



[109]

علم وافرینش گرایبی

سلول واحد ساختاری موجودات زنده

The cell is the structural unit of living organisms

تتبع ونگارش:

توسط: پوهندوی دوکتور سیدحسام «مل»

سال

2022

ادامه فصل پنجم در مورد تولد و تناسل

گامیت (gamete) = سلول جنسی بالغ قابل تکثیر



گامتوژنز، تمرکز این مقاله، سپس به فرآیندی اشاره دارد که در آن سلول‌های میکروبی زن و مرد تشکیل می‌شوند. رزق و روزی هر گونه به توانایی آن در تولید مثل بستگی دارد. در حالی که برخی ارگانسیم‌ها از طریق تولید مثل غیرجنسی تکثیر می‌شوند، انسان و سایر پستانداران برای تکثیر گونه خود به تولید مثل جنسی وابسته هستند. برای اینکه کد ژنتیکی آنها از والدین به فرزندانشان منتقل شود، سلول‌های جنسی تخصصی برای تسهیل این فرآیند تولید می‌شوند.

فهرست

A - گامتوژنز چیست

B - گامتوژنز عمومی

1. - کروماتین، کروموزوم‌ها و گامت‌ها

2 -- اینترفاز

3- پروفاز I

4. - متافاز I

5- انوفاز I

6. تلوفاز I

7 - میوز II

C. - اسپرم‌زایی

D - اووژنز و بلوغ فولیکولی

یک - اهمیت بالینی .

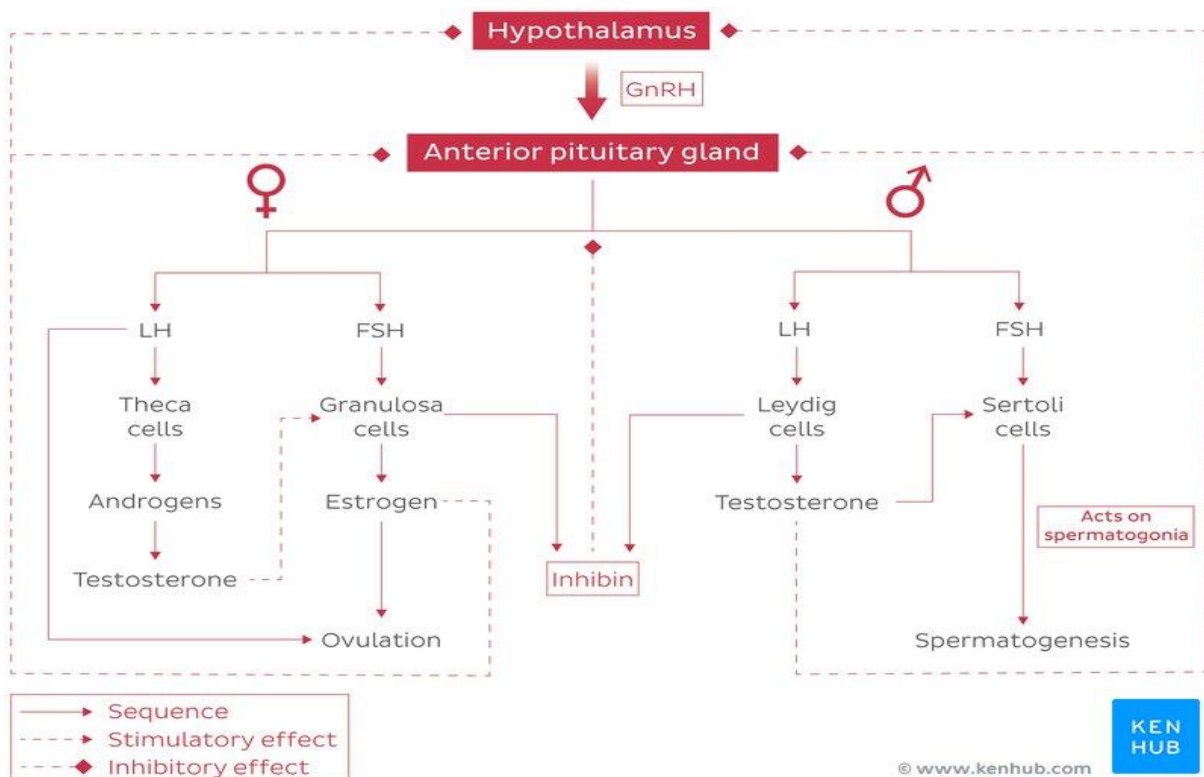
دو - ناهنجاری های غیر آنیوپلوئیدی

E - ناهنجاری های آنیوپلوئیدی

منابع + نمایش همه

A - گامتوژنز چیست

گامتوژنز یک فرآیند پیچیده است که شامل مسیرهای بیوشیمیایی متعدد و تغییرات مورفولوژیکی است. این سلول های جنسی توسط نوع خاصی از تکثیر سلولی به نام میوز تولید می شوند. گامت های بعدی حاوی نیمی از اطلاعات ژنتیکی به عنوان سلول های والد خود هستند و همچنین در مقایسه با سلول های مادر و در بین یکدیگر منحصر به فرد هستند. این مقاله به بررسی روند گامتوژنز (با تاکید بر تفاوت های خاص جنسی)، مسیرهای عصبی هورمونی درگیر در این فرآیند و برخی از عوارضی که می تواند در طول این فرآیند ایجاد شود، می پردازد.

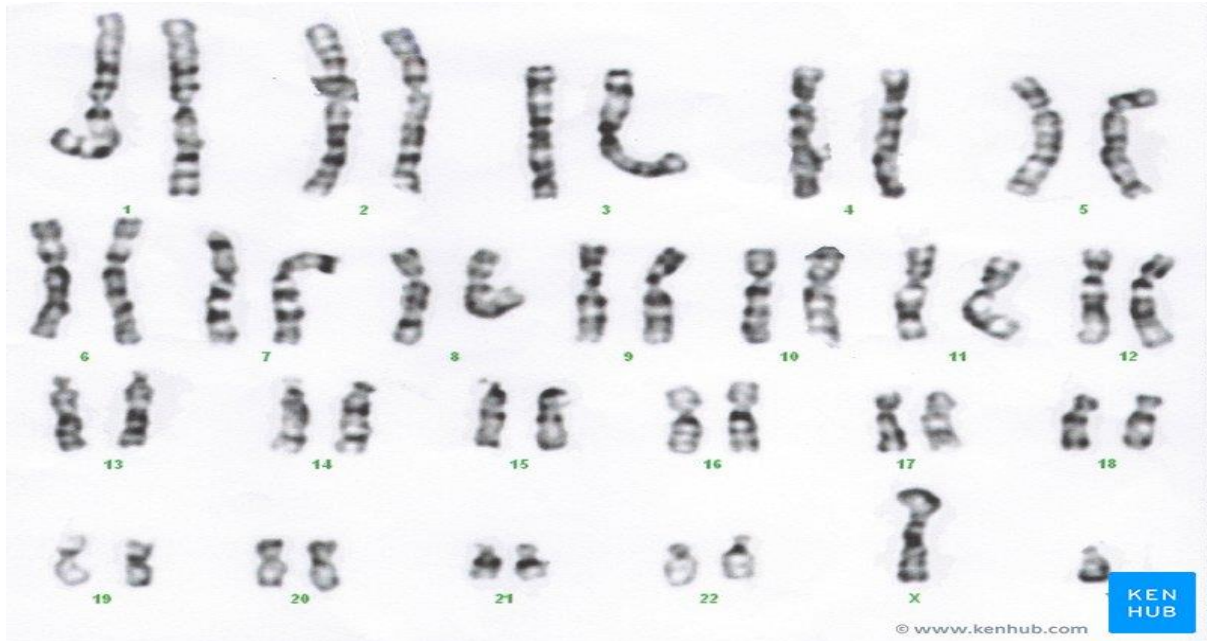


گامتوژنز عمومی

کروماتین، کروموزوم ها

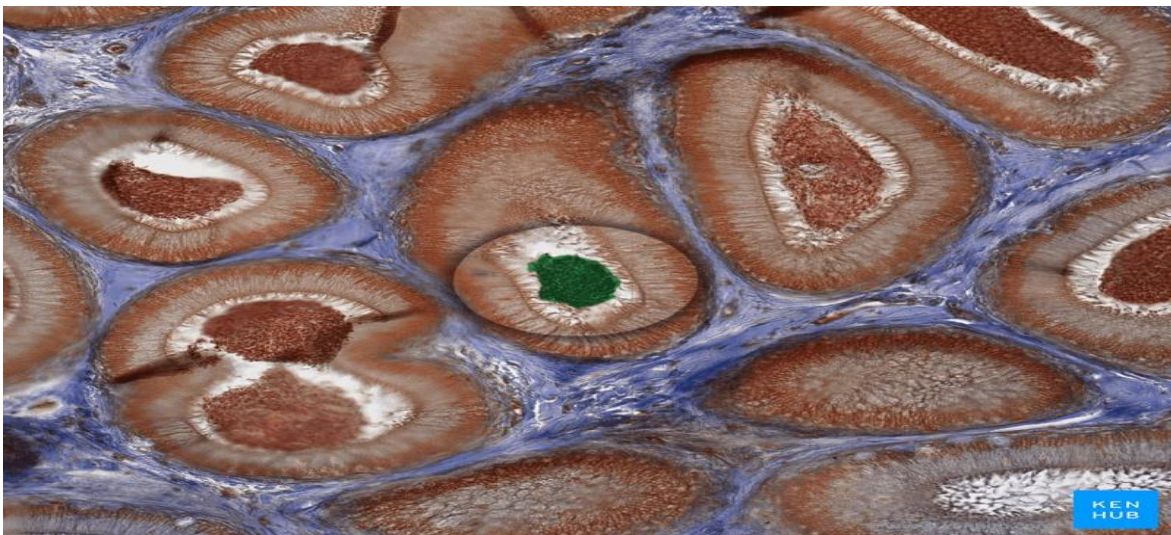
و گامت ها کد ژنتیکی که جنسیت، قد، رنگ چشم و سایر عبارات فنوتیپی متغیر را تعیین می کند به عنوان مولکول های کروماتین ذخیره می شود. اینها مجموعه ای از مولکول های اسید دئوکسی ریبونوکلیک هستند که در یک توالی منحصر به فرد قرار گرفته اند. تمام این اطلاعات ژنتیکی با پیچیدن محکم کروماتین در اطراف داربست های پروتئینی به نام هیستون در هسته هر سلول متراکم می شود. در رده های سلولی سوماتیک، بیست و سه جفت کروموزوم وجود دارد. تعداد کل 46

کروموزوم را می دهد. کروموزوم های 1 تا 22 به صورت تکراری رخ می دهند. دو کروموزوم باقیمانده به نام کروموزوم های جنسی X و Y شناخته می شوند.



کاریوتایپ انسانی

با توجه به اینکه تشکیل زیگوت (تک سلولی که پس از لقاح تشکیل می شود) مستلزم ادغام دو سلول است. سلول های قبلی باید نصف تعداد کل کروموزوم هایی را داشته باشند که باید در یک سلول سوماتیک باشند. بنابراین، سلول های جنسی تخصصی معروف به گامت از طریق فرآیند میوز تولید می شوند.



اسپرم (اسلاید بافت شناسی)

میوز شکلی از تقسیم سلولی است که منجر به تولید چهار سلول هاپلوئید منحصر به فرد (شامل 23 کروموزوم) از یک سلول دیپلوئید (شامل 46 کروموزوم) می شود. این با تقسیم سلولی عمومی به نام

میتوز که دو سلول دیپلوئیدی یکسان را از یک سلول دیپلوئید تولید می کند متفاوت است. میوز در دو مرحله رخ می دهد (میوز I و II). هر کدام شامل فرم تخصصی پروفاز، متافاز، آنافاز و تلوفاز است. اینترفاز فقط در مرحله اول میوز مشاهده می شود.

اینترفاز

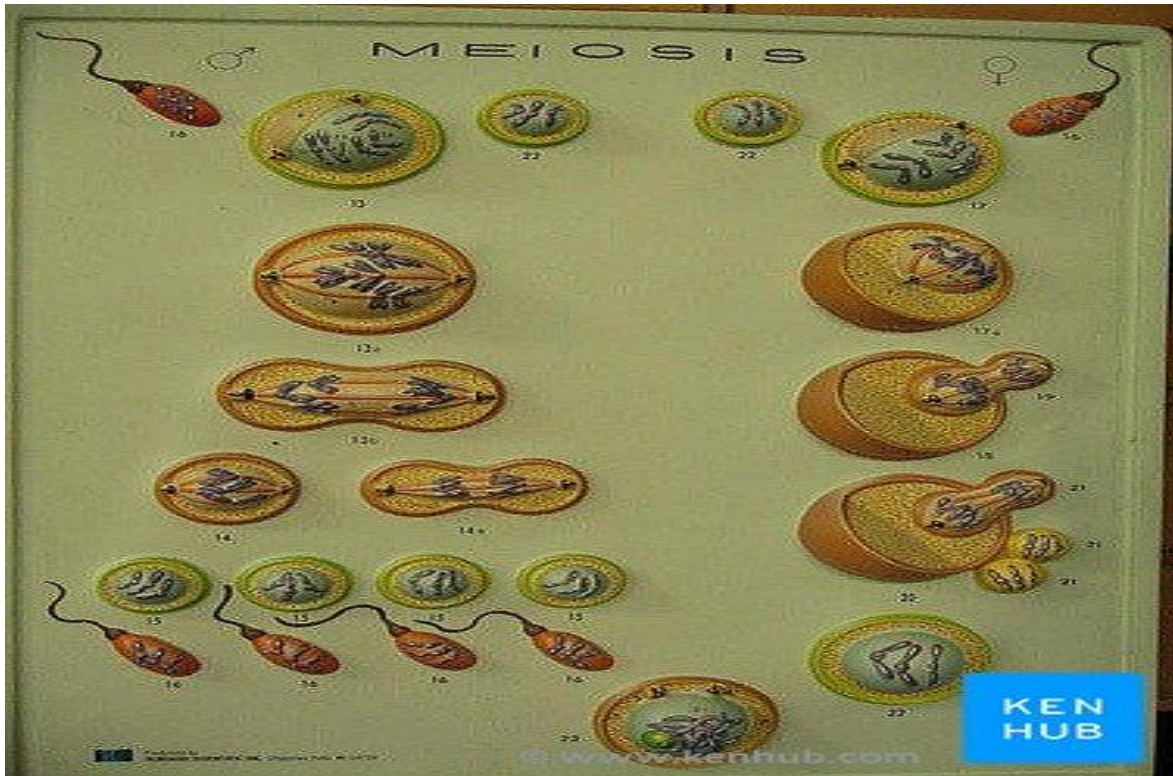
قبل از اینترفاز، زمانی که سلول در مرحله رشد است، DNA به صورت **یوکروماتین** یا **هتروکروماتین** وجود دارد. با این حال، در طول **اینترفاز**، تراکم رشته های کروماتین به جفت های قابل مشاهده کروموزوم وجود دارد. هر کروموزوم حاوی یک جفت کروماتید خواهر است که در یک سانترومر متصل شده اند. این مرحله همچنین نشان دهنده دوره ای از رشد سلولی است که در آن اجزای سلولی در آماده سازی برای تقسیم سلولی تکرار می شوند. بنا بر این سلول مادر از حالت دیپلوئید (دارای 46 کروموزوم) به حالت **تتراپلوئید** (دارای 92 کروموزوم، یعنی 46 جفت کروموزوم) تغییر کرده است.

پروفاز I

پس از اینترفاز، سلول وارد یک سری رویدادهای پیچیده و در عین حال دقیقاً هماهنگ شده می شود که به طور طبقه بندی شده به عنوان **پروفاز I** نامیده می شود. به طور کلی، این مرحله شامل همراستایی جفت کروموزوم های همولوگ و تبادل مواد ژنتیکی است. با این حال، چندین مرحله برای تکمیل این فرآیند لازم است. بنابراین **پروفاز I** به پنج مرحله فرعی تقسیم شده است:

- مرحله لپتوتن آغاز تبادل اطلاعات ژنتیکی است. یک کپی مادری و پدري از یک کروموزوم (هر کدام دارای دو کروماتید خواهر هستند که در سانترومر به هم متصل شده اند) یکدیگر را در داخل هسته پیدا می کنند. تراکم بیشتر کروموزوم ها نیز مشاهده می شود. علاوه بر این، تلومر های هر کروموزوم به پوشش هسته ای متصل می شوند.
- جفت های همولوگ کروموزوم ها در نزدیکی ناحیه تلومر به یکدیگر متصل می شوند. نقطه دلبستگی سینا پسیس نامیده می شود. و روند کلی مرحله زیگوتن را مشخص می کند. هنگامی که سیناپس ها تشکیل می شوند، اغلب در یک طرف هسته جمع می شوند. این آرایش گاهی اوقات به عنوان یک دسته گل نیز شناخته می شود زیرا کروموزوم ها شبیه به یک دسته گل قرار دارند. کروموزوم های دو ظرفیتی توسط کمپلکس سیناپتونمال کنار هم نگه داشته می شوند. کروموزوم های جنسی (X) و Y (در مردان جفت نشده اند. بنابراین سیناپسیس در ناحیه شبه اتوزومی رخ می دهد. که ناحیه ای از توالی DNA مشترک بین این کروموزوم ها است. تراکم بیش از حد اجزای کروموزوم مربوط به جنسیت منجر به تشکیل وزیکول جنسی می شود. سیناپس ها برای نو ترکیبی ژنتیکی مهم هستند. که به تنوع مخزن ژن کمک می کند. در نقاط همجوشی، اطلاعات ژنتیکی بین کروماتید های نوب شده مبادله می شود. در اینجا سیناپس ها به عنوان کیاسماتا یا گره هایی که کروموزوم ها را در کنار هم نگه می دارند نامیده می شوند.
- هنگامی که تمام کروموزوم ها سیناپس های خود را تشکیل دادند، آنگاه سلول وارد مرحله پاکتین می شود. اگرچه در هر دو ظرفیتی چهار کروماتید وجود دارد، اما در این مرحله آنها به صورت یک ساختار منفرد به هم پیوسته در مجتمع سیناپتونمال

- ظاهر می شوند. نو ترکیب در این مرحله تکمیل می شود.
- انحلال کمپلکس های سینیاپتونمال (نه کیاسماتا) نشان دهنده شروع مرحله دیپلوتن است. تبادل اطلاعات ژنتیکی مادر و پدر اتفاق افتاده و کروموزوم ها کوتاه تر از قبل به نظر می رسند. شایان ذکر است، این مرحله در اوایل هفته پنجم بارداری در زنان رخ می دهد. سپس گامت های آنها تا شروع بلوغ در دیپلوتن متوقف می شود، جایی که یک تخمک اولیه هر ماه قبل از شروع چرخه قاعدگی آنها میوز را کامل می کند.
- دیاکینزیس مشابه پرومتافاز میتوز است. دو ظرفیتی به الیاف دوکی متصل می شوند و شروع به ردیف شدن در امتداد صفحه استوایی متافاز می کنند.



میوز

متافاز I

متافاز I میوز بسیار شبیه به فرآیند مشاهده شده در میتوز است. میکروتوبول های دوک به جفت کروموزوم های همولوگ متصل می شوند و آنها را در امتداد استوای دوک ها قرار می دهند. سانترومر مرتبط با جفت کروماتید در جهت فیبر دوک قرار می گیرد. سپس دو ظرفیتی ها به سمت قطب های مخالف جدا می شوند. تنها چیزی که همولوگ ها را کنار هم نگه می دارد، کیاسماتا در نزدیکی تلومرها است.

آنافاز I جداسازی نهایی دو ظرفیتی در طول **آنافاز I** اتفاق می افتد زیرا کیاسماتا باز می شود و جفت های همولوگ به قطب های مخالف سلول جدا می شوند.

تلوفاز I تلوفاز I بین نرها و ماده ها متفاوت است. تقسیم سیتوپلاسمی در ماده ها به صورت نامتقارن اتفاق می افتد و یک جسم قطبی کوچک و یک تخمک اولیه بسیار بزرگتر ایجاد می کند. در

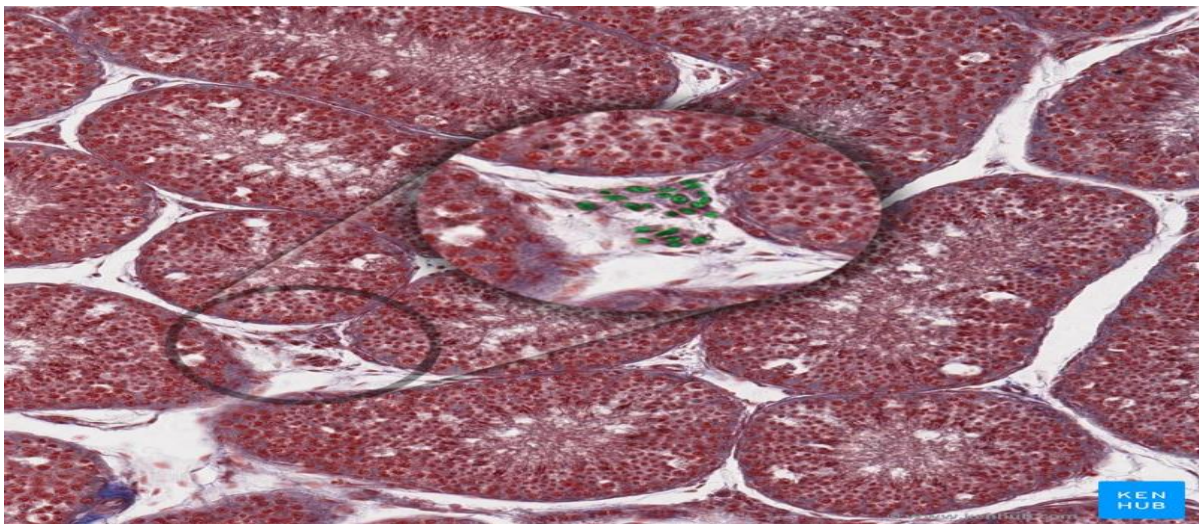
مردان، تقسیم سلولی ناقص است و اسپرماتوسیت ها یک پل سیتوپلاسمی را حفظ می کنند. اگرچه سلول های حاصل دیپلوئید هستند، اما با سلول های مادری که آنها را تولید کرده اند یکسان نیست

میوز II

میوز II اندکی پس از اتمام تلوفاز I رخ می دهد. در این مرحله همانندسازی DNA رخ نمی دهد. این تضمین می کند که سلول های حاصل نیمی از مواد ژنتیکی را به عنوان سلول های مادر خواهند داشت. بقیه تقسیمات کاملاً شبیه تقسیم میتوز است. کروماتیدهای خواهر با سانترومرها در متافاز II هم تراز هستند. و در آنافاز II در امتداد رشته های دوک به قطب های مخالف سلول جدا می شوند. بنابراین، تلوفاز II منجر به تولید چهار سلول هاپلوئید ژنتیکی منحصر به فرد می شود.

اسپرماتوژنز

رشد و بلوغ اسپرماتوسیت ها (که اسپرم نیز نامیده می شود) به عنوان اسپرما توژنز شناخته می شود. بر خلاف همتا یا ن مونث خود، گامتوژنز در شروع بلوغ شروع می شود. تحت تأثیر هورمون آزاد کننده گنادوتروپین از هیپوتالاموس، غده هیپوفیز هر دو هورمون لوتئینه کننده و محرک فولیکول را آزاد می کند. هورمون لوتئینه کننده روی سلول های لیدیگ بیضه ها اثر می کند که متعاقباً تستوسترون ترشح می کنند.

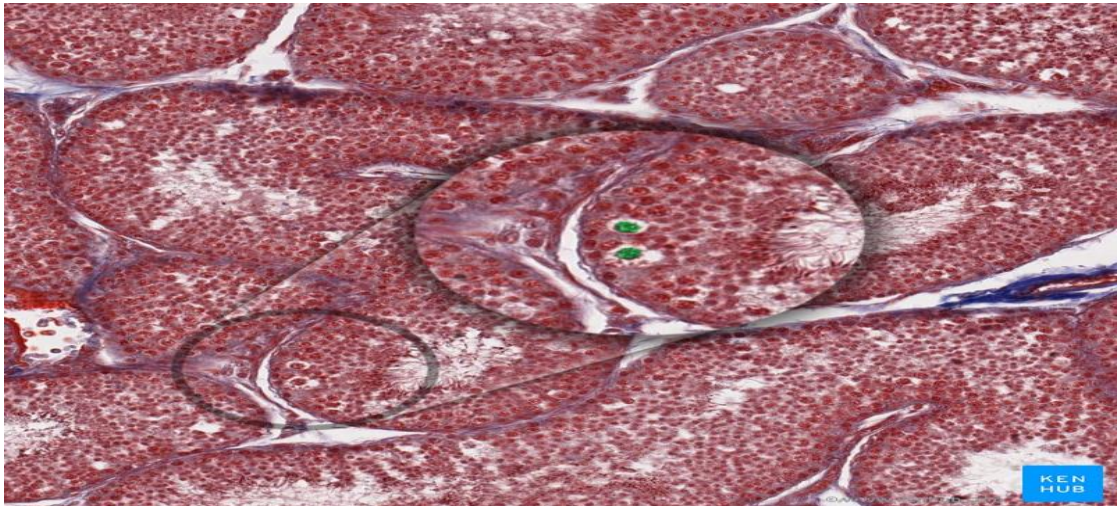


سلول های لیدیگ (اسلاید بافت شناسی)

تستوسترون، همراه با هورمون محرک فولیکول، سلول های سرتولی بیضه ها را تحریک می کند. منجر به تولید اینهیبین و همچنین تنظیم دگرگونی گیرنده های گلوبولین اتصال دهنده تستوسترون می شود.

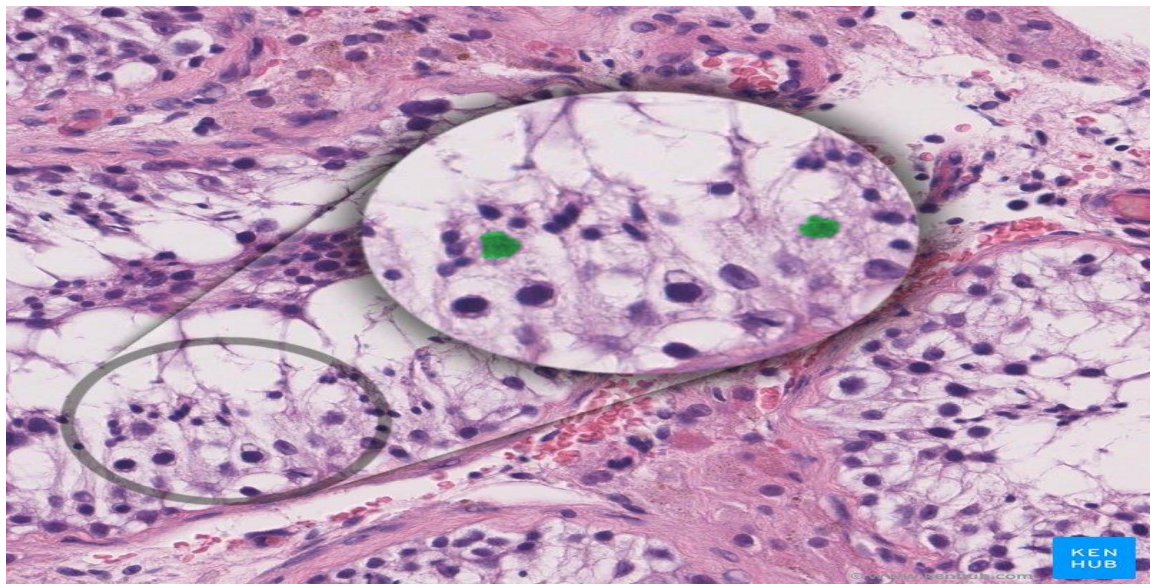
دگرگونی گیرنده ها باعث تحریک بیشتر سلول ها توسط تستوسترون میشود و در نتیجه باعث فعال شدن اسپرماتوژنز می شود. نکته قابل توجه، تستوسترون (که بر روی هیپوتالاموس و غده هیپوفیز قدامی اثر می گذارد) و اینهیبین (که بر روی غده هیپوفیز قدامی اثر می گذارد) یک حلقه بازخورد

منفی را تشکیل می دهند که منجر به کاهش ترشح هورمون های آزاد کننده گنادوتروپین، لوتئینه کننده و فولیکول تحریک کننده می شود.



سلول های سرتولی (اسلاید بافت شناسی)

فعالیت سلول های سرتولی منجر به فعال شدن و تکثیر میتوزی اسپرماتوگونی های قبلاً خفته در لوله های منی ساز بیضه ها می شود. آنها به اسپرماتوسیت های اولیه تبدیل می شوند، که سپس وارد اولین تقسیم میوز ذکر شده در بالا می شوند.



اسپرماتوسیت های اولیه (اسلاید بافت شناسی)

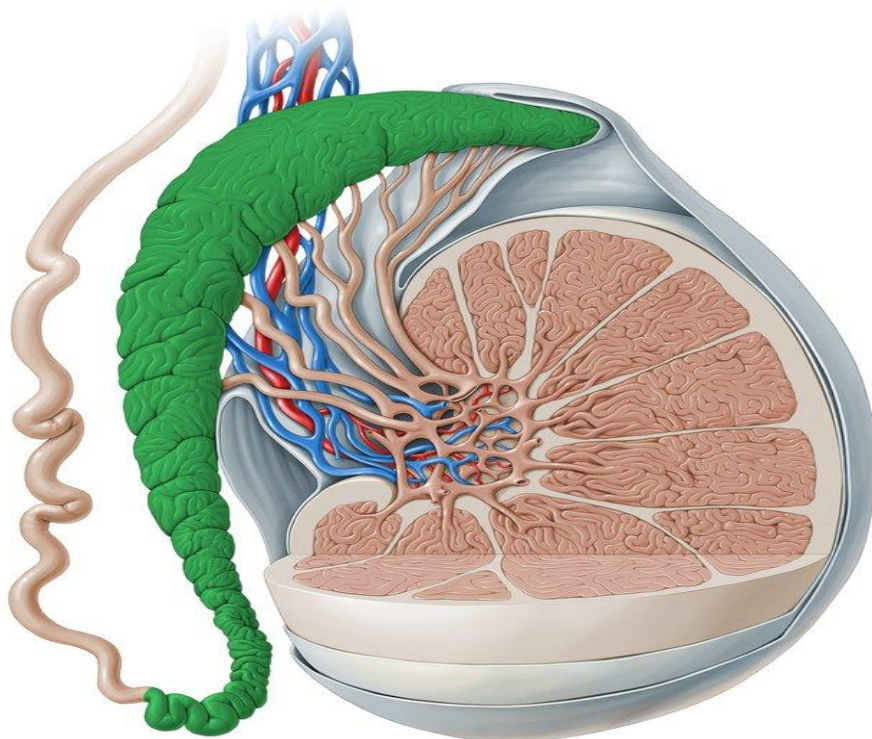
سپس اسپرماتوسیت های ثانویه وارد دومین تقسیم میوز می شوند که با تولید چهار اسپرماتید هاپلوئید خاتمه می یابد. بلوغ اسپرماتیدهای کروی به اسپرماتوسیت های قورباغه مانند به عنوان اسپرم زایی نامیده می شود. این فرآیند شامل طویل شدن بدن سلولی و کاهش حجم سیتوپلاسمی است. اسپرماتوسیت های بالغ شامل موارد زیر هستند:

• سر حاوی هسته هاپلوئید و آکروزوم حاوی آنزیم های پروتئولیتیک مورد نیاز برای لقاح توجه داشته باشید که آکروزوم مشتق شده از دستگاه گلژی اسپرماتید است.

* گردنی که پلی بین سر و دم ایجاد میکند

* دم (تقسیم شده به قطعات میانی، اصلی و انتهایی) که حرکت را تسهیل می کند . همچنین میتوکندری هایی را در خود جای داده است که آدنوزین تری فسفات (ATP) را برای تحرک سلولی تولید می کنند.

اسپرماتوسیت ها از مجرای لوله های اسپرم ساز از طریق حرکات پریشانیتیک به اپیدیدیم مهاجرت می کنند. در اینجا آنها ذخیره می شوند و به بلوغ خود ادامه می دهند. از نظر ژنتیکی دو نوع اسپرماتوسیت وجود دارد. همه آنها حاوی 22 نسخه از اتوزوم (یعنی کروموزوم های غیر جنسی) و یک کروموزوم X یا Y هستند (اسم استفاده شده 23، X یا 23، Y است)

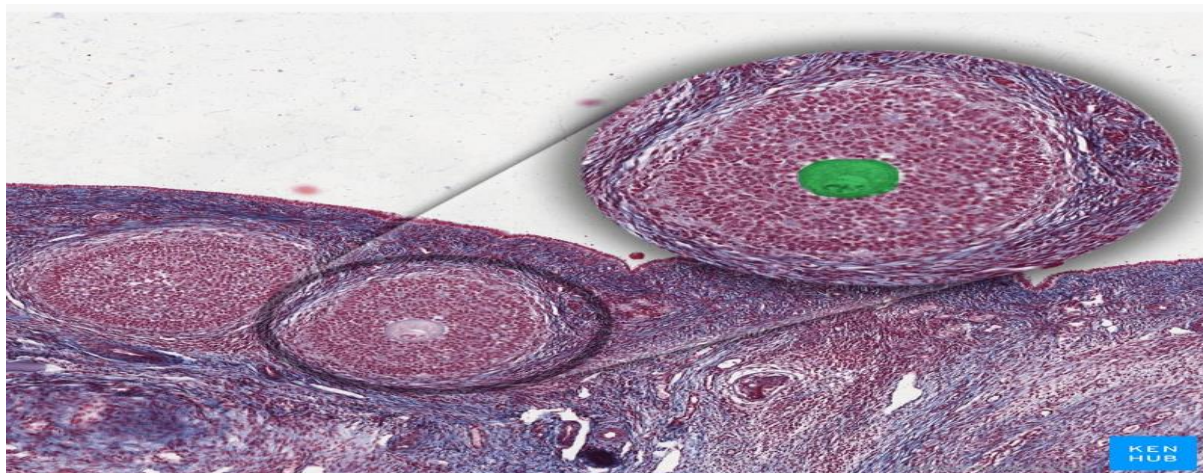


اپیدیدیم (نمای جانبی-راست)

مرحله نهایی بلوغ اسپرماتوسیت ها پس از انزال اتفاق می افتد. در داخل رحم یا لوله های فالوپ، هر دو پوشش پروتئین منی و گلیکوپروتئین از آکروزوم اسپرم جدا می شوند. اعتقاد بر این است که سلول های دستگاه تناسلی زنان این روند را تسهیل می کنند. پس از ظرفیت، اسپرماتوسیت ها قادر به بارور کردن تخمک ثانویه نیستند.

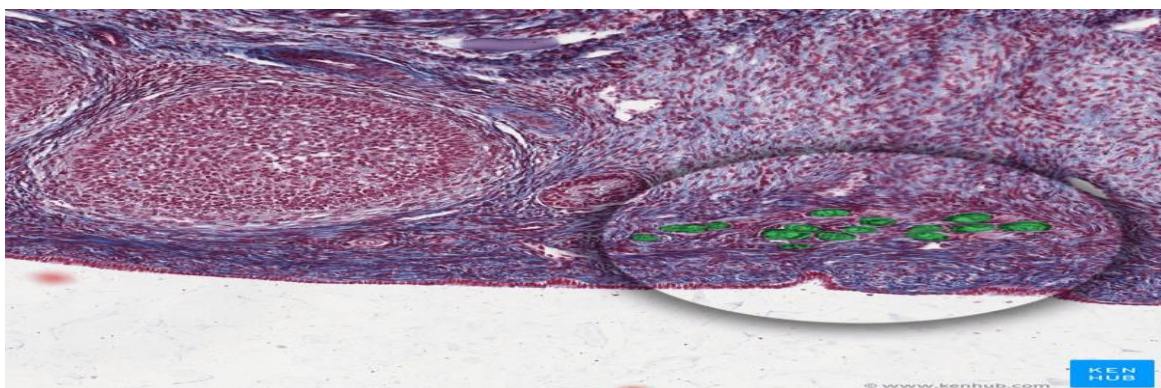
اوورنر و بلوغ فولیکولی

در طول دوره قبل از تولد، تکثیر میتوزی اوگونیا (اوسیت های اولیه) وجود دارد. متعاقباً در اندازه این سلول ها افزایش می یابد و در این مرحله آنها به عنوان تخمک اولیه شناخته می شوند.



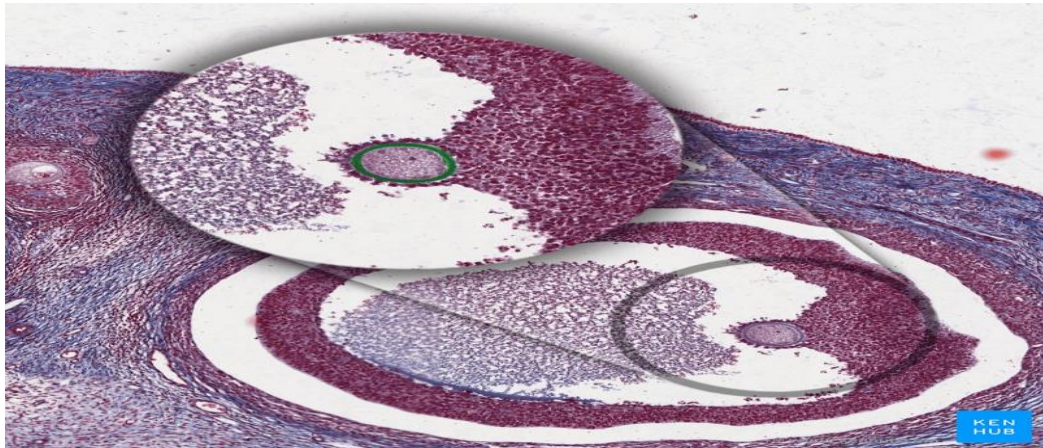
تخمک اولیه (اسلاید بافت شناسی)

قبلاً ذکر شد که ماده ها گامتوژنز را تا هفته پنجم بارداری آغاز می کنند، اما سلول ها در اوایل پروفاز I متوقف می شوند. تخمک های اولیه توسط یک لایه سنگفرشی ساده از سلول های فولیکولی (گرانولوزا) احاطه شده اند. آنها یک مهارکننده بلوغ تخمک ترشح می کنند که از تکمیل میوز توسط تخمک اولیه جلوگیری می کند. آنها با هم به عنوان فولیکول اولیه شناخته می شوند. تا زمانی که یک ماده به دنیا می آید، تقریباً 2 میلیون فولیکول اولیه دارد.



فولیکول های اولیه (اسلاید بافت شناسی)

هیچ تخمک اولیه جدیدی پس از تولد ماده ها تولید نخواهد شد. اکثر این فولیکول های اولیه تخریب می شوند و تقریباً 400000 تخمک اولیه با شروع بلوغ باقی می ماند. از این سلول ها، تنها حدود 400 سلول در طول عمر باروری او (یعنی از قاعدگی تا یائسگی) بالغ می شوند. رشد مداوم تخمک اولیه در دوره قبل از بلوغ وجود دارد. تکامل همزمان سلول های فولیکولار مسطح در ابتدا به سلول های مکعبی و سپس به سلول های ستونی وجود دارد. این سلول ها همچنین یک ماده گلیکوپروتئینی آمورف، فنس دار به نام زونا پلوسیدا تولید می کنند که تخمک اولیه را احاطه کرده است. به طور کلی، تنها یک سلول اولیه در هر ماه در طول چرخه قاعدگی بالغ می شود (در مورد دوقلوهای مادری استثنای وجود دارد).



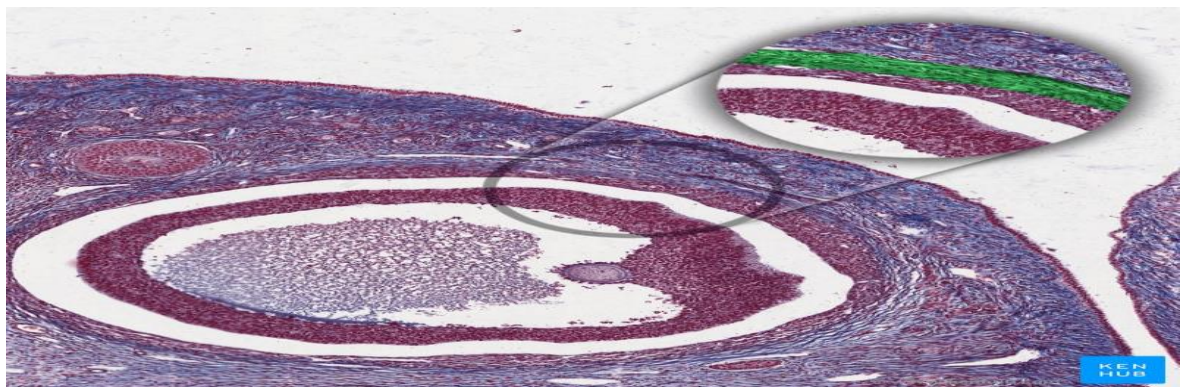
(Zona pellucida اسلاید بافت شناسی)

همانطور که در همتایان مرد خود مشاهده شد، شروع بلوغ در زنان خبر از آزاد شدن هورمون آزاد کننده گنادوتروپین از هیپوتالاموس می دهد. روی غده هیپوفیز قدامی که هورمون لوتئینه کننده و محرک فولیکول را به روشی مشابه ترشح می کند، عمل می کند. هورمون محرک فولیکولی روی سلول های گرانولوزا اثر می گذارد و در نتیجه هورمون های استروژن تولید می شود. استروژن بر روی سلول های گرانولوزا عمل می کند و باعث تکثیر و طبقه بندی آن ها در اطراف تخمک می شود.



سلول های گرانولوزا (اسلاید بافت شناسی)

همانطور که فولیکول شروع به افزایش اندازه می کند، سلول های بافت همبند خارجی سازماندهی می شوند و فولیکول های تکا را تشکیل می دهند. این سلول ها به یک لایه داخلی داخلی (لایه عروقی با عملکرد غده ای) و یک لایه بیرونی خارجی (لایه کیسولی) جدا می شوند. هورمون لوتئینه کننده روی *theca interna* اثر می کند و در نتیجه آندروژن تولید می کند. سلول های گرانولوزا متعاقباً آندروژن ها را به هورمون های استروژن بیشتری تبدیل می کنند.



سلول های خارجی (Theca اسلاید بافت شناسی)

theca interna (حفره هایی از مایع فولیکولی تولید می کند که متعاقباً به هم می پیوندند و آنتروم را تشکیل می دهند. این رویدادها با تغییرات مورفولوژیکی در فولیکول همزمان است، به طوری که شکل بیضی تری به نظر می رسد و تخمک به سمت قطب تصادفی فولیکول جابجا می شود (کومولوس اوفوروس را تشکیل می دهد). این ساختار کلی در حال حاضر به عنوان یک فولیکول ثانویه نامیده می شود. تخمک اولیه نیز در اندازه افزایش یافته و میوز 1 را تکمیل می کند. توزیع نابرابر سیتوپلاسم و اجزای آن در بین دو سلول حاصل وجود دارد. در نتیجه، محصول این تقسیم یک تخمک ثانویه نسبتاً بزرگ و یک جسم قطبی اول زائد است.

Gametogenesis	Oogenesis	Spermatogenesis
Onset	5th Gestational Week	Onset of Puberty
Duration	Abruptly ends with menopause (age 45-55 years)	Gradually declines with age
Accessory components	Granulosa Cells Theca folliculi Zona pellucida Corona radiata	Acrosome Tail
Motility	Immotile	Motile
Hormones involved	GnRH, LH, FSH, Estrogen	GnRH, LH, FSH, Testosterone
Size of progeny	Large oocyte, small polar bodies	All uniform in size
Genotype of progeny	23, X	23, X or 23, Y

© www.kenhub.com

KEN HUB

ووژنز در مقابل اسپرماتوژنز

پس از تخمک گذاری، تخمک ثانویه از طریق میوز 1 تا نقطه متافاز 1 پیشرفت می کند. در این مرحله تا زمان لقاح تخمک متوقف می شود پس از لقاح، جسم قطبی دوم آزاد می شود و هر دو از تخمک بالغ خارج می شوند. در حالی که اسپرماتوسیت ها پنجاه درصد شانس دارند که 23، X یا 23، Y باشند، همه نتایج اووژنز دارای ژنوم 23، X هستند. با این حال، به دلیل مجموعه ژنتیکی تصادفی و تبادل ژنتیکی ناشی از تشکیل کیاسما تا، وقتی با یکدیگر و با سلول مادر مقایسه می شوند، هنوز از نظر ژنتیکی منحصر به فرد هستند.

اهمیت بالینی «سریری»:

ناهنجاری های غیر آنوپلوئیدی

ارزیابی ژنوم انسان را می توان با کاریوتایپ به دست آورد. در طی این فرآیند، سلول ها لیز می شوند و کروموزوم ها را می توان به صورت میکروسکوپی با کمک برچسب گذاری فلورسنت ارزیابی کرد. این امر احتمال تشخیص هر گونه ناهنجاری را که ممکن است وجود داشته باشد افزایش می دهد. ژنوتیپ معمولاً به صورت کل مکمل کروموزوم ها و ترکیب کروموزوم های جنسی موجود بیان می شود. بنا براین، یک فرد از نظر ژنتیکی طبیعی ممکن است کاریوتایپی داشته باشد که 46، XY (برای مردان) یا 46، XX (برای زنان) خوانده می شود.

همانطور که در مورد هر فرآیند بیولوژیکی وجود دارد، احتمال وقوع خطا در طول گامتوژنز وجود دارد. سلول های حاصل ممکن است قادر به ترکیب شدن و تشکیل یک جنین زنده نباشند. محتمل ترین نقاطی که ممکن است در آن خطا رخ دهد، در حین **پروفاز 1** و **آنافاز میوز** است. ناهنجاری های ناشی از **پروفاز 1**، ناهنجاری های غیر آنوپلوئیدی هستند. این بدان معناست که تعداد کل کروموزوم های درون زیگوت طبیعی است. با این حال ممکن است حذف های میکرو یا کلان کروموزوم وجود داشته باشد. غیر آنوپلوئیدی می تواند در نتیجه فرآیندهای زیر رخ دهد:

- حذف ممکن است منجر به از دست دادن بخش های مختلف کروموزوم شود. نمونه ای از این سندرم **Cri-du-chat** است که در آن یک حذف بزرگ بازوی کوچک (p) کروموزوم 5 وجود دارد. بیمارانی که با این سندرم متولد می شوند در معرض خطر بالایی برای مرگ قبل از شروع بزرگسالی هستند. آنها همچنین ممکن است با میکروسفالی و سایر ناتوانی های رشدی تظاهر کنند.
- مضاعف ها همچنین می توانند به گونه ای اتفاق بیفتند که بخشی از یک کروموزوم همانند سازی شده و دوباره به قسمت انتهایی متصل می شود.
- انواع مختلفی از ناهنجاری های وارونگی وجود دارد که می تواند در طول همانندسازی رخ دهد. دو فرم مورد مطالعه عبارتند از:

- **وارونگی های نوع 1** زمانی رخ می دهد که در کروموزوم شکسته می شود، به صورت رفت و برگشتی وارد ناحیه کروموزوم می شود. معکوس کردن اطلاعات ژنتیکی فرآیندهای رونویسی و ترجمه را تغییر می دهد و در نتیجه سنتر پروتئین معیوب می شود.
- **وارونگی های نوع 2** یا دور مرکزی (شامل سانترومر) یا پارامرکزی هستند (محدود به یک بازوی کروموزوم، اما در مجاورت سانترومر). اولی منجر به تغییر در نسبت طول بازوی کروموزوم می شود، در حالی که ***همچنین دو نوع عمده جابجایی وجود دارد که ممکن است در طول میوز ایجاد شود**
- یک جابجایی رابرتسونین در میان کروموزوم های آکروسانتریک رخ می دهد. اینها کروموزوم هایی هستند که سانترومر هایشان بسیار نزدیک

به انتهای تلومری بازوی p کروموزوم است (کروموزوم های 13، 14، 15 ، 21، 22 آکروسنتریک هستند). نتیجه نهایی به گونه ای است که بازوهای p از بین می روند و بازوهای q فایز می شوند. انتقال متقابل، با این حال، می تواند هر دو کروموزوم غیر همولوگ را شامل شود. تبادل کامل بخش قابل توجهی از کروموزوم ها وجود دارد. یک مثال رایج کروموزوم فیلادلفیا است که درلوسی میلوئید مزمن مشاهده می شود. در اینجا، بخشی از کروموزوم 9 به کروموزوم 22 و بالعکس (t9;22) متصل است. که دومی اینطور نیست.

ناهنجاری های آنیوپلوئیدی

ناهنجاری هایی که در طول آنافاز میوز رخ می دهد، آنیوپلوئیدی نامیده می شود. اینها به دلیل عدم تفکیک دو ظرفیتی ها به وجود می آیند - پدیده ای که به عنوان تاخیر آنافاز توصیف می شود - که منجر به عدم تفکیک می شود. متعاقباً، سلول هایی وجود خواهند داشت که اطلاعات ژنتیکی آنها خیلی زیاد یا خیلی کم است. احتمال زنده ماندن آنیوپلوئیدی هایی که منجر به افزایش اطلاعات ژنتیکی می شوند، نسبت به آنهایی که اطلاعات بسیار کمی دارند، بیشتر است. بیشتر این آنیوپلوئیدی ها منجر به تظاهرات سندرمی می شوند زیرا سیستم های متعدد می توانند تحت تأثیر اطلاعات ژنتیکی اضافی قرار گیرند. برخی از آنیوپلوئیدی های رایج عبارتند از:

- * **Trisomy 21 (Down Syndrome) – 47, XX or XY,+21**
- **Trisomy 18 (Edward Syndrome) – 47, XX or XY, +18**
- **Trisomy 13 (Patau Syndrome) – 47, XX or XY, +13**
- **Turner Syndrome – 45, X**
- **Klinefelter Syndrome – 47, XXY**

Sources

All content published on Kenhub is reviewed by medical and anatomy experts. The information we provide is grounded on academic literature and peer-reviewed research. **Kenhub does not provide medical advice.** You can learn more about our content creation and review standards by reading our [content quality guidelines](#).

References:

- **Gray, H. and Standring, S.** (2009). Gray's Anatomy. 40th ed. [Edinburgh u.a.]: Churchill Livingstone Elsevier.
- **Kumar, V., Abbas, A., Aster, J. and Robbins, S.** (2014). Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease. 9th ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier.
- **Moore, K., Persaud, T. and Torchia, M.** (2013). The Developing Human. Philadelphia, PA: Elsevier-Saunders.

Illustrators:

- Gametogenesis - Stefanie Schultz
- Human Karyotype - Photo credit: [Can H.](#) on [Visual Hunt](#) / [CC BY](#) (image has been modified)
- Sperm (histological slide) - Smart In Media
- Meiosis - Photo credit: [GreenFlames09](#) on [Visualhunt.com](#) / [CC BY](#) (image had been modified)
- Leydig cells (histological slide) - Smart In Media
- Sertoli cells (histological slide) - Smart In Media
- Primary spermatocytes (histological slide) - Smart In Media
- Epididymis (lateral-right view) - Paul Kim
- Primary oocyte (histological slide) - Smart In Media
- Primordial follicles (histological slide) - Smart In Media
- Zona pellucida (histological slide) - Smart In Media
- Granulosa cells (histological slide) - Smart In Media
- Theca externa cells (histological slide) - Smart In Media
- Oogenesis vs. spermatogenesis - Stefanie Schultz

Gametogenesis: want to learn more about it?

Our engaging videos, interactive quizzes, in-depth articles and HD atlas are here to get you top results faster.

What do you prefer to learn with?



[Videos](#) [Quizzes](#) [Both](#)

“I would honestly say that Kenhub cut my study time in half.” – [Read more.](#) Kim Bengochea, Regis University, Denver

© Unless stated otherwise, all content, including illustrations are exclusive property of Kenhub GmbH, and are protected by German and international copyright laws. All rights reserved.

----- با تقدیم احترامات «2023-06-20»

فصل ششم