

ویراست ششم

چکیده

گاردنر

تکنیک های

کمک باروری (ART)

از دیدگاه آزمایشگاهی

مترجمین و متخلصین

دکتر فاطمه عسگری

دکتر مهناز حیدری

زینب بهرامی

نرگس دانشنده بقرآبادی

زهره فتحی

هیلدا رستگاری

حمیده فلاح اصل

اعضای تیم جنین شناسی مرکز درمان ناباروری ابن سینا

زیر نظر

دکتر محمدرضا صادقی

عضو هیات علمی و ریاست پژوهشگاه و مرکز درمان ناباروری ابن سینا

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۹	فصل ۱: دستورالعمل‌های به روز شده برای راه‌اندازی یک آزمایشگاه کمک باروری
۱۹	فصل ۲: کنترل کیفیت: حفظ ثبات در آزمایشگاه
۲۴	فصل ۳: شاخص‌های عملکردی کلیدی لازم برای آزمایشگاه IVF
۲۹	فصل ۴: کنترل کیفی در فضای ابری، دیجیتالی کردن کنترل کیفیت
۳۶	فصل ۵: آزمایشگاه ART: استانداردهای رایج
۵۲	فصل ۶: ارزیابی اسپرم
۶۴	فصل ۷: تکنیک‌های آماده‌سازی اسپرم و روش‌های پیشرفته انتخاب اسپرم برای تزریق داخل سیتوپلاسمی اسپرم
۷۵	فصل ۸: ارزیابی کروماتین اسپرم
۹۴	فصل ۹: بازیابی و انتخاب تخمک
۱۰۱	فصل ۱۰: آماده‌سازی و ارزیابی تخمک برای تزریق داخل سیتوپلاسمی اسپرم
۱۰۸	فصل ۱۱: استفاده از بلوغ آزمایشگاهی تخمک در موارد بالینی و نقش آن در ART
۱۱۵	فصل ۱۲: تزریق داخل سیتوپلاسمی اسپرم (جنبه‌های تکنیکی)
۱۲۴	فصل ۱۳: روش‌های بیوپسی جنین انسانی
۱۳۱	فصل ۱۴: تجزیه و تحلیل فرایند لقاح
۱۳۶	فصل ۱۵: سیستم‌های کشت جنین انسان
۱۴۸	فصل ۱۶: انتخاب جنین از طریق تحلیل مورفولوژی و فیزیولوژی
۱۵۵	فصل ۱۷: ارزیابی کیفیت جنین (تصویربرداری لحظه به لحظه تایم لپس جهت ارزیابی شکل جنین)
۱۵۸	فصل ۱۸: هوش مصنوعی
۱۶۲	فصل ۱۹: هوش مصنوعی (AI) در انتخاب گامت و جنین
۱۶۷	فصل ۲۰: رمزگشایی انجماد
۱۷۲	فصل ۲۱: انجماد شیشه‌ای تخمک انسان
۱۷۹	فصل ۲۲: انجماد شیشه‌ای جنین انسان
۱۸۷	فصل ۲۳: مدیریت یک بانک تخمک
۱۹۹	فصل ۲۴: عوامل شدید ناباروری در مردان: عواقب ژنتیکی و توصیه‌ها برای انجام آزمایشات ژنتیکی
۲۰۴	فصل ۲۵: آزمایش ژنتیکی پیش از لانه‌گزینی برای آنوپلوئیدی، به منظور بهبود نتایج بالینی
۲۰۷	فصل ۲۶: تشخیص پذیرش اندومتر، دیالوگ جنین-اندومتر و میکروبیوم آندومتر
۲۱۲	فصل ۲۷: گامت‌های مصنوعی: تخمک‌ها
۲۲۰	فصل ۲۸: چگونگی بهبود روش‌های تشخیص و درمان ART با تکنیک‌های میکروفلوئیدی و میکروفابریکیشن
۲۳۱	فصل ۲۹: ویرایش ژنوم در تولید مثل انسان
۲۳۸	فصل ۳۰: طراحی برنامه‌های بلایای طبیعی برای آزمایشگاه‌های IVF
۲۴۳	فصل ۳۱: نمایان‌سازی تکامل اولیه جنین انسان با تصویربرداری Static

مقدمه

باروری و زادآوری همواره به عنوان یکی از بنیادی‌ترین ارکان حیات انسانی، از دیرباز مرکز توجه علوم زیستی و پزشکی قرار دارد. توانایی تولیدمثل نه تنها به عنوان یک وظیفه زیستی، بلکه به عنوان نمادی از عشق و پیوندهای خانوادگی و مسیری برای تداوم نسل، همواره در جوامع مختلف مورد احترام می‌باشد. با این حال، برای میلیون‌ها زوج در سراسر جهان، تحقق این هدف طبیعی به دلایل فیزیولوژیک یا پاتولوژیک به آرزو و رویایی دست نیافتنی تبدیل شده است. ناباروری، همواره به عنوان یک چالش جهانی در حوزه سلامت، تنها یک مسئله پزشکی نیست؛ بلکه ابعاد روانی، اجتماعی و حتی اقتصادی زندگی افراد و جوامع را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این میان، پیشرفت‌های خیره‌کننده علوم پزشکی و زیست فناوری در قرن حاضر، به عنوان یک راهکار حیاتی، امیدی تازه را در دل این زوجین زنده کرده است. روشهای کمک باروری (Assisted Reproductive Technologies یا ART). که زمانی تنها در محدوده داستان‌های علمی-تخیلی جای داشتند، امروزه به واقعیتی تبدیل شده که بسیاری از غیرممکن‌ها را به روش‌های تشخیصی و درمانی روزمره در حوزه پزشکی تبدیل نموده است.

پیشرفت‌های خیره‌کننده در زیست‌شناسی سلولی، ژنتیک، و مهندسی پزشکی، آزمایشگاه‌های مراکز تحقیقاتی و درمانی حوزه باروری و ناباروری را تبدیل به محیطی برای درنوردیدن مرزهای علوم تولید مثل گردانده است. از لقاح خارج رحمی تا ویرایش ژنتیکی جنین‌ها، هر مرحله از این فرآیندها نیازمند دقت و حساسیت فوق‌العاده، دانش تخصصی، و نوآوری‌های فنی است. کتاب حاضر، حاصل تلاش جمعی از نخبگان در حوزه بیولوژی تولید مثل، می‌کوشد تا با نگاهی گام‌به‌گام و مبتنی بر شواهد علمی و تجربی شما را با دنیای پرشکوه و درعین حال عظمت و پیچیدگی آزمایشگاه جنین‌شناسی آشنا سازد؛ دنیایی که در آن، گامت‌ها و جنین‌های حاصل در محیط‌های تحت کنترل دقیق خارج از رحم کشت می‌شوند و فناوری‌های انجامد، حیات را در دمای ۱۹۶- درجه سانتیگراد متوقف می‌گرداند تا تحولی شگرف در فن آوریهای کمک باروری ایجاد نموده و امیدی فراتر برای آینده در زوجین نابارور فراهم سازد.

این کتاب که با تلاش زیاد و دقت فراوان توسط گروهی اعضای تیم تخصصی درمان ناباروری و دانشجویان دکتری بیولوژی تولیدمثل ترجمه و تخلص گردیده، چکیده‌ای از چاپ ششم (۲۰۲۴) کتاب Textbook of Assisted Reproductive Techniques (جلد ۱، از دیدگاه آزمایشگاهی) می‌باشد که توسط دیوید گاردنر و گروه مؤلفین نگارش شده است و بیشتر بر جنبه‌های آزمایشگاهی و فناوریانه روش‌های کمک باروری تکیه دارد. هدف اصلی این کتاب، ارائه تحلیلی دقیق از تکنیک‌های پیچیده، تجهیزات پیشرفته، و فرآیندهای زیستی است که در پشت پرده موفقیت‌های امروزی علم باروری نهفته است. این کتاب سعی دارد تا شما را نه تنها با تکنیک‌ها و فناوری‌های نوین این حوزه آشنا نماید، بلکه بتوانید درکی انتقادی از زوایای گسترده و پیچیده این روش‌ها دریافت دارید. از لقاح خارج رحمی گرفته تا کشت طولانی مدت جنین خارج رحم، از انجماد تخمک و اسپرم و جنین تا انتخاب جنین‌ها مبتنی بر روش‌های ژنتیک، هر یک از این‌ها پنجره‌ای را به سوی دنیایی پیچیده و پرشور از امیدها، چالش‌ها، و پرسش‌های بی‌پاسخ فراروی شما خواهد گشود.

کلام آخر اینکه، آزمایشگاه‌های کمک باروری، مکانی است که در آن علم به هنر تبدیل می‌شود؛ هنر خلق زندگی در محیطی تحت کنترل، با ابزارهایی که مرزهای ناممکن را در می‌نورددند میسر می‌گردد. این کتاب

می‌کوشد تا با نگاهی تخصصی و فنی، نشان دهد که چگونه همگرایی علم زیست‌شناسی، فناوری و مهندسی، رویای فرزندآوری را برای میلیون‌ها انسان محقق ساخته است. امید است این کتاب به عنوان راهنمایی جامع برای دانشجویان، پژوهشگران، و متخصصان حوزه کمک باروری زمینه ارتقاء عملکرد و سطح خدمات کمک باروری و موفقیت بیشتر درمان زوجین نابارور را فراهم سازد. گروه مترجمین مشتاقانه پذیرای پیشنهادات و انتقادات سازنده شما اساتید، متخصصین و دانشجویان گرامی در زمینه کیفیت ترجمه و محتوای این کتاب می‌باشند. در پایان برخود واجب می‌دانم که مراتب تشکر و قدردانی خود از مسئولین و کارکنان شریف و محترم انتشارات آرتین طب که زحمت چاپ و نشر کتاب را تقبل نمودند را ابراز نمایم.

دکتر محمدرضا صادقی

رئیس پژوهشگاه و مرکز درمان ناباروری ابن سینا

artinteb.com

دستورالعمل‌های به روز شده برای راه‌اندازی یک آزمایشگاه کمک باروری

مقدمه

با روش‌ها و امکانات گوناگون می‌توان یک آزمایشگاه کمک باروری (ART^۱) موفق راه‌اندازی نمود. امکانات مراکز، از یک آزمایشگاه موقتی لقاح خارج رحمی (IVF^۲)، دارای حداقل امکانات تا یک آزمایشگاه کاملاً مجهز، متغیر می‌باشد. ICSI، IVF^۳ و انجماد تخمک را می‌توان برای تخمک‌های انتقال یافته اعمال کرد، و در شرایط خاص، IVF^۳ انتقالی^۴ یک پیشنهاد خوشایند برای آن دسته از بیماران می‌باشد که قوانین محدود کننده دولتی در زمینه تولید مثلی دارند. در دهه گذشته معرفی رباتیک کشت و انجماد همه جنین‌ها، آزمایشگاه‌های IVF را دستخوش تغییرات بسیاری کرده است که در این زمینه می‌توان به تغییر موقعیت به یک فضای بسیار فنی و تخصصی‌تر اشاره نمود. یک نشست تخصصی بین المللی ۵۰ بند مورد توافق در زمینه استانداردهایی برای آزمایشگاه‌های موجود و همچنین ساخت آزمایشگاه‌های جدید ارائه کرده است. همچنین در نشست قاهره دستورالعمل‌هایی را در مورد عملکرد آزمایشگاهی فعلی پیشنهاد کرده‌اند. این فصل راجع به آزمایشگاه‌های جامع ART با تأکید بر مشکلات پیش رو برای تجهیز آن بحث خواهد کرد. برای رسیدن به

نتایج مطلوب در تاسیس یک مرکز کمک باروری توجه به موارد زیر مورد نیاز است:

کارکنان و تجربیات

عمل بالینی موفق یک مرکز به تجربه کاری کارمندان و ایجاد اشتیاق بین افراد، در آزمایشگاه ART بستگی دارد. کارکنان آزمایشگاه، مدیران و جنین‌شناسان باید تجربه فرد تازه وارد را در زمینه فعالیت آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار دهند. راه‌اندازی یک آزمایشگاه جدید یا بازسازی کامل یک مرکز، مانند ART، یک هنر است و اهمیت نظر جنین‌شناسان محرب، کارکنان فنی و پزشکان باتجربه را نشان می‌دهد. استفاده از یک سیستم ردیابی عملکرد معمولی یا ثبت سوابق دیجیتال می‌تواند برای سنجش عملکرد افراد در زمینه‌های انتقال جنین، ICSI و مهارت بیوپسی و غیره استفاده شود. مراکز نظارتی ویژه‌ای نظیر کالج پاتولوژی آمریکا^۴ (CAP) و انجمن جنین‌شناسی و لقاح انسانی انگلستان^۵ (HFEA)، دستورالعمل‌ها و مجوزها را برای جنین‌شناسان و زیر گروه‌های دیگر فراهم می‌آورند، اما این مجوزها لزوماً مهارت شخص را تضمین نکرده و در بین مرزها از کشوری به کشور دیگر فاقد اعتبارند. گاهی نیز عناوین دانشگاهی اغلب نسبت به صلاحیت واقعی مهمتر جلوه می‌کند. در نهایت،

^۴ College of American Pathologists

^۵ Human Fertilization and Embryology Authority

^۱ Assisted Reproductive Technology

^۲ In Vitro Fertilization

^۳ Intracytoplasmic Sperm Injection

- عدم استفاده از ظروف شسته شده به علت وجود صابون یا بقایای نمونه قبلی
- تحویل نمونه به آزمایشگاه طی ۶۰ دقیقه و حفظ نمونه در دمای اتاق طی انتقال

برچسب‌گذاری ظرف

بر روی ظرف حاوی نمونه، یکسری اطلاعات ثبت می‌شود از جمله: نام همسر/تاریخ و زمان جمع‌آوری/ مدت زمان گذشته از آخرین انزال/ یک شماره شناسایی مخصوص که این شماره عمدتاً یک شماره تامین اجتماعی، تاریخ تولد و یا یک شماره مخصوص از طرف کلینیک می‌باشد. همه این اطلاعات باید تایید شود.

آنالیز نمونه:

مایع شدن و ویسکوزیته:

- نمونه باید از نظر مایع شدن و ویسکوزیته که دو مفهوم متمایز می‌باشند، بررسی شود.
- آنالیز مایع منی قبل از مایع‌شدگی بیانگر مشخصات کل نمونه نیست. مایع شدن طی ۱۵ تا ۳۰ دقیقه و تحت تاثیر ترشحات آنزیمی پروستات اتفاق می‌افتد. مایع شدن ناقص به دلیل عدم توزیع مساوی اسپرم‌ها در سرتاسر منی، بدلیل وجود اثرات منفی بر روی آنالیز، ممکن است بیانگر نقص آنزیم‌های پروستاتی باشد. مایع منی آبکی، در غیاب لخته، ممکن است نشان‌دهنده عدم وجود مجرای انزالی یا کیسه‌های منی غیرفعال باشد. مایع شدن ناکافی، در حضور لخته، ممکن است نشان‌دهنده کمبود آنزیم‌های پروستات باشد.

- ویسکوزیته در ارتباط با میزان کشش نمونه مایع شده جهت افتادن قطرات از نوک پیپت است. وقتی قطرات شکل گرفته و آزادانه پایین بریزند ویسکوزیته نرمال بوده و اگر قطرات شکل نگرفته یا نمونه به راحتی درون پیپت کشیده نشود، ویسکوزیته بالا است. این شرایط حتی بعد از مایع‌شدگی هم باقی خواهد ماند. ویسکوزیته شدیداً بالا می‌تواند مانع توزیع یکسان اسپرم شود. در این شرایط، برای اصلاح توزیع اسپرم قبل از شمارش آن، با آنزیم‌هایی مانند کیموتریپسین یا آسپیراسیون با سوزن شماره ۱۸، ویسکوزیته را

می‌توان کاهش داد. اضافه نمودن هر ماده حاوی آنزیم، به علت تحت تاثیر قرار دادن غلظت واقعی اسپرم، باید در برگه اطلاعات ثبت گردد.

حجم نمونه

با کمک یک پیپت سرولوژیکی که تا ۰/۱ درجه بندی شده، حجم نمونه را می‌توان اندازه گرفت و با ضرب آن در غلظت اسپرم، تعداد کل اسپرم را به دست آورد. حجم نرمال منی قبل از رقیق‌سازی، باید بیشتر از ۱/۳ باشد.

غلظت اسپرم

- لام‌های شمارش اسپرم عموماً هموسایتومتر^۱، مکر^۲ و میکروسل^۳ می‌باشند. برای شمارش، مقداری نمونه هموژن و مخلوط شده را در دمای اتاق بر روی لام گذاشته و با قرار دادن لامل روی آن، اسپرم در یک گرید شمارش شده و با توجه به فرمول خاص آن لام، تعداد اسپرم محاسبه می‌گردد.
- زمانیکه تعداد بیشتری از میدان‌ها یا مربع‌ها یا ردیف‌ها شمارش شوند صحت کار بیشتر می‌شود.
- نمونه بلافاصله بعد از قرار دادن لامل باید شمارش شود تا گرمای نور میکروسکوپ باعث افزایش سرعت اسپرم و افزایش کاذب تعداد آنها نشود.
- شمارش در یک فرد می‌تواند از یک انزال تا انزال دیگر متفاوت باشد.
- غلظت زیر ۱۶ میلیون در یک میلی‌لیتر، غیر نرمال در نظر گرفته می‌شود (ویرایش ششم). البته اگر تعداد اسپرم‌ها بیشتر از این آستانه بود، نمیتوان پیش‌بینی کرد که شانس باروری افزایش می‌یابد.

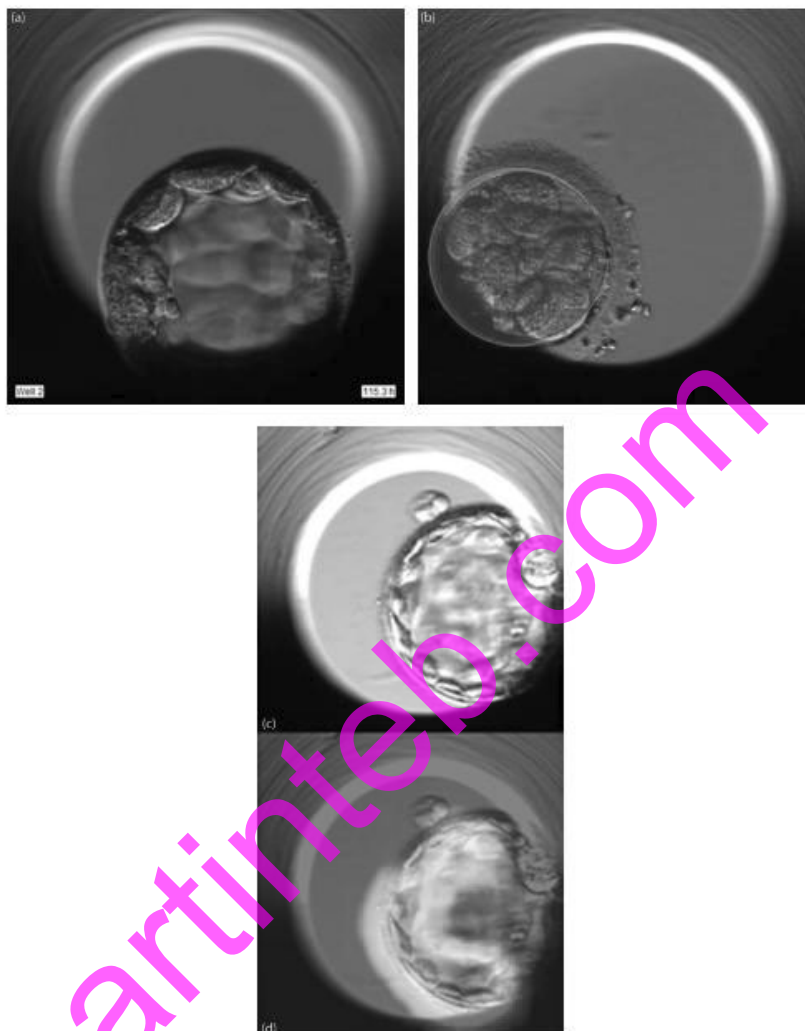
حرکت اسپرم

- فاکتورهایی که حرکت اسپرم را تحت تاثیر قرار می‌دهند شامل موارد زیر می‌باشد: سن بیمار و سلامت عمومی/ مدت زمان گذشته از آخرین انزال/ روش جمع‌آوری/ مواجهه بیمار با عوامل خارجی مثل گرمای بیش از حد یا توکسین‌ها/ مدت زمان و دقت در انتقال از زمان جمع‌آوری تا آنالیز

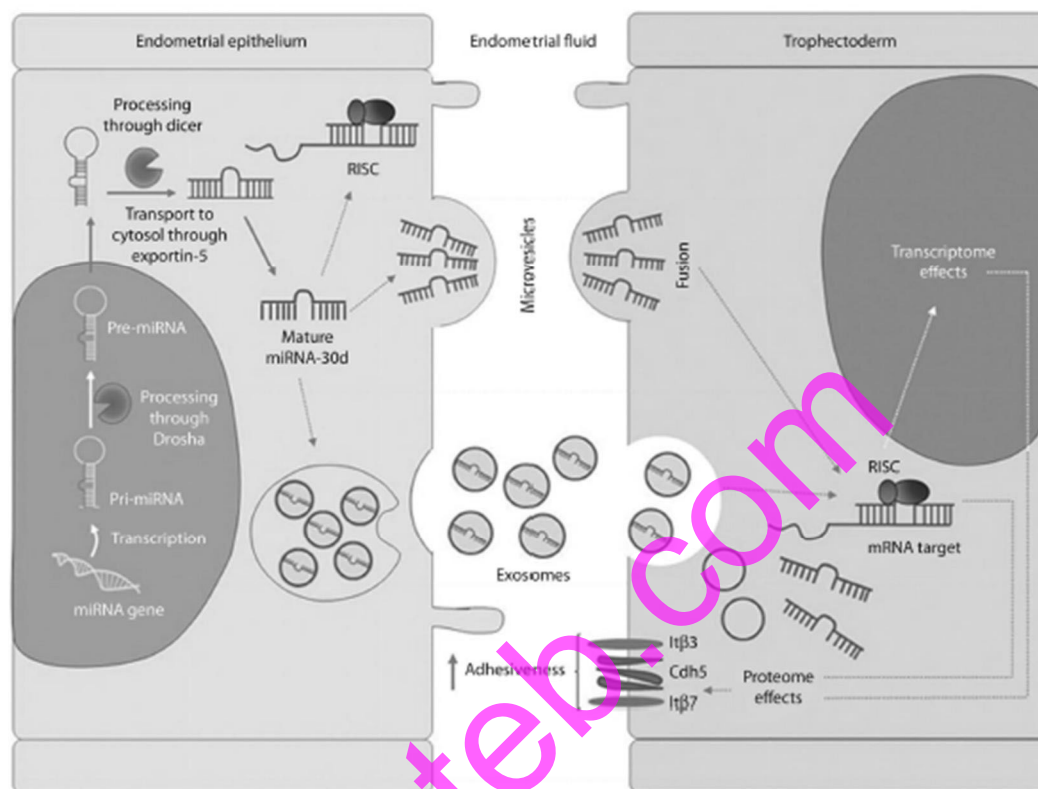
¹ Haemocytometer,

² Makler counting

³ MicroCell.



شکل ۲-۱۸ (a) مغز انسان به طور شهودی این جنین جابجا شده را در پایین ظرف گرد شناسایی می کند. برای مقیاس، قطر ظرف ۲۰۰ میکرون است. (b) تقسیم بندی انسانی جنین جابجا شده دیگر. (c-d) جنین جابجا شده و تشخیص دقیق مدل پس از آموزش.

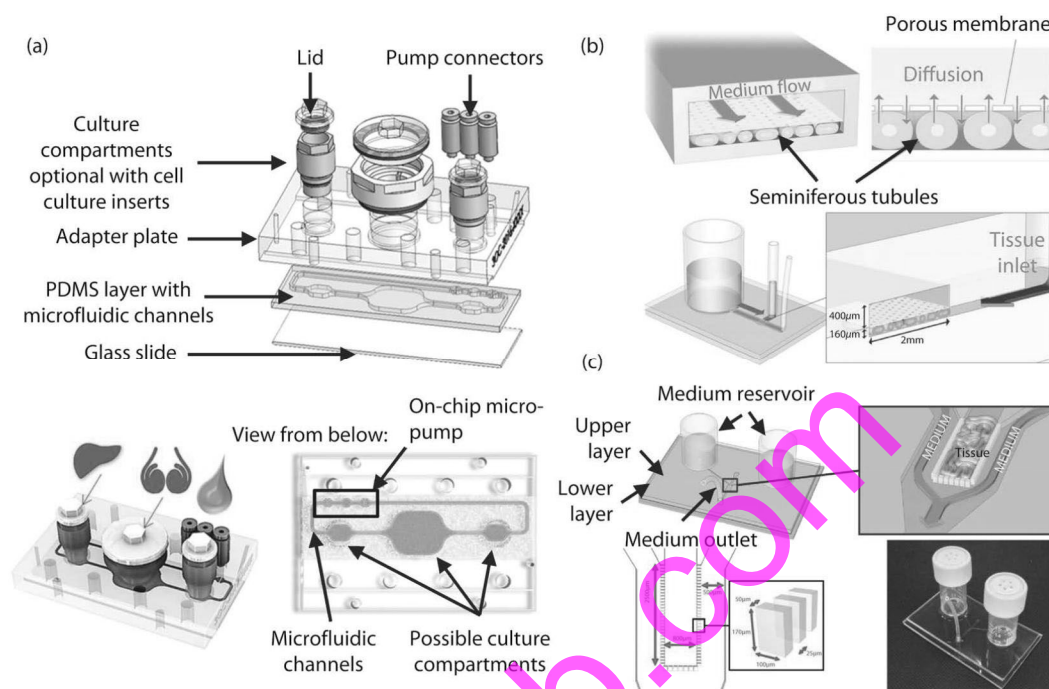


شکل ۲۶-۲ نمایش شماتیک گفتگوی متقابل بین مادر و جنین.

ارتباط مادر با جنین

- پروتئوم های EV توسط هورمون های استروئیدی تنظیم می شوند و اگزوزوم های تولید شده در مرحله پذیرش ممکن است به طور بالقوه روی لانه گزینی جنین تأثیر بگذارند.
- DNA تک رشته ای و DNA دو رشته ای در انواع مختلف وزیکول ها وجود دارد و انتقال افقی DNA EV یک مکانیسم جدید احتمالی برای انتقال مواد ژنتیکی بین گونه ها است.
- اگزوزوم ها و میکرو وزیکول ها نیز ناقل DNA میتوکندری (mtDNA) هستند و انتقال عمودی محتوای mtDNA مادر به جنین ممکن است مکانیسمی برای تعدیل انرژی زیستی جنین در طول دوره قبل از بارداری باشد.
- وزیکول های خارج سلولی (EVs)^۱ فاکتورهای حیاتی در ارتباطات بین سلولی هستند. EV ها از طریق تعامل مستقیم با گیرنده های سطح سلولی یا با انتقال محتویات آنها از طریق اندوسیتوز، فاگوسیتوز یا ادغام با غشای سلولی هدف عمل می کنند.
- EVs در مایع آندومتر انسان وجود دارد و اگزوزوم های حاوی has-miR-30d (miRNA) microRNA به طور فعال از سلول های اپیتلیال آندومتر به سلول های تروفوبلاست جنین منتقل می شوند که باعث اینترنالیزه شدن miRNA می شود. (شکل ۲۶-۲).

¹ Extracellular vesicles



شکل ۴-۲۸ مدل‌های تولید مثل مرد: (a) مدل معادل بافت بیضه و کبد، (b) بیوراكتور بافت بیضه برای رشد اسپرم از لوله‌های اسپرم ساز، (c) یک نسخه پرفیوژن منتشر بدون پمپ از این پلت فرم لوله اسپرم ساز.

سلول‌های استرومایی آندومتر به شیوه‌ای پویا برای ارائه شبیه‌سازی مکانیکی ملایم درست کردند. این دستگاه همچنین نرخ بلاستوسیسیت را با ایجاد شرایطی شبیه رحم برای رشد به موقع جنین‌ها بهبود بخشید و بنابراین به عنوان گزینه‌ای شبیه *in vivo* برای کشت جنین *in vitro* پیشنهاد می‌شود (شکل ۴-۲۸).

سیستم تولیدمثل زنان روی تراشه

این تراشه شبیه‌سازی عملکردی چرخه قاعدگی ۲۸ روزه ارائه می‌دهد. در این مدل، فولیکول‌های تخمدان موش با محیط رشد خاصی پرفیوژ شدند که شامل ترکیبی از MEM Glutamax و F-12 Glutamax به همراه پروتئین‌های مورد نیاز بود. سپس فولیکول‌ها با استفاده از یک محیط بلوغ شامل هورمون‌های FSH، hCG و فاکتور رشد اپیدرمی تحریک شدند. این دستگاه توانست اووسیت‌های بالغی تولید کند که برای لقاح مناسب بودند.

- برای بازآفرینی لایه داخلی رحم در سیستم میکروفلوئیدی از استرومای پری‌واسکولار و سلول‌های اندوتلیالی انسانی استفاده شد. این سیستم تغییرات هورمونی دوره‌ای را در یک چرخه قاعدگی ۲۸ روزه شبیه‌سازی کرد و تمایز استروما به سلول‌های دسیجوای عملکردی را ممکن ساخت.
- مدل دیگری از رحم-روی-تراشه با استفاده از بافت موش بود که برخی عملکردهای رحم مانند لانه‌گزینی و رشد جنین را شبیه‌سازی کرد و نشان داد که این مدل نرخ بالاتری از مورولا و بلاستوسیسیت ارائه می‌دهد.
- میزونو و همکاران یک مدل برای هم‌کشتی سلول‌های اندومتريال با زیگوت‌های انسانی طراحی کردند که نرخ بلاستوسیسیت و کیفیت جنین را نسبت به کشت سنتی بهبود داد.
- Chang و همکاران یک رحم سه بعدی پرفیوژن بر روی یک تراشه برای تسهیل کشت همزمان جنین با

مرحله پاسخ

- باید اقلام ضروری برای مواقع اضطراری مانند وسایل جابجایی تانک‌های ذخیره و سیستمی برای جابجایی تجهیزات و مواد بدون نیاز به آسانسور و روش‌های ارتباطی در شرایط عدم دسترسی به تلفن‌ها از قبل فراهم شوند. مسئول اجرای پلن و محل نگهداری و انتقال تجهیزات مثل تانک‌ها از قبل مشخص شود. طراحی برنامه‌هایی برای سطوح مختلف فاجعه و مدیریت فجایع جانبی نیز توصیه می‌شود به عنوان مثال، یک فاجعه طوفان ممکن است شامل چندین زیر فاجعه مانند آب گرفتگی، قطع برق و اختلال در حمل و نقل باشد.
- برنامه ریزی دقیقی برای انواع آب گرفتگی (جزئی و عمده) و قطع برق (کوتاه مدت و بلندمدت) ضروری است. برنامه‌ها باید شامل اقدامات برای هر نوع بحران باشند. برای مواقعی که دسترسی فیزیکی به تأسیسات برای یک روز یا چند روز وجود ندارد، برنامه‌ای داشته باشید. این برنامه‌ها برای هر نوع اختلال می‌توانند به برنامه‌های مختلف بلایای طبیعی بسته به نوع بالای طبیعی افزوده شوند.
- در شرایط واقعی، حتی با تمرین، ممکن است افراد دچار وحشت شوند. تمرین‌های روتین می‌توانند این موضوع را کاهش دهند، اما هیچ تضمینی وجود ندارد که همه آرام بمانند. آماده باشید که وضعیت را کنترل کنید و در صورت دچار شدن به وحشت، کمک بگیرید و از گروه جدا نشوید.
- فجایع جانبی که باید در برنامه‌ریزی مد نظر قرار گیرد
 - قطع برق
 - آب گرفتگی
 - عدم دسترسی به کلینیک
 - بادهای شدید
 - دمای بسیار بالا یا پایین
 - هوای سمی
 - توقف یا کندی زنجیره تأمین
 - اختلالات ارتباطی
 - اختلالات حمل و نقل
 - برنامه‌ریزی

مرحله بازیابی

- مرحله نهایی در نوشتن یک برنامه بلایای طبیعی، مرحله بازیابی است. این مرحله بررسی می‌کند که پس از وقوع بلایای طبیعی چه اتفاقی می‌افتد و چگونه آزمایشگاه یا کلینیک به فعالیت خود ادامه خواهد داد. اولویت‌ها شامل اطمینان از ایمنی، تأمین نیازهای ضروری و بازگرداندن خدمات اساسی هستند. این مرحله شامل تهیه فهرست تماس‌های محلی و دولتی برای کمک به ارزیابی وضعیت و بازگشایی، و بررسی معیارهای ایمنی آزمایشگاه و آمادگی آن برای کشت و انجماد جنین‌ها و عملکرد صحیح انکوباتورها و تجهیزات است.
- پس از گذر از فاجعه و در صورتی که ورود به ساختمان ایمن اعلام شود، باید فهرست کاملی از آسیب‌ها تهیه و از شرکت‌های حرفه‌ای برای ارزیابی وضعیت ساختاری و مشاوره در خصوص بازیابی کمک گرفته شود. اولین تلاش‌ها برای کاهش آسیب همیشه مؤثر نیستند، بنابراین باید نتایج تلاش‌های بازیابی را در طول زمان پیگیری کرد تا موفقیت حاصل شود. از دوربین فیلمبرداری و یا یک دوربین عکاسی می‌توان برای ثبت ویدئویی از وضعیت بعد از فاجعه استفاده کرد.
- قطع برق یکی از مشکلات رایج است که آمادگی برای آن به مدت زمان مورد انتظار قطعی بستگی دارد. برای قطعی‌های کوتاه مدت، باتری‌های پشتیبان معمولاً مناسب هستند و می‌توانند به مدت یک یا دو ساعت برق را تأمین کنند. برای حفاظت از باتری‌ها در برابر آب گرفتگی، آنها را روی سکوهایی مرتفع قرار دهید و فقط تجهیزات حیاتی مانند انکوباتورها و یخچال‌ها را به برق متصل کنید.
- برای قطعی‌های طولانی مدت، ژنراتورها گزینه مناسبی هستند. با این حال، هزینه، نیاز به نگهداری و بخارات سمی و تأمین سوخت از مشکلات ژنراتورهاست. گاز طبیعی به دلیل دسترسی بهتر و عدم وابستگی به حمل و نقل مثل بنزین در شرایط اضطراری نسبت به بنزین برتری دارد.