فهرست مطالب

www.abadisteb.pub

بخش ۱: جنین شناسی عمومی

فصل ۱: مقدمه‌ای بر تنظیم مولکولی و پیام‌رسانی ۲۵

رونویسی ژن ۲۵

دیگر تنظیم کننده‌های بیان ژن ۲۸

القاء و تشکیل ارگان ۲۸

پیام‌رسانی سلولی ۲۹

مسیرهای پیام‌رسانی کلیدی تکامل ۳۳

فصل ۲: گامت‌سازی: تبدیل سلول‌های زایا به گامت‌های نر و ماده ۳۹

سلول‌های زایای بدوی ۳۹

فرضیه کروموزومی توارث ۴۰

تغییرات مورفولوژیکی در طی بلوغ گامت‌ها ۵۳

فصل ۳: هفته اول تکامل: تخمک‌گذاری تا لانه‌گزینی ۶۳

دوره تخمدانی (Ovarian Cycle) ۶۳

باروری یا لقاح (Fertilization) ۶۷

کلیواژ یا تسهیم (Cleavage) ۷۳

تشکیل بلاستوسیست ۷۴

اپی‌بلاست، هیپوبلاست و تشکیل محورها ۷۵

رحم در زمان لانه‌گزینی ۷۵

فصل ۴: هفته دوم تکامل: دیسک زایای دو لایه ۸۱

روز هشتم ۸۱

روز نهم ۸۲

روزهای یازدهم و دوازدهم ۸۲

روز سیزدهم ۸۵

فصل ۵: هفته سوم تکامل: دیسک زایای سه لایه ۹۱

گاسترولاسیون: تشکیل مزودرم و اندودرم رویان ۹۱ی.

تشکیل نوتوکورد ۹۴

ایجاد محورهای بدن ۹۵

نقشه سرنوشت ایجاد شده در طی گاسترولاسیون ۹۸.

رشد دیسک رویانی ۱۰۱

تکامل بیشتر تروفوبلاست ۱۰۱

فصل ۶: هفته‌های سوم تا هشتم: دوره رویانی ۱۰۷

مشتقات لایه زایا اکتودرمی ۱۰۷

مشتقات لایه زایای مزودرمی ۱۱۶

مشتقات لایه زایای اندودرمی ۱۲۴

الگوبندی محور قدامی - خلفی: تنظیم به وسیله ژن‌های

هومئوباکس ۱۲۷
نمای خارجی بدن رویان در ماه دوم ۱۲۷

فصل ۷: تشکیل حفرات بدن ۱۳۴
لوله‌ای روی لوله‌ای دیگر ۱۳۴
تشکیل حفره بدن ۱۳۴
پرده های سروزی ۱۳۷
دیافراگم و حفره‌ی قفسه سینه ۱۴۰
تشکیل دیافراگم ۱۴۰

فصل ۸: ماه سوم تا زمان تولد: جنین و جفت ۱۴۷
تکامل جنین ۱۴۷
پرده‌های جنینی و جفت ۱۵۱
کوریون پرزی و دسیدوای قاعده‌ای ۱۵۵
ساختمان جفت ۱۵۵
آمنیون و بند ناف ۱۶۰
تغییرات جفت در پایان بارداری ۱۶۲
مایع آمنیون ۱۶۲
پرده‌های جنینی در دو قلوها ۱۶۲
زایمان (تولد) ۱۶۴

فصل ۹: نقائص تولد و تشخیص قبل از تولد. ۱۷۱
نقائص تولد ۱۷۱
تشخیص پیش از تولد ۱۸۴
درمان جنین ۱۸۹

بخش ۲: جنین شناسی اختصاصی

فصل ۱۰: اسکلت محوری ۱۹۵
جمجمه ۱۹۶
مهره‌ها و ستون مهره‌ها ۲۰۵
دنده‌ها و جناغ ۲۰۶

فصل ۱۱: دستگاه عضلانی ۲۱۱
عضلات اسکلتی مخطط ۲۱۱
عصب‌گیری عضلات اسکلتی محوری ۲۱۲
عضلات اسکلتی و تاندون‌ها ۲۱۴
تنظیم مولکولی تکامل عضله ۲۱۴
الگوبندی عضلات ۲۱۵
عضلات ناحیه سر ۲۱۵
عضلات اندام‌ها ۲۱۵
عضله قلبی ۲۱۶
عضلات صاف ۲۱۶

فصل ۱۲: اندام‌ها ۲۱۹
رشد و تکامل اندام‌ها ۲۱۹
عضلات اندام‌ها ۲۲۲

فصل ۱۳: دستگاه قلبی عروقی ۲۳۳
تشکیل و الگوبندی ناحیه قلب اولیه ۲۳۳
تشکیل و موقعیت لوله قلبی ۲۳۵
تشکیل حلقه قلبی ۲۳۷
تنظیم مولکولی تکامل قلب ۲۴۰
جریان خون و رشد قلب ۲۴۱
تکامل سینوس وریدی ۲۴۲
تشکیل دیواره‌های قلبی ۲۴۴
تشکیل دستگاه هدایتی قلب ۲۶۰
تکامل عروقی ۲۶۲
گردش خون قبل و پس از تولد ۲۷۴

فصل ۱۴: دستگاه تنفس ۲۸۱
تشکیل جوانه های ریه ۲۸۱
حنجره ۲۸۳
نای، برنکوس‌ها و ریه‌ها ۲۸۴
بلوغ ریه‌ها ۲۸۵

www.abdisteb.pub

فصل ۱۵: دستگاه گوارش ۲۸۹
تقسیمات لوله گوارش ۲۸۹
تنظیم مولکولی تکامل لوله گوارش ۲۸۹
مزانترها ۲۹۰
پیشین روده ۲۹۳
تنظیم مولکولی القای کبد ۳۰۳
لوزالمعده ۳۰۴
میان روده ۳۰۶

فصل ۱۶: دستگاه ادراری تناسلی ۳۱۹
دستگاه ادراری ۳۱۹
دستگاه تناسلی ۳۳۰

فصل ۱۷: سر و گردن ۳۵۱
قوس‌های حلقی ۳۵۳
بن‌بست‌های حلقی ۳۵۸
شکاف‌های حلقی ۳۶۰
تنظیم مولکولی تکامل صورت ۳۶۰
زبان ۳۶۵
غده تیروئید ۳۶۶
صورت ۳۶۸
قطعه‌ی بین ماگزیلاری ۳۷۱
کام ثانویه ۳۷۱
حفره بینی ۳۷۶
دندان‌ها ۳۷۶
تنظیم مولکولی تکامل دندان ۳۷۹

فصل ۱۸: سیستم اعصاب مرکزی ۳۸۳
طناب نخاعی ۳۸۶
مغز ۳۹۳
تنظیم مولکولی تکامل مغز ۴۰۸
اعصاب جمجمه‌ای ۴۱۴
سیستم اعصاب خودمختار ۴۱۴

فصل ۱۹: گوش ۴۲۳
گوش داخلی ۴۲۳
گوش میانی ۴۲۷
گوش خارجی ۴۲۸
شنیدن ۴۳۰

فصل ۲۰: چشم ۴۳۵
جام بینایی و جباب عدسی ۴۳۵
شبکیه، عنبیه وجسم مژگانی ۴۳۷
عدسی ۴۳۹
مشیمیه، صلبیه و قرنیه ۴۳۹
جسم زجاجیه ۴۴۰
عصب بینایی ۴۴۰
تنظیم مولکولی تکامل چشم ۴۴۱

فصل ۲۱: دستگاه پوششی ۴۴۷
پوست ۴۴۷
مو ۴۴۹
ناخن‌های انگشتان دست و پا ۴۴۹
غدد عرق ۴۴۹
غدد پستانی ۴۵۱

پاسخ به سؤالات ۴۵۳
واژه‌نامه کلمات کلیدی ۴۶۹
نمایه ۴۸۹

www.abadisteb.pub

فصل ۵

هفته سوم تکامل: دیسک زایای سه لایه

گاسترولاسیون: تشکیل مزودرم و اندودرم رویانی

گاسترولاسیون یا لایه‌زایی شاخص‌ترین رخداد در طی هفته سوم بارداری است این فرآیند **هر سه لایه زایا (اکتودرم، مزودرم و اندودرم)** را در رویان به وجود می‌آورد. گاسترولاسیون با تشکیل **شیار اولیه**[1] بر روی اپی‌بلاست آغاز می‌گردد (شکل ۱-۵ و ۲A-۵). در ابتدا شیار به خوبی مشخص نیست (شکل ۱-۵)، اما در رویان ۱۵-۱۶ روزه به صورت یک شیار باریک با لبه‌های کمی برجسته در هر طرف آن مشاهده می‌شود. انتهای سری شیار، **گره اولیه**[2] نام دارد و به صورت یک ناحیه کمی برآمده در اطراف **گودهٔ اولیه**[3] تشکیل شده است (شکل ۲-۵). سلول‌های اپی‌بلاست به سمت شیار اولیه مهاجرت می‌کنند (شکل ۲-۵). این سلول‌ها به محض رسیدن به ناحیه شیار، فلاسکی شکل شده، از اپی‌بلاست جدا شده و به زیر آن می‌لغزند (شکل ۲ C,B-۵). به این حرکت رو به داخل سلول‌ها فرورفتگی (**انواژیناسیون**[4]) گفته می‌شود. مهاجرت و اختصاصی شدن سلول‌ها به وسیله **فاکتور رشد فیبروبلاستی ۸** (FGF8) کنترل می‌گردد که توسط سلول‌های شیار اولیه ترشح می‌شود. این فاکتور رشد، با کاهش بیان کادهرین E (پروتئینی که به طور طبیعی سلول‌های اپی‌بلاست را به یکدیگر متصل می‌کند) حرکت سلولی را کنترل می‌کند. سپس FGF8، با تنظیم بیان **براکیوری**[5] (T) اختصاصی شدن سلول‌ها به مزودرم را کنترل می‌کند.

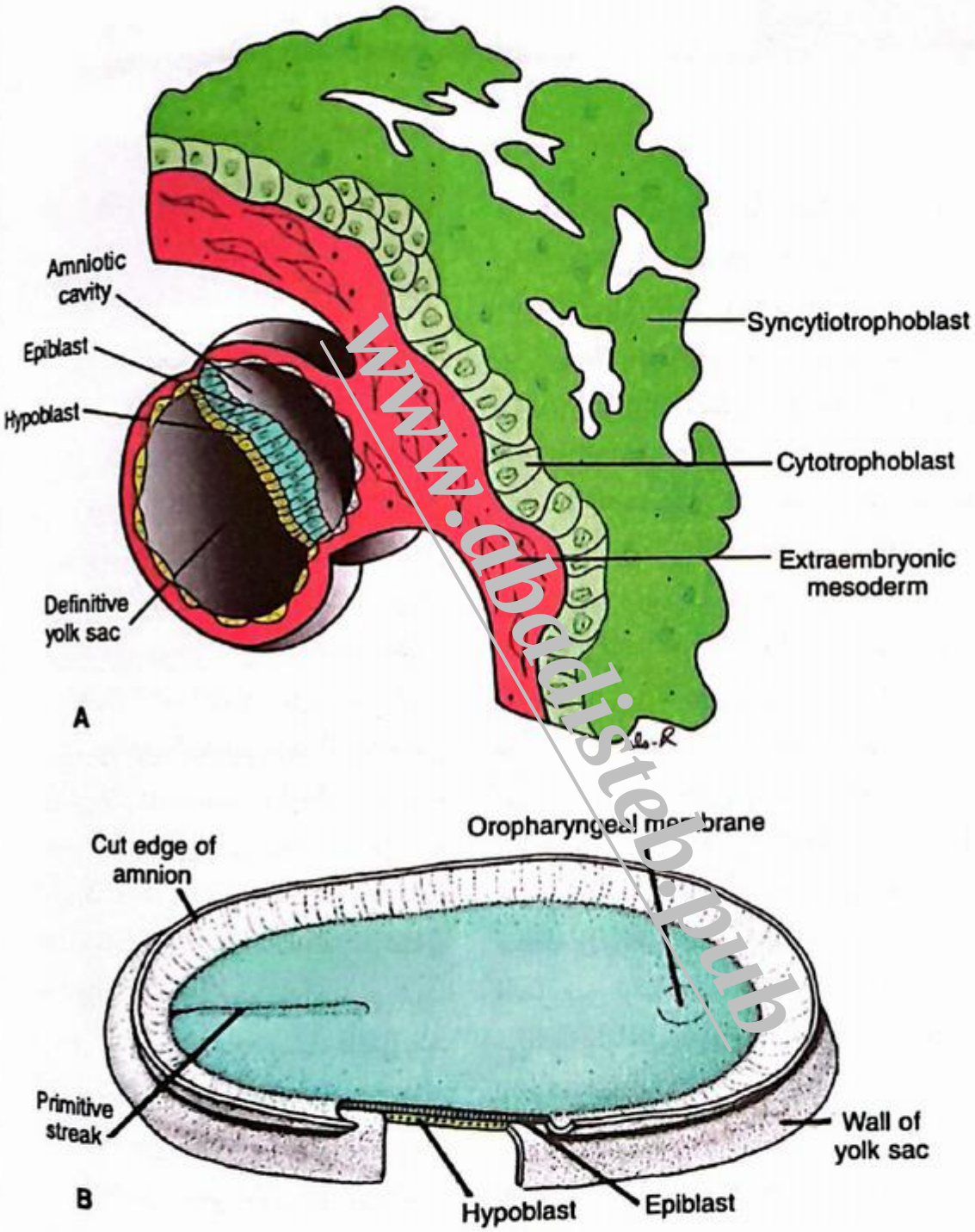
هنگامی که سلول‌ها اینواژینه می‌شوند برخی از آن‌ها، بخشی از سلول‌های هیپوبلاست را جابجا کرده و اندودرم رویانی را به وجود می‌آورند. تعدادی دیگر نیز، بین اپی‌بلاست و اندودرم تازه ایجاد شده قرار گرفته و مزودرم را می‌سازند. سلول‌های باقیمانده در اپی‌بلاست اکتودرم را تشکیل می‌دهند. بدین ترتیب، اپی‌بلاست با فرآیند گاسترولاسیون منشأ هر سه لایه زایا بوده (شکل ۲B-۵)، و سلول‌های این لایه‌ها تمامی بافت‌ها و ارگان‌های رویانی را به وجود می‌آورند.

همان‌گونه که سلول‌های بیشتر و بیشتری بین لایه‌های اپی‌بلاست و هیپوبلاست قرار می‌گیرند، شروع به گسترش به سمت سری و خارجی می‌کنند (شکل ۲-۵) کم‌کم سلول‌ها به خارج از لبه‌های دیسک مهاجرت کرده و با مزودرم خارج رویانی پوشاننده کیسه زرده و آمنیون تماس برقرار می‌کنند. آن‌ها در جهت سری، از دو طرف صفحه‌ی پره‌کوردی می‌گذرند. **صفحه پره‌کوردی**[6]، در حد فاصل بین نوک نوتوکورد و **غشاء دهانی - حلقی**[7] تشکیل می‌شود و از اولین سلول‌هایی مشتق می‌شود که از گوده اولیه در خط میانی به ناحیه سری حرکت می‌کنند. بعدها، صفحه پره‌کوردی نقش مهمی در القاء مغز پیشین دارد (شکل ۲-۵ و ۳-۵) **غشاء دهانی - حلقی** منطقه کوچکی در انتهای سری دیسک است که در آن سلول‌های اکتودرمی و اندودرمی محکم به هم می‌چسبند و نمایان‌گر حفرهٔ دهان آینده است.

1. Primitive streak
2. Primitive node
3. Primitive pit
4. Invagination
5. Brachyury

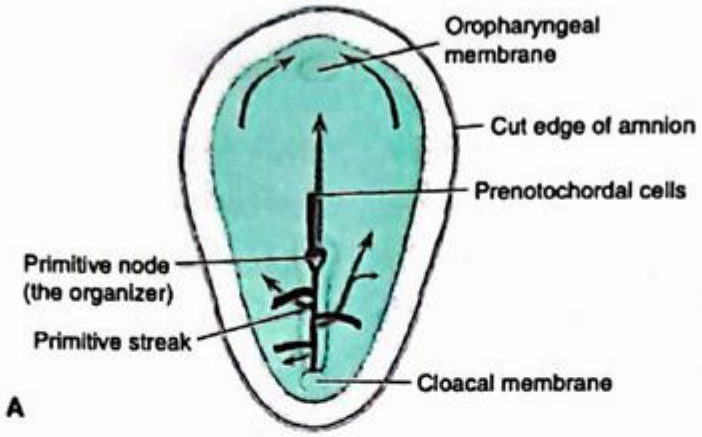
6. Precordal plate
7. Oropharyngeal membrane

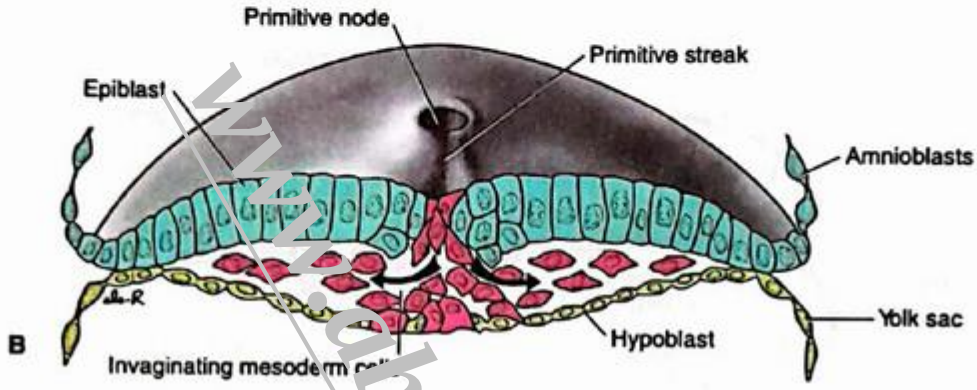
www.abadisteb.ir

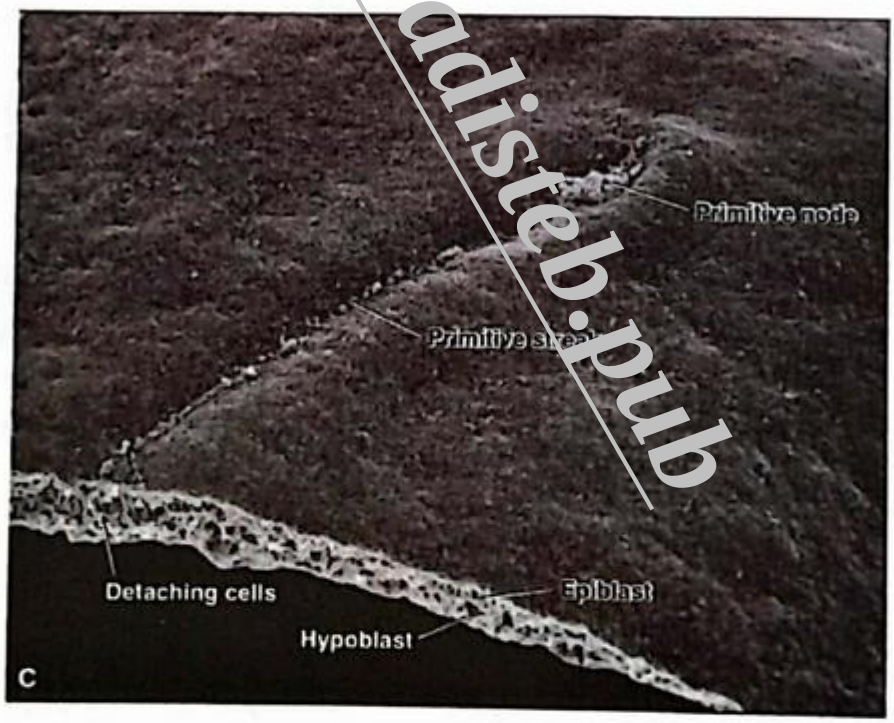


www.abadisteb.pub

شکل۱-۵ A. محل لانه‌گزینی در پایان هفته دوم. **B.** نمای مشخصی از دیسک زایا در پایان هفته دوم تکامل. برای نشان دادن پشتی اپی‌بلاست، حفره آمنیوتیک باز شده است. هیپوبلاست و اپی‌بلاست در تماس با یکدیگر بوده و شیار اولیه به صورت یک عمقی در ناحیه دمی رویان قرار دارد.





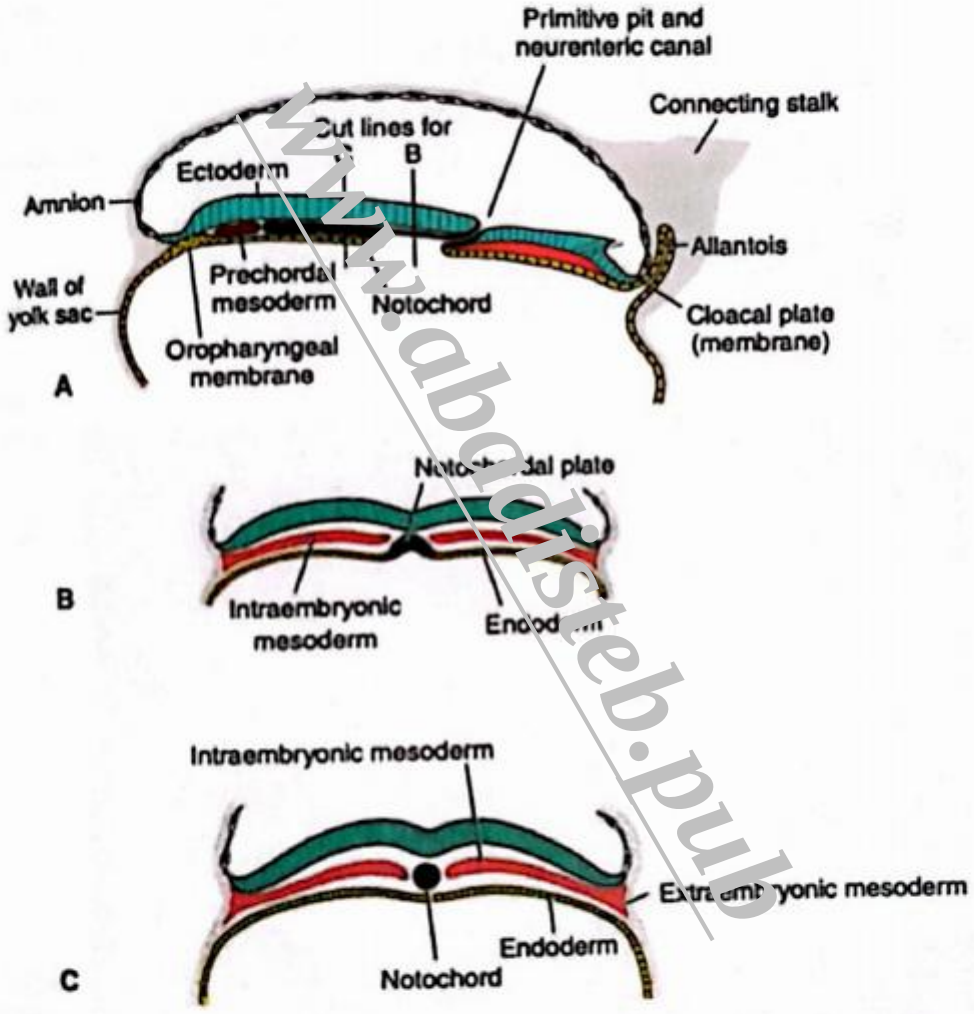


www.abadisteb.pub

شکل ۲-۵ A. نمای پشتی دیسک زایا از یک رویان ۱۶ روزه که در آن حرکت سلول‌های اپی‌بلاست سطحی (خطوط مشکی توپر) از میان گره شیار اولیه و مهاجرت بعدی سلول‌ها بین هیپوبلاست و اپی‌بلاست (خطوط خط چین) نشان داده شده است. **B.** مقطع عرضی ناحیه سری شیار در روز ۱۵ که انواژیناسیون سلول‌های اپی‌بلاست را نشان می‌دهد. اولین سلول‌هایی که به داخل می‌روند هیپوبلاست را جابه جا کرده تا اندودرم را تشکیل دهند. بعد از ایجاد اندودرم نهایی، سلول‌های اپی‌بلاست به داخل رفته مزودرم را تشکیل می‌دهند. **C.** نمای پشتی از یک رویان که گره و شیار اولیه و یک مقطع عرضی از شیار را نشان می‌دهد. این نما مشابه نمای نشان داده شده در B است. پیکان، سلول‌های جدا شده اپی‌بلاست را در شیار اولیه نشان می‌دهد.

تشکیل نوتوکورد

سلول‌های پره‌نوتوکوردی[1] با فرو رفتن در گره اولیه، در خط میانی به طرف سری حرکت کرده تا به صفحه پره‌کوردی برسند (شکل ۳-۵). این سلول‌های پره‌نوتوکوردی، در هیپوبلاست جای می‌گیرند، به طوری که برای مدت کوتاهی خط میانی رویان شامل دو لایه سلولی است که صفحه نوتوکوردی[2] را تشکیل می‌دهند (شکل ۳B-۵). با جایگزینی هیپوبلاست توسط سلول‌های اندودرم که از شیار اولیه حرکت می‌کنند، سلول‌های صفحه نوتوکوردی تکثیر یافته و از اندودرم جدا می‌شوند. سپس طناب سلولی نوپدید بنام نوتوکورد نهایی تشکیل می‌دهند (شکل ۳C-۵) که در زیر لوله عصبی قرار می‌گیرد و یک مرکز پیام‌رسانی جهت القاء اسکلت محوری می‌باشد. از آن جایی که دراز شدن نوتوکورد یک فرآیند پویاست، نخست انتهای سری آن تشکیل می‌شود و همانگونه که شیار اولیه در موقعیت



www.abadisteb.pub

شکل ۳-۵ نماهای شماتیک تشکیل نوتوکورد را نشان می دهند، که به موجب آن سلول‌های پره‌نوتوکوردی از شیار اولیه مهاجرت کرده و مابین سول‌های اندودرم قرار می‌گیرند تا صفحه نوتوکوردی را تشکیل دهند و در نهایت از اندودرم جدا شده و نوتوکورد نهایی را تشکیل می‌دهند. چون این رویدادها در توالی سری-دمی رخ می‌دهند. ابتدا بخش‌های سری نوتوکورد نهایی ایجاد می‌شود. **A.** تصویر مقطع طولی از یک رویان ۱۷ روزه را نشان می دهد. سری‌ترین بخش نوتوکورد نهایی تشکیل شده است در حالی که سلول‌های پره‌نوتوکوردی در ناحیه دمی‌تر آن هنوز به صورت صفحه نوتوکوردی با اندودرم خود یکی می‌شوند. توجه کنید که تعدادی از سلول‌های جلوی نوتوکورد هم مهاجرت می‌کنند. این سلول‌های مزودرمی، صفحه پره کوردال را تشکیل می دهند که به القا مغز پیشین کمک می‌کند. **B.** مقطع عرضی شماتیک از ناحیه صفحه نوتوکوردی. صفحه نوتوکوردی برای تشکیل نوتوکورد نهایی از اندودرم جدا خواهد شد. **C.** نمای شماتیک که نوتوکورد نهایی را نشان می دهد.

1. Prenotochordal cells
2. Notochordal plate

دمی‌تر قرار می‌گیرد نواحی دمی نوتوکورد اضافه می‌گردد. نوتوکورد و سلول‌های پره‌نوتوکوردی از طرف سری تا صفحه پره‌کوردی (ناحیه‌ای که درست در ناحیه دمی غشاء دهانی - حلقی قرار دارد)، و از طرف دمی تا گوده اولیه امتداد دارد. در نقطه‌ای که گوده اولیه یک فرورفتگی در اپی‌بلاست ایجاد می‌کند، **کانال عصبی - روده‌ای (نورو انتریک)**[1] به طور موقت کیسه‌های زرده و آمنیون را به یکدیگر وصل می‌کند (شکل ۳A-۵).

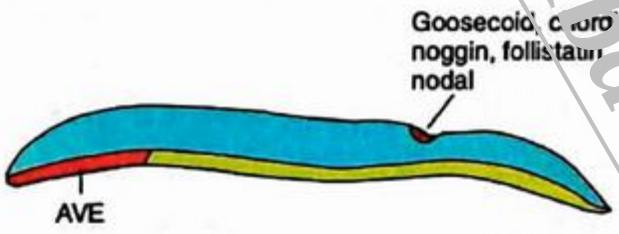
غشاء کلوآکی[2] در انتهای دمی دیسک رویانی تشکیل می‌شود (شکل ۲A-۵). این غشاء که از نظر ساختاری شبیه غشاء دهانی - حلقی است، شامل سلول‌های اندودرمی و اکتودرمی محکم به هم چسبیده ای است که مزودرمی مابین آن‌ها وجود ندارد. وقتی غشاء کلواکی ظاهر شد، دیواره خلفی کیسه زرده یک دیورتیکول کوچکی را تشکیل می‌دهد که به درون ساقه اتصالی گسترش می‌یابد. **دیورتیکول الانتوانتریک یا الانتوئیس**[3] در حدود روز شانزدهم تکامل پدید می‌آید. اگر چه در برخی مهره‌داران رده‌های پایین‌تر، الانتوئیس به عنوان مخزنی برای دفع تولیدات سیستم کلیوی عمل می‌کند، ولی در انسان بصورت تکامل نیافته (ابتدایی) باقی می‌ماند و ممکن است در ناهنجاری‌های تکاملی مثانه دخیل باشد (فصل ۱۶ را ببینید).

ایجاد محورهای بدن

ایجاد محورهای بدن شامل محورهای **قدامی - خلفی** (سری-دمی؛ A–P) این محور را بایستی محور سری-دمی نامید، اما نامگذاری رایج آن محور قدامی-خلفی است)، **پشتی - شکمی** (D–V) و **چپ و راست** (L–R)، در اوایل مرحله امبریوژنز اتفاق می‌افتد و احتمالا در طی مراحل تکاملی اواخرِ مورولا تا بلاستوسیست با اختصاصی شدن محورهای A–P و D–V قبل از محور L–R شروع می‌شود (فصل سوم را ببینید). در مرحله بلاستوسیست، محور A–P تعیین می‌شود و سلول‌هایی که سرنوشت آن‌ها

1. Neurenteric canal
2. Cloacal memberane
3. Allantoenteric diverticulum (allantois)

برای تشکیل **اندودرم احشایی قدامی**[4] (AVE) در انتهای سری لایه اندودرم دیسک دو لایه مشخص شده‌اند، به طرف ناحیه سر آینده مهاجرت می‌کنند (شکل ۴-۵). در این مرحله از دیسک دو لایه، سلول‌های AVE، ژن‌های لازم برای تشکیل سر را بیان می‌کنند، که شامل عوامل نسخه‌برداری OTX2, LIM1, HESX1 و عوامل ترشحی سربروس[5] و لفتی ۱[6] (اعضای خانواده TGF-β) هستند و فعالیت نودال[7] (عضوی از خانواده TGF-β) را مهار می‌کنند و موجب به وجود آمدن انتهای سری رویان می‌شوند. عدم وجود سربروس و لفتی۱ در انتهای دمی رویان اجازه ادامه بیان نودال را می‌دهد که این پیام باعث ایجاد و حفظ شیار اولیه می‌گردد. هنگامی که شیار تشکیل می‌شود، نودال بیان تعدادی از ژن‌های مسئول تشکیل مزودرم شکمی و پشتی و ساختارهای سر و دم را افزایش می‌دهد.



شکل ۴-۵ برش ساژیتال از گره و شیار اولیه که الگوی بیان ژن‌های تنظیم کننده‌ی محورهای سری- دمی و پشتی شکمی را نشان می‌دهد. سلول‌های انتهای سری آینده رویان درناحیه *AVE* فاکتورهای نسخه‌برداری *LIM1, OTX2* و *HESX1* را بیان کرده و سربروس را ترشح می‌کند که باعث تکامل سر و ایجاد ناحیه سری می‌شود. با تشکیل شیار و تداوم گاسترولاسیون، BMP4 در سراسر دیسک دو لایه ترشح شده و همراه با FGF باعث حرکت به سمت شکمی مزودرم بینابینی و مزودرم صفحه خارجی می‌شوند. گوسکوئید که در گره بیان می‌شود، بیان کوردین را تنظیم می‌کند و این محصول ژنی همراه با نوگین و فولستاتین بیان BMP4 را مهار می‌کند و مزودرم پشتی را به نوتوکورد و مزودرم مجاور محوری تبدیل می‌کند. در مراحل بعدی بیان ژن براکیوری (T) و BMP4 را مهار کرده و مزودرم پشتی را به نوتوکورد و مزودرم مجاور محوری در نواحی دمی رویان تبدیل می‌کند.

4. Anterior visceral endoderm
5. Cerebrus
6. Lefty1
7. Nodal

www.abadisteb.pub