

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دعای پیش از مطالعه

اَللّٰهُمَّ اَخْرِجْنِيْ مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ وَاكْرِمْنِيْ بِنُورِ الْفَهْمِ
اَللّٰهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا اَبْوَابَ رَحْمَتِكَ وَاَنْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُوْمِكَ
بِرَحْمَتِكَ يَا اَرْحَمَ الرَّاحِمِيْنَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی های فکر و گرامی بدار به نور فهم
پروردگارا، بکشای بر ما در های رحمت را و بکستران کنج های دانشت را به امید رحمت
تو ای مهربان ترین مهربانان

بیایید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دسترنج چندین ساله ی 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، نتیجه ی این عمل نادرست، موجب رواج بی اعتمادی در جامعه و بروز پی آمدهای ناگوار در زندگی و محیط ناسالم برای خود و فرزندانمان می گردد.



درسنامه تکوین جانوری (جنین شناسی)

**ویژه کارشناسی ارشد رشته‌های فیزیولوژی جانوری،
بیوسیستماتیک جانوری، سلولی و تکوینی و بیوتروریسم
وزارت علوم و دانشگاه آزاد**

**تألیف و گردآوری:
طاها آقاجانزاده**

سرشناسه

: آقاجانزاده، طاها، ۱۳۷۶ - Aghajanzadeh, Taha

عنوان و نام پدیدآور

: AGK درسنامه تکوین جانوری (جنین شناسی) ویژه کارشناسی ارشد رشته های فیزیولوژی جانوری، بیوسیستماتیک جانوری، سلولی و تکوینی و بیوتروریسم وزارت علوم و دانشگاه آزاد / تالیف و گردآوری طاها آقاجانزاده.

مشخصات نشر

: تهران: آناهید گستر خلیلی، ۱۴۰۳.

مشخصات ظاهری

: ۲۳۵ ص. : مصور، جدول، نمودار ؛ ۲۲×۲۹ س.م.

شابک

: 978-622-8348-75-9

وضعیت فهرست نویسی

: فیپا

موضوع

: جانورشناسی -- راهنمای آموزشی -- آزمون ها و تمرین ها (عالی)

Zoology -- Study and teaching -- Examinations, questions, etc (Higher)

آزمون دوره های تحصیلات تکمیلی -- ایران

Graduate Recoed Examination -- Iran

رده بندی کنگره

: QL۵۱

رده بندی دیویی

: ۵۹۰/۷

شماره کتابشناسی ملی

: ۹۶۷۱۰۳۱



انتشارات آناهید گستر خلیلی

نام: AGK درسنامه تکوین جانوری (جنین شناسی)

(ویژه کارشناسی ارشد رشته های فیزیولوژی جانوری، بیوسیستماتیک جانوری، سلولی و تکوینی و بیوتروریسم)

وزارت علوم و دانشگاه آزاد

تألیف و گردآوری: طاها آقاجانزاده

ناشر: آناهید گستر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول. ۱۴۰۳

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: گیلان

مدیر تولید: امیرحسین خلیلی

مدیر فنی و هنری: مریم آرده

بهاء: ۲۸۰۰۰۰ تومان

آموزشگاه/فروشگاه: ۰۲۱۶۶۵۶۸۶۲۱

مرکز پخش: ضلع جنوب غربی 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 به جای 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 استاندارد 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:

جنین‌شناسی علمی است که به مطالعه‌ی رشد و نمو موجودات زنده از مرحله‌ی سلول تخم تا تولد و بررسی مکانیسم‌های تشکیل سلول‌های زایای اولیه، تکوین سلول‌های جنسی و لقاح می‌پردازد. زیست‌شناسی تکوینی، یک علم میان‌رشته‌ای است و ویژگی‌های هر سلول، سازماندهی آن‌ها در قالب بافت و اندام، همئوستازی، بازسازی، پیری و درنهایت مرگ را توصیف می‌کند و مفهومی از بازبرنامه‌ریزی سلولی، بیولوژی سلول‌های بنیادی، ترمیم، مهندسی بافت، تکوین تکاملی و اکولوژی را ارائه می‌دهد. کتابی که در دست دارید، حاصل ترکیبی از کتاب‌های «زیست‌شناسی تکوینی گیلبرت»، «جنین‌شناسی لانگمن»، «جنین‌شناسی دکتر مشایخی» و سایر کتاب‌هایی است که در قسمت منابع آورده شده‌اند. باتوجه به نبود منبعی کامل و مناسب کنکور برای درس جنین‌شناسی و تکوین، بر آن شدم تا با جمع‌آوری کلیه‌ی مطالب موردنیاز برای پاسخگویی به سؤالات این درس، مجموعه‌ای کامل را تهیه نمایم. در گردآوری مطالب کتاب سعی شده‌است تا همه‌ی قسمت‌های مهم به کامل‌ترین شکل ممکن پوشش داده شود؛ در نتیجه بدون نیاز به هیچ‌گونه پیش‌زمینه‌ای می‌توانید از آن استفاده کرده و نهایت بهره را ببرید. برای استفاده از این کتاب پیشنهاد می‌کنم که ابتدا مطالعه‌ای کامل داشته باشید تا با کلیات آن آشنا شوید. سپس در مرورهای بعدی، به‌صورت دقیق و موشکافانه مطالعه و بین قسمت‌های مختلف کتاب ارتباط برقرار کرده و سعی کنید با بررسی تست‌های کنکور، مطالب را در ذهنتان تثبیت کنید. در پایان لازم است از اساتید بزرگوارم، جناب آقای دکتر تلخابی و جناب آقای دکتر رجبی مهام تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از گروه انتشارات آناهید گستر خلیلی که در تهیه‌ی این کتاب با بنده کمال همکاری را داشته‌اند، سپاسگزارم.

با احترام
طاها آقاچان‌زاده

فصل اول: مقدمه‌ای بر زیست‌شناسی تکوینی	۹
فصل دوم: تنظیم مولکولی و ارتباطات بین سلولی در تکوین	۱۹
فصل سوم: تعهد سلولی و تکوین ابتدایی جنین	۳۵
فصل چهارم: گامت‌سازی و لقاح	۴۱
فصل پنجم: مراحل اولیه‌ی رشد و نمو جنینی در جانوران	۷۰
فصل ششم: تکوین ابتدایی در بی‌مهرگان منتخب	۸۱
فصل هفتم: تکوین ابتدایی دوزیستان	۹۷
فصل هشتم: تکوین ابتدایی پرندگان	۱۱۲
فصل نهم: تکوین ابتدایی پستانداران	۱۲۷
فصل دهم: سرنوشت لایه‌های زایا	۱۴۴
فصل یازدهم: ماه سوم تا تولد: جنین و جفت	۱۹۲
فصل دوازدهم: تعیین جنسیت	۲۰۱
فصل سیزدهم: سلول‌های زایای بدوی (PGC)	۲۰۹
فصل چهاردهم: دگرذیسی، ترمیم و پیری	۲۲۴
منابع	۲۳۵

فصل

۱

مقدمه‌ای بر زیست‌شناسی تکوینی

۹

یکی از سئوالات مهم برای انسان‌ها در طول تاریخ این بوده است که چگونه یک جانور از یک سلول تخم به وجود می‌آید؟ تقریباً در تمام موارد موجودات زنده‌ی پرسلولی در اثر رشد و نمو یک سلول تخم^۱ به وجود می‌آیند. به‌طور سنتی به مطالعه‌ی رشد و نمو موجودات زنده از مرحله‌ی سلول تخم تا تولد یا از تخم درآمدن را جنین‌شناسی^۲ می‌گویند. درحالی که در جنین‌شناسی مدرن به مطالعه‌ی مکانیسم‌های تشکیل سلول‌های زاینده‌ی اولیه، تکوین سلول‌های جنسی، لقاح و مراحل مختلف رشد و نمو یک فرد از سلول تخم تا تولد پرداخته می‌شود.

به موجود زنده‌ی در حال تکوین که بین دو مرحله‌ی لقاح و تولد قرار دارد، جنین^۳ گفته می‌شود. جنین، مفهوم پیچیده‌ای است و به‌صورت جنین درآمدن، سخت‌ترین کار ممکن است که در زندگی‌تان انجام داده‌اید. برای جنین شدن مجبور بودید که خودتان را از یک سلول منفرد بسازید. مجبور بودید قبل از این‌که شش داشته باشید تنفس کنید، قبل از این‌که لوله‌ی گوارش داشته باشید تغذیه کنید، درحالی که یک تکه گوشت بودید استخوان بسازید و مجبور بودید قبل از این‌که بدانید چگونه فکر کنید، شبکه‌های منظم اعصاب را بسازید.

برای جانوران، قارچ‌ها و گیاهان راه عبور از مرحله‌ی تخم و رسیدن به مرحله‌ی بلوغ، تنها از طریق نمو جنین است. جنین، واسطه‌ی بین ژنوتیپ و فنوتیپ و یا به‌عبارتی واسطه‌ی بین ژن‌های به ارث رسیده و موجود زنده‌ی بالغ است. شاخه‌ای از جنین‌شناسی به نام زیست‌شناسی رشد و نمو یا تکوینی^۴ به مطالعه‌ی مراحل مختلف رشد و نمو موجودات زنده می‌پردازد. از دیدگاه زیست‌شناسی، رشد و نمو دارای دو مفهوم متفاوت است. به مطالعه‌ی رشد و نمو فردی، **اونتوژنی**^۵ گفته می‌شود؛ درحالی که به مطالعه‌ی رشد و نمو و تکامل گونه‌ها در طی دوران مختلف زمین‌شناسی، **فیلوژنی**^۶ گفته می‌شود که موضوع علم تکامل^۷ است.

این روند تکوین و پیدایش یک پیکره‌ی منظم از موادی کم و بیش ساده و همگن، سئوالاتی عمیق و اساسی را در ذهن برمی‌انگیزد که بشر از آن زمان که آگاهی زیادی در مورد خود نداشت با آن‌ها روبه‌رو بوده است؛ چطور در یک پیکر همواره سر بالاتر از شانه‌ها تشکیل می‌شود؟ چرا قلب در سمت چپ بدن ما قرار دارد؟ چرا ما در هر دست پنج انگشت داریم، نه کمتر و نه بیش‌تر؟ به چه علت در جنس‌های نر و ماده شکل بدن متفاوت می‌شود؟ چرا تنها جنس ماده می‌تواند بچه‌دار شود؟

1. Zygote
2. Embryology
3. Embryo
4. Developmental Biology
5. Ontogeny
6. Phylogeny
7. Evolution

فصل

۲

تنظیم مولکولی و
ارتباطات بین سلولی در تکوین

۱۹

زیست‌شناسی مولکولی درهای جدیدی را فرا روی مطالعه جنین‌شناسی و ارتقاء درک ما از نمو طبیعی و غیرطبیعی گشوده است. تعیین توالی ژنوم انسان به همراه ابداع شیوه‌هایی برای تحقیق بر روی نحوه تنظیم ژن‌ها در سطوح مختلف پیچیدگی، جنین‌شناسی را به مرحله بالاتر برده است. به این ترتیب داستان جنین‌شناسی از سطح آناتومیکی به بیوشیمیایی و مولکولی، پیشرفت کرده است.

ژنوم که حاوی تمام اطلاعات لازم برای ساختن بدن یک فرد است، نمو رویانی را هدایت می‌کند. اطلاعات در DNA در توالی‌هایی به نام ژن‌ها کد می‌شوند که منشاء تولید پروتئین‌ها هستند. پروتئین‌ها به نوبه خود، بروز سایر ژن‌ها را تنظیم و به‌عنوان مولکول‌های پیام‌رسان، نمو را هماهنگ می‌کنند.

بیان ژن (gene expression) می‌تواند در سطوح مختلفی تنظیم شود:

۱. ژن‌های متفاوتی ممکن است نسخه‌برداری شوند.
۲. RNA نسخه‌برداری شده از یک ژن ممکن است به‌صورت گزینشی پردازش شود تا این روند را که کدام RNAها به سیتوپلاسم برسند و به mRNAها (RNAهای پیام‌ر) تبدیل شوند، تنظیم کند.
۳. mRNAها ممکن است به‌صورت گزینشی ترجمه شوند.
۴. پروتئین‌های ساخته شده از mRNAها ممکن است به‌صورت افتراقی تغییر یابند.

رونویسی افتراقی ژن‌ها

چطور ژنوم‌های یکسان موجب تولید انواع متفاوتی از سلول‌ها می‌شوند؟ برای درک این موضوع، ابتدا بایستی ساختار ژن‌ها را بشناسیم. یکی از تفاوت‌های اساسی بین اغلب ژن‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی آن است که ژن‌های یوکاریوتی درون یک کمپلکس شامل پروتئین و DNA به نام کروماتین قرار دارند. بخش پروتئینی تقریباً نیمی از وزن کروماتین را تشکیل می‌دهند و به‌طور عمده از هیستون ساخته می‌شود. نوکلئوزوم^۱ واحد ساختاری کروماتین است. هر نوکلئوزوم متشکل از مجموعه‌ای هشت‌تایی^۲ از پروتئین‌های هیستونی (دو مولکول از هر یک از هیستون‌های H2A، H2B، H3 و H4) بوده و توسط دو دور DNA به طول تقریبی ۱۴۰ جفت باز احاطه می‌شود. هیستون H1 نیز تقریباً به ۶۰ جفت باز DNA ی «رابط»^۳ حذفاصل نوکلئوزوم‌ها متصل می‌شود. بین DNA و هیستون‌ها ۱۴ نقطه‌ای اتصال وجود دارد.

1. Nucleosome
2. Octamer
3. Linker DNA

فصل

۳

تعهد سلولی و تکوین ابتدایی جنین

سطوح تعهد سلولی

۳۵

به روند ایجاد انواع سلول‌های خاص تمایز^۱ گفته می‌شود. اما تمایز، آخرین مرحله‌ی مشهود از یک سری وقایع متوالی است که یک بلاستومر را برای تبدیل شدن به نوع خاصی از سلول متعهد می‌نماید. ترکیبات پروتئینی و ساختارهای سلولی یک گلبول قرمز خون به‌طور چشمگیری متفاوت از یک سلول عدسی چشم یا یک سلول عصبی است. اما این تغییرات مشهود بیوشیمیایی و عملکردی سلول‌ها، در طی پروسه‌ای ایجاد می‌شوند که منجر به تعهد^۲ سلول به سرنوشتی خاص می‌گردد. در طی مراحل متعهد شدن، ممکن است سلول از نظر ظاهری تمایز یافته به‌نظر نرسد، بلکه سرنوشت تکوینی آن محدود گردیده و تعیین می‌شود.

فرآیند متعهد شدن به دو مرحله تقسیم می‌شود. مرحله‌ی اول یک مرحله‌ی تغییرپذیر است که تخصصی شدن^۳ نامیده می‌شود. زمانی می‌گوییم سرنوشت یک سلول یا بافت تخصصی شده که اگر در محیطی خنثی نظیر پتری‌دیش یا لوله‌ی آزمایش قرار داده شود، بتواند به‌طور خودبه‌خود (یعنی با اتکا به خودش) تمایز یابد (منظور از محیط خنثی محیطی است که تأثیری بر مسیر تکوین نداشته باشد). در مرحله‌ی تخصصی شدن، هنوز تعهد سلولی قابل برگشت است. مرحله‌ی دوم متعهد شدن، قطعی شدن^۴ نام دارد. زمانی می‌گوییم سرنوشت یک سلول قطعی شده که حتی اگر در ناحیه‌ی دیگری از جنین (یک محیط غیرخنثی از نظر تکوینی) قرار داده شود، قابلیت تمایز خودبه‌خودی را داشته باشد. اگر یک سلول یا یک بافت در این شرایط خاص قابلیت تمایز به سرنوشت اصلی خود را داشته باشد، می‌توان عنوان نمود که متعهد شدنش غیرقابل برگشت است.

سه راهکار اصلی برای متعهد شدن وجود دارد و هیچ جنینی پیدا نمی‌شود که تنها از یکی از این راه‌کارها استفاده نماید. هر سه راه‌کار موجود بر این اساس که گروه‌های خاصی از عوامل رونویسی به سلول‌های متفاوتی از جنین ابتدایی تخصیص داده می‌شود، عمل می‌کنند.

تخصصی شدن خودبه‌خودی

اولین شیوه‌ی متعهد شدن، تخصصی شدن خودبه‌خودی^۵ است. در این حالت، بلاستومرها گروهی از عوامل رونویسی را از سیتوپلاسم سلول تخم به ارث می‌برند و این عوامل نیز با تنظیم بیان ژن‌ها مسیر تکوین سلول را هدایت می‌نمایند.

1. Differentiation
2. commitment
3. specification
4. Determination
5. Autonomous specification

فصل

۴

گامت‌سازی و لقاح

۴۱

لقاح فرآیندی است که اسپرم و تخمک - که در مجموع گامت‌ها نامیده می‌شوند - با هم ترکیب می‌شوند تا موجودی جدید خلق شود که ژنوم آن از هر دو والد مشتق شده باشد. لقاح دو جنبه دارد که عبارتند از: آمیزش (ترکیب ژن‌های مشتق شده از دو والد) و تولیدمثل (خلق موجودی جدید). بنابراین عملکرد اول لقاح انتقال ژن‌ها از والد به فرزند و عملکرد دوم آن شروع دسته‌ای از واکنش‌ها در سیتوپلاسم سلول تخم است تا فرآیند تکوین آغاز گردد.

لقاح شامل چهار مرحله‌ی اصلی است:

۱. تماس بین اسپرم و تخمک و شناسایی آن‌ها توسط یکدیگر.
۲. تنظیم ورود اسپرم به درون تخمک.
۳. الحاق ماده‌ی ژنتیکی اسپرم و تخمک.
۴. فعال شدن متابولیسم تخمک به‌منظور شروع تکوین.

ساختار گامت‌ها

تخمک باعث فعال شدن متابولیسم اسپرم می‌شود، فرآیندی که برای لقاح ضروری است. اسپرم نیز به‌طور متقابل باعث فعال شدن متابولیسم تخمک می‌گردد، فرآیندی که برای راه‌اندازی تکوین ضروری است. اما قبل از بررسی این جنبه‌های لقاح، لازم است تا اطلاعاتی پیرامون ساختار اسپرم و تخمک (دو سلول تخصص یافته برای لقاح) داشته باشیم.

ایجاد سلول‌های جنسی (Gametogenesis)

به غیر از حالت‌های استثنایی، تمام موجودات زنده پرسلولی از ترکیب دو سلول جنسی به‌وجود می‌آیند؛ بنابراین تکوین اکثر موجودات زنده با لقاح شروع می‌شود. در طی لقاح سلول‌های جنسی نر و ماده با یکدیگر ترکیب می‌شوند و تخم (Zygote) را ایجاد می‌کنند. سلول‌های جنسی اولیه بعد از ورود به داخل نوار تناسلی^۱، برای آماده شدن جهت لقاح متحمل تغییراتی می‌شوند. این تغییرات طی سه مرحله تکثیر سلولی (cell proliferation)، رشد سلولی (cell growth) و رسیدگی (maturation) انجام می‌شود. در مرحله تکثیر سلولی، سلول‌های زاینده بدوی که اکنون در جنس نر، اسپرماتوگونی یا در جنس ماده، اووگونی نامیده می‌شوند، توسط میتوز تقسیم می‌شوند و سلول‌هایی نظیر خود را ایجاد می‌کنند. در مرحله رشد سلولی، تقسیمات متوقف می‌شود و سلول‌ها شروع به سنتز مواد و پروتئین‌های جدیدی

۱. غدد جنسی مهره‌داران در ابتدا به شکل یک جفت نوار طولی به نام نوارها یا ستیغ‌های تناسلی (Genital ridges) ظاهر می‌شوند.

فصل

۵

مراحل اولیه‌ی رشد و نمو جنینی در جانوران

۷۰

لقاح باعث می‌شود که سلول تخم ژنوم جدیدی را کسب نموده و سیتوپلاسم خود را بازآرایی نماید. حال این سلول تخم روند ایجاد یک موجود پر سلولی را آغاز می‌نماید. در حین تسهیم، تقسیمات سریع سلولی، سیتوپلاسم تخم لقاح یافته را به سلول‌های متعددی تقسیم می‌کند. سپس حین گاسترولاسیون این سلول‌ها تحت تأثیر یک‌سری جابه‌جایی‌های مشخص قرار می‌گیرند، فرایندی که طی آن سلول‌ها به نواحی مختلف جنین حرکت کرده و همسایگان جدیدی پیدا می‌کنند. هم‌زمان با تسهیم و گاسترولاسیون محورهای اصلی جنینی تعیین می‌شود و سلول‌های جنینی شروع به اکتساب سرنوشت مورد انتظار خود می‌کنند.

اگرچه تسهیم همیشه بر گاسترولاسیون مقدم است، اما شکل‌گیری محورها در برخی از گونه‌ها بسیار زودتر و در زمان شکل‌گیری تخمک شروع می‌شود. این فرایند می‌تواند حین تسهیم کامل شود (مانند آن‌چه در دروزوفیلا اتفاق می‌افتد) یا این‌که به‌طور کامل در گاسترولاسیون اتفاق افتد (نظیر آن‌چه در زنوپوس دیده می‌شود) هر سه محور جنینی باید تخصصی شوند. محور قدامی - خلفی (سر - مخرج)، محور پشتی - شکمی (پشت - شکم) و محور چپ - راست. در گونه‌های مختلف، این محورها در زمان‌های مختلف و با استفاده از مکانیسم‌های متفاوتی تخصصی می‌شوند.

تسهیم

زمانی که لقاح کامل می‌شود تکوین موجود پر سلولی توسط فرایندی به نام تسهیم دنبال می‌گردد. تسهیم مجموعه‌ای از تقسیمات میتوزی است که طی آن حجم وسیع سیتوپلاسم تخم بین سلول‌های کوچک‌تر واجد هسته تقسیم می‌شود. به این سلول‌های مرحله‌ی تسهیم، بلاستومر گفته می‌شود. در اغلب گونه‌ها (پستانداران استثناء مهم محسوب می‌شوند) سرعت اولیه‌ی تقسیم سلولی و موقعیت بلاستومرها نسبت به یکدیگر تحت کنترل پروتئین‌ها و mRNAهای ذخیره شده در اووسیت‌ها می‌باشد. اما پس از آن سرعت تقسیم سلولی و موقعیت سلول‌ها تحت کنترل ژنوم تازه شکل گرفته، قرار می‌گیرد.

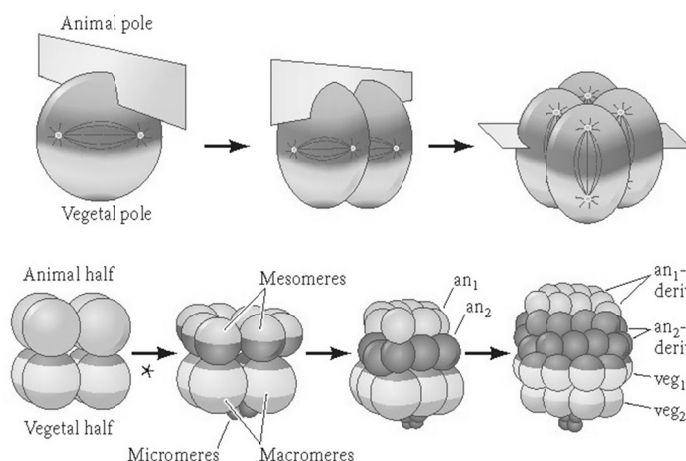
حین مرحله‌ی ابتدایی تکوین، زمانی که چگونگی تسهیم توسط عوامل مادری کنترل می‌شود، حجم سیتوپلاسم افزایش نمی‌یابد. بلکه حجم وسیع سیتوپلاسم سلول تخم بین سلول‌های کوچک‌تر با تعداد بیش‌تر تقسیم می‌شود. سلول تخم ابتدا دو سلول، سپس چهار و بعد از آن هشت سلول را به‌وجود می‌آورد و به همین ترتیب پیش می‌رود. در بسیاری از بی‌مهرگان تسهیم با سرعت بالایی انجام می‌شود. به‌نظر می‌رسد این سرعت بالا یک مکانیسم سازش برای تولید تعداد زیادی سلول به‌منظور برقراری نسبت متعادل حجم هسته به حجم سیتوپلاسم، (همانند سلول‌های سوماتیک) است. جنین این کار را با حذف دوره‌های توقف چرخه‌ی سلولی (مراحل G1 و G2، که در آن‌ها سلول رشد می‌کند) انجام می‌دهد.

تکوین ابتدایی در بی مهرگان منتخب



شکل ۱. توتیای دریایی.

توتیای دریایی (sea urchins) متعلق به شاخه خارپوستان است و جنس نر و ماده آن از یکدیگر جدا هستند. جانور نر و ماده سلول‌های جنسی خود را به آب دریا می‌ریزند و لقاح در آب انجام می‌شود. توتیای دریایی مدل خوبی برای مطالعات جنین‌شناسی بی‌مهرگان می‌باشد. این جانور را به راحتی می‌توان در آکواریوم آب شور نگهداری کرد. تخمک توتیای دریایی به شکل کروی است و قطر آن $\frac{1}{8}$ میلی‌متر می‌باشد. در اطراف تخمک یک روکش ژله‌ای (Jelly coat) وجود دارد. بعد از لقاح در اثر تجمع رنگدانه‌های درون سیتوپلاسم، در زیر ناحیه استوایی سلول تخم کمربند رنگین (colour band) به‌وجود می‌آید. ناحیه بالای کمربند رنگین قطب جانوری و ناحیه پایین آن قطب گیاهی را ایجاد می‌کند و به این ترتیب سلول تخم قطبیت می‌یابد.



شکل ۲. تسهیم در توتیای دریایی. صفحات تسهیم در سه تقسیم اول و شکل‌گیری ردیف‌های سلولی در تقسیم‌های سوم تا ششم. به تسهیم مداری نامساوی بلاستومرهای قطب نباتی که میکرومرها و ماکرومرها را به‌وجود می‌آورد توجه نمایید.

فصل

۷

تکوین ابتدایی دوزیستان

۹۷

دوزیستان بهترین مدل مهره‌داران برای مطالعات رشد و نمو جنینی محسوب می‌شوند. بسیاری از اطلاعات ما در خصوص القاء جنینی، تعیین محورهای بدن و مکانیسم‌های مورفوژنتیک از مطالعات برروی جنین دوزیستان به‌دست آمده است. تخم‌های دوزیستان بسیار بزرگ بوده، در آب حوض رشد و نمو می‌کنند. تعداد زیادی تخمک در جانور ماده تولید می‌شود و به راحتی می‌توان جنین دوزیستان را کشت داد. بنابراین با ویژگی‌هایی که توضیح داده شده، دوزیستان بدون دم به‌عنوان مدل‌های مناسبی جهت مطالعات جنین‌شناسی استفاده می‌شوند. درحالی که در گذشته از گونه‌های قورباغه (*Rana*) و وزغ (*Bufo*) استفاده می‌شد، ولی در حال حاضر بیش‌تر از قورباغه آفریقایی جنوبی به نام زنوپوس لویس (*Xenopus laevis*) استفاده می‌شود.

در قورباغه نر، یک جفت غده جنسی وجود دارد که زرد رنگ است. برروی بیضه‌ها، اجسام چربی (*Fat bodies*) وجود دارد که تعداد و اندازه آن‌ها برحسب فصل و تغذیه جانور متفاوت است. اجسام چربی در فصل تولیدمثلی کوچک‌تر و بعد از این فصل بزرگ می‌شوند. اسپرم‌ها از طریق مجرای اسپرم‌بر از غدد جنسی به کلواک می‌روید و در نهایت خارج می‌شوند. بیضه‌ها در وزغ بالغ، کشیده و تیره رنگ هستند. در وزغ برروی هر بیضه جسم بیدر (*Bidder's body*) قرار دارد که تخمدان خاموش است. برداشتن بیضه توسط جراحی باعث می‌شود تا جسم بیدر رشد کند و به تخمدان تبدیل شود و در این حالت مجرای مولر که به‌صورت تکوین نیافته می‌باشد، رشد و لوله تخم‌بر را ایجاد می‌کند. در قورباغه و وزغ لقاح به‌صورت خارجی و در آب صورت می‌گیرد.

تخمک دوزیستان توسط لایه‌های ژله‌ای احاطه شده است که در هنگام پایین آمدن از لوله تخم‌بر به آن اضافه می‌شود. در ژله اطراف تخمک موادی نظیر موکوپولی‌ساکاریدها وجود دارد که بعد از خروج از کلواک آب جذب می‌کند و باعث اتصال تخمک‌هایی می‌شود که به‌طور پشت سر هم در حال خروج از کلواک هستند. این عمل باعث می‌شود تا تخمک‌ها به یکدیگر متصل شوند و همانند دانه‌های تسبیح کنار یکدیگر قرار گیرند؛ لذا از پراکندگی تخمک‌ها جلوگیری می‌کنند و احتمال لقاح را افزایش می‌دهند. ماده ژله‌ای هم‌چنین باعث تنظیم رطوبت و حفاظت خارجی تخمک‌ها شده و به‌علت طعم و بوی بدی که دارد مانع تغذیه تخمک‌ها توسط سایر جانوران می‌گردد. لایه ژله‌ای تا مرحله لاروی در اطراف آن‌ها باقی می‌ماند و اعمال فوق را انجام می‌دهد. این لایه‌ها نه تنها نقش محافظتی دارند، بلکه دارای موادی هستند که برای لقاح ضروری می‌باشد.

لقاح در دوزیستان دم‌دار داخلی بوده و تخمک‌های لقاح یافته درون آب گذارده می‌شوند.

اگرچه به‌طور عمومی لقاح در دوزیستان بدون دم به‌صورت خارجی و مونواسپرمی است، ولی لقاح در دوزیستان دم‌دار به‌صورت داخلی و پلی‌اسپرمی رخ می‌دهد. البته استثنائاتی نیز وجود دارد. به‌عنوان نمونه لقاح در بعضی از دوزیستان

فصل

۸

تکوین ابتدایی پرندگان

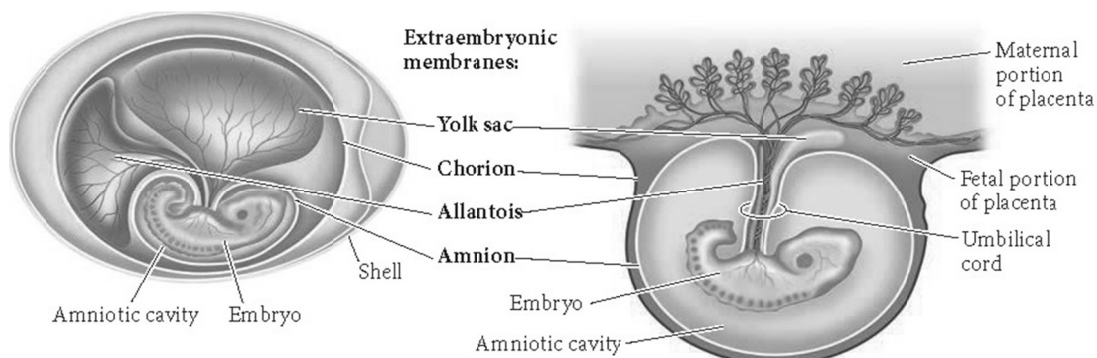
رشد و نمو خزندگان و پرندگان به میزان زیادی شبیه یکدیگر است و فقط تفاوت‌های کمی بین این دو جنس وجود دارد.

رشد و نمو پرندگان

۱۱۲

شامل شش مرحله زیر می‌باشد: اولین مرحله گامتوژنز است که طی آن اسپرم و تخمک به وجود می‌آیند. رشد و نمو جنینی با لقاح شروع می‌شود که دومین مرحله از رشد و نمو است. سومین مرحله تسهیم است که طی آن تعداد سلول‌های زیادی ایجاد و محورهای آینده بدن جنین نیز ایجاد می‌شود. چهارمین مرحله گاسترولا است که در آن سلول‌ها بازآرایی می‌شوند و سه لایه زاینده جنینی یعنی اکتودرم، مزودرم و اندودرم به وجود می‌آیند. مرحله پنجم مورفوژنز می‌باشد که در طی آن جوانه اندام‌ها به وجود می‌آیند. (جوانه اندام‌هایی نظیر لوله عصبی، نوتوکورد، قلب، لوله گوارش اولیه (لوله گوارش جلویی، میانی و عقبی) ششمین مرحله اندام‌زایی است که از نظر زمانی بسیار طولانی می‌باشد. مرحله اندام‌زایی شامل دو فرایند رشد و تمایز است.

به دلایل متعددی مطالعه رشد و نمو جنین جوجه اهمیت دارد. جنین جوجه به راحتی قابل دسترس است و می‌توان رشد و نمو آن را مطالعه نمود. جنین جوجه سیستم حیاتی و الگوهای رشد و نمو جانوران خونگرم و آمیون‌دار را نشان می‌دهد. هم‌چنین می‌توان جنین‌های جوجه را از طریق جراحی دستکاری نمود و چون رشد و نمو بسیاری از اندام‌های آن مشابه با پستانداران است، لذا به عنوان جایگزینی مناسب برای جنین‌های پستانداران در مطالعات جنین‌شناسی به کار می‌روند.



شکل ۱. غشای تخم آمیون‌داران در پرندگان (چپ) و پستانداران (راست).

فصل

۹

تکوین ابتدایی پستانداران

۱۲۷

پستانداران (Mammals) گروهی از آمیون‌داران هستند که دارای غدد پستانی بوده و به نوزادان خود شیر می‌دهند. بدن پستانداران از مو پوشیده شده است که برای تثبیت دمای بدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. غده هیپوفیز در پستانداران هورمون اکسی‌توسین تولید می‌کند، قلب در پستانداران دارای دو بطن و دو دهلیز بوده، گلبول‌های قرمز فاقد هسته‌اند، شش‌ها دارای آئول و دیافراگم می‌باشد. حدود ۴۵۰۰ گونه از پستانداران تاکنون شناسایی شده است. شواهد نشان می‌دهد که پستانداران از اجداد خزندگان منشاء گرفته‌اند. از لحاظ تولیدمثلی، پستانداران شامل این گروه‌ها هستند:

۱. پستانداران تخم‌گذار که اعضای این گروه متعلق به پروتوتیریا (Prototheria) بوده و نمونه‌هایی از این گروه پلاتی‌پوس (Platipus)، اکیدنه (Echidnes) می‌باشد. رده مونوترماتا (Monotremata) متعلق به این گروه است. این گروه دارای کلوک هستند که ادرار، مدفوع و سلول‌های جنسی به آن وارد می‌شوند. مونوترم‌ها فقط در قاره استرالیا یافت می‌شوند. این گروه تخم‌گذار بوده ولی بدن آن‌ها از مو پوشیده شده است و غدد پوستی آن‌ها شیر تولید می‌کند.

۲. متاتیریا (Metatheria) که شامل رده کیسه‌داران (Marsupialia) است، بچه‌زا (Viviparous) بوده ولی نوزادان خود را به‌طور نارس به دنیا می‌آورند که این نوزادان درون کیسه‌های شکمی نگهداری می‌شوند. این کیسه‌ها دارای غدد شیری هستند. متاتیریا نسبت به مونوترماتا دارای گسترش جغرافیایی بیش‌تری بوده و در آمریکای جنوبی و استرالیا دیده می‌شوند. تنها یک نوع اپوسوم به نام *Didelphis virginiana* در آمریکای شمالی دیده می‌شود. فسیل متاتیرین‌ها در اروپا و قطب جنوب پیدا شده است.

۳. یوترین (Eutherian) که جفت‌دار (Placental) و بچه‌زا بوده و از طریق جفت کوریوآلانتوئیک (Chorioallantoic placenta) با خون مادر ارتباط دارند. دوره حاملگی در پستانداران از ۹ روز (موش کیسه‌دار) تا ۲۲ ماه (در فیل) متفاوت می‌باشد. جنین پستانداران درون رحم لانه‌گزینی (Implantation) می‌کند که طی آن ارتباط خونی بین جنین و مادر برقرار می‌شود.

هفته اول نمو: تخمک‌گذاری تا لانه‌گزینی

هفته اول تکوین جنینی انسان شامل مراحل تخمک‌گذاری تا لانه‌گزینی می‌باشد. در جنس مؤنث در طی بلوغ چرخه‌های منظم ماهانه شروع می‌شود. هیپوتالاموس با تولید هورمون‌های آزادکننده گنادوتروپین بر روی سلول‌های

فصل

۱۱

ماه سوم تا تولد:

جنین و جفت

۱۹۲

از ابتدای ماه سوم تا زمان تولد، جنینی (Fetal period) نامیده می‌شود.

اندازه جنین را می‌توان با اندازه‌گیری فرق سر-پاشنه پا (Crown-heel length=CHL) محاسبه نموده که در دوران جنینی برحسب سانتی‌متر بیان می‌شود. طول جنین در ماه‌های سوم تا پنجم به سرعت رشد می‌کند درحالی که افزایش وزن آن در دو ماه آخر حاملگی بسیار زیاد است. طول مدت بارداری سی و هشت هفته بعد از لقاح و یا چهل هفته بعد از شروع آخرین قاعدگی طبیعی (Last normal menstrual period-LNMP) است.

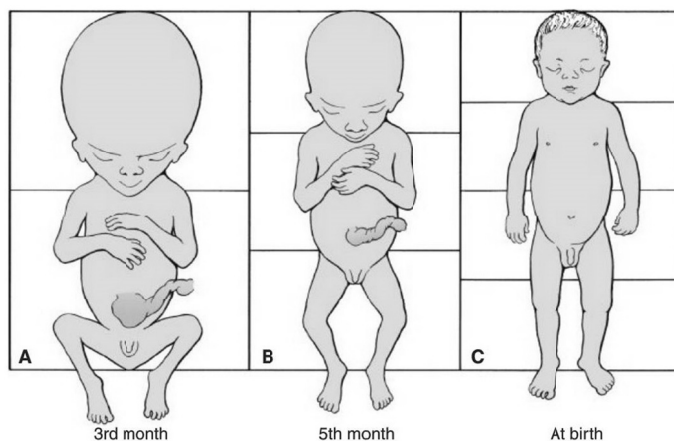
سرعت رشد سر نسبت به ماه دوم کاهش می‌یابد. درحالی که در آغاز ماه پنجم، این مقدار به یک سوم CHL و در موقع تولد به یک چهارم CHL می‌رسد. در طی ماه سوم، صورت جنین شبیه انسان می‌شود. چشم‌ها که در طرفین سر قرار داشتند، در موقعیت اصلی خود قرار می‌گیرند. تا هفته دوازدهم مراکز استخوان‌سازی اولیه در جمجمه و استخوان‌های بلند ایجاد می‌شود و اندام‌های تناسلی خارجی نیز تکوین می‌یابند؛ لذا از طریق سونوگرافی می‌توان جنسیت جنین را تعیین نمود. در ابتدای ماه سوم قوس‌های روده و احتمالاً کبد به‌صورت برجستگی در بندناف وارد می‌شود که این حالت را فتق فیزیولوژیک می‌گویند که در انتهای ماه سوم به داخل حفره شکمی برمی‌گردند. در انتهای ماه سوم عضلات تا حدودی منقبض می‌شوند. بیش‌ترین رشد طول جنین در ماه چهارم و پنجم می‌باشد به‌نحوی که در پایان نیمه اول حاملگی، CRL حدود ۱۵ سانتی‌متر است که نصف CRL نوزاد تازه متولد شده می‌باشد (CRL در هنگام تولد ۳۰ سانتی‌متر است). وزن جنین در نیمه اول حاملگی بسیار کم است و در ماه پنجم به حدود ۵۰۰ گرم می‌رسد. از ماه پنجم به بعد جنین درون مایع آمنیون حرکت می‌کند و این حرکات توسط مادر حس می‌شود. بدن جنین توسط موهای ظریفی به نام موهای کرکی (Lanugo hair) پوشیده شده است که در هنگام تولد نیز در مناطقی نظیر پیشانی و صورت وجود دارد که به مرور ریزش پیدا می‌کند.

وزن جنین از ۵۰۰ گرم در ماه پنجم به ۳۲۰۰ گرم در موقع تولد می‌رسد. در دو ماه آخر جنینی، بدن جنین به دلیل تجمع چربی زیر پوست به حالت طبیعی تبدیل می‌شود، درحالی که در ماه ششم به دلیل فقدان بافت همبند پوست دارای چروک فراوان می‌باشد. در سطح پوست بدن جنین ماده سفید رنگ و چربی به نام ورنیکس کازئوزا (Vernix caseosa) وجود دارد که نتیجه ترشحات غدد چربی می‌باشد.

در هنگام تولد وزن یک نوزاد به‌طور طبیعی ۳۲۰۰-۳۰۰۰ گرم و CRL=۳۶cm و CHL=۵۰cm است. یکی از وقایع مهم در جنین‌های مذکر این است که بیضه‌ها در موقع تولد به داخل کیسه اسکروتوم وارد می‌شوند.

رشد قد و وزن در دوره جنینی

سن (هفته)	CRL (سانتی متر)	وزن (گرم)
۹-۱۲	۵-۸	۱۰-۴۵
۱۳-۱۶	۹-۱۴	۶۰-۲۰۰
۱۷-۲۰	۱۵-۱۹	۲۵۰-۴۵۰
۲۱-۲۴	۲۰-۲۳	۵۰۰-۸۲۰
۲۵-۲۸	۲۴-۲۷	۹۰۰-۱۳۰۰
۲۹-۳۲	۲۸-۳۰	۱۴۰۰-۲۱۰۰
۳۳-۳۶	۳۱-۳۴	۲۲۰۰-۲۹۰۰
۳۷-۳۸	۳۵-۳۶	۳۰۰۰-۳۴۰۰



شکل ۱. اندازه سر در قیاس با بقیه بدن در مراحل مختلف نمو.

پرده‌های جنینی و جفت

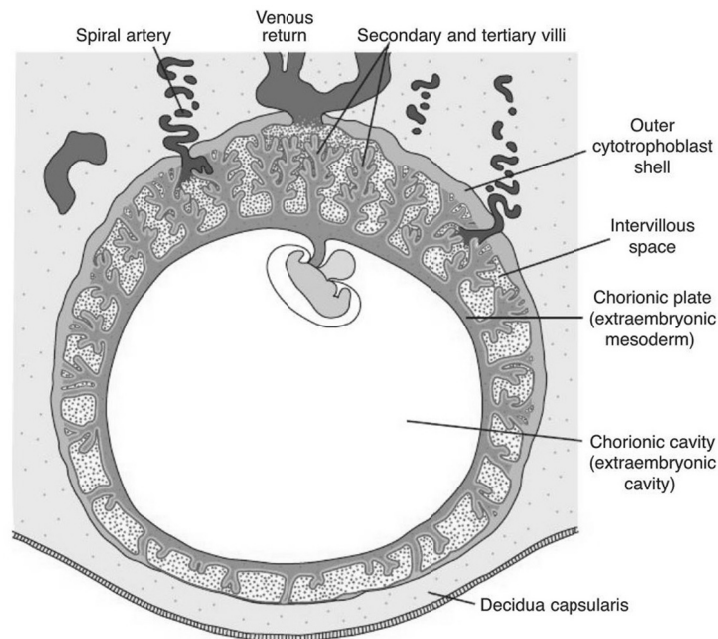
جفت عضوی است که تبادل مواد غذایی و گاز را بین مادر و جنین تسهیل می‌کند. همگام با آغاز هفته نهم نمو، تقاضای جنین برای مواد غذایی و عوامل دیگر افزایش می‌یابد که موجب تغییرات عمده در جفت می‌شود. مهم‌ترین این تغییرات، افزایش مساحت بین بخش‌های مادری و جنینی برای تسهیل تبادل مواد است. در پی افزایش تولید مایع آمنیونی، نظم پرده‌های جنینی نیز تغییر می‌یابد.

تغییرات در تروفوبلاست

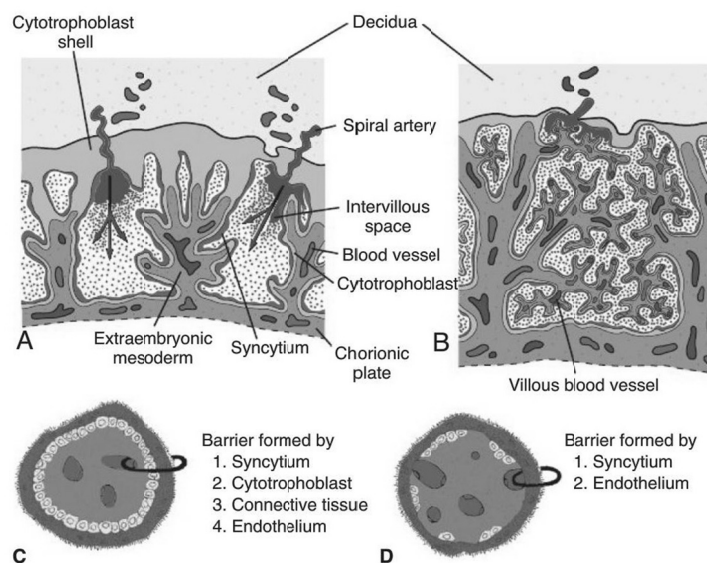
بخش جنینی جفت از تروفوبلاست و مزودرم خارج رویانی (صفحه کوریونی) و بخش مادری از اندومتر رحم منشاء می‌گیرد. با آغاز ماه دوم، تروفوبلاست با تعداد زیادی پرزهای ثانویه و ثالثیه مشخص می‌شود که به آن یک ظاهر شعاعی می‌بخشند. پرزهای ساقه‌دار (لنگری) از مزودرم صفحه کوریونی تا پوسته سیتوتروفوبلاستی امتداد دارند. سطح پرزها را سین‌سیس‌سیوم واقع بر یک لایه از سلول‌های سیتوتروفوبلاستی تشکیل می‌دهد، که به نوبه خود، یک مرکز مزودرم عروقی را می‌پوشانند. دستگاه مویرگی در حال تشکیل در مرکز ساقه‌های پرزی، خیلی زود با مویرگ‌های صفحه کوریونی و ساقه اتصالی در تماس قرار می‌گیرند و دستگاه عروقی خارج رویانی را به وجود می‌آورند. شریان‌های مارپیچی در رحم، خون مادر را به جفت می‌رسانند. سلول‌های سیتوتروفوبلاست با تهاجم به آندوتلیوم عروق باعث تخریب عروق مادری و رهاسازی خون به فضاهای بین پرزی می‌شوند. این سلول‌ها که از انتهای پرزهای لنگری آزاد می‌شوند به انتهای شریان‌های مارپیچی هجوم می‌برند که در این‌جا جایگزین سلول‌های آندوتلیال مادری در دیواره عروق می‌شوند و عروق هیبرید (دورگه) حاوی هر نوع سلول‌های جنینی و مادری را به وجود می‌آورند.

برای دستیابی به این هدف، سلول‌های سیتوتروفوبلاست دستخوش گذر از حالت اپی‌تلیال به آندوتلیال می‌شوند. تهاجم سلول‌های سیتوتروفوبلاست به شریان‌های مارپیچی، باعث تبدیل این عروق از عروقی با قطر کم و مقاومت زیاد به عروقی با قطر زیاد و مقاومت کم می‌شود که می‌توانند مقدار زیادی خون مادری را به فضاهای بین پرزی تحویل دهند.

در جریان ماه‌های بعدی، زوائد کوچک متعددی به خارج از پرزهای ساقه‌دار موجود رشد می‌کنند و به‌صورت پرزهای آزاد به داخل فضاهای لاکونار یا بین پرزی گسترش می‌یابند. در آغاز، این پرزهای تازه شکل گرفته ابتدایی هستند (شکل ۳C)، ولی با شروع ماه چهارم، سلول‌های سیتوتروفوبلاست و برخی سلول‌های بافت همبند ناپدید می‌شوند. از این به بعد، سین‌سیشیوم و دیواره اندوتلیال عروق خونی، تنها لایه‌هایی هستند که گردش خون‌های مادری و جنینی را از هم جدا می‌کنند (شکل ۳B,D). اغلب سین‌سیشیوم بسیار نازک می‌شود و تکه‌های بزرگ حاوی چندین هسته ممکن است کنده شده و به داخل دریاچه‌های خونی بین پرزی بیافتد. این تکه‌های معروف به گره‌های سن‌سیشیال به گردش خون مادری وارد و معمولاً بدون ایجاد علامتی دژنره می‌شوند. ناپدید شدن سلول‌های سیتوتروفوبلاست از پرزهای کوچک تا پرزهای بزرگ پیش می‌رود، هرچند برخی از آن‌ها همواره در پرزهای بزرگ باقی می‌مانند، اما در تبادلات بین دو گردش خون شرکت نمی‌کنند.



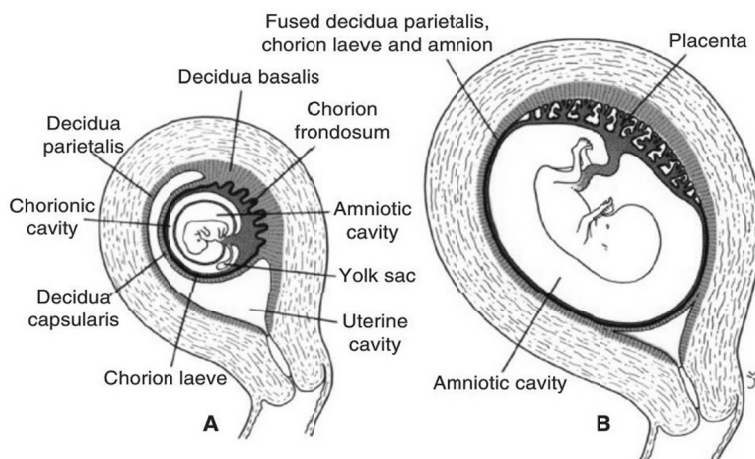
شکل ۲. رویان انسان در آغاز ماه دوم نمو. در قطب رویانی، پرزها متعدد و کاملاً تشکیل یافته هستند؛ در قطب مخالف رویانی، آن‌ها کم تعداد و کم‌تر رشد یافته هستند.



شکل ۳. ساختمان پرزها در مراحل مختلف نمو. A. در جریان هفته چهارم، مزودرم خارج رویانی در جهت صفحه دسیجیوایی به پرزهای ساقه‌دار نفوذ می‌کند. B. در جریان ماه چهارم، در بسیاری از پرزهای کوچک، دیواره مویرگ‌ها در تماس مستقیم با سن‌سیشیوم قرار دارند. C,D. بزرگنمایی پرز نشان داده شده در شکل ۳A,B.

کورین پرزی و دسیجوا قاعده‌ای

در هفته‌های نخست نمو، پرزها تمامی سطح کورین را می‌پوشانند (شکل ۲). با پیشرفت بارداری، پرزهای قطب رویانی به رشد و توسعه خود ادامه می‌دهند و کورین پرزی (بوتنه‌ای) (chorion frondosum) را ایجاد می‌کنند. پرزهای روی قطب مخالف رویانی دژنره می‌شوند و در ماه سوم، این سمت از کورین به کورین صاف (chorion leave) معروف است (شکل ۴). یک تفاوت دیگر قطب‌های رویانی و مخالف رویانی کورین، در ساختمان دسیجوا (لایه عملکردی آندومتر) است که در جریان زایمان ریزش می‌کند. دسیجوا روی کورین پرزی موسوم به دسیجوا قاعده‌ای از یک لایه متراکم از سلول‌های بزرگ موسوم به سلول‌های دسیجوایی تشکیل شده که مقادیر زیادی چربی و گلیکوژن دارند. این لایه موسوم به صفحه دسیجوا، محکم به کورین متصل شده است. لایه دسیجوا روی قطب مخالف رویانی، دسیجوا کپسولی است (شکل ۴A). با رشد حفره کوریونی، این لایه کشیده و دژنره می‌شود. متعاقباً کورین صاف با دیواره رحم (دسیجوا کناری) در سمت مقابل رحم در تماس قرار می‌گیرد و این دو به هم جوش می‌خورند (شکل ۴) تا فضای رحم را مسدود کند. به این ترتیب، تنها بخشی از کورین که در فرایند تبادل شرکت می‌کند، کورین پرزی است که به همراه دسیجوا قاعده‌ای، جفت را می‌سازد. به همین ترتیب، جوش خوردن آمنیون و کورین برای ایجاد پرده آمنیوکوریونی، حفره کوریونی را مسدود می‌کند (شکل ۴A,B). همین پرده است که در جریان زایمان پاره می‌شود (پاره شدن کیسه آب).



شکل ۴. ارتباط پرده‌های جنینی با دیواره رحم. A. پایان ماه دوم. به کیسه زرده در حفره کوریونی بین آمنیون و کورین توجه کنید. در قطب مخالف رویانی، پرزها، محو شده‌اند (کورین صاف). B. پایان ماه سوم. آمنیون و کورین به هم جوش خورده‌اند و حفره رحمی را الحاق کورین صاف و دسیجوا کناری مسدود کرده است.

ساختمان جفت در انسان

در شروع ماه چهارم، جفت از دو بخش جنینی (Fetal portion) و بخش مادری (Maternal portion) تشکیل شده است. بخش جنینی از کورین پرزدار و بخش مادری از دسیجوا قاعده‌ای ساخته شده است. در قسمت جنینی، مرز بین جفت و جنین را صفحه کوریونی تشکیل می‌دهد و در سمت مادری، در اطراف جفت دسیجوا قاعده‌ای وجود دارد که در بخشی از آن به نام صفحه دسیجوا، فرو رفتگی به وجود می‌آید. در ناحیه اتصال، سلول‌های تروفوبلاست و دسیجوا با یکدیگر مخلوط می‌شوند. در این ناحیه سلول‌های غول‌پیکر دسیجوا و سن‌سی سیال و ماتریکس خارج سلولی فراوان وجود دارد. در ماه چهارم، اکثر سلول‌های سیتوتروفوبلاست تحلیل رفته‌اند. بین صفحات کوریونی و دسیجوا، فضاهای بین پرزی وجود دارد که توسط خون مادر پر شده است. پرزها به این فضاها (حوضچه‌های خونی) وارد می‌شوند. در ماه پنجم، دسیجوا تعدادی تیغه به نام تیغه‌های دسیجوا (Decidual septa) را ایجاد می‌کند که وارد فضاهای بین پرزی شده ولی به صفحه کوریونی نمی‌رسند (شکل ۵). این تیغه در مرکز خود از بافت مادری و در سطح از سلول‌های سن‌سی سیال ساخته شده است. بنابراین در تمام مدت حاملگی لایه سن‌سی سیوم در سد بین خون مادر و جنین وجود دارد. هنگامی که تیغه‌های دسیجوا به وجود می‌آیند، ساختمان جفت به چند قسمت به نام کوتیلدون (Cotyledon) تقسیم می‌شود (شکل ۶).

تعیین جنسیت

۲۰۱

نظریه‌ی تعیین جنسیت محیطی، تا زمان کشف کروموزوم‌های X و Y و شناخت ارتباط آن‌ها با جنسیت موجودات، که برای اولین بار در حشرات به اثبات رسید و مشخص شد که موجودات ماده دارای کاریوتیپ (محتوای کروموزومی) XX و موجودات نر دارای کاریوتیپ‌های XY یا XO هستند، به‌عنوان اصلی‌ترین نظریه‌ی علمی تعیین جنسیت مطرح بود. این ارتباط به‌طور قدرتمندی نشان داد که ترکیبات هسته‌ای خاصی مسئول هدایت تکوین فنوتیپ جنسی هستند. بدین ترتیب جمع‌آوری شواهدی در مورد این‌که تعیین جنسیت بیش‌تر به وسیله‌ی وراثت هسته‌ای ایجاد می‌گردد تا وقایع اتفاقی محیطی، ادامه یافت.

امروزه می‌دانیم که در گونه‌های مختلف هم مکانیسم‌های محیطی و هم مکانیسم‌های درونی جنسیت می‌توانند وارد عمل شوند.

تعیین جنسیت کروموزومی

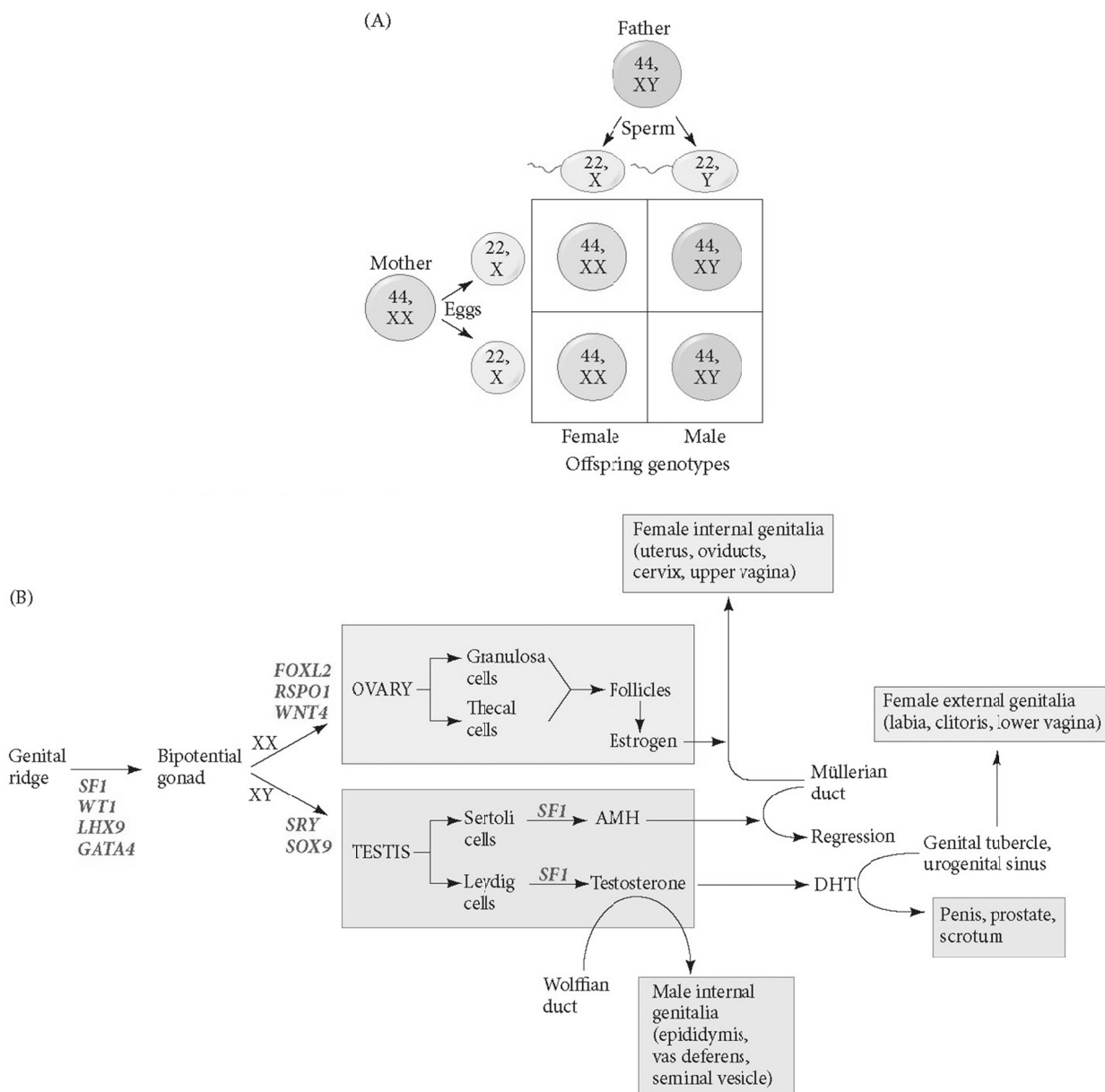
مسیرهای متعددی وجود دارد که کروموزوم‌ها از طریق آن‌ها می‌توانند جنسیت جنین را تعیین کنند. در پستانداران، وجود کروموزوم X دوم و یا وجود کروموزوم Y تعیین می‌کند که جنین ماده (XX) یا نر (XY) شود. در پرندگان، وضعیت برعکس است. نر دو کروموزوم جنسی همسان (ZZ) دارد، درحالی که ماده یک جفت کروموزوم ناهمسان (ZW) دارد. در مگس‌ها کروموزوم Y هیچ نقشی در تعیین جنسیت ایفا نمی‌کند، اما به‌نظر می‌رسد تعداد کروموزوم‌های X فنوتیپ جنسی را تعیین می‌کند. در سایر حشرات (به‌ویژه Hymenoptera نظیر زنبورهای عسل، زنبورهای وحشی و مورچه‌ها)، تخم‌های دیپلوئید لقاح یافته به ماده‌ها تکوین می‌یابند، درحالی که تخم‌های هاپلوئید لقاح نیافته، نر می‌شوند.

الگوی پستانداران: تعیین جنسیت اولیه و ثانویه

تعیین جنسیت اولیه شامل تعیین غدد جنسی، یعنی تخمدان‌های تولیدکننده‌ی تخمک یا بیضه‌های تولیدکننده‌ی اسپرم است. در پستانداران، تعیین جنسیت اولیه کروموزومی است و اغلب از محیط تأثیر نمی‌پذیرد. تشکیل تخمدان‌ها و بیضه‌ها هر دو فرایندهایی فعال بوده و توسط ژن‌ها هدایت می‌شوند.

هم غدد جنسی نر و هم ماده از یک پیش‌ساز مشترک یعنی غدد جنسی دو استعدادی^۱ یا نامتمایز^۲ مشتق می‌شوند. در بیش‌تر موارد کاریوتیپ ماده XX و کاریوتیپ نر XY است.

1. Bipotential gonad
2. Indifferent gonad



شکل ۱. تعیین جنسیت در پستانداران. (A) تعیین جنسیت کروموزومی پستانداران تقریباً تعداد برابری از فرزندان نر و ماده را ایجاد می‌کند. (B) آبشار فرضی که منجر به ایجاد فنوتیپ نر و ماده در پستانداران می‌شود. روند تبدیل ستیغ تناسلی به غده‌ی جنسی دو استعدادی احتیاج به ژن‌های *LHX9*، *SF1* و *WT1* دارد، از این رو موش‌هایی که فاقد هر کدام از این ژن‌ها هستند، فاقد غده‌ی جنسی‌اند. به نظر می‌رسد که این غده‌ی جنسی دو استعدادی به‌وسیله‌ی ژن‌های *RSPO1*، *WNT4* و (شاید) *DAX1* به سمت جنس ماده (تکوین تخمدان) حرکت کند و به‌وسیله‌ی ژن *SRY* (روی کروموزوم Y) و با کمک ژن‌های اتوزومی مثل *SOX9* به سمت جنس نر (تکوین بیضه) حرکت نماید. (در غده‌ی جنسی نر نیز *Dax1* و *Wnt4* به میزان کم‌تری وجود دارند). تخمدان، سلول‌های تکا و سلول‌های گرانولوزا را ایجاد می‌کند که به کمک هم قادر به سنتز استروژن می‌باشند. تحت اثر استروژن (ابتدا از مادر، سپس از غدد جنسی جنینی)، مجرای مولر به مجاری تولیدمثل ماده تمایز می‌یابد، دستگاه تناسلی داخلی و خارجی تکوین یافته و فرزند حاصل دارای خصوصیات ثانویه‌ی جنسی یک فرد ماده می‌گردد. بیضه دو عامل اصلی را ایجاد می‌کند. اول عامل ضدمولر (*AMF*)، که سبب می‌شود مجرای مولر سیر قهقراپی را طی نماید. دوم، تستوسترون که سبب تمایز مجاری ولف به دستگاه تناسلی داخلی می‌شود. در ناحیه‌ی ادراری تناسلی تستوسترون به دی‌هیدروتستوسترون تبدیل می‌شود و این هورمون سبب ریخت‌زایی آلت تناسلی و غده‌ی پروستات می‌گردد.

سلول‌های زایای بدوی (PGC)

۲۰۹

در بسیاری از جانوران نظیر حشرات، کرم‌های حلقوی و مهره‌داران از همان مراحل ابتدایی تکوین، سلول‌های زایا و انواع سلول‌های سوماتیک به‌طور مشخصی از هم مجزا می‌شوند. اما در برخی دیگر از شاخه‌های جانوران (و در سراسر سلسله گیاهان) این انشقاق به خوبی صورت نگرفته است. در این گونه‌های جانوری (که شامل شانه‌داران، کرم‌های پهن و تونیکات‌ها هستند)، همان سلول‌های سوماتیک می‌توانند موجود جدیدی را ایجاد کنند. زوئیدها، جوانه‌ها و پولیپ‌های بسیاری از شاخه‌های بی‌مهرگان، شواهدی بر توانایی سلول‌های سوماتیک در به‌وجود آوردن افراد جدید هستند.

در آن دسته از موجوداتی که دارای دودمان زایای مشخصی هستند و سلول‌های زایششان در مراحل ابتدایی تکوین از سلول‌های سوماتیک جدا می‌شوند نیز اغلب این سلول‌های زایا درون غدد جنسی به‌وجود نمی‌آیند. بلکه، پیش‌سازهای آن‌ها یعنی سلول‌های زایای بدوی^۱ (PGCs) در جای دیگری به‌وجود آمده و به سوی غدد جنسی در حال تکوین مهاجرت می‌کنند. بنابراین اولین مرحله‌ی گامتوژنز، شامل تشکیل PGCها و رسیدن آن‌ها به ستیغ تناسلی غده‌ی جنسی در حال تشکیل است.

پلاسم زایا و تعیین سلول‌های زایای بدوی

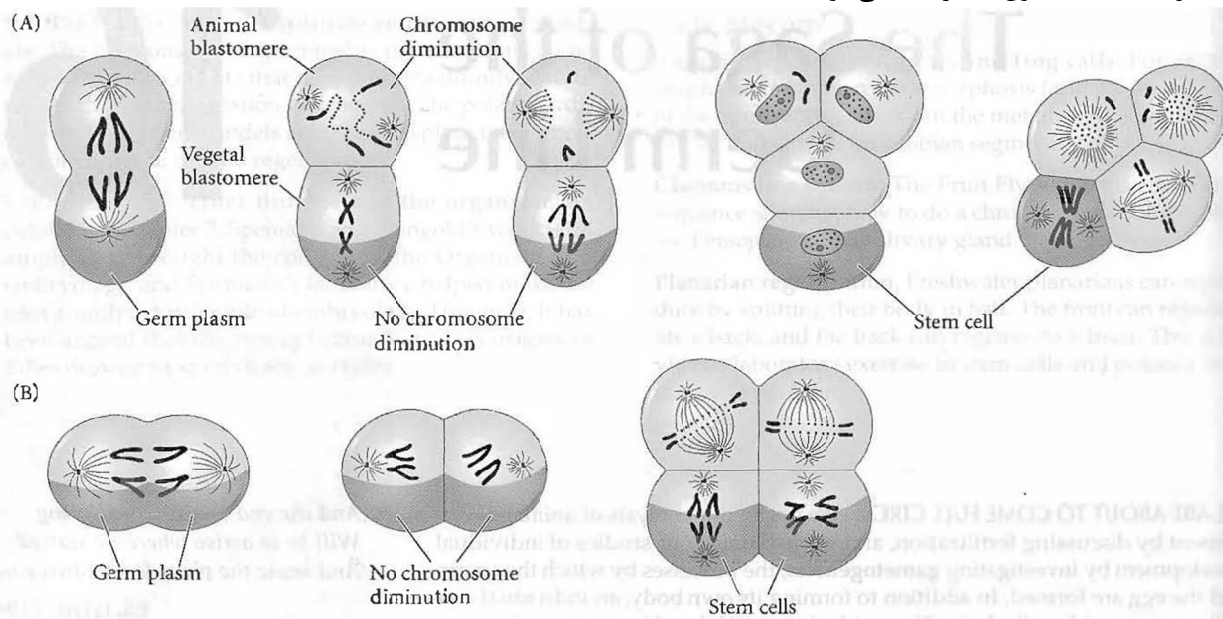
همه‌ی موجودات زنده‌ای که از طریق جنسی تولیدمثل می‌کنند از الحاق گامت‌ها (اسپرم و تخمک) به‌وجود می‌آیند؛ و همه‌ی گامت‌ها نیز از سلول‌های زایای بدوی به‌وجود می‌آیند. در اغلب موجودات مدل آزمایشگاهی (مثل قورباغه‌ها، کرم‌های لوله‌ای و مگس‌ها) این سلول‌های زایای بدوی به‌صورت خودبه‌خود و به وسیله‌ی تعیین‌کننده‌های سیتوپلاسمی درون تخم، تخصصی می‌شوند. این تعیین‌کننده‌ها بعدها طی تسهیم به درون سلول‌های ویژه‌ی وارد می‌شوند. با این وجود شواهد نشان می‌دهند که در بسیاری از گونه‌ها (مثل سمندر و پستانداران) این سلول‌های زایا به وسیله‌ی برهمکنش میان سلول‌های مجاور تخصصی می‌شوند. در گونه‌هایی که تعیین سلول‌های زایای بدوی به وسیله‌ی تجمع خودبه‌خودی پروتئین‌ها و mRNAهای ویژه انجام می‌شود، به این اجزای سیتوپلاسمی در مجموع پلاسم زایا^۲ می‌گویند.

ایجاد سلول زاینده بدوی در نماتودها

نوعی آسکاریس وجود دارد که فقط دو کروموزوم در هر سلول دارد. بنابراین مشاهده جزئیات کروموزوم‌ها ساده است. سطح تسهیم در اولین تقسیم جنینی به‌صورت استوایی است و قطب گیاهی و جانوری تخم را از یکدیگر جدا می‌کنند.

1. Primordial germ cells (PGCs)
2. Germ plasm

جالبتر از آن رفتار کروموزوم‌ها در تقسیم بعدی در دو بلاستومر اولیه می‌باشد. انتهای کروموزوم‌ها در بلاستومر حاصله از قطب جانوری درست قبل از تقسیم آن به ده‌ها قطعه تبدیل می‌شود. این پدیده کاهش کروموزوم (Chromosome diminution) نامیده می‌شود؛ زیرا فقط یک قطعه از کروموزوم اولیه باقی می‌ماند. تعداد زیادی از ژن‌ها در این سلول‌ها به دلیل قطعه قطعه شدن کروموزوم‌ها از بین می‌روند و در نتیجه هسته‌های حاصله نیز فاقد ژن‌های فوق خواهند بود. درحالی که در بلاستومر قطب گیاهی کروموزوم‌ها به صورت طبیعی باقی می‌مانند. در طی دومین تسهیم بلاستومر جانوری به صورت نصف‌النهار تقسیم می‌شود، درحالی که سلول حاصله از قطب گیاهی دوباره به صورت استوایی تقسیم می‌شود. البته کروموزوم‌های یکی از این دو بلاستومر گیاهی که به طرف قطب جانوری نزدیک‌تر می‌باشند، قبل از سومین تسهیم قطعه قطعه می‌شوند. بنابراین در مرحله چهار سلولی فقط یک سلول (سلولی که در ناحیه گیاهی قرار دارد) به طور کامل همه ژن‌ها را دارد. در مرحله بعدی، توده سلولی فقط دو سلول با کروموزوم‌های طبیعی دارد. یکی از این دو بلاستومر به سلول زاینده تبدیل می‌شود و دیگری در نهایت متحمل کاهش کروموزومی می‌شود و سلول‌های بدنی بیش‌تری را ایجاد می‌کند. کروموزوم‌ها فقط در آن دسته از سلول‌هایی که به دودمان سلول‌های زاینده تبدیل می‌شوند، به صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند. اگر این حالت رخ ندهد، اطلاعات ژنتیکی از یک نسل تا نسل بعدی از بین خواهد رفت. سلول‌هایی که متحمل کاهش کروموزومی می‌شوند، به سلول‌های بدنی تبدیل می‌شوند. مطالعات بعدی نشان داد که سیتوپلاسم گیاهی دارای فاکتوری (یا فاکتورهای) است که از کاهش کروموزومی جلوگیری می‌کند و باعث ایجاد سلول‌های زاینده می‌شود.



شکل ۱. توزیع پلاسم زایا طی تسهیم تخم‌های طبیعی و سانتیفوژ شده‌ی *Parascaris*. (A) در تسهیم طبیعی، پلاسم زایا در نباتی‌ترین بلاستومر قرار می‌گیرد و موجب می‌شود که در این سلول کاهش کروموزومی رخ ندهد. بنابراین در مرحله‌ی ۴ سلولی، جنین یک سلول بنیادی منفرد برای گامت‌هایش دارد. (B) وقتی سلول تخم سانتیفوژ می‌شود، صفحه‌ی اولین تسهیم ۹۰ درجه جابه‌جا شده، هر دو سلول حاصله پلاسم زایای نباتی را دریافت کرده و هیچ‌کدام از سلول‌ها دستخوش کاهش کروموزومی نمی‌شوند. بعد از تسهیم دوم، این دو سلول، به سلول‌های بنیادی زایا تبدیل می‌شوند.

تعیین سلول‌های زایا در حشرات

در دروزوفیلا، PGCها به صورت گروهی از سلول‌های قطبی^۱، در قطب خلفی بلاستودرم در حال سلولی شدن، تشکیل می‌شوند. این هسته‌ها در تقسیم هسته‌ای نهم به ناحیه‌ی خلفی مهاجرت می‌کنند و به وسیله‌ی پلاسم قطبی^۲ احاطه می‌گردند. این پلاسم قطبی مجموعه‌ی پیچیده‌ای از میتوکندری‌ها، فیبریل‌ها و گرانول‌های قطبی^۳ است. اگر از رسیدن هسته‌های سلول‌های قطبی به این پلاسم قطبی ممانعت شود، هیچ سلول زایایی ایجاد نخواهد شد. به هر حال

1. Pole cells
2. Pole plasm
3. Polar granules

فصل

۱۴

دگردیسی، ترمیم و پیری

۲۲۴

در سرتاسر زندگی ما، سلول‌های خونی جدید، لنفوسیت‌ها، سلول‌های پوستی و اپیتلیوم لوله‌ی گوارشی به‌طور مداوم از سلول‌های بنیادی به‌وجود می‌آیند. علاوه‌بر این تغییرات پوسته‌ی روزانه، مواردی وجود دارد که در آن‌ها تکوین پس از دوران جنینی نیز مشاهده می‌شود و در بعضی مواقع حتی تکوین تازه آغاز می‌شود. یکی از این موارد، دگردیسی (تغییر از مرحله‌ی لاروی به مرحله‌ی بالغ) است. در بسیاری از گونه‌ها که تحت دگردیسی قرار می‌گیرند، جانور به شکل چشم‌گیری تغییر می‌کند، به‌طوری که نمی‌توان باور کرد که این جانور بالغ از همان لارو پدید آمده است. نوع شگفت‌انگیز دیگر تکوین فراجنینی، ترمیم است. ترمیم یعنی ایجاد اندام جدید بعد از جدایی اندام اصلی از جانور بالغ. برای مثال در برخی از سمندره‌ای بالغ اندام‌های حرکتی پس از قطع شدن قادر به رشد مجدد هستند. سومین نوع تغییرات تکوینی فراجنینی، تغییر شکل‌ها و عملکردهای مرتبط با پیری در افراد بالغ است.

دگردیسی: فعالیت مجدد هورمونی تکوین

حیواناتی (از جمله انسان) که در مرحله‌ی جوانی خود نسخه‌ی کوچکی از مرحله‌ی بالغشان می‌باشند، موجوداتی با **تکوین مستقیم**^۱ هستند. درحالی که در اغلب گونه‌های جانوری، تکوین جنینی شامل یک مرحله‌ی لاروی است، که خصوصیات آن بسیار متفاوت از موجود بالغ (که پس از عبور از مرحله‌ی دگردیسی بروز می‌یابد) می‌باشد، این موجودات دارای **تکوین غیرمستقیم**^۲ خواهند بود.

در اغلب موارد، اشکال لاروی برای فعالیت‌های نظیر رشد یا پراکندگی موجود تخصص یافته‌اند. برای مثال بیده‌های Cecroopia از تخم درمی‌آیند و طی چندین ماه به‌صورت لاروهای جوان بدون بال (کرم‌ها) تکوین می‌یابند، سپس دگردیسی آن‌ها را قادر می‌کند تا یک روز را به‌صورت حشرات تکوین یافته‌ی کامل بال‌دار سپری کرده و (به سرعت) قبل از مرگ جفت‌گیری کنند. این افراد بالغ هرگز غذا نمی‌خورند و درطی این مرحله‌ی تولید مثلی کوتاه چرخه‌ی زندگی خود فاقد هرگونه بخش دهانی هستند. همان‌طور که انتظار می‌رود اشکال جوان و بالغ این موجودات نیز اغلب در محیط‌های متفاوتی زندگی می‌کنند. درطی دگردیسی فرایندهای تکوینی دوباره به وسیله‌ی هورمون‌های خاصی فعال می‌شوند و کل موجود زنده را از نظر مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و رفتاری تغییر می‌دهند تا آن را برای نوع جدیدی از زندگی آماده کنند.

1. Direct developers
2. Indirect developers

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

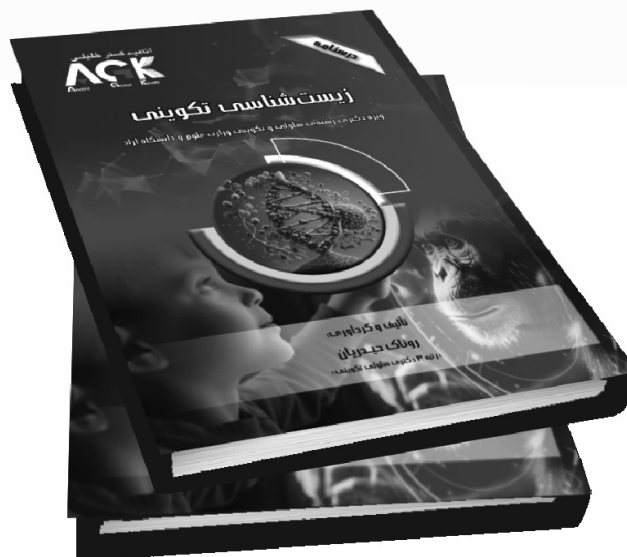
تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

بانک سوالات

جمع‌آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی

سوالات تألیفی

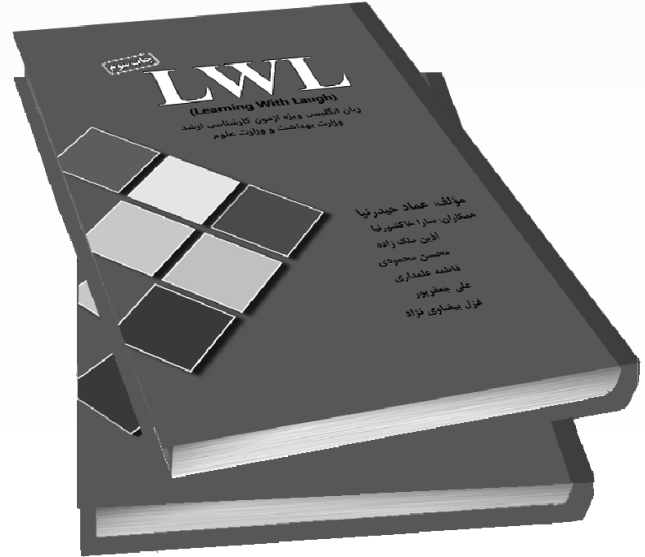
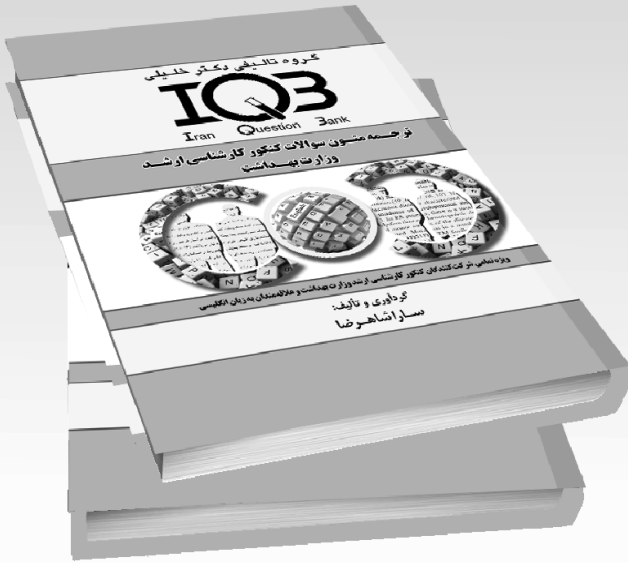
تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

**حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع**

الگو ریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

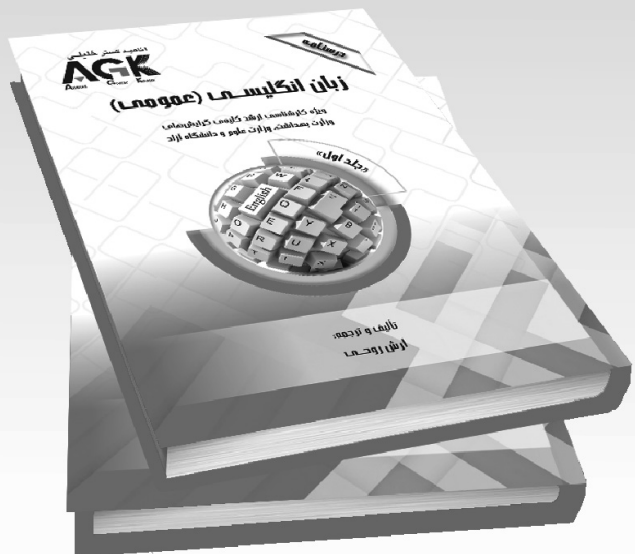
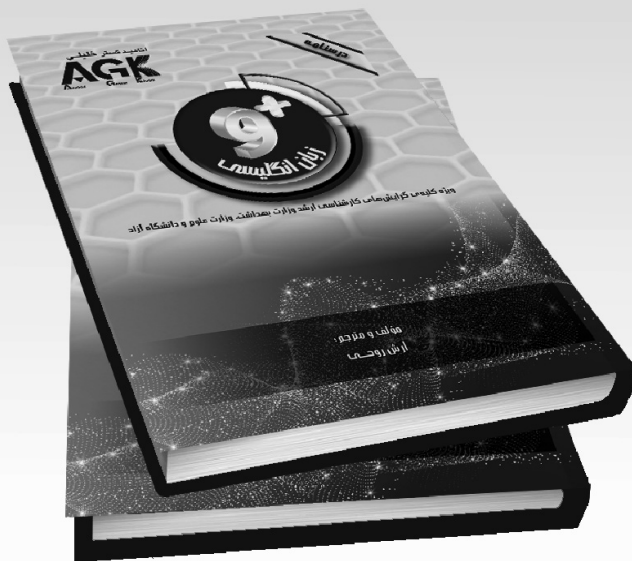
تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

شماره تماس با نمایندگی‌های فعال و رسمی آناهید گستر خلیلی

شماره تماس	نمایندگی	شماره تماس	نمایندگی
۰۹۱۰۱۷۱۱۸۷۲	سبزوار (آقای شریفان)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۵۰	اراک (آقای حسینی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۱	شاهرود (آقای سلمانی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۸	اردبیل (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۹	شهرکرد (خانم تقی‌پور)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۱	ارومیه (آقای آرمیون)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲	شیراز (آقای فروردین / خانم هوشمندی)	۰۹۱۹۶۳۲۱۸۵۲	اسفراین (خانم اسماعیل‌زاده)
۰۹۱۹۳۷۱۳۷۴۲	فسا (خانم شعبانی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۰	اصفهان (آقای کیانی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۹	قزوین (خانم چگینی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۴	اهواز (آقای دکتر رضازاده)
۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۷۱	کرج (آقای دکتر علیرضاپور)	۰۹۱۹۰۹۸۰۳۱۸	ایلام (آقای دکتر بوچانی)
۰۹۱۳۱۹۸۱۲۷۰	کرمان (خانم ضمانتی‌یار)	۰۹۱۹۶۸۵۳۱۱۶	بروجرد (آقای احمدی‌صدر)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸	کرمانشاه (آقای ابراهیمی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۹	بم (خانم سرحدی‌نژاد)
۰۹۱۹۵۳۷۱۸۹۰	کوهدشت (خانم یاریان)	۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۳	بیرجند (آقای دکتر بهروان)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۷	گرگان (آقای شاه‌علی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۷	تبریز (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	مراغه (آقای صمدی)	۰۹۰۱۳۷۳۷۸۹۶	جهرم (آقای یاعلی جهرمی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۴	مشهد (خانم دکتر شجاعی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۰	جیرفت (خانم دکتر محمدی)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	میاندوآب (آقای صمدی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۸	خرم‌آباد (خانم میر)
۰۹۱۹۶۳۵۰۷۶۸	نیشابور (آقای موسوی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۳	رشت (خانم تنها)
۰۹۱۹۵۷۳۳۲۸۴	هرمزگان (آقای زارعی)	۰۹۱۹۶۸۲۹۲۸۰	رفسنجان (آقای یوسفی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۵	همدان (آقای سوری)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۵	زاهدان (آقای مهمان‌دوست)
۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۴	یاسوج (آقای مرتضوی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۱	زنجان (خانم دکتر هوشیار)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۳	یزد (خانم آزاد)	۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۴	ساری (آقای دکتر اکبری)

بانک کتاب ناهید



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

✓ جامع‌ترین بانک کتاب

✓ تحویل روزانه

✓ ارسال به تمامی نقاط کشور

✓ سفارش کتاب به صورت تلفنی و آنلاین

www.NIBS.ir



کتاب دانشگاهی، فنی و مهندسی، علوم پزشکی، علوم انسانی، عمومی،
ادبی، مذهبی، کمک آموزشی، کودک و نوجوان و کتاب نفیس

فروشگاه: تهران - خیابان انقلاب - روبه روی درب اصلی دانشگاه تهران

پاساژ فروزنده - طبقه همکف - پلاک ۳۳۱

تلفن: ۶۶۴۸۹۳۷۵ - ۰۲۱ - ۶۶۴۸۹۳۴۹ - ۰۲۱