

تی.ای. مک گیدی | پی.جی. کویین
ای.اس. فیتزپاتریک | ام.تی. رایان

جنین شناسی در حیوانات



مهدی مختاری
دانشجوی دکتری تخصصی علوم دامی

ترجمک
arjomac
انتشارات ترجمک

جنین شناسی در حیوانات

امبریولوژی

توجه :

کتاب حاضر حاصل زحمات **آقای مهدی مختاری** می‌باشد. فایل کتاب حاوی اطلاعات **DRM** (مدیریت حقوق دیجیتال) است. وقتی برای اولین بار فایل را باز می کنید، کد شناسایی کتاب به همراه آدرس **IP** سیستم شما ذخیره شده و زمانیکه آنلاین شوید، به سرور انتشارات ترجمک انتقال می یابد.

خواهشمند است به حقوق نگارنده و انتشارات ترجمک احترام گذاشته و از توزیع بدون مجوز فایل کتاب اجتناب نمایید. شما با خرید و دانلود این کتاب موافقت نموده اید که اطلاعات فایل **DRM** به سرور انتشارات ترجمک انتقال یابد و در صورت محرز شدن نقض حقوق صاحب اثر، کلیه خسارات حاصله در طی فرآیند حقوقی و مطابق قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان و ناشران جمهوری اسلامی (مصوب دوازده اسفند ۱۳۶۵ یا بعد از آن) از شما دریافت شود.

از اینکه با عرضه مقرون به صرفه کتاب های الکترونیک و شکوفایی انتشارات ترجمک همیاری می کنید، سپاسگزاریم.

انتشارات ترجمک

https://tarjomac.ir/

تی.ای. مک گیدی | پی.جی. کویین
ای.اس. فیتزپاتریک | ام.تی. رایان
دی. کیلروی | پی. لونرگان

جنین شناسی
در حیوانات

مترجم
مهدی مختاری
دانشجوی دکتری تخصصی علوم دامی
دانشگاه اراک

ویراست اول، پاییز ۱۴۰۴
انتشارات ترجمک

شماره کتابشناسی ملی	:	۱۰۱۵۰۸۰۲
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۵۱۲۶-۰۹-۱، ۲۴۵۰۰۰۰ ریال
عنوان و نام پدیدآور	:	جنین‌شناسی در حیوانات/ تی.ای. مک‌گیدی... [و دیگران]؛ مترجم مهدی مختاری
مشخصات نشر	:	همدان، ترجمک، ۱۴۰۴
مشخصات ظاهری	:	۶۴۳ مصور، جدول، نمودار
یادداشت	:	عنوان اصلی: Veterinary embryology, 2nd.ed, 2017.
موضوع	:	رویان‌شناسی دام‌ها (Veterinary embryology) McGeady, T. A. (Thomas A.)
سرشناسنامه		مختاری، مهدی، ۱۳۷۷-، مترجم
رده بندی کنگره	:	SF767/5
رده بندی دیویی	:	۶۳۶/۰۸۹۲۶۴

شناسنامه کتاب

نام کتاب: جنین‌شناسی در حیوانات

ترجمه: مهدی مختاری

ناشر: انتشارات ترجمک

صفحه آرایی: انتشارات ترجمک

طراحی جلد: الهام بازوند

نوبت چاپ: اول، ۱۴۰۴

قیمت (پرینت): ۷۵۵۰۰۰ تومان

قیمت (ایبوک): ۲۴۵۰۰۰ تومان

چاپ: گروه نشر الکترونیک ترجمک

شابک (پرینت): ۹۷۸-۶۲۲-۵۱۲۶-۰۹-۱

شابک (ایبوک): ۹۷۸-۶۲۲-۵۱۲۶-۱۰-۷

تلفن تماس: ۰۹۱۸۱۵۰۶۱۰۰

تارنمای اینترنتی: https://tarjomac.ir

ISBN : 978-622-5126-09-1

ISBN : 978-622-5126-10-7

نویسنده:

تی.ای. مک گیدی، پی.جی. کویین، ای.اس. فیتزپاتریک و همکاران

مترجم:

مهدی مختاری

ناشر:

ناشر اورجینال:

وایلی بلکول (Wiley Blackwell)

ناشر ترجمه:

انتشارات ترجمک (Tarjomac)

شابک (ISBN):

شابک اورجینال

ISBN: 978-1-118-94061-7 (hbk)

ISBN: 978-1-118-94060-0 (ebk)

شابک ترجمه فارسی:

ISBN: 978-622-5126-09-1 (hbk)

ISBN: 978-622-5126-10-7 (ebk)

کلیه حقوق این اثر برای انتشارات ترجمک محفوظ است. این اثر شامل کلیه قوانین حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان و ناشران جمهوری اسلامی می باشند (مصوب دوازده اسفند ۱۳۶۵ یا بعد از آن)، و بهره برداری بدون مجوز از آن به هر شکلی ممنوع است.

انتشارات ترجمک: سال ۱۴۰۴

همدان، صندوق پستی ۱۱۷-۶۵۹۱۵

tarjomac@gmail.com

مقدمه مترجم

به نام خداوندی که نغمه حیات را در نخستین سلول‌ها به صدا درآورد.

ترجمه کتاب حاضر، که به بررسی دقیق و جامع جنین‌شناسی در حیوانات می‌پردازد، فرصتی ارزشمند برای پیمودن مسیری علمی و پرشور در شناخت آغاز حیات بود. در دل هر سلول جنینی، رازی نهفته است که از تقسیم و تمایز تا رشد و تکامل، تصویری بی‌بدیل از هماهنگی و نظم آفرینش را به نمایش می‌گذارد.

به عنوان پژوهشگر در عرصه علوم دامی و دانشجوی دکتری فیزیولوژی دام و طیور، باور دارم که فهم علمیِ فرآیندهای آغازین زندگی، نه تنها بر غنای دانش ما می‌افزاید، بلکه راهگشای بهبود روش‌های پرورش، بهداشت و تولیدمثل در گونه‌های مختلف است. از این رو، تمام تلاش من در ترجمه این کتاب معطوف به آن بوده است که ضمن پایبندی به دقت علمی و انتقال صحیح اصطلاحات تخصصی، متن برای دانشجویان و علاقمندان، روان و کاربردی باشد.

جذابیت جنین‌شناسی در این است که هر صفحه آن، روایتی بی‌کلام از سفر حیات را بازگو می‌کند؛ از لقاح تا تولد، از سلول منفرد تا موجود کامل. این کتاب، پنجره‌ای است به دنیای شگفت‌انگیزی که تنها با علم و تأمل می‌توان آن را درک کرد.

امید دارم که حاصل این ترجمه، چراغی باشد در مسیر یادگیری و اکتشاف شما خوانندگان گرامی، و الهام‌بخش پژوهش‌های آینده در حوزه دامپزشکی، دامپروری و زیست‌شناسی.

مهدی مختاری

پاییز ۱۴۰۴

معرفی کتاب

کتاب جنین‌شناسی دامپزشکی در چاپ دوم بروزرسانی شده است تا منعکس کننده تغییرات زیادی باشد که در این زمینه رخ داده است. متن کتاب به‌طور کامل بازنگری و بسط یافته و اکنون بصورت تمام رنگی است و ویژگی‌های آموزشی فراوان و یک وب‌سایت همراه نیز اضافه شده است.

ویژگی های مشخصه:

- ☑ چاپ جدید این درسنامه بسیار موفق دانشجویی بروزرسانی شده تا منعکس کننده آخرین تحولات رشته جنین‌شناسی باشد و شامل چهار فصل جدید است.
- ☑ توسط تیمی از نویسندگان با تجربه گسترده در تدریس این موضوع نوشته شده است.
- ☑ فصول کوتاه و مختصر در مورد موضوعات کلیدی، مفاهیم پیچیده را به روشی کاربرپسند توصیف می‌کنند.
- ☑ جداول اضافی، فلوچارت و تصاویر متعدد ترسیم شده با دست از مفاهیم ارائه شده در متن پشتیبانی می‌کنند.

پیشگفتار

چاپ اول کتاب «جنین شناسی حیوانات»، دانشجویان دوره کارشناسی را با موضوعاتی آشنا کرد که مراحل متوالی تکامل جنینی و جنین را توضیح می داد. از زمان انتشار آن در سال ۲۰۰۶، تغییرات زیادی در جنین شناسی حیوانات و دامپزشکی رخ داده است، برخی به درک بهتر از ویژگی های ملکولی جنین شناسی و برخی دیگر به پیشرفت های سریع در دستکاری سلول های جنینی، به ویژه سلول های بنیادی مربوط می شوند. جنین شناسی اطلاعاتی در مورد رشد و تکامل، ساختار، شکل نهایی و روابط بافت ها و اندام ها در اختیار دانشجویان قرار می دهد. ناهنجاری‌های مادرزادی و اختلالات بالینی مرتبط با آن‌ها را می‌توان کاملاً درک کرد، اگر عوامل زمینه‌ای تنظیم‌کننده تکامل به تغییرات پاتولوژیک ناشی از نقص‌های ژنتیکی یا کروموزومی، عوامل عفونی یا تراتوژن‌های محیطی؛ مرتبط باشند.

این کتاب به جنبه‌های تکاملی سلول‌ها، بافت‌ها، اندام‌ها و سیستم‌های بدن جانوران، عمدتاً پستانداران و گونه‌های پرندگان می‌پردازد. جنبه های مقایسه ای جنین شناسی انسان در فصل های خاصی گنجانده شده است. رنگ برای افزایش کیفیت تصاویر و تسهیل تفسیر نمودارهای پیچیده استفاده شده است.

۲۸ فصل موجود در چاپ دوم کتاب جنین شناسی دامپزشکی شامل چهار فصل جدید، یعنی جنبه های تاریخی جنین شناسی، سلول های بنیادی، مرگ و میر جنین در گونه های اهلی و فناوری های کمک باروری مورد استفاده در حیوانات اهلی است. فصل اول مروری کوتاه بر جنبه‌های تاریخی تحولات مربوط به مفاهیم اولیه در مورد منشأ حیات پستانداران، لقاح و تکامل جنینی متعاقب آن، ارائه می‌کند. همیاری فیلسوفان یونانی، محققان و دانشمندان قدیم که مفاهیم، مشاهدات و روش‌های تجربی بنیانگذار مبانی و اصول جنین‌شناسی پستانداران را پایه‌گذاری کردند، بازنگری شده است. تقسیم سلولی، گامتوژنز، لقاح و گاسترولاسیون در فصل های متوالی ارائه شده است. فصل‌های بعدی به سیگنال‌دهی سلولی، سلول‌های بنیادی، استقرار طرح بدن، غشاهای جنینی، جفت‌گیری و عوامل مرتبط با مرگ و میر جنینی می‌پردازد. سیستم های بدن در فصول جداگانه در نظر گرفته شده و جنبه های جنینی ساختارهای مرتبط با حواس خاص بررسی شده است. تعیین سن، فناوری های کمک باروری مورد استفاده در حیوانات اهلی و جنبه های جهش زایی و تراتوژنز به طور خلاصه در فصل های پایانی بررسی شده است.

اگرچه این کتاب عمدتاً به عنوان یک کتاب درسی برای دانشجویان دوره کارشناسی علوم دامی و دامپزشکی در نظر گرفته شده است، اما ممکن است این کتاب برای همکارانی که در آموزش جنین شناسی به عنوان بخشی از برنامه درسی دامپزشکی یا در دوره های مرتبط با علوم حیوانی یا زیست شناسی تکاملی مشغول هستند،

ارزشمند باشد. دانشمندان پژوهشی که در پروژه‌هایی در زمینه سم‌شناسی، تولید مثل حیوانات یا موضوعات مرتبط شرکت می‌کنند، ممکن است فصل‌های خاصی را مرتبط با حوزه‌های تحقیقاتی خود بیابند.

در فصول متوالی، بر پیدایش و بلوغ بافت ها و اندام ها و ارتباط آنها با یکدیگر تأکید می شود. این رویکرد منطقی مبنایی را برای ایجاد درک درستی از شکل و روابط سلول‌ها، بافت‌ها، اندام‌ها و ساختارها در مناطق مشخص بدن فراهم می‌سازد. همچنین به دانشجویان شناخت بیشتری از آناتومی توپوگرافیک ارائه می دهد، که پیش نیازی برای کسب مهارت های بالینی، تفسیر داده های تصویربرداری تشخیصی و روش هایی است که ممکن است برای مداخله جراحی در مکان های آناتومیکی تعریف شده مناسب باشد. جنبه های ملکولی جنین شناسی دانشجویان را با نقش ژن ها و فاکتورهای رونویسی در تکامل منظم جنینی و رشد جنین آشنا می کند. طبقه بندی مورد استفاده در سراسر کتاب به طور کلی با سیستم های اتخاذ شده توسط Nomina Embryologica Veterinaria (۲۰۰۶) و Nomina Anatomica Veterinaria (۲۰۱۲) مطابقت دارد.

مقالات مروری مرتبط و درسنامه های معتبر در هر فصل به عنوان منابع اطلاعاتی اضافی ذکر شده است. وب سایت های بین المللی ارائه کننده منابع آموزشی در جنین شناسی حیوانات و دامپزشکی و موضوعات مرتبط در انتهای کتاب آمده است.

فهرست مندرجات در یک نگاه

عنوان | صفحه

فصل ۱- جنبه های تاریخی جنین شناسی ۲

فصل ۲- تقسیم، رشد و تمایز سلول ها ۲۲

فصل ۳- گامتوژنز ۳۶

فصل ۴- لقاح ۴۶

فصل ۵- تسهیم ۵۸

فصل ۶- گاسترولاسیون ۶۸

فصل ۷- سیگنالینگ سلولی و عملکرد ژن در طول تکامل ۷۸

فصل ۸- سلول های بنیادی ۱۰۶

فصل ۹- تعیین طرح پایه بدن ۱۲۰

فصل ۱۰- حفره‌های سلومی ۱۲۸

فصل ۱۱- غشاهای جنینی ۱۳۸

فصل ۱۲- اشکال لانه‌گزینی و جفت‌زایی ۱۵۴

فصل ۱۳- مرگ و میر جنین در گونه‌های اهلی ۱۹۰

فصل ۱۴- سیستم قلبی عروقی ۲۰۴

فصل ۱۵- ویژگی‌های جنینی و پس از تولد خونسازی ۲۵۰

فصل ۱۶- سیستم عصبی ۲۸۲

فصل ۱۷- سیستم‌های عضلانی و اسکلتی ۳۲۶

فصل ۱۸- سیستم گوارش ۳۶۰

فصل ۱۹- سیستم تنفسی ۳۸۸
فصل ۲۰- سیستم ادراری ۴۰۲
فصل ۲۱- سیستم تولید مثل نر و ماده ۴۲۰
فصل ۲۲- ساختارهای سر و گردن ۴۶۰
فصل ۲۳- سیستم غدد درون ریز ۴۸۸
فصل ۲۴- چشم و گوش ۵۰۲
فصل ۲۵- سیستم پوششی ۵۲۶
فصل ۲۶- تعیین سن جنین و رویان ۵۵۲
فصل ۲۷- فناوری‌های کمک باروری مورد استفاده در گونه‌های اهلی ۵۶۰
فصل ۲۸- عوامل ژنتیکی، کروموزومی و محیطی که بر تکامل قبل از تولد تأثیر منفی دارند ۵۸۴

فهرست مندرجات کتاب

عنوان **صفحه**

فصل ۱- جنبه های تاریخی جنین شناسی..... ۲

نکات کلیدی ۲

مقدمه ۳

نظریه های غالب نسل در قرون هفدهم و هجدهم..... ۳

ریشه های زندگی ۴

همیاری یونانیان باستان ۵

پدیدار شدن جنین شناسی مقایسه ای ۶

کشف اسپرم ۹

جنین شناسی تجربی ۱۱

جنین شناسی تکاملی ۱۶

ژن‌ها و وراثت ۱۸

خلق حیات در لوله آزمایش ۱۹

منابع مطالعه بیشتر ۲۱

فصل ۲- تقسیم، رشد و تمایز سلول ها..... ۲۲

نکات کلیدی ۲۲

مقدمه ۲۳

چرخه سلولی ۲۳

میتوز ۲۵

مراحل میتوز ۲۵

پروفاز ۲۷

متافاز ۲۷

آنافاز ۲۸

تلوفاز ۲۸

سیتوکینزیس ۲۸

تنظیم میتوز ۲۸

میوز ۲۹

اولین تقسیم میوزی ۲۹

پروفاز I ۳۰

متافاز I ۳۰

آنافاز I ۳۰

تلوفاز I ۳۰

تقسیم میوز دوم ۳۱

پروفاز II ۳۱

متافاز II ۳۱

آنافاز II ۳۱

تلوفاز II ۳۳

پیامدهای عدم تفکیک کروموزوم ها در طول میوز... ۳۳

منابع برای مطالعه بیشتر ۳۴

فصل ۳- گامتوژنز ۳۶

نکات کلیدی ۳۶

مقدمه ۳۷

اسپرماتوژنز ۳۷

اووژنز ۴۰

تخمک گذاری ۴۱

انتقال تخمک در لوله رحم ۴۳

مهاجرت درون رحمی جنین ۴۳

زمان بهینه برای لقاح تخمک ۴۳

حفظ ظرفیت بارور سازی اسپرم ۴۴

منابع مطالعه بیشتر ۴۴

فصل ۴- لقاح..... ۴۶

نکات کلیدی ۴۶

مقدمه ۴۷

ظرفیت یابی ۴۹

رویدادهای سلولی در فرآیند لقاح ۴۹

موانع پلی اسپرمی ۵۰
فعال سازی تخمک ۵۲
نرخ مقایسه ای لقاح ۵۳
تعیین جنسیت ۵۳
پارتنوژنز ۵۵
نسبت جنسی ۵۵
کروموزوم های حیوانات اهلی ۵۶
منابع مطالعه بیشتر ۵۶

فصل ۵- تسهیم ۵۸
نکات کلیدی ۵۸
مقدمه ۵۹
تسهیم در آکوردهای اولیه، دوزیستان، گونه های پرندگان و پستانداران ۶۰
آکوردهای اولیه ۶۰
دوزیستان ۶۰
گونه های پرندگان ۶۳
پستانداران ۶۳
فشرده سازی ۶۴
تطویل بلاستوسیست ۶۶
منابع مطالعه بیشتر ۶۷

فصل ۶- گاسترولاسیون ۶۸
نکات کلیدی ۶۸
مقدمه ۶۹
طنابداران اولیه ۶۹
دوزیستان ۷۰
گونه های پرندگان ۷۲
پستانداران ۷۳
تثبیت تقارن چپ - راست در مهره داران ۷۴
دوقلو زایی ۷۵
دوقلوهای به هم چسبیده ۷۶
منابع مطالعه بیشتر ۷۷

فصل ۷- سیگنالینگ سلولی و عملکرد ژن در طول تکامل ۷۸
نکات کلیدی ۷۸
مقدمه ۷۹
انواع سیگنالینگ ۷۹
سیگنالینگ پاراکرین ۷۹
سیگنالینگ وابسته به تماس ۸۱
سیگنال‌دهی اتوکرین ۸۱
سیگنال‌دهی سیناپسی ۸۱
سیگنالینگ آندوکرین ۸۱
مسیرهای سیگنالینگ ۸۲
تنظیم سیگنال در طول رشد ۸۲
القا و توانمندی ۸۳
پیام‌رسان‌ها و گیرنده‌های سلولی ۸۵
سیگنال‌دهی پاراکرین و وابسته به تماس در طول تکامل جنینی ۸۵
خانواده خارپشتی ۸۶
خانواده فاکتور رشد فیبروبلاست ۸۶
خانواده‌ی بی بال ۸۷
ابرخانواده فاکتور رشد تغییر دهنده ۸۸
سیگنالینگ Notch ۹۰
آپوپتوز ۹۲
چسبندگی و مهاجرت ۹۴
مورفوژن‌ها ۹۴
ساختار و سازماندهی ژن ۹۵
متیلاسیون DNA و نقش‌گذاری والدین در پستانداران ۹۵
غیرفعال شدن کروموزوم X ۹۶
تعدیل هیستون ۹۷
تنظیم ژن ۹۷
فاکتورهای رونویسی ۹۸
سیستم‌های ژنی ضروری برای تکامل ۹۸
ژن‌های Hox و هویت قطعه‌ای در دروزوفیلا ۹۸
اندازه‌گیری تجربی بیان ژن ۱۰۲
ارزیابی تجربی عملکرد ژن ۱۰۲
خلاصه کلام ۱۰۳
منابع مطالعه بیشتر ۱۰۴

فصل ۸- سلول های بنیادی ۱۰۶
نکات کلیدی ۱۰۶
مقدمه ۱۰۷

سلول‌های بنیادی در رویان ۱۰۹
سلول‌های بنیادی در پستانداران بالغ ۱۰۹
سلول‌های بنیادی و تکامل جنینی ۱۱۳
سلول‌های بنیادی پرتوان القایی و کاربردهای آنها ... ۱۱۴
سلول‌های بنیادی در حیوانات اهلی ۱۱۷
منابع مطالعه بیشتر ۱۱۸

فصل ۹- تعیین طرح پایه بدن ۱۲۰
نکات کلیدی ۱۲۰
مقدمه ۱۲۱
منابع مطالعه بیشتر ۱۲۶

فصل ۱۰- حفره‌های سلومی ۱۲۸
نکات کلیدی ۱۲۸
مقدمه ۱۲۹
حفره‌های پلور و پریکارد ۱۲۹
حفره‌های پلور ۱۲۹
حفره پریکارد ۱۳۰
دیافراگم ۱۳۱
ناهنجاری‌های دیافراگم ۱۳۱
حفره صفاقی ۱۳۶
چادرینه (اومنتا) ۱۳۶
منابع مطالعه بیشتر ۱۳۷

فصل ۱۱- غشاهای جنینی ۱۳۸
نکات کلیدی ۱۳۸
مقدمه ۱۳۹
تشکیل غشاهای جنینی ۱۴۱
گونه‌های پرندگان ۱۴۲
کیسه زرده ۱۴۲
آمنیون و کوریون ۱۴۳
آلانتوئیس ۱۴۳
پستانداران ۱۴۵
کیسه زرده ۱۴۶
آمنیون و کوریون ۱۴۷
آلانتوئیس ۱۴۸
مایعات جنینی ۱۴۸
ساختارهای مرتبط با غشاهای جنینی ۱۵۱
بند ناف ۱۵۱
ناهنجاری‌های مرتبط با غشاهای جنینی ۱۵۳
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۱۵۳

فصل ۱۲- اشکال لانه‌گزینی و جفت‌زایی ۱۵۴
نکات کلیدی ۱۵۴
مقدمه ۱۵۵
لانه‌گزینی ۱۵۵
فاصله‌گذاری و جهت‌گیری جنین در داخل رحم. ۱۵۶
کنترل غدد درون‌ریز لانه‌گزینی ۱۵۹
لانه‌گزینی تأخیری ۱۶۰
بارداری خارج رحمی (نابجا) ۱۶۰
مرگ و میر جنینی ۱۶۰
جفت‌زایی در پستانداران ۱۶۱
جفت کوریوویتلین ۱۶۲
جفت کوریوآلانتوئیک ۱۶۲
طبقه‌بندی جفت‌زایی کوریوآلانتوئیک ۱۶۲
طبقه‌بندی بافت‌شناختی جفت‌زایی ۱۶۴
احشای خون‌خوار جفتی ۱۶۶
هموتروفی و هیستوتروفی ۱۶۶
لانه‌گزینی و جفت‌زایی در خوک‌ها ۱۶۶
تشخیص بارداری در خوک‌ها توسط مادر ۱۶۸
جفت خوک ۱۶۹
لانه‌گزینی و جفت‌زایی در گاو و گوسفند ۱۷۰
تشخیص آبستنی توسط مادر در نشخوارکنندگان ... ۱۷۱
جفت نشخوارکنندگان ۱۷۲
لانه‌گزینی و جفت‌زایی در اسب‌ها ۱۷۵
تشخیص بارداری توسط مادر در اسب‌ها ۱۷۶
جفت کوریوویتلین اسب‌سانان ۱۷۶
جفت کوریوآلانتوئیک اسب‌سانان ۱۷۶
کاپ‌های آندومتر ۱۷۹
لانه‌گزینی و تشکیل جفت در سگ‌ها و گربه‌ها ۱۸۰
تشخیص بارداری توسط مادر در سگ‌ها و گربه‌ها ... ۱۸۱
جفت کوریوویتلین در سگ‌ها و گربه‌ها ۱۸۱
جفت کوریوآلانتوئیک در سگ‌ها و گربه‌ها ۱۸۲
جنبه‌های کارکردی جفت ۱۸۳
جنبه‌های ایمونولوژیک روابط جنین - مادر ۱۸۶

منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۱۸۸

فصل ۱۳- مرگ و میر جنین در گونه‌های اهلی ۱۹۰

نکات کلیدی ۱۹۰
مقدمه ۱۹۱
ایجاد بارداری در گاو ۱۹۲
علل مرگ و میر جنینی ۱۹۲
عوامل ژنتیکی دخیل در مرگ و میر اولیه جنین ۱۹۳
کیفیت تخمک ۱۹۳
منشأ جنین ۱۹۴
نقش پروژسترون در تثبیت بارداری ۱۹۵
تغذیه و تعادل انرژی ۱۹۶
مرگ و میر جنین در گاوهای شیری پرتولید ۱۹۶
استرس گرمایی ۱۹۷
سیستم ایمنی ۱۹۷
زمان وقوع و میزان بروز از دست دادن جنین در گاو ۱۹۸
مرگ و میر جنین در گوسفند ۱۹۹
مرگ و میر جنین در خوک‌ها ۱۹۹
مرگ و میر جنین در اسب‌ها ۲۰۰
مرگ و میر جنین در سگ‌ها ۲۰۰
مرگ و میر جنین در گربه‌ها ۲۰۱
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۲۰۱

فصل ۱۴- سیستم قلبی عروقی ۲۰۴

نکات کلیدی ۲۰۴
مقدمه ۲۰۵
تشکیل لوله‌های قلبی ۲۰۹
جنبه‌های ملکولی تکامل قلب ۲۱۳
تشکیل اتاقک‌های قلبی ۲۱۴
قطعه بندی کانال دهلیزی-بطنی ۲۱۴
قطعه بندی دهلیز مشترک جنین ۲۱۴
شکل نهایی دهلیز راست ۲۱۷
شکل نهایی دهلیز چپ ۲۱۷
تشکیل بطن چپ و راست ۲۱۷
جداسازی مخروط قلب و تنه شریانی ۲۲۰
بسته شدن سوراخ بین بطنی ۲۲۰
تشکیل دریچه‌های قلبی ۲۲۰
سیستم هدایتی قلب ۲۲۳
تشکیل سیستم شریانی ۲۲۳
مشتقات شریان‌های قوس آئورت ۲۲۴
شاخه‌های آئورت ۲۲۹
تکامل سیستم وریدی ۲۳۱
تمایز شریانی و وریدی ۲۳۲
وریدهای ویتلین ۲۳۲
وریدهای نافی ۲۳۳
وریدهای کاردینال ۲۳۶
گردش خون جنینی و نوزادی ۲۳۷
تغییرات گردش خون در بدو تولد ۲۳۸
عروق لنفاوی و غدد لنفاوی ۲۴۰
تکامل غدد لنفاوی ۲۴۰
مشتقات رگ‌های خونی جنینی و ساختارهای مرتبط در حیوانات بالغ ۲۴۱
ناهنجاری‌های تکاملی سیستم قلبی عروقی ۲۴۱
مجرای شریانی باز ۲۴۲
تنگی دریچه ریوی ۲۴۳
تنگی آئورت ۲۴۳
تترالوژی فالوت ۲۴۴
نقص دیواره بین دهلیزی ۲۴۴
نقص دیواره بین بطنی ۲۴۴
کوردیس سرویکالیس نابجا ۲۴۴
شنت‌های وریدی مادرزادی (پورتوسیستمیک) ۲۴۴
ناهنجاری‌های حلقه عروقی ۲۴۶
قوس آئورت راست پایدار همراه با مجرای شریانی چپ ۲۴۷
شریان تحت ترقوه ای راست نابجا ۲۴۷
قوس آئورت دوگانه ۲۴۷
تظاهرات بالینی ناهنجاری‌های حلقه عروقی ۲۴۷
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۲۴۸

فصل ۱۵- ویژگی‌های جنینی و پس از تولد خونسازی ۲۵۰

نکات کلیدی ۲۵۰

اونتوژنی خونسازی ۲۵۱
مواضع خونسازی در جنین در حال تکامل ۲۵۳
فعالیت سلولی و سایر عوامل در مغز استخوان بزرگسالان که بر تکامل و فعالیت HSC تأثیر می‌گذارند ۲۵۶
فاکتورهای غیر سلولی دخیل در خونسازی ۲۵۷
خونسازی در گونه‌های پرندگان ۲۶۰
نقص ایمنی ۲۶۹
نقص ایمنی اولیه مربوط به ایمنی ذاتی ۲۷۰
نوتروپنی مادرزادی ۲۷۰
نوتروپنی دوره‌ای سگ‌ها ۲۷۰
سندرم چدیاک-هیگاشی ۲۷۱
بیماری گرانولوماتوز مزمن ۲۷۲
کمبود چسبندگی لکوسیت‌ها ۲۷۳
نقص‌های ژنتیکی اجزای کمپلمان ۲۷۴
نقص‌های ایمنی اولیه مربوط به ایمنی اکتسابی .. ۲۷۵
بیماری‌های نقص ایمنی ترکیبی شدید ۲۷۵
آپلازی یا هیپوپلازی تیموس ۲۷۸
سندرم ویسکوت-آلدریچ ۲۷۹
بیماری‌های نقص ایمنی اولیه دربرگیرنده لنفوسیت‌های B ۲۸۰
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۲۸۱

فصل ۱۶- سیستم عصبی ۲۸۲
نکات کلیدی ۲۸۲
مقدمه ۲۸۳
الگودهی پشتی-شکمی لوله عصبی ۲۸۴
تاج عصبی ۲۸۶
تمایز اجزای سلولی لوله عصبی ۲۸۷
رشد سلول‌های گلیال ۲۸۷
تشکیل نورون‌ها ۲۸۹
اعصاب نخاعی ۲۸۹
میلینه شدن رشته‌های عصبی محیطی ۲۹۲
تغییرات موضع قرارگیری نسبی نخاع و ستون فقرات در حال تکامل ۲۹۳
ناهنجاری‌های نخاع ۲۹۵
تمایز زیربخش‌های مغز ۲۹۵
رومبانسفال ۲۹۵
میلنسفال ۲۹۶
متانسفالون ۲۹۸
مخچه ۲۹۹
مزانسفال ۳۰۲
تمایز پروزنسفالون یا مغز پیشین ۳۰۳
دیانسفالون ۳۰۴
تلانسفالون ۳۰۵
سیستم بطنی مغز و گردش مایع مغزی نخاعی ۳۱۰
سد خونی-مغزی ۳۱۰
جنبه‌های ملکولی تکامل مغز ۳۱۱
ناهنجاری‌های مغزی ۳۱۳
اِگزنسفالی ۳۱۳
میکروانسفالولی ۳۱۳
هیدرانانسفالی ۳۱۳
هیدروسفالی ۳۱۴
سیکلوپیا ۳۱۴
ناهنجاری آرنولد-کیاری ۳۱۴
هیپوپلازی مخچه ۳۱۵
ساقه مغز و نخاع ۳۱۵
اعصاب جمجمه‌ای ۳۱۵
اعصاب حسی ویژه ۳۱۸
اعصاب جمجمه‌ای با عملکردهای منحصراً حرکتی ۳۱۸
اعصاب جمجمه‌ای با عملکرد حسی و حرکتی ۳۱۸
سیستم عصبی محیطی ۳۱۸
سیستم عصبی خودکار ۳۱۹
سیستم عصبی سمپاتیک ۳۱۹
سیستم عصبی پاراسمپاتیک ۳۲۱
سیستم عصبی روده‌ای ۳۲۲
منتز ۳۲۳
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۳۲۵

فصل ۱۷- سیستم‌های عضلانی و اسکلتی ۳۲۶
نکات کلیدی ۳۲۶
تمایز سومایت‌ها ۳۲۷
سیستم عضلانی ۳۲۷
عضله اسکلتی ۳۲۸

تمایز سلولی عضله ۳۳۰
عضله صاف ۳۳۰
عضله قلبی ۳۳۰
بافت‌زایی فیبرهای عضله اسکلتی ۳۳۱
سیستم اسکلتی ۳۳۲
بافت‌زایی غضروف ۳۳۲
تشکیل استخوان ۳۳۴
سلول‌های استخوان ۳۳۴
سلول‌های پیش‌ساز استخوان ۳۳۴
استئوبلاست‌ها ۳۳۴
استئوسیت‌ها ۳۳۵
استئوکلاست‌ها ۳۳۵
جنبه‌های ساختاری و کارکردی استخوان ۳۳۶
استخوان‌سازی ۳۳۸
استخوان‌های پهن جمجمه ۳۳۹
استخوان‌های بلند ۳۳۹
مراکز ثانویه استخوان‌سازی ۳۴۲
رشد طولی ۳۴۲
رشد قطری ۳۴۳
بازسازی استخوان ۳۴۳
ستون فقرات ۳۴۳
دنده‌ها ۳۴۶
جناغ سینه ۳۴۷
مفاصل ۳۴۷
اندام‌ها ۳۴۹
ایجاد جوانه‌های اندام حرکتی ۳۴۹
مشخصات محورهای اندام حرکتی ۳۵۱
ناهنجاری‌های اسکلتی ۳۵۵
آکندروپلازی ۳۵۵
استئوژنز ایمپرفکتا ۳۵۶
استئوپتروزیس ۳۵۶
نقص‌های مهره‌ای ۳۵۶
نقص دنده‌ها ۳۵۸
نقص‌های جناغی ۳۵۸
نقص‌های اندام ۳۵۸
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۳۵۸

فصل ۱۸- سیستم گوارش ۳۶۰
نکات کلیدی ۳۶۰
مقدمه ۳۶۱
تنظیم ملکولی تکامل دستگاه گوارش ۳۶۳
الگوی تکامل جمجمه‌ای-دمی ۳۶۳
الگوی تکامل پشتی-شکمی ۳۶۴
قرارگیری دستگاه گوارش در امتداد محور چپ-راست جنین ۳۶۵
تکامل شعاعی دستگاه گوارش ۳۶۵
مری ۳۶۵
معده ۳۶۶
معده گاو ۳۶۹
تغییرات بخش‌های شکم گاو از بدو تولد تا بلوغ ۳۷۱
اتصالات امنتوم در نشخوارکنندگان ۳۷۱
معده پرندگان و ساختارهای مرتبط ۳۷۱
کبد ۳۷۲
پانکراس ۳۷۳
طحال ۳۷۶
تشکیل و چرخش روده‌ها در حیوانات اهلی ۳۷۶
ویژگی‌های مقایسه‌ای روده‌ها ۳۷۷
روده نشخوارکنندگان ۳۷۷
روده خوک ۳۸۰
روده اسب ۳۸۱
روده پسین ۳۸۱
ناهنجاری‌های تکاملی دستگاه گوارش ۳۸۳
تنگی نواحی خاصی از دستگاه گوارش ۳۸۳
آترزی ۳۸۳
مقعد بدون سوراخ ۳۸۳
فیستول ادراری-رکتال ۳۸۳
آمفالوسل ۳۸۴
فتق مادرزادی ناف ۳۸۴
ناهنجاری‌های مجرای ویتلین ۳۸۶
وضعیت وارونه ۳۸۶
مگاازوفاگوس مادرزادی ۳۸۶
مگاکولون (بیماری هیرشپرونگ) ۳۸۶
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۳۸۶

فصل ۱۹- سیستم تنفسی ۳۸۸

نکات کلیدی ۳۸۸

مقدمه ۳۸۹

تشکیل حنجره ۳۸۹

نای، برونش ها و ریه‌ها ۳۹۱

بخش های فرعی ریه ۳۹۵

جنبه‌های ملکولی تکامل تنفسی ۳۹۶

ناهنجاری‌های سیستم تنفسی ۳۹۹

منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۴۰۰

فصل ۲۰- سیستم ادراری ۴۰۲

نکات کلیدی ۴۰۲

مقدمه ۴۰۳

کلیه ۴۰۳

پرونفروس ۴۰۳

مزونفروس ۴۰۴

متانفروس ۴۰۵

اساس ملکولی تشکیل متانفروس ۴۰۷

مشخصات جوانه‌های حالب ۴۰۷

شاخه زنی جوانه‌های حالب ۴۰۷

کلیه‌های تک‌لوبی ۴۱۱

کلیه‌های چند لوبی ۴۱۴

کلیه‌های پستانداران آبزی ۴۱۴

کلیه‌های حیوانات اهلی ۴۱۴

مثانه ۴۱۶

ناهنجاری‌های تکاملی سیستم ادراری ۴۱۷

آژنزی کلیوی ۴۱۷

کلیه نابجا ۴۱۷

حالب نابجا ۴۱۷

کلیه نعل اسبی ۴۱۸

کلیه کیستیک مادرزادی ۴۱۸

منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۴۱۸

فصل ۲۱- سیستم تولید مثل نر و ماده ۴۲۰

نکات کلیدی ۴۲۰

مقدمه ۴۲۱

سلول‌های زایای اولیه ۴۲۱

مرحله تمایز نیافته تشکیل غدد جنسی ۴۲۲

تمایز و بلوغ بیضه‌ها ۴۲۳

تمایز و بلوغ تخمدان‌ها ۴۲۶

ویژگی‌های تکامل غدد جنسی اسب ۴۲۶

مجاری تناسلی ۴۲۹

تمایز سیستم مجاری مذکر در پستانداران ۴۲۹

تمایز سیستم مجاری مونث در پستانداران ۴۳۱

غدد جنسی پرندگان و مجاری مرتبط ۴۳۲

تشکیل چین تناسلی ۴۳۳

دستگاه تناسلی خارجی ۴۳۴

تمایز دستگاه تناسلی خارجی ۴۳۵

عواملی که بر تمایز جنسی در پستانداران تأثیر می‌گذارند ۴۳۶

جنبه‌های ملکولی تمایز جنسی و گنادوژنز ۴۳۷

تأثیر هورمون‌ها بر تکامل مجاری تناسلی و اندام تناسلی خارجی ۴۳۹

تمایز جنسی، عملکرد مغزی مرتبط و رفتار جنسی متعاقب آن در بلوغ ۴۴۰

ناهنجاری‌های تکامل جنسی ۴۴۲

سندرم فریمارتینیسم در گاو ۴۴۵

فری‌مارتینیسم در گونه‌هایی غیر از گاو ۴۴۵

آپلازی قطعه‌ای مجاری پارامزونفریک ۴۴۶

نزول بیضه‌ها ۴۴۶

مهاجرت تخمدان ۴۵۰

نهان‌بیضگی (کریپتورکیدیسم) ۴۵۱

تشکیل غده پستانی ۴۵۱

مونوترم‌ها ۴۵۱

کیسه‌داران ۴۵۲

هوددان (یوتریا) ۴۵۲

تشکیل غدد پستانی در حیوانات اهلی ۴۵۲

تشکیل غده پستانی گاو ۴۵۲

تمایز بدنه غده پستانی گاو ۴۵۳

رشد پس از تولد غده پستانی گاو ۴۵۵

ویژگی‌های مقایسه‌ای تشکیل غدد پستانی در حیوانات اهلی ۴۵۵

گوسفند و بز ۴۵۵

مادیان‌ها ۴۵۶

خوک‌های ماده ۴۵۶
سگ و گربه ها ۴۵۶
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۴۵۷

فصل ۲۲- ساختارهای سر و گردن ۴۶۰

نکات کلیدی ۴۶۰
مقدمه ۴۶۱
ناحیه حلقی ۴۶۱
مشتقات دستگاه حلقی ۴۶۲
مشتقات قوس حلقی ۴۶۲
مشتقات کیسه حلقی ۴۶۴
شکاف‌های حلقی ۴۶۴
مشتقات شریان قوس آئورت ۴۶۵
عضلات سر که از سومیتومرها و سومایت‌ها ایجاد می شوند ۴۶۵
صورت ۴۶۶
حفره‌های بینی ۴۷۱
شاخک‌ها (Conchae) ۴۷۲
اندام ومرونازال ۴۷۳
سینوس‌های پارانازال ۴۷۴
حفره دهان ۴۷۴
زبان ۴۷۴
غدد بزاقی ۴۷۷
دندان‌ها ۴۷۷
تکامل دندان براکیودونت ۴۷۹
رشد دندان هیپسودونت ۴۸۱
جنبه‌های مقایسه‌ای دندان‌ها ۴۸۲
جنبه‌های ملکولی رشد دندان ۴۸۲
رشد جمجمه ۴۸۳
نوروکرانیوم غشایی ۴۸۳
نوروکرانیوم غضروفی ۴۸۴
احشاء غشایی جمجمه‌ای ۴۸۴
احشاء غضروفی جمجمه ۴۸۴
ناهنجاری‌های مادرزادی صورت و حفره دهان ۴۸۴
شکاف لب و کام ۴۸۴
آگناتیا ۴۸۵
براکی‌گناتیا ۴۸۵
پروگناتیا (براکی‌گناتیا فک بالا) ۴۸۵
آترزی یا تنگی کوآن ۴۸۵
آترزی مجرای اشکی بینی ۴۸۵
ناهنجاری‌های زبان ۴۸۶
کیست‌های حلقی ۴۸۶
دندان‌های غیرطبیعی ۴۸۶
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۴۸۷

فصل ۲۳- سیستم غدد درون ریز ۴۸۸

نکات کلیدی ۴۸۸
مقدمه ۴۸۹
غده هیپوفیز ۴۸۹
تنظیم ملکولی تکامل غده هیپوفیز ۴۹۲
غده پینه آل ۴۹۳
غدد فوق کلیوی ۴۹۳
غده تیروئید ۴۹۴
تنظیم مولکولی تکامل غده تیروئید ۴۹۵
غدد پاراتیروئید ۴۹۸
تیموس ۴۹۸
جزایر پانکراس ۴۹۹
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۵۰۱

فصل ۲۴- چشم و گوش ۵۰۲

نکات کلیدی ۵۰۲
چشم ۵۰۳
جنبه‌های ملکولی تکامل چشم ۵۰۳
تمایز جام بینایی ۵۰۸
عدسی ۵۱۱
تشکیل پلک‌ها ۵۱۱
عضلات چشم ۵۱۵
ناهنجاری‌های چشم ۵۱۵
گوش ۵۱۶
گوش داخلی ۵۱۸
گوش میانی ۵۲۱
گوش خارجی ۵۲۲
القای شنوایی ۵۲۳
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۵۲۵

فصل ۲۵- سیستم پوششی ۵۲۶
نکات کلیدی ۵۲۶
سیستم پوششی ۵۲۷
اپیدرم ۵۲۷
درم ۵۲۹
هیپودرم ۵۳۰
مو ۵۳۱
فولیکول موی سینوسی ۵۳۴
چرخه رشد مو ۵۳۵
غدد پوست پستانداران ۵۳۵
غدد سباسه ۵۳۵
غدد عرق ۵۳۷
پوست پرندگان ۵۳۷
پرها ۵۳۸
نقص‌های مادرزادی و ارثی پوست ۵۴۰
سم‌ها و چنگال‌ها ۵۴۱
سم اسب ۵۴۲
شاه بلوط و ارگوت ۵۴۵
سم‌های نشخوارکنندگان و خوک ۵۴۵
چنگال‌های سگ و گربه ۵۴۵
کف پا ۵۴۶
شاخ و ساختارهای مرتبط ۵۴۷
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۵۵۱

فصل ۲۶- تعیین سن جنین و رویان ۵۵۲
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۵۵۷

فصل ۲۷- فناوری‌های کمک باروری مورد استفاده در گونه‌های اهلی ۵۶۰
نکات کلیدی ۵۶۰
مقدمه ۵۶۱
تأثیر فناوری‌های تولید مثل بر اصلاح نژاد حیوانات ۵۶۳
فناوری‌های کمک باروری در گاو ۵۶۴
تلقیح مصنوعی ۵۶۴
انتقال رویان با تخمک‌گذاری چندگانه (MOET). ۵۶۶
لقاح آزمایشگاهی (IVF) ۵۶۸
بازیابی تخمک از طریق واژن یا «برداشت تخمک» (OPU) ۵۷۰
تعیین جنسیت اسپرم‌ها ۵۷۱
شبیه‌سازی ۵۷۱
تراریختی (ترانسژنز) ۵۷۳
ویرایش ژنوم ۵۷۵
فناوری‌های کمک باروری در سایر گونه‌های اهلی... ۵۷۶
ARTها در نشخوار کنندگان کوچک (گوسفند و بز) ۵۷۶
ARTها در خوک‌ها ۵۷۷
ARTها در اسب‌ها ۵۷۸
ARTها در سگ‌ها ۵۷۹
ARTها در گربه‌ها ۵۸۱
ARTها در گونه‌های در معرض خطر انقراض ۵۸۲
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۵۸۲

فصل ۲۸- عوامل ژنتیکی، کروموزومی و محیطی که بر تکامل قبل از تولد تأثیر منفی دارند ۵۸۴
نکات کلیدی ۵۸۴
مقدمه ۵۸۵
جهش‌ها ۵۸۶
ناهنجاری‌های کروموزومی ۵۸۹
تراتوژن‌ها ۵۹۱
داروها و مواد شیمیایی درمانی ۵۹۲
داروهای سیتوتوکسیک مورد استفاده برای درمان بیماری‌های نئوپلاستیک ۵۹۲
گیاهان سمی ۵۹۴
عوامل عفونی ۵۹۴
سنجش اتیولوژی بیماری‌های مادرزادی ۶۱۹
نکات پایانی ۶۲۰
منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر ۶۲۱



فصل اول : جنبه های تاریخی جنین شناسی

نکات کلیدی

- ☑ دیدگاه غالب بسیاری از دانشمندان و محققان علاقمند به جنین شناسی تا حدود قرن هجدهم به از *پیش‌شکل‌گیری* معطوف بود، بدین معنی که موجودات زنده از نمونه مینیاتوری از قبل موجود خود به وجود می‌آیند.
- ☑ فرضیه جایگزین رشد جنینی که به آن اپی ژنز اطلاق می شود، فرض می کند که ساختار یک حیوان به تدریج از یک تخم نسبتاً بی شکل ظاهر می شود. نظریه اپی ژنز که برای اولین بار توسط ارسطو فیلسوف یونانی مطرح شد، دو هزار سال قبل از نظریه پیش‌شکل‌گیری بود.
- ☑ پیشرفت های عمده ای در بیولوژی تولید مثل و تکاملی در قرن هفدهم اتفاق افتاد. تا آن زمان، تمدن های اولیه بر این عقیده بودند که جنین از ترکیب دو «تخم» والدین به وجود می آید.
- ☑ در جنین شناسی انسان، اویست ها به تولید از تخمک ها اعتقاد داشتند در حالی که اسپرمیست ها معتقد بودند که مذکرها در انتقال ویژگی های اساسی فرزندان خود همیاری دارند و ماده ها فقط در یک بستره مادی همیاری دارند. این نظریه تا اواخر قرن هفدهم دیدگاه غالب رشد جنینی بود.
- ☑ با پیشرفت میکروسکوپ در قرن هجدهم، زیست شناسان مشاهده کردند که جنین در طی یک سری مراحل پیشرونده تکامل می یابد و اپی ژنز را به عنوان پایه تکامل جنینی جایگزین پیش‌شکل‌گیری کردند.
- ☑ پیشرفت درک و دستکاری بیولوژی تولیدمثل از نقطه‌ای در گذشته که منشاء زندگی انسان درک نشده‌بود تا جایی که بتوان جنین های اولیه را در شرایط آزمایشگاهی تولید کرد، نشان دهنده یک دستاورد علمی خارق العاده است.

مقدمه

جنین شناسی، همانطور که به حیوانات اهلی مربوط می شود، با مراحل متوالی تکامل جنین و جنینی که با لقاح آغاز می‌شود، سروکار دارد. این علم پویا از زیست شناسی سلولی، ژنتیک و بیوشیمی برای توضیح پیچیدگی های تکاملی بهره می‌برد.

همه پستانداران زندگی خود را به عنوان یک جنین آغاز می کنند. علیرغم درک فزاینده مستمر تکامل جنین و مکانیسم‌های تنظیمی زمینه‌ای آن، هنوز خیلی برای کشف شدن باقی مانده است. برای دانشجویان زیست شناسی حیوانات، دامپزشکی و علوم بهداشتی مرتبط، جنین شناسی بینشی از رشد بدن پستانداران در هر دو سطح میکروسکوپیک و آناتومیک ارائه می دهد. همچنین مقدمه مهمی برای ژنتیک حیوانات، سیستم ها و ارگان ها و بیولوژی تولید مثل فراهم می سازد.

در سطح صوری، بنیان تولید مثل انسان به طور گسترده در اکثر جوامع مدرن درک شده است. هرچند در قرون گذشته جنبه‌های بیولوژیکی تولید مثل در جمعیت انسانی و در میان جمعیت‌های حیوانی باعث بحث‌های قابل‌توجهی شده و عدم قطعیت زیادی بر آن حاکم بود. در قرن‌های هفدهم و هجدهم، موضوع «نسل» که شکل‌گیری حیات جدید نامیده می‌شد، واکنش‌های دینی و فلسفی شدیدی را از سوی متکلمان و علما برانگیخت و بیشتر از نور، گرما تولید کرد. در واقع، اصطلاح «تولید مثل» تا قرن هجدهم مورد استفاده قرار نگرفت. قبل از آن زمان، همانطور که از این اصطلاح برمی آید، هیچ درک درستی وجود نداشت که یک موجود زنده کپی برداری شود.

نظریه های غالب نسل در قرون هفدهم و هجدهم

در تاریخ جنین شناسی، پیش‌شکل‌گیری[1] نظریه ای از نسل بود که به طور گسترده از اواخر قرن هفدهم تا پایان قرن هجدهم پذیرفته شد. این مفهوم پیشنهاد می کند که ارگانیسم ها از نسخه‌های مینیاتوری خود که قبلاً به طور کامل در تخمک ها یا اسپرم والدینشان قبل از لقاح تشکیل شده بودند، ایجاد می شوند. اپی ژنز[2] نظریه جایگزین پیش‌شکل‌گیری، مدعی بود که طی یک سری مراحل، هر جنین یا ارگانیسم به تدریج از یک توده تمایز نیافته تولید می‌شود.

اویسم[3] که معتقد بود تخم مادر محل جنین از پیش تشکیل‌شده‌است، یکی از دو مدل پیش‌شکل‌گیری بود. مدل دیگر که اسپرمیسم[4] نامیده می‌شود، ادعا می‌کند که فرزندان از یک جنین کوچک و کاملاً تشکیل شده در سر اسپرم رشد می‌کنند. منشا اسپرمیسم از نمایش میکروسکوپی وجود اسپرم در اواخر دهه ۱۶۷۰ به دست آمد.

[1] Preformationism
[2] Epigenesis
[3] Ovism
[4] Spermism

حمایت از اویسم در اواسط تا اواخر قرن هجدهم به اوج خود رسید، اما در آغاز قرن نوزدهم کاهش یافت. در حالی که اسپرمیسم هرگز به اندازه پیش‌تشکیلی اویستی غالب نبود، پیروان سرسختی داشت که آثار و نوشته‌هایشان تأثیر زیادی بر رشد جنین‌شناسی در این دوره داشت.

ریشه های زندگی

اشکال هنری که از ویژگی های تمدن های عصر حجر بود، تفکر آن زمان را در ارتباط با تولید نسل منتقل می کرد. برخی از اولین تصاویری که توسط انسان خلق شده اند مجسمه های ناهید[1] هستند که از سنگ نرم، استخوان یا عاج حکاکی شده اند یا از خاک رس پخته شده ساخته شده اند و بیشتر آنها مربوط به دوره گراوتیان یا پارینه سنگی[2]، یعنی ۲۸۰۰۰ تا ۲۲۰۰۰ سال پیش است. در برخی از این مجسمه ها، قسمت های خاصی از آناتومی زن از جمله شکم، باسن، سینه، ران و فرج اغراق آمیز است. باستان شناسان حدس می زنند که این مجسمه ها ممکن است نمادهای باروری باشند و ممکن است نشان دهنده اولین تصاویر انسان هایی باشد که در تلاش برای درک منشاء بیولوژیکی خود هستند.

پیش از قرن هفدهم، پیش فرض های مربوط به منشأ زندگی متفاوت بود. به طور کلی باور بر این بود که در پستانداران، از جمله انسان، «کره به باباش میره»، اگرچه مطمئن نبودند که همیشه این اتفاق می افتد. به عنوان مثال، برخی معتقد بودند که زنان می توانند گونه های دیگری به دنیا بیاورند. ادعاها مبنی بر اینکه یک زن انگلیسی به نام مری تافت از گودالمینگ، سووری[3]، در سال ۱۷۲۶ خرگوش به دنیا آورد، قبل از اینکه او اعتراف کند که داستانش واقعی نیست، به طور گسترده پذیرفته شد.

در اوایل قرن گذشته، انسان شناس لهستانی **Bronisław Kasper Malinowski** (۱۸۸۴ تا ۱۹۴۲) ادعا کرد که ساکنان جزایر تروبریاند[4] در جنوب اقیانوس آرام اطلاع نداشتند که نوزادان در نتیجه مقاربت جنسی به وجود می آیند. در زبان مادری آنها، کلمه «پدر» به معنای واقعی کلمه به معنای «شوهر مادرم» است که حاکی از یک رابطه اجتماعی به جای بیولوژیکی است. اگرچه ممکن است در ابتدا تعجب آور باشد، اما دلایل خوبی وجود دارد که نشان می دهد ارتباط بین عمل جنسی و تولد فرزند ممکن است آشکار نباشد، زیرا زنان می توانند بدون باردار شدن رابطه جنسی داشته باشند. علاوه بر این، حتی زمانی که لقاح اتفاق افتاد، این دو رویداد، یعنی رابطه جنسی و تولد، ۹ ماه از هم جدا می‌شوند و بنابراین بلافاصله به یکدیگر ربط داده نمی شدند. در واقع، فرض شده است که درک انسان از ارتباط بین جفت گیری و تولید مثل از طریق اهلی کردن حیوانات حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش به دست آمده است. در این حیوانات، جفت گیری تنها در طول دوره مشخصی از پذیرش جنسی که دوره فحلی نامیده می‌شود، رخ می دهد و یک پیوند قابل مشاهده بین جفت گیری و بارداری ایجاد می کند.

---

[1] Venus Figurines
[2] Gravettian Period
[3] Mary Toft from Godalming, Surrey
[4] Trobriand Islands

بر اساس این مشاهدات، باور این موضوع که منی یا «تخم» مرد، تنها محصول جفت‌گیری آشکارا و بی‌درنگ قابل مشاهده است، برای خلق یک زندگی نقش بنیادین داشته و به مفهوم محوری در بقای نسل تبدیل شد. در باورهای مذهبی و در اساطیر، نقش مرد در خلق زندگی جدید به سرعت غالب شد. برای مثال، در کتاب پیدایش[1]، نوشته شده است که اونان[2] برای اینکه زن برادرش را باردار نکند، «تخم خود را روی زمین ریخت». در اساطیر مصر، داستان آفرینش نشان می‌دهد که آتوم-را[3] زمین و اولین خدا و الهه را از تخم خود از طریق خودارضایی خلق کرد. این تشبیه منی/تخم بر تمام تفکرات بعدی در مورد تولید نسل غالب بود.

همیاری یونانیان باستان

در اروپا تقریباً تمامی باورهای مربوط به مسائل علوم زیستی تا نیمه دوم قرن هفدهم تحت تسلط آموزه های فیلسوفان یونان باستان بود. در قرن پنجم پیش از میلاد، **Hippocrates** پزشک یونانی (حدود ۴۶۰ تا ۳۷۰ پیش از میلاد)، که یکی از برجسته‌ترین شخصیت‌های تاریخ پزشکی محسوب می‌شود، استدلال کرد که بقای نسل از طریق عمل مشترک دو نوع منی، یکی از انزال مردانه و دیگری از خون قاعدگی زنان به وجود می آید. یک قرن بعد، **Aristotle** فیلسوف و دانشمند یونانی (۳۸۴ تا ۳۲۲ قبل از میلاد) De Generation animalium (نسل حیوانات) را در حدود ۳۵۰ قبل از میلاد منتشر کرد که اولین اثری بود که نظریه جامعی از مکانیسم های تولید مثل در انواع حیوانات ارائه کرد. وی مفاهیم تخمک گذاری (تولد از تخمک)، زنده زایی (تولد زنده) و ovoviviparity (تولید تخمی که در داخل بدن از تخم خارج می شود) را تشریح کرد. او همچنین الگوهای هولوبلاستیک و مروبلاستیک تقسیم سلولی را توضیح داد (به فصل ۵ مراجعه کنید). او مشاهدات مهمی را انجام داد که اندام ها به تدریج در جنین رشد می کنند (اپی ژنز) و از قبل ساخته نمی شوند. بر خلاف بقراط، ارسطو معتقد بود که فقط نطفه یا «تخم» نر در «تشکیل» جنین همیاری دارد و این شکل بر روی «ماده» که توسط خون قاعدگی زن عرضه می شود نقش می بندد، دقیقاً مانند مهری که موم داغ را مهر می زند. تشبیه دیگری که تا امروز ادامه دارد این بود که نطفه مانند بذری بود که در زمین حاصلخیز کاشته می شد. ارسطو استدلال می کرد که حیوانات پایین تر مانند حشرات به طور خود به خود از پوسیدگی ایجاد می شوند. این نظریه با تجربه روزمره مشاهده انگل هایی که به طور ناگهانی روی مواد پوسیده ظاهر می شوند مطابقت داشت، اما این مفهوم در نهایت توسط **Francesco Redi** (۱۶۲۶ تا ۱۶۹۸) در اواسط دهه ۱۶۰۰ رد شد (ادامه را بخوانید).

در قرن دوم پس از میلاد، **Galen** (۱۲۹ تا حدود ۲۰۰)، پزشک، جراح و فیلسوف برجسته یونانی در امپراتوری روم، از ادعای بقراط حمایت کرد که تخم های نر و ماده هر دو با تولید مثل همیاری دارند. این تا حدودی به دلیل دیدگاه اشتباه او بود که دستگاه تناسلی زنان با مردان یکسان است اما به داخل چرخیده است. گزارش‌های تشریحی او، که عمدتاً بر اساس تشریح میمون‌ها و خوک‌ها بود، تا زمانی که توصیف‌های چاپی و تصاویر تشریح‌های انسانی

[1] Book of Genesis
[2] Onan
[3] Atum-Ra

در سال ۱۵۴۳ در کار کلاسیک در مورد آناتومی انسان De humani corporis fabrica (نگاهی به بافت بدن انسان) توسط **Andreas Vesalius** آناتومیست و پزشک بلژیکی (۱۵۱۴ تا ۱۵۶۴) منتشر شد، بدون مناقشه باقی ماندند.

گرچه جالینوس دیدگاه بقراط را اتخاذ نمود که دو نوع «نطفه» وجود دارد (یکی مذکر و دیگری مؤنث)، پذیرش این نظریه به دلیل این واقعیت که امکان شناسایی منی زن وجود نداشت با مشکل مواجه شد و بنابراین دیدگاه ارسطو همچنان پابرجا بود.

پدیدار شدن جنین شناسی مقایسه ای

بحث و جدل مربوط به نقش زن و مرد در بقای نسل برای چند صد سال ادامه داشت. در این دوران، اندیشه‌های یونانیان باستان توسط متفکران عرب حفظ شد، اما فراتر از آن‌هایی که بر نقش مرد تمرکز می‌کردند توسعه نیافت و برای مدتی، پیشرفتی در درک منشأ زندگی رخ نداد. از قرن چهاردهم به بعد، در اروپا تجدید حیات اندیشه های متفکران باستانی رخ داد. تقریباً در این زمان، در میان نقاشی‌های آناتومیکی معروف هنرمند بزرگ ایتالیایی **Leonardo da Vinci** (۱۴۵۲ تا ۱۵۱۹) نقاشی‌های رحم گاو دوشاخ باردار و جنین و غشای جنین با برداشتن رحم بود. داوینچی همچنین رحم انسان را به تصویر کشید که برای آشکار کردن جنین و غشاهای مرتبط باز شده بود.

یکی از اولین انتشارات عمده در مورد جنین شناسی مقایسه ای بنام *De formato feetu* (جنین شکل گرفته) در سال ۱۶۰۰ توسط آناتومیست و جراح پیشگام ایتالیایی **Hieronymus Fabricius** (Girolamo Fabrizio da Acquapendete، ۱۵۳۷ تا ۱۶۱۹) منتشر شد که شامل تصاویر و مراحل مختلف جنین بود. فابریسیوس شاگرد **Gabriele Falloppio** (فالوپیوس، ۱۵۲۳ تا ۱۵۶۲) بود که لوله‌های رحمی را که قبلاً لوله‌های فالوپ نامیده می‌شد، توصیف کرد. محل تشکیل لنفوسیت B در پرندگان، غشای فابریسیوس، که اکنون به عنوان بورس کلوآکال شناخته می شود، نام او را به خود اختصاص داده است. دست نوشته ای با عنوان De formatione ovi et pulli (درباره تشکیل تخم و جوجه)، که پس از مرگش در میان یادداشت های سخنرانی او یافت شد، در سال ۱۶۲۱ منتشر شد و حاوی اولین توصیف بورسا بود. ایتالیایی دیگر، **Bartolomeo Eustachius** (۱۵۱۴ تا ۱۵۷۴) تصاویری از جنین سگ و گوسفند را در سال ۱۵۵۲ منتشر کرد. او همچنین دانش آناتومی گوش داخلی را با توصیف صحیح لوله شنوایی که گوش میانی را به نازوفارنکس (و نام شیپور استاش) متصل می‌کند، بسط داد.

بسیاری از مفاهیم مرتبط با جنین شناسی تا زمان اختراع میکروسکوپ که امکان مشاهده دقیق ساختارهای جنین شناسی را فراهم می کرد، حدس و گمان بودند. **Marcello Malpighi** (۱۶۲۸ تا ۱۶۹۴)، استاد ایتالیایی پزشکی و پزشک شخصی پاپ اینوسنت دوازدهم[1]، یکی از اولین حامیان از پیش‌شکل‌گیری بود. او رشد جنین را صرفاً آشکار شدن یک ارگانیسم بالغ مینیاتوری توصیف کرد. او اولین ارزیابی میکروسکوپی تکامل جنین جوجه را در سال ۱۶۷۲ منتشر کرد که شیار عصبی، سومیت ها و جریان خون به کیسه زرده را شناسایی کرد. به دلیل

[1] Pope Innocent XII

اهمیت کار اولیه او، تعدادی از ساختارهای تشریحی به نام او نامگذاری شدند، از جمله سلول های مالپیگی (کلیه) در کلیه و لایه مالپیگی در اپیدرم. او مشاهده کرد که حتی تخم مرغ انکوبه نشده نیز ساختار قابل توجهی دارد، که باعث شد مفهوم اپی ژنز را زیر سوال ببرد و باور کند که نسخه از پیش ساخته شده مرغ در تخم مرغ وجود دارد. این مشاهدات متعاقباً مورد تردید قرار گرفت، زیرا تخم‌های «انکوبه نشده» او در واقع در معرض دمای محیطی گرم قرار گرفته بودند. با این وجود، این آزمایش‌ها یکی از بحث‌های بزرگ در جنین‌شناسی را باز کرد: آیا اندام‌های جنین در هر نسل (اپی‌ژنز) بصورت نو تشکیل شده‌اند یا قبلاً به شکل مینیاتوری در داخل تخمک یا اسپرم وجود داشته‌اند (پیش‌شکل‌گیری).

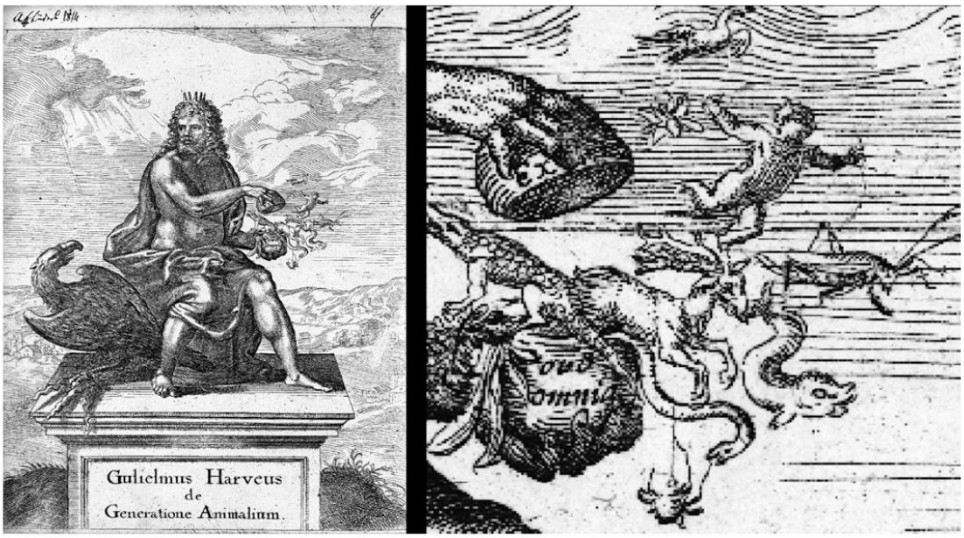
دوره ای از اکتشافات شدید در قرن هفدهم، پایه هایی را برای کشف جنسیت، زندگی و رشد و دانش کنونی ما در مورد منشأ زندگی ایجاد کرد. در این دوره بود که اکتشافات اساسی مربوط به رویدادهای بیولوژیکی مرتبط با تولید مثل انجام شد، اگرچه معنای کامل آنها نامشخص بود. **William Harvey** (۱۵۷۸ تا ۱۶۵۷)، شاگرد زمانی فالوپیو و پزشک شخصی شاه جیمز اول و شاه چارلز اول، که بیشتر به خاطر کشف گردش خون شهرت داشت، یکی از اولین تحقیقات دقیق را در جنین شناسی انجام داد. هاروی در سال ۱۶۵۱ کتاب خود را با عنوان Exercitationes de Generation animalium (درباره تداوم نسل حیوانات) منتشر کرد که پیش‌نمایش معروفی بود که خدای یونانی زئوس را به تصویر می‌کشد و تمام مخلوقات را از تخمی آزاد می‌کرد که روی آن نوشته « ex ovo omnia» (همه چیزها از تخمک می‌آیند) (شکل ۱-۱). هاروی متقاعد شده بود که تخمک، به جای اسپرم، برای تولید مثل بنیادی است و ظاهراً اعتقاد ارسطو را مبنی بر اینکه اسپرم بیشترین اهمیت را دارد، به چالش می کشد، اگرچه منظور او از «تخمک» دقیقاً مشخص نیست. او هیچ درکی از وجود گامت‌های نر و ماده معادل نداشت و هیچ تصوری از آنچه ممکن است در منی وجود داشته باشد نداشت. در دهه ۱۶۳۰، هاروی آزمایشی را انجام داد که در حال حاضر معروف بود که در آن گوزن شاه چارلز اول را در حین جفت‌گیری و فحل تشریح کرد. او هیچ اثری از مایع منی در رحم پیدا نکرد، و همچنین هیچ تغییری در «بیضه‌های» زنان پیدا نکرد، اصطلاحی که در آن زمان به طور کلی برای آنچه ما اکنون تخمدان می‌نامیم، پذیرفته شده بود. علاوه بر این، او نتوانست مفهوم رشته ای مشخصه نشخوارکنندگان را تشخیص دهد. او در نهایت به این نتیجه رسید که ارسطو درست گفته و منی به نوعی با شکل دادن به خون قاعدگی عمل می کند.

در دانشگاه لیدن[1] در دهه ۱۶۶۰، سه دانشجوی پزشکی، **Nicolas Steno** (نیلز استنسن، ۱۶۳۸ تا ۱۶۸۶)، **Jans Swammerdam** (۱۶۳۷ تا ۱۶۸۰) و **Regnier de Graaf** (۱۶۴۱ تا ۱۶۷۳) تأثیر قابل توجهی بر دانش ما از بقای نسل گذاشتند. هر سه به شدت تحت تأثیر استاد خود، **Johannes van Horne** (۱۶۲۱ تا ۱۶۷۰) و در مورد سوامردام و استنو، از نویسنده و دانشمند فرانسوی **Melchisedec Thévenot** (۱۶۲۰ تا ۱۶۹۲) بودند. هر دو دانشمند این سه دانشجو را تشویق کردند تا درباره تولید مثل و منشأ حیات تحقیق کنند.

در سال ۱۶۶۷، استنو که در آن زمان در فلورانس بود، تأثیرگذارترین اثر علمی خود بنام Elementorum myologiae specimen (مدلی از عناصر میولوژی) را منتشر نمود که در آن به طور دقیق عملکرد ماهیچه‌ها را با استفاده

[1] Leiden

از مدل‌های کالبد شکافی و ریاضی توصیف کرد. او مقایسه‌ای بین آناتومی سگ‌ماهی زنده‌زا و سفره ماهی تخم‌گذار انجام داد و بر اساس مشاهداتش به این نتیجه رسید که «بیضه‌های» زنان مشابه تخمدان‌های سگ‌ماهی است.



شکل ۱-۱ روی جلد Exercitationes de Generation animalium اثر ویلیام هاروی که در سال ۱۶۵۱ منتشر شد، زئوس را در حال رهایی همه موجودات زنده از تخمی با کتیبه ex ovo omnia (با بزرگنمایی سمت راست) نشان می‌دهد.

سوآمردام در ابتدا روی تولید حشرات متمرکز شد و از طریق مشاهده و تشریح دقیق، به این نتیجه اساسی رسید که همه حیوانات از تخم‌هایی که توسط ماده‌های همان گونه گذاشته می شوند، به دست می‌آیند. او در سال ۱۶۶۹ در کتاب خود، Historia generalis insectorum، طبقه‌بندی انقلابی حشرات را بر اساس شیوه‌های رشد آن‌ها ارائه کرد که هنوز در حال استفاده است. همراه با کار بیولوژیست ایتالیایی فرانچسکو ردی[1]، مطالعه سوآمردام نشان داد که حشرات، همانطور که قبلاً تصور می شد، خود به خود تولید نمی شوند، بلکه محصول تخمی هستند که توسط ماده ای از همان گونه گذاشته شده است و همان ارگانیسم در مراحل مختلف مانند لارو، شفیره، نوجوان و بالغ باقی می ماند. ردی مفهوم تولید خود به خودی را از طریق آزمایش‌های ساده و با نشان دادن این که حشره‌هایی که روی ماده در حال پوسیدگی ظاهر می‌شوند از تخم مگس‌ها به وجود آمده‌اند؛ رد کرد. معروف‌ترین آزمایش‌های او در Esperienze intorno alla generazione degl'insetti (آزمایش‌هایی بر روی نسل حشرات) که در سال ۱۶۶۸ منتشر شد، توصیف شده است.

در سال ۱۶۷۱، دی‌گراف طرح مختصری از کار خود را منتشر کرد که در آن دیدگاه خود را در مورد چگونگی «بارور شدن» تخمک‌ها در «بیضه» زن از طریق عملکرد «بخار منی» که از رحم از طریق لوله‌های رحمی بالا می‌آید، منتشر کرد. در سال ۱۶۷۲، او De mulierum organis generationi inservientibus tractatus novus (رساله جدید در مورد اندام های زاینده زنان) را منتشر کرد. این کتاب شامل کالبد شکافی انسان، خرگوش، خرگوش صحرایی، سگ، خوک، گوسفند و گاو و همچنین بخشی در مورد جفت گیری و بارداری در خرگوش ها بود که در

[1] Francesco Redi

آن دی‌گراف به فولیکول ها یا محتویات آنها به عنوان تخم اشاره کرد. او از تشریح دقیق استفاده کرد تا نشان دهد که در خرگوش‌ها، فولیکول‌ها پس از جفت‌گیری پاره می‌شوند و سه روز پس از جفت‌گیری ساختارهای کروی کوچکی در لوله‌های رحم یافت می‌شود. مانند هاروی، دی‌گراف نیز به دنبال یافتن نشانه‌ای از مایع منی در رحم و لوله‌های فالوپ بود. او نتیجه گرفت که فقط یک بخار منی به تخمک ها رسیده و آنها را بارور می کند. نام دی‌گراف همچنان با فولیکول های تخمدان ("Graafian") همراه است، که او معتقد بود تخمک است. او همچنین عملکرد صحیح لوله های رحمی («لوله فالوپ») را توصیف کرد.

در سال ۱۶۷۲، در پاسخ به کار دی‌گراف، سوآمردام حساب خود از تولید نسل انسان، Miraculum naturae, sive uteri muliebris fabrica (معجزه طبیعت، یا ساختار رحم زن) را منتشر کرد. دو مرد بر سر اینکه چه کسی اولین کسی بود که متوجه شد که ماده ها تخم دارند، درگیر اختلاف شدید شدند. هر دو به انجمن سلطنتی لندن نامه نوشتند و مدارک خود را ارائه کردند و از انجمن خواستند در مورد اینکه چه کسی درست می گوید، قضاوت کند. در کمال تعجب و احتمالاً ناامیدی آنها، انجمن سلطنتی تصمیم گرفت که این افتخار به استنو برسد، که چندین سال پیش از آن، در سال ۱۶۶۷ پیشنهاد کرده بود که ساختارهایی که تاکنون به عنوان بیضه های زنانه نامیده می شدند، در واقع تخمدان هستند. جالب اینجاست که استنو از علم دور شده بود، در نهایت اسقف کاتولیک شد و در نهایت توسط پاپ ژان پل دوم در سال ۱۹۸۸ به سعادت رسید.

علیرغم این مناقشه، از دی‌گراف در نهایت به خاطر کشف اینکه پستانداران ماده تخمک تولید می‌کنند، یاد می‌شود، استنو عمدتاً به خاطر کارش در زمین‌شناسی به یاد می‌آید و سوآمردام تا حد زیادی فراموش شده است.

کشف اسپرم

در اواسط دهه ۱۶۷۰، نظریه تولید «تخمک» به طور گسترده توسط متفکران و عموم مردم پذیرفته شد. این یک تغییر جهت قابل توجه از مفهوم «تخم یا دانه» بود، اما برای مدت طولانی ادامه پیدا نکرد. کشف موجودات میکروسکوپی در دوره ۱۶۶۵ تا ۱۶۸۳ توسط دو عضو انجمن سلطنتی، **Robert Hooke** (۱۶۳۵ تا ۱۷۰۳) و **Antonie van Leeuwenhoek** (۱۶۳۲ تا ۱۷۲۳) انجام شد. در Micrographia (۱۶۶۵)، هوک اولین تصویر منتشر شده از یک میکروگانیسم، قارچ Mucor را ارائه کرد. پس از مشاهده فضاهای خالی که توسط دیوارها در قسمت نازکی از چوب پنبه که او را به یاد حجره های رهبانی می اندازد، اصطلاح «سلول» را ابداع کرد. بعدها، فون لیوونهوک تک یاخته ها و باکتری های میکروسکوپی را مشاهده و توصیف کرد. این مکاشفه‌های مهم با نبوغ هر دو مرد در ساختن و استفاده از میکروسکوپ‌های ساده ممکن شد که اجسام را از حدود ۲۵ برابر تا ۲۵۰ برابر بزرگ‌نمایی می‌کرد و فرصتی برای بررسی دقیق‌تر سایر نمونه‌های بیولوژیکی از جمله مایع منی فراهم می‌کرد.

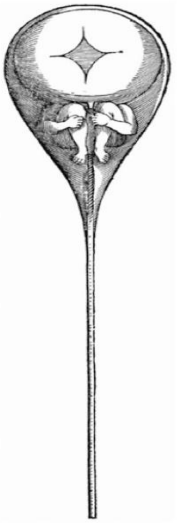
فون لیوونهوک، پارچه‌فروش هلندی اهل دلفت[1]، کاملاً خودآموخته بود. او به زبان لاتین، زبان علمی آن روز، صحبت نمی کرد و نمی نوشت. او در سال ۱۶۷۲ توسط دوستش دی‌گراف به عنوان سازنده میکروسکوپ های

[1] Delft

استثنایی به انجمن سلطنتی معرفی شد. متعاقباً انجمن سلطنتی از او خواست تا انواع مایعات بدن از جمله مایع منی را بررسی کند. او احساس می کرد که نگاه کردن به مایع منی نامناسب است، بنابراین به این درخواست تن نداد. چند سال بعد، در سال ۱۶۷۴، دانشجویی به نام **Nicolaas Hartsoeker** (۱۶۵۶ تا ۱۷۲۵) و فون لیوونهوک اولین کسانی بودند که مایع منی را به صورت میکروسکوپی بررسی کردند، وضعیتی که بعداً منجر به اختلاف بین آنها بر سر کشف اسپرم شد. هارتسوکر وجود یک فرد از پیش ساخته شده را در اسپرم فرض کرد، مطابق با تئوری اسپرمیستی او در مورد پیش‌شکل‌گیری، و رسم معروف اکنون از یک مرد کوچک یا «هومونکولوس» در داخل اسپرم را ایجاد کرد (شکل ۱-۲). در همان زمان **Dalenpatius** (فرانسوا دی‌پلانتاد، ۱۶۷۰ تا ۱۷۴۰) نقاشی‌هایی را در سال ۱۶۹۹ از هومونکولی در اسپرم منتشر کرد، مفهومی که بعداً به عنوان یک حقه آشکار شد.

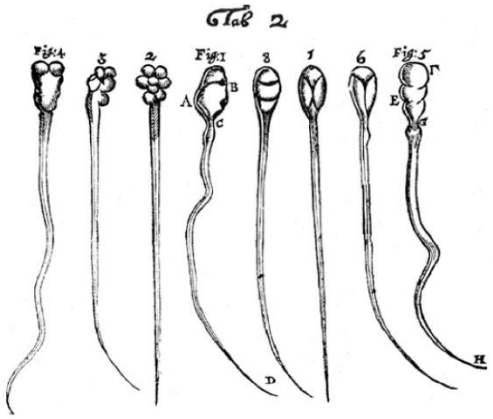
در سال ۱۶۷۷، دانشجویی از دانشکده پزشکی لیدن بنام **Johannes Ham** (۱۶۵۱ تا ۱۷۲۳) نمونه‌ای از مایع منی را به فون لیوونهوک برد، که ظاهراً از مردی مبتلا به سوزاک جمع‌آوری شده بود و هام در آن حیوانات کوچک زنده با دم پیدا کرده بود. فون لیوونهوک متعاقباً مشاهدات خود را از سر گرفت و در نطفه‌ای که به دست آورده بود، تأکید کرد، نه از طریق آلوده کردن گناهکارانه خود، بلکه به‌عنوان یک پیامد طبیعی رابطه زناشویی، تعداد زیادی «حیوان» به اندازه‌ی کمتر از یک میلیونیم یک دانه درشت شن و با حلقه‌های نازک و شفاف دم را مشاهده کرد.

در تابستان ۱۶۷۷، او یافته‌های خود را به لرد برونکر[1]، رئیس انجمن سلطنتی نشان داد و از او خواست که اگر فکر می‌کند که باعث مقاومت دیگران می‌شود، آنها را منتشر نکند. پس از آزمایش های بیشتر، یافته های او سرانجام در ژانویه ۱۶۷۹ به زبان لاتین منتشر شد، احتمالاً به دلیل ماهیت ظریف آنها. نقاشی همراه مقاله نشان دهنده اسپرم خرگوش و سگ است (شکل ۱-۳). نامه فون لیوونهوک به برونکر ایده‌های رایج در مورد نسل حیوانات را به چالش کشید و نشان‌دهنده بازگشت به دیدگاه یونان باستان در مورد منشأ حیات که یک دیدگاه اسپرم محور بود، است.



شکل ۱-۲ تصویری از هومونکولوس در اسپرم، ترسیم شده توسط Nicolaas Hartsoeker، که به عنوان بخشی از مقاله فرانسوی زبان او در سال ۱۶۹۴ با عنوان Essai de Dioptrique منتشر شد، کار نیمه استنباطی که مشاهدات علمی جدید بالقوه‌ای را که می‌توان با استفاده از بزرگنمایی انجام داد، توصیف می‌کند.

[1] Lord Brouncker



شکل ۱-۳ اسپرم خرگوش و سگ که توسط Antonie van Leeuwenhoek کشیده شده است. منتشر شده در Philosophical Transactions، مجله انجمن سلطنتی، لندن، ۱۶۷۸.

جنین شناسی تجربی

شکاف بین اویست ها و اسپرمیست ها سال ها ادامه داشت. گرچه او در ابتدا از دخالت آنها در تولید مثل بی خبر بود، در سال ۱۶۸۵ فون لیوونهوک نوشت که اسپرم ها تخم هستند و ماده فقط خاک مغذی ای را فراهم می کند که تخم ها در آن کاشته می شوند، بنابراین به مفهومی که ارسطو حدود ۲۰۰۰ سال قبل از آن اعلام کرده بود، بازگشت. در واقع، اگرچه اسپرم در دهه ۱۶۷۰ کشف شد، رویدادهای دقیق مرتبط با لقاح تا سال ۱۸۷۶ روشن نشد. بنابراین، برای حدود ۲۰۰ سال، نقش اسپرم در تولید مثل نامشخص بود.

عدم قطعیت در نقش اسپرم در تولید نسل در سال ۱۷۴۴ هرچه بیشتر تشدید شد، زمانی که طبیعت شناس سوئیسی **Charles Bonnet** (۱۷۲۰ تا ۱۷۹۳) کتاب خود بنام Traite d'insectologie را منتشر کرد، که در آن او پارتنوژنز شته ها را توصیف کرد که ظاهراً در غیاب نرها می توانستند برای چندین نسل تولید مثل کنند. این امر پشتیبانی بیشتری را برای تئوری اویست تولید مثل فراهم کرد. او در کتاب Palingests فلسفی، یا ایده‌هایی درباره گذشته و آینده موجودات زنده، استدلال کرد که زنان تمام نسل‌های آینده را به شکل مینیاتوری در درون خود دارند. او احساس می‌کرد که نظریه پیش‌سازی «یکی از بزرگترین پیروزی‌های تفکر عقلانی بر اعتقادات نفسانی» است. او به عنوان طرفدار نظریه پیش‌شکل‌گیری، معتقد بود که نسل‌های آینده از قبل در سلول‌های زایا وجود داشته‌اند، مشابه عروسک‌های معروف روسی ماتریوشکا با اندازه تنزلی، که درون یکدیگر قرار می‌گیرند. این واقعیت که در نهایت چنین عروسک‌هایی کوچک‌تر می‌شوند، بونت را دچار مشکل نکرد، او گفت: «طبیعت هر چقدر که بخواهد کوچک کار می‌کند». از آنجایی که **Mattias Schleiden** (۱۸۰۴ تا ۱۸۸۱) و **Theodor Schwann** (۱۸۱۰ تا ۱۸۸۲) «نظریه سلولی» خود را تا سال ۱۸۳۹ تدوین نکردند، بونت و معاصرانش فاقد شواهد علمی برای رد فرضیه خود بودند.

یکی از معاصران بونت و یکی از بزرگ‌ترین قهرمانان اویسم بنام **Albrecht von Haller** (۱۷۰۸ تا ۱۷۷۷)، جنین‌های جوجه را زیر میکروسکوپ بررسی کرد و اشاره کرد که به نظر می‌رسد زرده به روده کوچک جوجه جنینی چسبیده است. بر این اساس، او به این نتیجه رسید که جنین باید همزمان با زرده ایجاد شود و از آنجایی که تخم‌های بارور نشده نیز حاوی زرده هستند، جنین قبل از لقاح در آنجا وجود داشته است.

ریاضی‌دان و زیست‌شناس فرانسوی، **Pierre Maupertuis** (۱۷۵۹-۱۶۹۸)، نظریه‌های پیش‌شکل‌گیری را رد کرد و از مطالعه‌اش در مورد وراثت صفات ژنتیکی، ایده‌های مختلفی را مطرح کرد که نظریه ژنتیکی وراثت را مطرح کرد. او مفهوم احتمال را در مسائل ژنتیکی به کار برد و اصلاح نژاد تجربی را به عنوان وسیله ای برای مطالعه وراثت صفات ژنتیکی در حیوانات معرفی کرد. موپرتویس استدلال کرد که جنین نمی تواند از قبل در تخمک یا در اسپرم تشکیل شده باشد، زیرا ویژگی‌های ارثی می تواند به طور مساوی از طریق والد مرد یا زن منتقل شود.

یکی از آخرین حامیان اویسم، کشیش و فیزیولوژیست ایتالیایی **Lazzaro Spallanzani** (۱۷۲۹ تا ۱۷۹۹) بود. بیش از ۱۰۰ سال پس از کشف اسپرم و با تکیه بر آزمایش‌های جدید دانشمند فرانسوی، **René Antoine Ferchault de Réaumur** (۱۶۸۳ تا ۱۷۵۷)، اسپالانزانی برای جلوگیری از تماس منی با تخم‌ها، شلوارهای ساخته شده از تافته را روی قورباغه‌های نر قرار داد. این آزمایشات اولین شواهد محکم اهمیت اسپرم در تولید مثل را ارائه کرد و نشان داد که تماس فیزیکی واقعی بین تخمک و اسپرم برای رشد جنین ضروری است. در سال ۱۷۸۴، اسپالانزانی اولین لقاح مصنوعی موفق در سگ را گزارش کرد که منجر به تولد سه توله سگ ۶۲ روز بعد شد و بلافاصله پس از آن اولین لقاح مصنوعی موفق در انسان در سال ۱۷۹۰ توسط آناتومیست و جراح مشهور اسکاتلندی، **John Hunter** (۱۷۲۸ تا ۱۷۹۳) انجام شد. در حالی که بسیاری از آزمایشات اسپالانزانی به وضوح نشان می دهد که اسپرم برای لقاح ضروری است، او در آن زمان به این نتیجه نرسید. در عوض، همانطور که در Experiences pour servir a l'histoire des animaux et des plantes پیشنهاد شده بود، او بیشتر متقاعد شد که تخم حاوی یک بچه قورباغه کاملاً تشکیل شده است که برای شروع رشد فقط باید در معرض مایع منی قرار گیرد.

از طبیعت‌شناس فرانسوی **Jean-Baptiste Lamarck** (۱۷۴۴ تا ۱۸۲۹) به طور گسترده به خاطر نظریه‌اش در مورد وراثت ویژگی‌های اکتسابی، به نام وراثت نرم یا لامارکیسم یاد می‌شود، که پیشنهاد می‌کرد یک موجود زنده می‌تواند ویژگی‌هایی را که در طول زندگی خود به دست آورده است، به فرزندانش منتقل کند، که او در ۱۸۰۹ Philosophie zoologie شرح داده است. این تصور در نهایت با ظهور قوانین وراثت مندلی به دنبال آزمایش های معروف گیاه نخود که بین سال های ۱۸۵۶ و ۱۸۶۳ توسط **Gregor Johann Mendel** (۱۸۲۲ تا ۱۸۸۴) انجام شد و بسیاری از قوانین وراثت را تعیین کرد، کنار گذاشته شد. آناتومیست آلمانی **Johann Friedrich Meckel** (۱۷۸۱ تا ۱۸۳۳)، پیشگام در علم تراتولوژی، به ویژه مطالعه نقایص مادرزادی و ناهنجاری هایی که در طول رشد جنین رخ می دهد، باورهای تکاملی لامارک را پذیرفت. او به همراه جنین شناس فرانسوی **Étienne Serres** (۱۷۸۶ تا ۱۸۶۸)، نظریه توازی بین مراحل آنتوژنز و مراحل یک الگوی یکپارچه در دنیای ارگانیک را تعریف کرد که به قانون مکل سرز معروف شد، بر اساس این باور که در کل قلمرو حیوانی، یک نوع اندام منفرد واحد وجود دارد و

اینکه در طی تکامل اندام‌های حیوانات بالاتر با اشکال قابل مقایسه ای از حیوانات پایین تر قابل تطبیق است. این نظریه هم برای مهره‌داران و هم برای بی‌مهرگان اعمال می‌شود، و همچنین بیان می‌کند که حیوانات بالاتر مراحل جنین‌شناسی مشابه مراحل بالغ اشکال زندگی پایین‌تر را طی می‌کنند، نسخه‌ای از نظریه خلاصه‌سازی که در ادامه در بیانیه «هشت‌زایی فیلوژنی را بازنویسی می‌کند» **Ernst Haeckel** (۱۸۳۴ تا ۱۹۱۹) بیان می شود.

در اواخر قرن هجدهم، جنین شناس آلمانی **Kaspar Friedrich Wolff** (۱۷۳۴ تا ۱۷۹۴)، در پایان نامه خود، نظریه نسلی که در سال ۱۷۵۹ منتشر شد، نظریه اپی ژنز را که قبلا توسط ارسطو و هاروی ارائه شده بود، احیا کرد و از آن حمایت کرد و نظریه پیش‌شکل‌گیری هالر و بون نت را بی اعتبار کرد. ولف از طریق مطالعه دقیق رشد جنین جوجه نشان داد که پرنده بالغ از بافت هایی که مشابهی در جنین ندارند رشد کرده است. وولف در De formatione intestinorum که در سال‌های ۱۷۶۸ و ۱۷۶۹ منتشر شد، اصول تشکیل اندام‌ها از لایه‌های فولیکول را از طریق تکثیر، چین‌خوردن و بسته‌بندی پایه‌ریزی کرد، بنابراین بنیان های نظریه لایه‌های جوانه را در جنین گذاشت که متعاقباً تحت ساختار مفهومی پاندر و فون بائر به صورت بنیادی درآمد. نام او همچنان با مجرای Wolffian یا مزونفریک همراه است.

علیرغم همیاری ولف، نظریه پیش‌شکل‌گیری تا دهه ۱۸۲۰ ادامه داشت، تا آن زمان ترکیبی از تکنیک‌های رنگ‌آمیزی جدید، میکروسکوپ‌های بهبود یافته و تلاش‌های گروهی از دانشمندان با استعداد، جنین‌شناسی را به یک شاخه تخصصی تعریف شده از علم تبدیل کرد. سه دوست، **Christian Heinrich Pander** (۱۷۹۴ تا ۱۸۶۵)، **Karl Ernst von Baer** (۱۷۹۲ تا ۱۸۷۶) و **Heinrich Rathke** (۱۷۹۳ تا ۱۸۶۰)، که همگی از منطقه بالتیک آمده بودند، به طور چشمگیری با این پیشرفت تحقیقات در جنین شناسی همیاری کردند.

پاندر در مطالعات خود روی جنین جوجه مشاهدات انجام شده توسط وولف را بسط داد و لایه‌های جوانه‌ای را کشف کرد، سه ناحیه مجزا از جنین که باعث ایجاد انواع سلول‌های متمایز و سیستم‌های اندامی خاص می‌شوند (به فصل ۹ مراجعه کنید). او نشان داد که لایه‌های جوانه به طور مستقل اندام‌های مربوطه را ایجاد نمی‌کنند، بلکه هر سه بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند، مفهومی از تعامل بافتی که اکنون به عنوان القاء شناخته می‌شود. بنابراین، او نشان داد که نظریه پیش‌شکل‌گیری اشتباه است، زیرا اندام‌ها از تعامل بین ساختارهای ساده‌تر ناشی می‌شوند. پایان نامه او، Historia metamorphoseos quam ovum incubatum prioribus quinque diebus subit، که در سال ۱۸۱۷ منتشر شد، شامل تصاویر دقیق **Eduard Joseph d'Alton** (۱۷۷۲ تا ۱۸۴۰) بود. نام پاندر با جزایر خونی مرتبط بود که گاهی اوقات به جزایر پاندر نیز معروفند، ساختارهایی در اطراف جنین در حال رشد که با بخش‌های مختلف سیستم گردش خون همیاری می‌کنند.

مطالعات پاندر روی جنین جوجه توسط فون بائر ادامه یافت، او مفهوم پاندر از لایه‌های جوانه را گسترش داد تا همه مهره‌داران را شامل شود و تشخیص داد که یک الگوی مشترک از رشد مهره‌داران وجود دارد و با این کار پایه جنین‌شناسی مقایسه‌ای را گذاشت. فون بائر اولین کسی بود که تخمک پستانداران (اووسیت) را ابتدا در سگ در سال ۱۸۲۶ مشاهده و توصیف کرد، بدون شک ثابت کرد که پستانداران از تخم‌ها سرچشمه می‌گیرند و بنابراین به جستجویی که با هاروی و دی‌گراف در قرن هفدهم آغاز شده بود و در اوایل قرن نوزدهم توسط دیگران مشتاقانه

تعقیب شده بود، پایان داد. او این کشف را در De ovi mammalium et hominis genesi (درباره تخم پستانداران و منشأ انسان) در سال ۱۸۲۷ منتشر کرد. او همراه با پاندر و بر اساس کار ولف، نظریه رشد لایه جوانه را به عنوان یک اصل در گونه های مختلف توصیف کرد و بنیان های جنین شناسی مقایسه ای را در کتاب Über Entwickelungsgeschichte der Thiere (درباره تکامل حیوانات، ج ۱، ۱۸۲۸؛ ج. ۲، ۱۸۳۷) بنا نهاد. او چین‌های عصبی را به عنوان پیش سازهای سیستم عصبی شناسایی کرد، نوتوکورد را کشف کرد، پنج وزیکول اولیه مغز را توصیف کرد و عملکرد غشای خارج جنینی را مطالعه کرد. این کار پیشگام، جنین شناسی را به عنوان یک موضوع متمایز به خودی خود معرفی کرد.

اکتشافات جنین شناسی فون بائر در نهایت او را به دیدگاهی از تکامل سوق داد که از اپی‌ژنز پشتیبانی کرده و تفکر طولانی مدت در مورد پیش‌شکل‌گیری را رد می نمود. او تفکر خود را در چهار بیانیه خلاصه کرد که اغلب به آنها «قوانین فون بائر» اطلاق می شود. در این قوانین آمده است:

۱. ویژگی های عمومی گروهی که جنین به آن تعلق دارد قبل از ویژگی های خاص تشکیل می‌شوند.
۲. روابط ساختاری عمومی نیز قبل از ظاهر شدن خاص ترین آنها شکل می گیرد.
۳. شکل هر جنین معینی با سایر اشکال معین همگرا نمی شود، بلکه خود را از آنها جدا می کند.
۴. جنین یک شکل حیوانی بالاتر هرگز شبیه بالغ شکل حیوانی دیگر نیست، مانند جنینی که کمتر تکامل یافته است، بلکه فقط به جنین آن شباهت دارد.

دو قانون اول برای رد پیش‌شکل‌گیری در نظر گرفته شده بود، در حالی که دو قانون دوم برای رد قوانین موازی‌گرایی که توسط معاصران فون بائر، مکل و سرس ترویج می‌شدند؛ بیان گردید.

در سال ۱۸۲۸، فون بائر گزارش داد که او دو جنین کوچک در الکل نگهداری کرده بود که فراموش کرده بود آنها را برچسب بزند. او قادر به تعیین جنس آنها نبود و نشان داد که «آنها ممکن است مارمولک، پرنده کوچک یا حتی پستاندار باشند». مشاهدات فون بائر حاکی از آن است که یک مرحله «فیلوتیپی» وجود دارد که در آن جنین های طبقات مختلف مهره داران ساختار فیزیکی مشابهی دارند، موضوعی که قرار بود چندین دهه بعد به طور بحث انگیز مورد بررسی قرار گیرد.

راتکه همراه با فون بائر و پاندر به عنوان یکی از بنیانگذاران جنین شناسی مدرن شناخته می‌شود. راتکه شکل گیری جمجمه پیچیده مهره‌داران، سیستم‌های دفعی و تنفسی را دنبال کرد و نشان داد که این سیستم‌ها به طور فزاینده‌ای پیچیده می شوند و مسیرهای مختلف رشد را در کلاس‌های مختلف مهره‌داران در پیش می گیرند. او اولین کسی بود که شکاف های بازویی و قوس های آبشش را در جنین پستانداران و پرندگان توصیف کرد. در سال ۱۸۳۹، او اولین کسی بود که ساختار جنینی را که اکنون به نام کیسه راتکه شناخته می شود، توصیف کرد، که از آن لوب قدامی غده هیپوفیز رشد می‌کند. او اولین کسی بود که قوس های حلقی را توصیف کرد و نشان داد که این تشکیلات زودگذر به تکیه گاه آبشش در ماهی ها و فک و گوش ها از بین ساختارهای دیگر، در پستانداران تبدیل می‌شوند.

همزمان، در سال ۱۸۲۴، **Jean-Louis Prevost** (۱۷۹۰ تا ۱۸۵۰) و **Jean-Baptiste Dumas** (۱۸۰۰ تا ۱۸۸۴) ادعا کردند که اسپرم به جای اینکه انگل باشد، عامل فعال لقاح است و آنها پیشنهاد کردند که اسپرم وارد تخمک شود و وارد نسل بعدی شود. در Sur les animalcules spermatiques de divers animaux منتشر شده در سال ۱۸۲۱، نوشته شده با دوما، پریوست یک بررسی بافت شناسی اسپرم را انجام داد و نشان داد که این سلول ها در بافت های خاصی از غدد جنسی مردانه منشا می گیرند. مشاهدات او اوج یک سری آزمایش‌ها بود، بر اساس آزمایش‌های اسپالانزانی، که راه را برای اکتشافات مدرن در لقاح آماده کرد.

با همکاری دوما، پریوست در سال ۱۸۲۴ در Annales des Sciences Naturelles سه خاطره در مورد تولید مثل منتشر کرد که اکنون پایه جنین شناسی تجربی در نظر گرفته می شود. این ادعاها تا سال ۱۸۴۰ که آناتومیست و فیزیولوژیست سوئیسی **Rudolph Albert von Kölliker** (۱۸۱۷ تا ۱۹۰۵) تشکیل اسپرم از سلول‌های بیضه‌های بالغ را تشریح کرد تا حد زیادی نادیده گرفته شد. پیشرفت در رنگ‌آمیزی و میکروسکوپ در طول قرن نوزدهم، مشاهدات دقیق‌تری را در مراحل اولیه شکافت سلولی در خرگوش توسط زیست‌شناس آلمانی **Theodor Ludwig Wilhelm von Bischoff** (۱۸۰۷ تا ۱۸۸۲) و توسط فون کولیکر در انسان و گونه‌های اهلی انجام داد. فون کولیکر Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere را در سال ۱۸۶۱ منتشر کرد، اولین کتاب درسی در مورد جنین شناسی در انسان و حیوانات عالی. هرچند تا سال ۱۸۷۶ بود که دو جانورشناس آلمانی، **Oscar Hertwig** (۱۸۴۹ تا ۱۹۲۲) و محقق سوئیسی **Hermann Fol** (۱۸۴۵ تا ۱۸۹۲)، به طور مستقل ورود اسپرم به تخم خارپشت دریایی و پیوند متعاقب آن دو هسته خود را نشان دادند. بنابراین، پس از چندین دهه آزمایش، سرانجام لقاح به عنوان اتحاد اسپرم و تخمک شناخته شد.

بعدها در قرن نوزدهم، جنین شناس بلژیکی، **Edouard van Beneden** (۱۸۴۶ تا ۱۹۱۰) مراحل اولیه رشد تخم در خرگوش و خفاش ها، از جمله تشکیل سه لایه اساسی را توصیف کرد. **Albert Brachet** (۱۸۶۹ تا ۱۹۳۰)، شاگرد ون بندن، یکی از اولین کسانی بود که امکان القای تخمک های بارور نشده را برای رشد تخم توسط تحریک مکانیکی تایید کرد و در تلاش های تجربی برای کشت جنین های پستانداران در شرایط آزمایشگاهی پیشگام بود.

در سال ۱۸۹۰، هرتویگ وقوع پارتنوژنز در قلمرو حیوانات، یعنی در یک ستاره دریایی را گزارش کرد. در همان سال، **Walter Heape** (۱۸۵۵ تا ۱۹۱۹) اولین انتقال موفقیت آمیز جنین را در پستانداران با انتقال جنین از مادر بیولوژیکی، خرگوش آنگورا، به خرگوش پرورشی از نژاد بلژیکی انجام داد که منجر به تولد فرزندان زنده شد. هیپ به این نتیجه رسید که «یک رحم مادرخوانده قدرتی برای اصلاح نژاد فرزندان رضاعی خود ندارد، و رحم او در طول بارداری و تغذیه ای که به جنین می دهد، مشابه بستر خاک با ترکیبات مختلف مواد مغذی آن است» (به نقل از بریگرز، ۱۹۹۱، ص۱۷۵). بر این اساس است که امروزه انتقال جنین تجاری در گاو انجام می شود (به فصل ۲۷ مراجعه کنید).

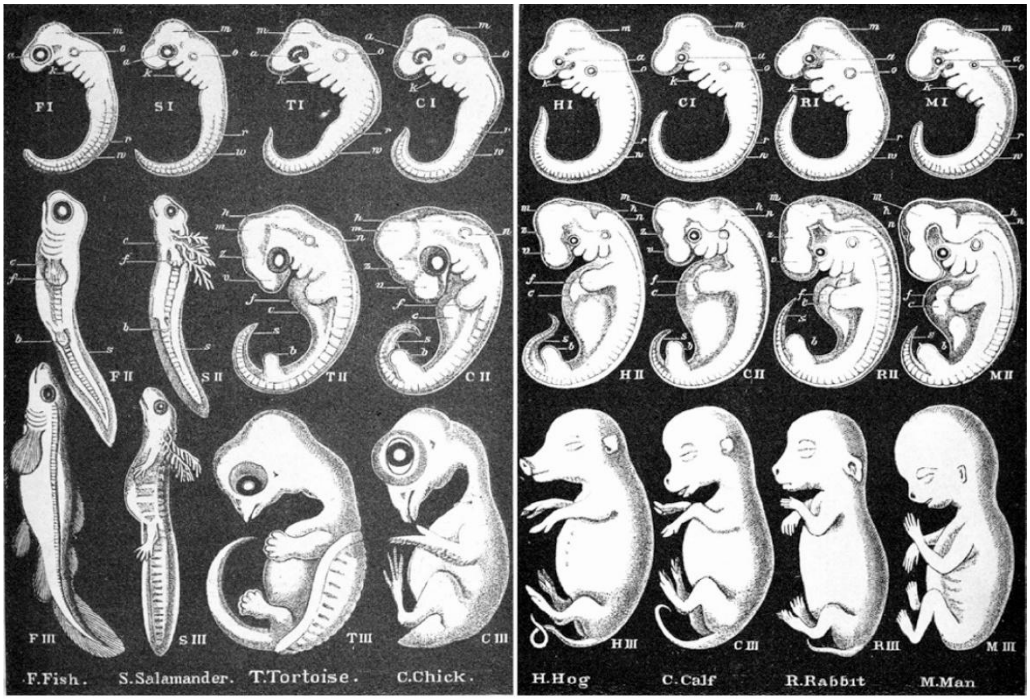
جنین شناسی تکاملی

در نتیجه کار پاندر، فون بائر و راتکه، نظریه پیش‌شکل‌گیری در دهه ۱۸۲۰ ناپدید شد. هرچند این مفهوم برای ۸۰ سال دیگر باقی ماند زیرا برخی از دانشمندان سلول‌های جنین مرحله اولیه را به عنوان نمایانگر سمت راست و چپ بدن در زمان شکل‌گیری می‌دانستند، که به این معنی است که اطلاعات برای ساخت بدن به صورت منطقه‌ای در تخمک تفکیک شده است. در سال ۱۸۹۳، **August Weismann**، زیست‌شناس تکاملی آلمانی (۱۸۳۴ تا ۱۹۱۴) کتاب پلاسم جوانه: نظریه وراثت را به عنوان بسط این ایده منتشر کرد و پیشنهاد کرد که وراثت فقط از طریق سلول‌های زایا انجام می‌شود. او پیشنهاد کرد که اسپرم و تخمک سهم کروموزومی برابری دارند. در فرض مدل پلاسمای جوانه، وایزمن ادعا کرد که اولین تقسیم‌بندی، نیمه‌های راست و چپ آینده جنین را از هم جدا می‌کند.

Ernst Haeckel (۱۸۳۴ تا ۱۹۱۹) کالبد شناس برجسته آلمانی، شاگرد فون کولیکر و معاصر و حامی **Charles Darwin** (۱۸۰۹ تا ۱۸۸۲) بود. او تئوری بازنویسی تأثیرگذار، اما نه دیگر رایج را ایاد کرد («آنتوژنی خلاصه ساز فیلوژنی») با این ادعا که تکامل بیولوژیکی یک ارگانیسم، یا انتوژن، رشد تکاملی یا فیلوژنی گونه‌های آن را موازی و خلاصه می‌کند. این به «قانون بیوژنتیک» معروف شد. هکل که هنرمندی ماهر بود، مجموعه ای از ۲۴ طراحی را برای اولین بار در سال ۱۸۶۶ در Generalle Morphologie der Organismen خود منتشر کرد و در سال ۱۸۷۴ در محبوب تر Anthropogenie خود تکرار کرد، که قرار بود به برخی از نمادین ترین تصاویر در زیست شناسی تبدیل شوند (شکل ۱-۴). این تصاویر قصد دارند جنین ماهی، سمندر، لاک پشت، مرغ، خوک، گاو، خرگوش و انسان را در سه مرحله رشد نشان دهند. هکل ادعا کرد که اعضای تمام طبقات مهره داران از یک مرحله فیلوتیپی حفاظت شده یکسان عبور می کنند. هرچند از آن زمان نشان داده شده است که نقاشی‌های معروف و بازتولید شده او بیش از حد ساده شده‌اند، ظاهراً به عمد، تا جایی که تفاوت‌های مهم بین طبقات مهره‌داران پنهان شده است. آناتومیست سوئیسی و مخترع میکروتوم، **Wilhelm His** (۱۸۳۱ تا ۱۹۰۴)، از اولین کسانی بود که صحت طرح های هکل از جنین ها را به چالش کشید. او در میان دیگران زیر نظر فون کولیکر مطالعه کرد و کلمه اندوتلیوم را معرفی کرد و این غشاهای داخلی را که قبلاً با اپیتلیوم گروه بندی می‌شدند متمایز کرد و رابطه آنها را با لایه‌های جوانه‌ای در طول رشد توصیف کرد. از وی همچنین به دلیل شناسایی منطقه جوانه زنی در متانسفالون مهره داران در حال رشد که بعدها آن را لب لوزی نامید، یاد می شود.

در سال ۱۸۸۸، به منظور آزمودن فرضیه ویزمن، جنین شناس آلمانی و شاگرد هکل، **Wilhelm Roux** (۱۸۵۰ تا ۱۹۲۴)، نتایج آزمایش هایی را منتشر کرد که در آن بلاستومرهای منفرد جنین های دو و چهار سلولی قورباغه با سوزن داغ نابود شدند. او گزارش داد که آنها به نیمه جنین تبدیل شدند و حدس زد که عملکرد جداگانه دو سلول قبلاً تعیین شده بود. این امر باعث شد که او نظریه «موزاییک» خود را در مورد اپی‌ژنز ارائه دهد، که معتقد بود، پس از تعدادی تقسیم سلولی، جنین مانند یک موزاییک خواهد بود و هر سلول نقش منحصر به فرد خود را در کل طراحی بازی می‌کند. بعدها، نظریه روکس توسط مطالعات همکارش، **Hans Driesch** (۱۸۶۷ تا ۱۹۴۱) رد شد و متعاقباً، با دقت بیشتر، **Hans Spemann** آلمانی (۱۸۶۹ تا ۱۹۴۱) نشان داد که در حالی که به عنوان یک قاعده، نتیجه‌گیری دریش درست بود، اما نتایجی همانند نتایج روکس را می توان بسته به سلول‌هایی که دستکاری

می‌شود، به دست آورد. تحت نظارت هیکل، دریش از جداسازی سلولی به جای تخریب سلولی روکس استفاده کرد و نتایج بسیار متفاوتی را مشاهده کرد. او با استفاده از تخم‌های خارپشت دریایی در مرحله تقسیم اولیه، نشان داد که هر یک از سلول‌ها می‌توانند به یک جنین کوچک اما کامل تبدیل شوند. این رد مهم هر دو پیش شکل گیری و نظریه موزاییک روکس موضوع بحث های زیادی در سال های بعد بود و باعث اصطکاک بین دریش، روکس و هکل شد. یافته‌های دریش باعث اتخاذ اصطلاحات «تمام توان» و «چند توان» شد که به ترتیب به توانایی سلول برای تولید هر نوع سلول یا انواع سلول‌های متعدد در یک موجود زنده اشاره دارد.



شکل ۱-۴ تصویر ارنست هکل از هشت گونه در مقایسه در سه مرحله تکامل که اکنون اعتباری ندارد.
از چپ به راست: ماهی، سمندر، لاک پشت، مرغ، خوک، گاو، خرگوش و انسان.

نتایج دریش با دقت بیشتری توسط اسپمن تأیید شد که شواهد نهایی را علیه نظریه روکس وایزمن ارائه کرد. اسپمن موفق شد سلول‌های جنین سمندر اولیه را با حلقه‌ای از موهای پسرش تقسیم کند. او دریافت که نیمی از آن در واقع می تواند یک جنین کامل را تشکیل دهد، اما مشاهده کرد که سطح تقسیم برای نتیجه بسیار مهم است. او به همراه دانشجوی ارشد خود، **Hilde Mangold** (۱۸۹۸ تا ۱۹۲۴)، آزمایش‌هایی را برای پیوند یک «میدان» از سلول‌ها (گره اولیه) از یک جنین به جنین دیگر انجام داد که نتایج آن در سال ۱۹۲۴ منتشر شد. آنها یک ناحیه از جنین را توصیف کردند که بخشی از آن در طی پیوند به جنین دوم، صرفنظر از موضع انتقال، به ناحیه القای ثانویه در جنین تبدیل می شود. اسپمن این مناطق را «مراکز سازمان‌دهنده» نامید. بعدها او نشان داد که بخش‌های مختلف مرکز سازمان‌دهنده، بخش‌های مختلفی از جنین را تولید می‌کنند. در سال ۱۹۲۸، او اولین کسی بود که انتقال هسته سلول سوماتیک را با استفاده از جنین دوزیستان انجام داد. او در سال ۱۹۳۵

جایزه نوبل را دریافت کرد. نظریه او در مورد القای جنینی توسط سازمان دهندگان در کتاب تکامل و القای جنین وی (۱۹۳۸) شرح داده شده است.

چند دهه قبل از اینکه از نظر فنی امکان پذیر شود، اسپمن استفاده از انتقال هسته ای برای شبیه سازی کل موجودات را پیشنهاد کرد. آزمایشات او راه را برای **Robert Briggs** (۱۹۱۱ تا ۱۹۸۳) هموار ساخت که در سال ۱۹۵۲ به همراه **Thomas Joseph King** (۱۹۲۱ تا ۲۰۰۰)، قورباغه ای به نام Rana pipiens را با پیوند هسته های بلاستولا به تخم های دارای هسته، شبیه سازی کردند که سپس به جنین‌های طبیعی تبدیل شدند. این نشان دهنده اولین پیوند هسته ای موفقیت آمیزی بود که در متازوئن‌ها انجام شد. هرچند این پیوندهای موفقیت آمیز شامل هسته های تمایز نیافته بود. **John Gurdon** (۱۹۳۳–)، زیست‌شناس تکاملی انگلیسی در دانشگاه آکسفورد، که در اواخر دهه ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ روی Xenopus laevis کار می‌کرد، کار بریگز و کینگ را بسط داد و در مقاله اصلی خود در سال ۱۹۶۲ پیوند سلول‌های هسته‌پوس اپیتلیال روده‌ای را از قورباغه های زنوپوس به تخم های قورباغه بدون هسته توصیف کرد که نتیجه اش شکل گیری قورباغه های نرمال بود. پیامد موفقیت گوردون (اینکه هسته‌های سلول‌های تمایز یافته قدرت کامل خود را حفظ می‌کنند) یک پیشرفت مفهومی کلیدی در زیست‌شناسی تکاملی ایجاد کرد. در سال ۲۰۱۲، گوردون به همراه **Shinya Yamanaka** (۱۹۶۲–)، جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی به دلیل کشف اینکه سلول‌های بالغ را می‌توان برنامه‌ریزی مجدد کرد تا به سلول های پرتوان تبدیل شوند، به آنها اعطا شد. متعاقباً، در اواسط دهه ۱۹۸۰، **Steen Malte Willadsen** (۱۹۴۳–)، دانشمند دانمارکی که در مؤسسه فیزیولوژی حیوانات کمبریج کار می‌کرد، با موفقیت از سلول های جنین های اولیه برای شبیه سازی گوسفند با انتقال هسته ای استفاده کرد. این روش حدود یک دهه بعد توسط تیمی به رهبری **Ian Wilmut** (۱۹۴۴–) و از جمله **Keith Campbell**(۱۹۵۴ تا ۲۰۱۲) اصلاح شد و منجر به تولد یک بره فین دورست به نام دالی در سال ۱۹۹۶ شد، اولین پستانداری که از سلول‌های پستانی کاملاً تمایز یافته شبیه‌سازی شد. این دستاورد برجسته نشان‌دهنده اولین نمایشی بود که نشان می‌داد هسته یک سلول سوماتیک پستانداران بالغ می‌تواند برای رشد یک ارگانیسم مجدد برنامه‌ریزی شود.

ژن‌ها و وراثت

رفتار کروموزوم ها و اهمیت آنها در وراثت یک موضوع بحث برانگیز در آغاز قرن بیستم بود. بسیاری از دانشمندان از جمله **Edmund Beecher Wilson** (۱۸۵۶ تا ۱۹۳۹) و همکارانش روی این مشکل کار می کردند. نظریه کروموزومی وراثت به **Walter Sutton** (۱۸۷۷ تا ۱۹۱۶)، شاگرد ویلسون، و همچنین به کار مستقل یکی از دوستان ویلسون، **Theodor Boveri** (۱۸۶۲ تا ۱۹۱۵) نسبت داده می شود؛ در همان زمانی که بووری در حال مطالعه روی خارپشت های دریایی بود و دریافت که برای رخ دادن تکامل طبیعی جنین، باید یک کمپلمان کامل از کروموزوم ها حضور داشته باشد. کار ساتون روی ملخ نشان داد که کروموزوم ها در جفت کروموزوم های مادری و پدری همسان رخ می دهد و در طول میوز از هم جدا می شوند. این کار پیشگامانه باعث شد که ویلسون نظریه کروموزومی وراثت را نظریه ساتون-بووری نامگذاری کند. مدتی بعد، جنین شناس آمریکایی **Thomas Hunt Morgan** (۱۸۶۶ تا ۱۹۴۵) جایزه

نوبل فیزیولوژی یا پزشکی را در سال ۱۹۳۳ به دلیل کشفیاتی که نقش کروموزوم‌ها را در وراثت روشن می کند، دریافت کرد. مورگان نشان داد که ژن ها بر روی کروموزوم ها حمل می‌شوند و مبنای مکانیکی وراثت هستند. این اکتشافات اساس ژنتیک را به عنوان یک موضوع علمی مدرن تشکیل دادند.

Conrad Hal Waddington (۱۹۰۵ تا ۱۹۷۵)، زیست شناس تکاملی بریتانیایی، نشان داد که اصول تکامل جنینی کشف شده توسط اسپمان در دوزیستان در گونه های پرندگان نیز معتبر است. او با **Joseph Needham** (۱۹۰۰ تا ۱۹۹۵) و **Jean Brachet** (۱۹۰۹ تا ۱۹۸۸)، پسر آلبرت براشه، مجموعه‌ای از آزمایش‌ها را به منظور تعیین ماهیت شیمیایی مواد تولید شده توسط مراکز سازمان‌دهنده که قبلاً توسط اسپمن توصیف شده بود، آغاز کرد. در اواخر دهه ۱۹۳۰، وادینگتون یک سال را در آزمایشگاه مورگان گذراند که باعث شد کار خود را به سمت مگس سرکه و نقشی که ژن ها در تکامل بازی می‌کنند، تغییر دهد. وادینگتون با مدل پیشنهادی مورگان در کتاب جنین شناسی خود در سال ۱۹۳۴ کاملاً موافق بود که تکامل نتیجه گفتمان مستمر بین ژن ها و سیتوپلاسم است. او با جداسازی چندین ژن که باعث ناهنجاری های بال در مگس سرکه شد، به ارتباط علّی بین جنین شناسی و ژنتیک پرداخت. بازنمایی او از چشم انداز اپی ژنتیکی که بر تمایز سلولی اولیه در جنین تأثیر می گذارد، امروزه هنوز برای توصیف عواملی که بر تکامل سلول های بنیادی تأثیر می گذارند، استفاده می شود.

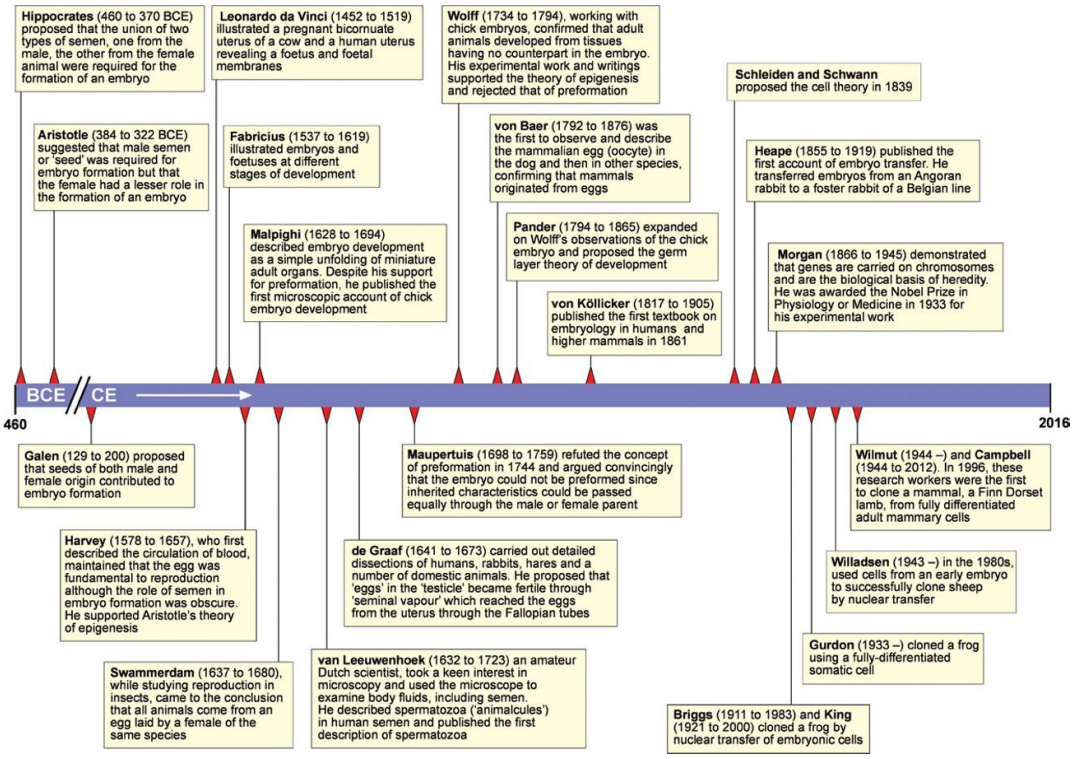
خلق حیات در لوله آزمایش

اولین تلاش برای لقاح آزمایشگاهی تخمک‌های پستانداران به جنین‌شناس اتریشی **Samuel Leopold Schenk** (۱۸۴۰ تا ۱۹۰۲) در سال ۱۸۷۸ نسبت داده شد. شنک با کار روی خرگوش و خوکچه هندی، متوجه شد که پس از افزودن اسپرم به اووسیت ها، تقسیم سلولی در کشت ها اتفاق می افتد. ادعاهای اولیه **Gregory Pincus** (۱۹۰۳ تا ۱۹۶۷) مبنی بر اینکه او اولین بارداری موفق حاصل از لقاح آزمایشگاهی در خرگوش را در سال ۱۹۳۴ به دست آورده است، متعاقباً مورد تردید قرار گرفت، زیرا گامت‌ها تنها برای مدت کوتاهی در شرایط آزمایشگاهی قبل از انتقال به لوله رحمی انکوبه شده بودند و به احتمال زیاد، عملاً لقاح بصورت درون تنی رخ داده بود. این و مطالعات دیگر بعداً در اثر اصلی پینکوس بنام تخم‌های پستانداران توصیف شدند، که در سال ۱۹۳۶ منتشر شد.

یکی از همکاران Pincus، بنام **Min Chueh Chang** (۱۹۰۸ تا ۱۹۹۱) و **Colin Russell Austin** (۱۹۱۴ تا ۲۰۰۴) در سال ۱۹۵۱ به طور مستقل گزارش دادند که اسپرم پستانداران به یک دوره زمانی در مجاری تناسلی ماده نیاز دارد تا توانایی بارور سازی یک اووسیت را پیدا کنند، فرآیندی که ظرفیت‌یابی[1] اطلاق می شود. چانگ متعاقباً تولد بچه (کیت) زنده خرگوش به دنبال لقاح آزمایشگاهی در خرگوش‌ها در سال ۱۹۵۹ را گزارش کرد. در این دوره، **John Rock** (۱۸۹۰ تا ۱۹۸۴)، استاد بالینی ژنیکولوژی دانشکده پزشکی هاروارد و همکار پینکوس در تولید قرص ضدبارداری خوراکی انسانی؛ به همراه تکنسین خود به نام **Miriam Menkin** (۱۹۰۱ تا ۱۹۹۲) اولین لقاح آزمایشگاهی موفقیت‌آمیز در انسان را گزارش کرد که در سال ۱۹۴۴ منتشر شد. علیرغم عدم وجود

[1] Capacitation

بارداری‌های حاصل از جنین‌های ایجاد شده در آزمایش‌های خود، راک و منکین همچنان اثر خود را در تاریخ جنین‌شناسی گذاشتند و اثبات کردند که جنین می‌تواند خارج از بدن انسان خلق شود. **Landrum Shettles** (۱۹۰۹ تا ۲۰۰۳) آزمایش آنها را سالها بعد در تلاش های مقدماتی برای به دست آوردن یک بارداری موفق از لقاح آزمایشگاهی تکرار کرد. شیتلز در سال ۱۹۶۰ Ovum humanum را منتشر کرد، کتابی حاوی مجموعه‌ای از عکس‌های رنگی که جزئیات تخمک انسان را نشان می‌داد که قبلاً دیده نشده بود، که به مرجع بصری استانداردی تبدیل شد که توسط دانشمندانی که در آن زمان روی جنین‌ها و رشد اولیه انسان تحقیق می‌کردند، استفاده گردید. این مطالعات پیشگامانه در نهایت منجر به تولد اولین نوزاد پس از لقاح آزمایشگاهی در سال ۱۹۷۸ توسط **Robert G. Edwards** (۱۹۲۵ تا ۲۰۱۳) و **Patrick Steptoe** (۱۹۱۳ تا ۱۹۸۸) گردید، که پس از آن به ادواردز جایزه نوبل ۲۰۱۰ فیزیولوژی یا پزشکی اعطا شد.



شکل ۱-۵ جدول زمانی که همیاری فیلسوفان، صاحبنظران و دانشمندان کلیدی را در طی دو هزار سال در استقرار تدریجی جنین شناسی به عنوان یک موضوع بیولوژیکی پیشرو، نه تنها در انسان، بلکه در تولید مثل حیوانات، را نشان می دهد.

پیشرفت بیولوژی تولید مثل، از نقطه‌ای در گذشته که هنوز منشأ زندگی انسان ناشناخته بود تا دهه‌های اخیر که بلوغ تخمک، لقاح و رشد اولیه جنین در خارج از بدن امکان‌پذیر شده است، نشان‌دهنده یک دستاورد خارق‌العاده است. شکل ۱-۵ همیاری فیلسوفان، محققان و دانشمندان یونانی که در طی بیش از دو هزار سال در

استقرار تدریجی جنین شناسی به عنوان یک موضوع بیولوژیکی پیشرو، نه تنها در تولید مثل انسان، بلکه در تولید مثل حیوانات داشته‌اند، مستند می‌کند.

بیش از سه دهه پس از تولد اولین نوزاد انسان پس از IVF، پنج میلیون نوزاد با استفاده از این روش متولد شده اند. در حال حاضر، سالانه بیش از یک میلیون جنین گاو در سراسر جهان منتقل می‌شود و امکان استفاده از پیشرفت‌های فناوری تولید مثل در جمعیت انسانی و حیوانات بسیار زیاد است. پیشرفت سریع در درک مکانیسم‌های ملکولی و تنظیمی زیربنایی که بر رشد جنین حاکم است، و همچنین توانایی تغییر بیان ژن‌های فردی برای اهداف خاص، امکان دستکاری رویان‌ها را فراهم می‌کند که پیشگامان اولیه بیولوژی تولید مثل هرگز تصور نمی‌کردند.

منابع مطالعه بیشتر

Alexandre, H. (2001) A history of mammalian embryological research. International Journal of Developmental Biology 45, 457–467.

Biggers, J.D. (1991) Walter Heape, FRS: a pioneer in reproductive biology. Centenary of his embryo transfer experiments. *Journal of Reproduction and Fertility* 93, 173–186.

Churchill, F.B. (1991) The Rise of Classical Descriptive Embryology. In S.F. Gilbert (ed.), *Developmental Biology, a Comprehensive Synthesis: Vol. 7. A Conceptual History of Modern Embryology*. Plenum Press, New York, pp. 1–29.

Clarke, G.N. (2006) A.R.T. and history, 1678–1978. *Human Reproduction* 21, 1645–1650.

Cobb, M. (2012) An amazing 10 years: the discovery of egg and sperm in the 17th century. *Reproduction in Domestic Animals* 47, Suppl 4, 2–6.

Cobb, M. (2006) The Great Egg and Sperm Race. The Seventeenth- Century Scientists Who Unlocked the Secrets of Sex and Growth. Free Press, London.

Gilbert, S.F. (2014) Developmental Biology, 10th edn. Sinauer Associates, Sunderland, MA.

Gordon, I. (2003) Laboratory Production of Cattle Embryos, 2nd rev. edn. CABI Publishing, Wallingford.

Hopwood, N. (2015) Haeckel's Embryos. Images, Evolution and Fraud. University of Chicago Press, Chicago, IL.

Mulnard, J.G. (1986) An historical survey of some basic contributions to causal mammalian embryology. Human Reproduction 1, 373–380.

Needham, J. (1959) A History of Embryology. Abelard-Schuman, New York.

Pinto-Correia, C. (1997) The Ovary of Eve: Egg and Sperm and Preformation. University of Chicago Press, Chicago, IL.

Pennisi, E. (1997) Haeckel's embryos: fraud rediscovered. Science 277, 1435.

Richardson, M.K., Hanken, J., Gooneratne, M.L., et al. (1997) There is no highly conserved embryonic stage in the vertebrates: implications for current theories of evolution and development. Anatomy and Embryology 196, 91–106.

Richardson, M.K. and Keuck, G. (2002) Haeckel's ABC of evolution and development. Biological Reviews 77, 495–528.