یار)	۰۹۱۳۱۹۸۱۲۷۰
بم (خانم سرحدی‌نژاد)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۹	کرمانشاه (آقای ابراهیمی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸
بیرجند (آقای دکتر بهروان)	۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۳	کوهدشت (خانم یاریان)	۰۹۱۹۵۳۷۱۸۹۰
تبریز (خانم عاصمی‌زاده)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۷	گرگان (آقای شاه‌علی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۷
جهرم (آقای یاعلی جهرمی)	۰۹۰۱۳۷۳۷۸۹۶	مراغه (آقای صمدی)	۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹
جیرفت (خانم دکتر محمدی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۰	مشهد (خانم دکتر شجاعی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۴
خرم‌آباد (خانم میر)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۸	میاندوآب (آقای صمدی)	۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹
رشت (خانم تنها)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۳	نیشابور (آقای موسوی)	۰۹۱۹۶۳۵۰۷۶۸
رفسنجان (آقای یوسفی)	۰۹۱۹۶۸۲۹۲۸۰	هرمزگان (آقای زارعی)	۰۹۱۹۵۷۳۳۲۸۴
زاهدان (آقای مهمان‌دوست)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۵	همدان (آقای سوری)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۵
زنجان (خانم دکتر هوشیار)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۱	یاسوج (آقای مرتضوی)	۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۴
ساری (آقای دکتر اکبری)	۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۴	یزد (خانم آزاد)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۳

بانک کتاب ناهید

«هر کتابی، از هر انتشاراتی را از ما بخواهید»



- ✓ جامع‌ترین بانک کتاب
- ✓ تحویل روزانه
- ✓ ارسال به تمامی نقاط کشور
- ✓ سفارش کتاب به‌صورت تلفنی و آنلاین

www.NIBS.ir

کتب دانشگاهی، فنی‌و مهندسی، علوم پزشکی، علوم انسانی، عمومی، ادبی، مذهبی، کمک آموزشی، کودک و نوجوان و کتب نفیس

فروشگاه: تهران – خیابان انقلاب- روبه‌روی درب اصلی دانشگاه تهران

پاساژ فروزنده – طبقه همکف – پلاک ۳۳۱

تلفن: ٦٦٤٨٩٣٧٥ – ۰۲۱ – ٦٦٤٨٩٣٤٩ – ۰۲۱