



Nejadmoghaddam
Mohammad-Reza

Contact

Address
#Avicenna Research Institute

Tel
+98 021 2243 2020

Email:
moghaddam@avicenna.ac.ir
mrnejadmoghaddam@gmail.com
www.Avicenna.ac.ir

Education

- 2018** • PhD in Nanomedicine, Tehran University of Medical Sciences (TUMS).
- 2006** • MSc in Microbiology, Azad University, Jahrom Branch
- 1999** • Biology, Azad University, Tonekabon Branch
- 1994** • Kosar High school in Tonekabon City, Mazandaran Province

Experience

2024

Nanobiotechnology Research Center of Avicenna Research Institute
2020- Continue

2015

Avicenna Research Institute Core Facility Leadership and Management
2015-2019

2008

Department of Recombinant Technology of Avicenna Research Institute
2008-continue, as Faculty Member

Skills



Clinical Laboratory Technician



Cellular biology and Microbiology



Nanomedicine, e.g., Antibody-drug conjugates (ADCs)

The potential of Nanomedicine in reproductive technologies

پتانسیل نانوفناوری پزشکی در تکنولوژی تولید مثل

فهرست مطالب

بخش ۱ – مقدمه و تعریف:

- ۱-۱- تعریف نانوفناوری (Nanotechnology).
- ۱-۲- تفاوت Nanobiotechnology و Bionanotechnology.
- ۱-۳- تعریف نانوفناوری پزشکی (Nanomedicine).

بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

- ۲-۱- تشخیص بیماری‌های دستگاه تولیدمثل.
- ۲-۲- بهبود روش‌های کمک‌باروری.
- ۲-۳- تحویل هدفمند داروها به دستگاه تناسلی.
- ۲-۴- انتقال ژن به جنین‌ها از طریق اسپرم.
- ۲-۵- کاربرد نانوذرات در بهبود کیفیت اسپرم و تخمک.

بخش ۳ – چالش‌ها و فرصت‌ها در استفاده از نانوفناوری در تولیدمثل:

- ۳-۱- مشکلات و چالش‌های موجود در کاربرد نانوفناوری.
- ۳-۲- فرصت‌های آینده و تحقیقات پیش‌رو.

- Ramsden, J. J. (1990). "*What is nanotechnology?*" Nature (Lond.) 344: 524-526.
- Acharya, B., et al. (2024). "Recent Advances in Nanotechnology-Based Drug Delivery Systems for the Diagnosis and Treatment of Reproductive Disorders." ACS Applied Bio Materials.
- Barkalina, N., et al. (2014). "Nanotechnology in reproductive medicine: emerging applications of nanomaterials." Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine 10(5): e921-e938.
- Barroso, P. A. A., et al. (2023). "Therapeutic potential of nanotechnology in reproduction disorders and possible limitations." Zygote 31(5): 433-440.
- Bhati-Kushwaha, H. and C. Malik (2017). "Emergent Intrusion of Nanotechnology and Nanotoxicology in Reproductive Biology."
- Falchi, L., et al. (2018). "Perspectives of nanotechnology in male fertility and sperm function." International Journal of Veterinary Science and Medicine 6(2): 265-269.
- Hashem, N. M. and A. Gonzalez-Bulnes (2020). "State-of-the-art and prospective of nanotechnologies for smart reproductive management of farm animals." Animals 10(5): 840.
- Jones, C., et al. (2017). Applications of Nanotechnology in Reproductive Medicine. Nanotechnology in Biology and Medicine, CRC Press: 651-668.
- Majumdar, D. and S. Singhal (2012). "Medicinal chemistry and nanomedicine for reproductive cancer therapeutics." Frontiers in Bioscience-Elite 4(6): 2029-2044.
- Razi, M., et al. (2015). "The peep of nanotechnology in reproductive medicine: a mini-review." International Journal of Medical Laboratory 2(1): 1-15.
- Remiao, M. H., et al. (2018). "The potential of nanotechnology in medically assisted reproduction." Frontiers in Pharmacology 8: 994.
- Sánchez-Rubio, F., et al. (2020). "Nanotechnology in reproduction: Vitamin E nanoemulsions for reducing oxidative stress in sperm cells." Free Radical Biology and Medicine 160: 47-56.
- Shandilya, R., et al. (2020). "Nanotechnology in reproductive medicine: Opportunities for clinical translation." Clinical and Experimental Reproductive Medicine 47(4): 245.
- Silva, J. R. V., et al. (2021). "Benefits and challenges of nanomaterials in assisted reproductive technologies." Molecular Reproduction and Development 88(11): 707-717.
- Uchida, N., et al. (2023). "Fertility-preserving myeloablative conditioning using single-dose CD117 antibody-drug conjugate in a rhesus gene therapy model." Nature Communications 14(1): 6291.

بخش ۱ – مقدمه و تعاریف:

□ تعریف نانوفناوری (Nanotechnology)

▪ کلمه "نانو" از کلمه یونانی "dwarf" به معنای "کوتوله" مشتق شده است. علم میان‌رشته‌ای است که ترکیبی از علوم و فناوری‌های مختلف را به کار می‌گیرد تا به مطالعه و استفاده از مواد و دستگاه‌ها در مقیاس نانومتری، یعنی یک میلیاردم متر (10^{-9})، پردازد.

▪ مواد در مقیاس نانومتری کوچک و پیچیده هستند و همین امر باعث می‌شود که نانوفناوری بتواند به بهبود ویژگی‌های مواد در این مقیاس کوچک پردازد.

قطر یک موی انسان تقریباً ۱۰ میکرومتر است، برابر با ۱۰,۰۰۰ نانومتر!
قطر اتم‌ها در حدود دهم نانومتر (10^{-10}) است!

اندازه مولکول‌ها، بستگی به نوع و تعداد اتم‌هایی که در آنها وجود دارند دارد!
قطر یک رشته مولکول DNA حدود چند نانومتر (۱۰ نانومتر) است!



بخش ۱ – مقدمه و تعاریف:

□ تعریف نانوفناوری (Nanotechnology)

▪ طراحی و مهندسی مواد در سطح اتم که اثرپذیری یا اثرگذاری آنها را نسبت به وضعیت بالکشان بیشتر می کند، بگونه ای که شاهد عملکرد و کارایی ویژه ای از ماده هستیم.

Nanotechnology is the study of particle sizes between 1 and 100 nanometers at least at one dimension.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

G= Gibbs Free Energy

ΔG = Change in Gibbs Free Energy

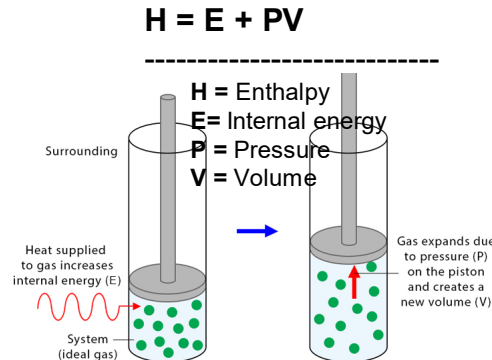
H= Enthalpy

ΔH = Change in enthalpy

T= Temperature in Kelvin

S= Entropy

ΔS = Change in entropy



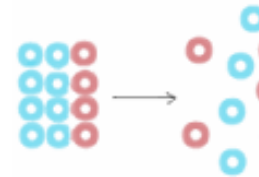
$$S = k_b \ln \Omega$$

S = Entropy

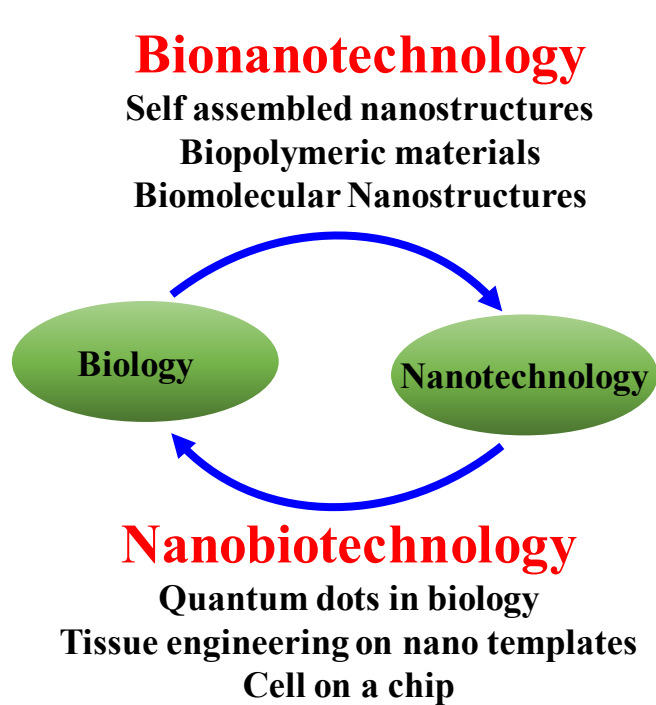
k_b = Boltzmann constant

Ln = Natural logarithm

Ω = Number of microscopic configurations



بخش ۱ – مقدمه و تعاریف:

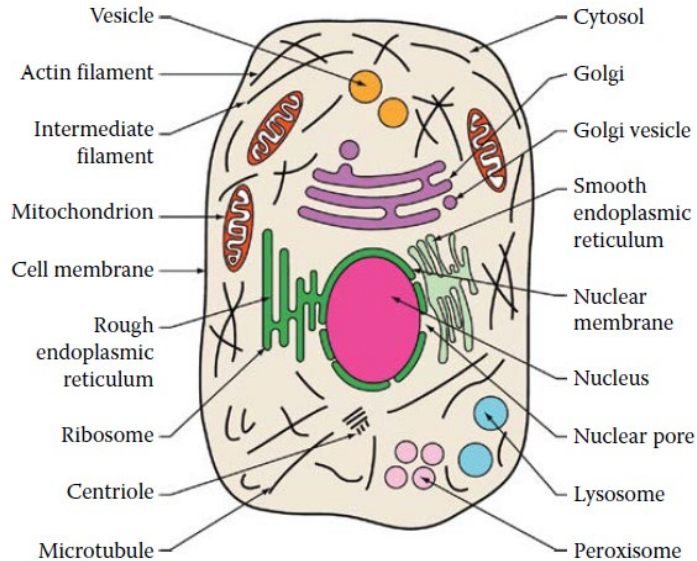


□ تفاوت Bionanotechnology و Nanobiotechnology

▪ هدف هر دو شاخه تولید محصولات در مقیاس نانو برای مطالعه سیستم‌های زنده است. با این تفاوت که بیونانوتکنولوژی از الگوها و مواد زیستی جهت ساخت ابزارها در ابعاد نانو استفاده می‌کند، لذا از این حیث پیشوند بيو را مقدم بر نانو قرار داده‌اند.

بخش ۱ – مقدمه و تعاریف:

تفاوت Bionanotechnology و Nanobiotechnology □



Typical Nanosizes of Cellular Species

Biological species	Example	Typical Size	Typical Mol. Weight
Small assemblies	Ribosome	20-nm sphere	10^5 - 10^7
Large assemblies	Viruses	100-nm sphere	10^7 - 10^{12}
Nucleic acids	tRNA	10-nm rod	10^4 - 10^5
Small proteins	Chymotrypsin	4-nm sphere	10^4 - 10^5
Large proteins	Aspartate transcarbamoylase	7-nm sphere	10^5 - 10^7

(Reproduced with permission from Jones, C., et al. (2017).
Applications of Nanotechnology in Reproductive Medicine.
Nanotechnology in Biology and Medicine, CRC Press: 651-668.)

بخش ۴ – مقدمه و تعاریف:

□ نانوفناوری پزشکی (Nanomedicine)

- بهبود عملکرد روش‌های درمانی و تشخیصی که موجودند.
- خلق روش‌های درمانی و تشخیصی جدید.
- محدوده اندازه‌ها می‌تواند بسته به نیاز و کاربرد خاص گسترده‌تر از حد معمول ۱۰۰ نانومتر باشد و تا ۲۰۰ نانومتر و حتی بیشتر نیز می‌تواند باشد. دلایل این انعطاف شامل:

۱. ویژگی‌های زیستی و شیمیایی

۲. پایداری و اثربخشی داروها

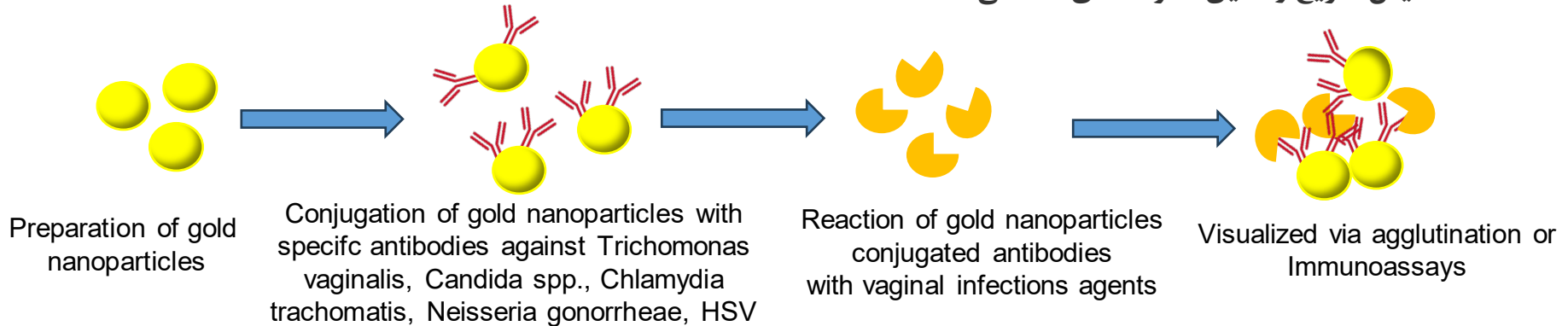
۳. تفاوت فناوری‌های برای تولید نانوسامانه‌های پزشکی. مثل استفاده از روش‌های بیولوژیکی همچون بیومولکول‌ها، یا برخی باکتری‌ها و قارچ‌ها که هم در حین فرآیند تولید نانوذرات ممکن است کارایی داشته باشند (روش سبز و دوستدار محیط زیست شناخته می‌شوند) و هم کل بیومولکول/بیوساختار در نقش حامل، عامل هدفمند و یا هردو، در طراحی نانوسامانه استفاده شوند!



بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

تشخیص بیماری‌های دستگاه تولیدمثل

تشخیص سریع و دقیق عفونت‌های تناسلی:



تشخیص سریع و دقیق سایر بیماری‌ها و سرطان:

Cancer antigen 125 (CA-125)
Human epididymis secretory protein 4 (HE4)
prostate-specific antigen (PSA) for prostate cancer

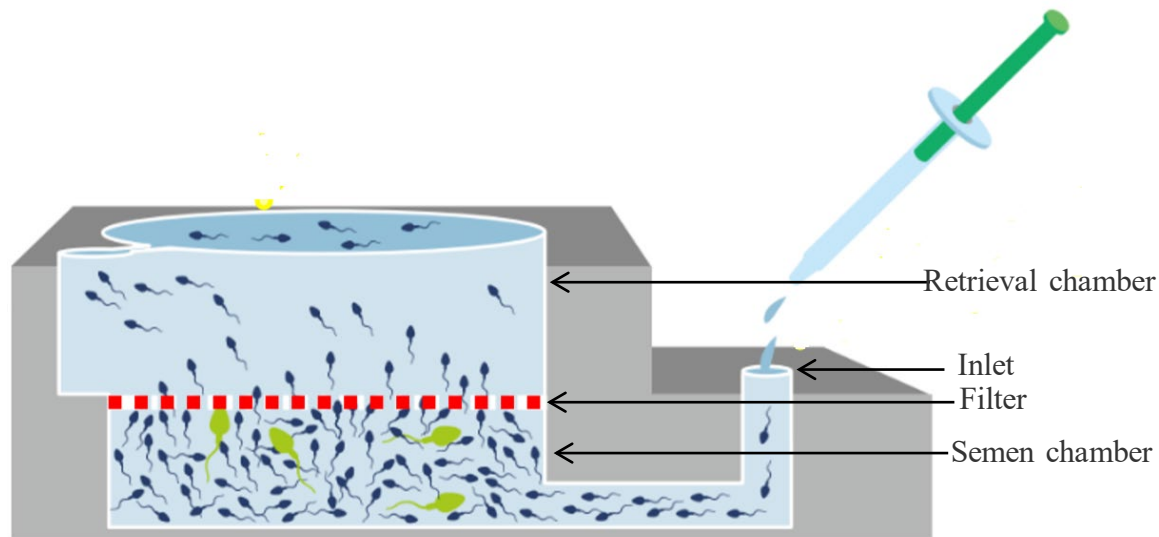
for ovarian cancer and prostate cancer

Here nanoparticles are used as contrast agents in distinguishing cells, for example

بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ بهبود روش‌های کمک‌باروری

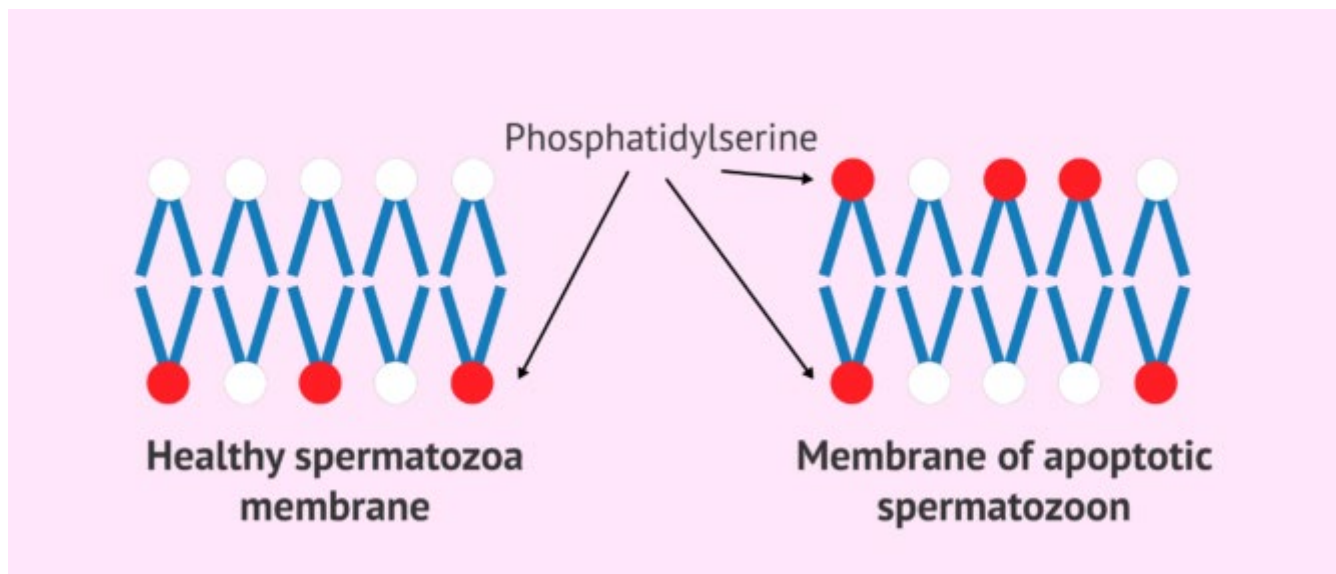
- افزایش کیفیت اسپرم برای استفاده در IVF و ICSI (تزریق اسپرم داخل سیتوپلاسمی):
مثل Microfluidic Sperm Sorting Chips تجاری شده توسط کمپانی Zymot Fertility



بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ بهبود روش‌های کمک باروری

▪ افزایش کیفیت اسپرم برای استفاده در IVF و ICSI (تزریق اسپرم داخل سیتوپلاسمی):



بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ بهبود روش‌های کمک باروری

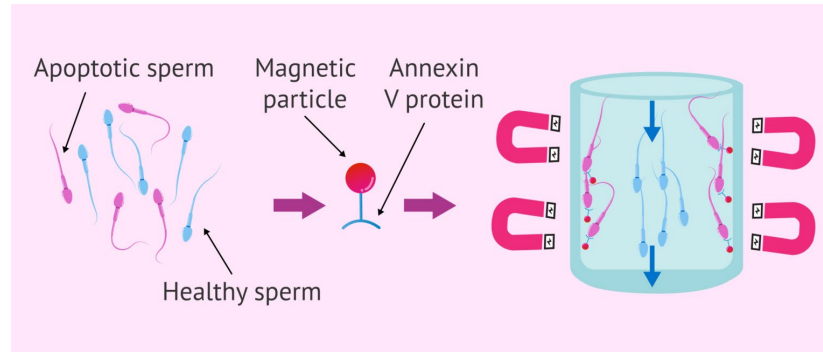
■ افزایش کیفیت اسپرم برای استفاده در IVF و ICSI (تزریق اسپرم داخل سیتوپلاسمی):

- فناوری (Magnetic Activated Cell Sorting, MACS) از نانوذرات مغناطیسی برای جداسازی سلول‌ها، از جمله اسپرم‌ها، استفاده می‌کند. شرکت Miltenyi Biotec یکی از پیشروترین شرکت‌ها در زمینه فناوری MACS است که محصولات متعددی برای جداسازی سلول‌ها، از جمله اسپرم، با استفاده از نانوذرات مغناطیسی ارائه می‌دهد.

- MACS یک تکنیک است که امکان جداسازی اسپرم‌های سالم از اسپرم‌هایی که به زودی به دلیل آپوپتوز (مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی) خواهند مرد را فراهم می‌آورد.



MACS Annexin V System



بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

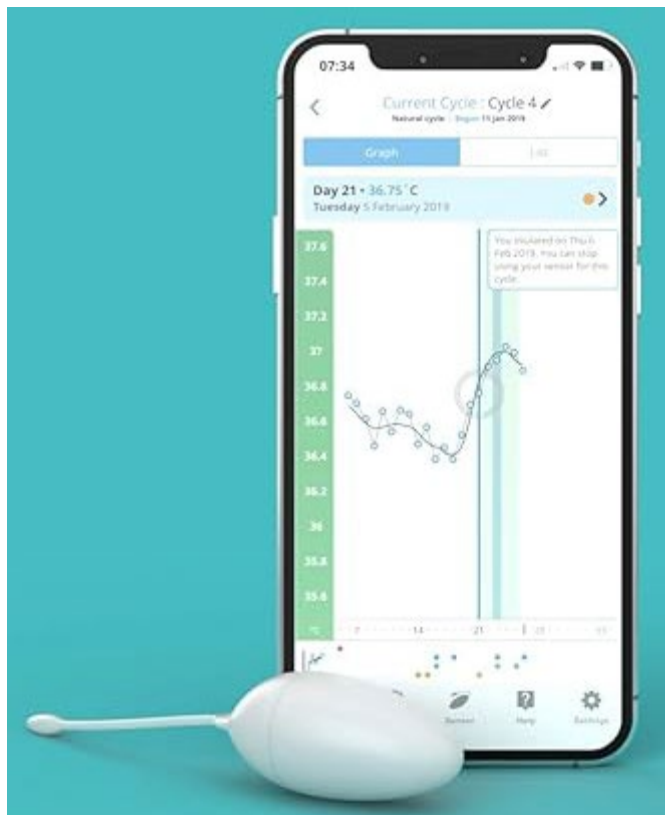
□ بهبود روش‌های کمک باروری

■ بهبود دقت در تشخیص زمان تخمک‌گذاری برای افزایش احتمال باروری:
مثل Nano-Ovulation Prediction Kits تجاری شده توسط کمپانی OvuSense

این کیت شامل دو بخش اصلی است:

حسگر واژینال: حسگر کوچک و ضدآب که به صورت داخل واژینال قرار می‌گیرد و دمای بدن را به طور مداوم اندازه‌گیری می‌کند.

اپلیکیشن موبایل: داده‌های دما به اپلیکیشن موبایل ارسال می‌شوند که از طریق بلوتوث به حسگر متصل می‌شود. این اپلیکیشن با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، الگوی تخمک‌گذاری و دوره‌های باروری را تحلیل می‌کند و نتایج را به کاربر نمایش می‌دهد.



بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ بهبود روش‌های کمک‌باروری

▪ بهبود محیط‌های کشت، نگهداری و انتقال جنین (Nano-Enhanced IVF Media):

NanoCulture™: از نانوذرات لیپیدی برای بهبود انتقال مواد مغذی به جنین‌ها استفاده کرده است. این نانوذرات لیپیدی حامل فاکتورهای رشد هستند و برای افزایش شانس موفقیت IVF طراحی شده‌اند.

EmbryoSafe: نانوذرات هیدروژل که از پلی اتیلن گلیکول می‌باشند برای بهبود کنترل دما و pH استفاده شده است. این محیط شرایط بهینه‌تری برای انتقال جنین‌ها فراهم می‌کند. لذا می‌تواند به کاهش آسیب‌های فیزیکی به جنین‌ها در طی فرآیند انتقال کمک کند.

EmbryoGuard: از نانوذرات نقره به دلیل خاصیت‌های ضد میکروبی‌شان بهره می‌برد و می‌توانند به کاهش خطر عفونت‌ها در محیط کشت جنین کمک کند.

بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:



□ بهبود روش‌های کمک باروری

▪ فناوری‌های حفظ باروری (Fertility-sparing approaches):

– بهبود انجماد اسپرم، تخمک و جنین: از نانوذرات برای بهبود فرآیند انجماد و کاهش آسیب‌های ناشی از انجماد و ذوب استفاده می‌شود. نانوذرات می‌توانند به حفظ ساختار سلولی و کاهش تشکیل بلورهای یخ کمک کنند.

– حفاظت از تخمدان‌ها: از نانوذرات برای تحویل داروها یا عوامل حفاظتی به تخمدان‌ها به منظور کاهش آسیب‌های ناشی از درمان‌های سرطان استفاده می‌شود. لذا افزایش دقت و کارایی تحویل دارو به تخمدان‌ها، کاهش عوارض جانبی و افزایش حفاظت از سلول‌های تخمدان را همراه دارد.

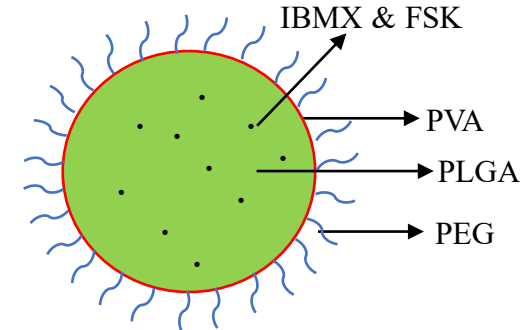
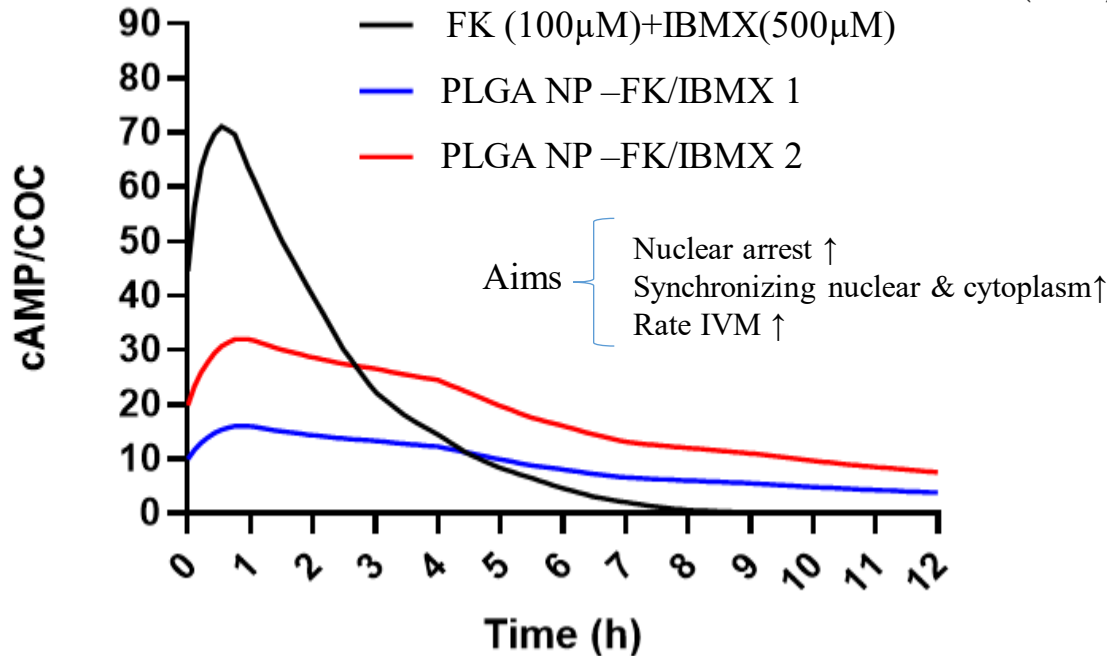
– نانوحامل‌ها برای تحویل هورمون‌ها: از نانوحامل‌ها برای تحویل کنترل شده هورمون‌ها به منظور تحریک تخمک‌گذاری یا حفاظت از تخمدان‌ها استفاده می‌شود. هدف از این روش، افزایش کارایی و دقت در تحویل هورمون‌ها، کاهش نیاز به دوزهای بالاتر و کاهش عوارض جانبی است.

– نانوذرات در نگهداری بافت تخمدان و بیضه: از نانوذرات برای بهبود شرایط نگهداری و افزایش بقای بافت‌های تخمدان و بیضه در شرایط انجماد استفاده می‌شود تا شانس بازگشت به عملکرد طبیعی بافت‌ها پس از پیوند افزایش یابد.

بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ بهبود روش‌های کمک باروری

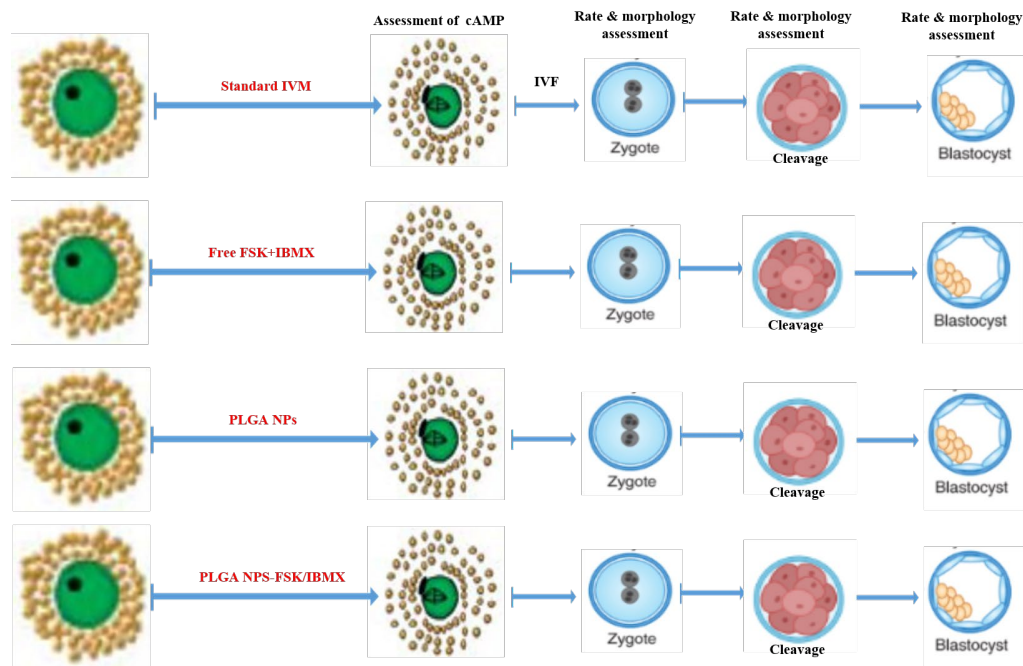
■ بهبود روش بلوغ تخمک در محیط آزمایشگاه (IVM):



بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ بهبود روش‌های کمک‌باروری

▪ بهبود روش بلوغ تخمک در محیط آزمایشگاه (IVM):

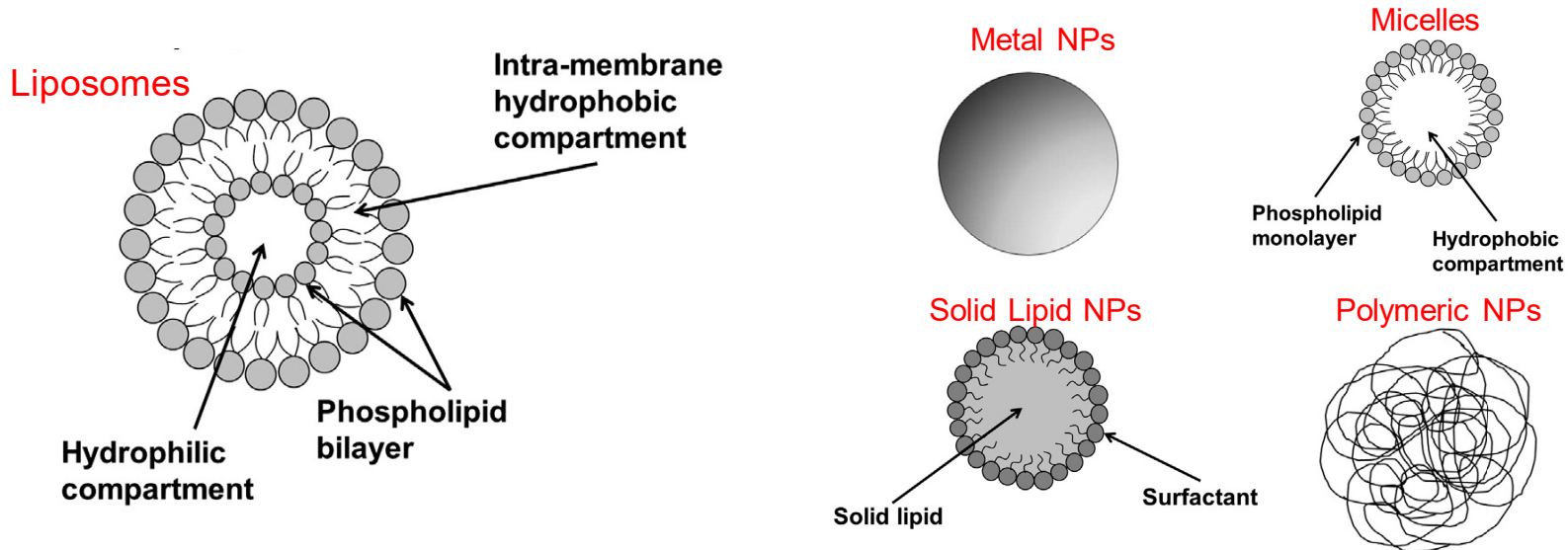


بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ تحویل هدفمند داروها به دستگاه تناسلی

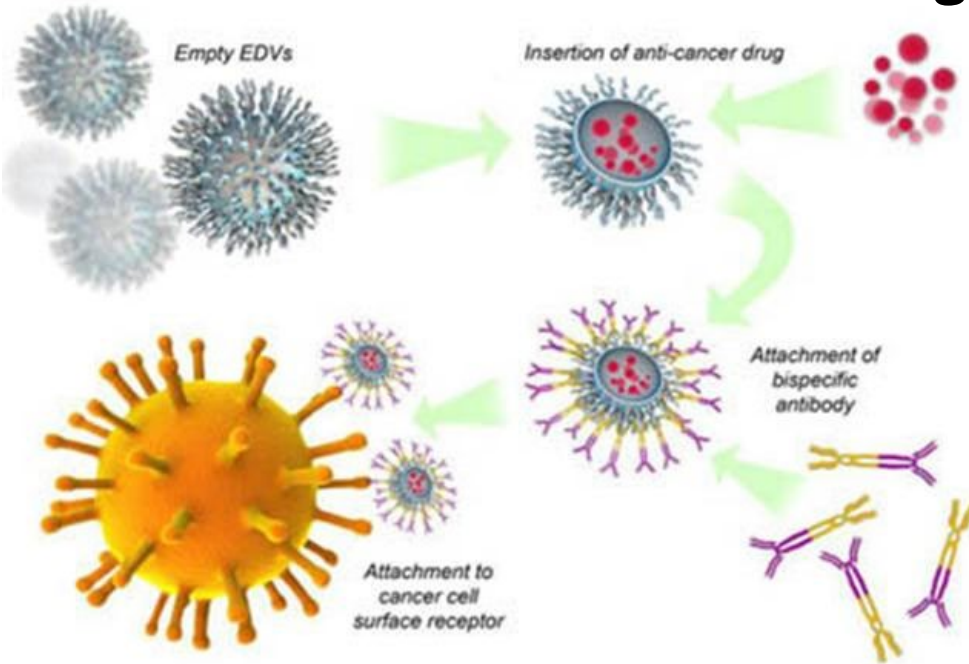
■ مثل Lipusu شرکت Luye Pharma:

این دارو یک فرم لیپوزومی از داروی پاکلیتاکسل (Paclitaxel) است که به طور خاص برای درمان سرطان‌های مختلف، از جمله سرطان تخمدان و سرطان پستان، که در حوزه تولید مثل زنان قرار می‌گیرند، استفاده می‌شود.



بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ تحویل هدفمند داروها به دستگاه تناسلی



■ حامل‌های (EnGeneIC Delivery Vehicles, EDV):

EDVهای پوسته‌های مهندسی شده باکتریایی هستند بارگذاری شده با دوکسوروبیسین در حال حاضر در مرحله اول آزمایش بالینی قرار دارند. دوکسوروبیسین یکی از داروهای شیمی‌درمانی متداول برای انواع مختلف سرطان‌هاست. هدف از این آزمایش مرحله اول ارزیابی ایمنی، تحمل‌پذیری و اثربخشی اولیه این EDVها در بیماران است.

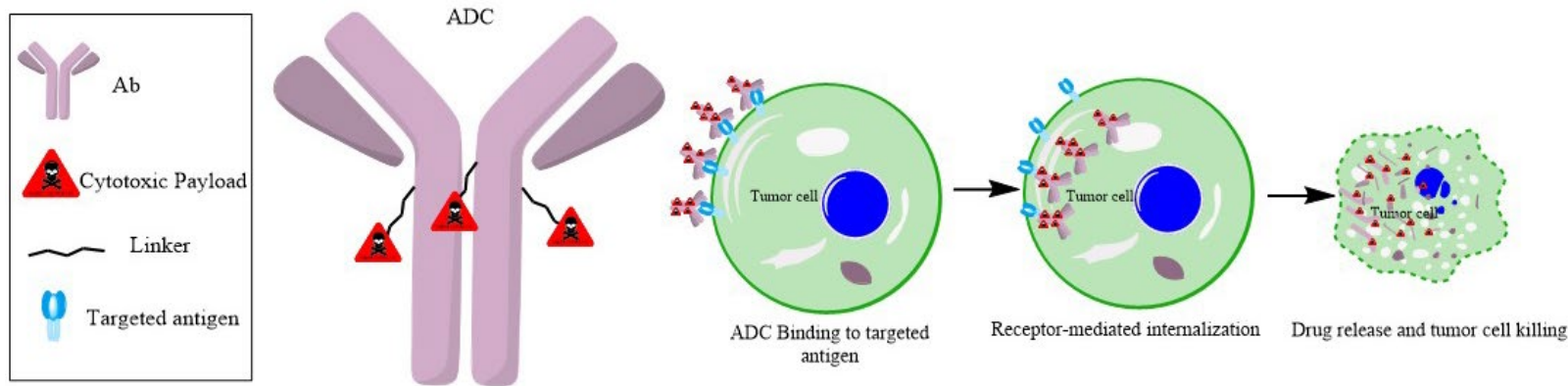
■ مکانیزم هدف‌گیری: EDVها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که

گیرنده‌های فاکتور رشد اپیدرمی (EGFR) را هدف قرار دهند. EGFRها معمولاً در انواع خاصی از سلول‌های سرطانی بیش از حد بیان می‌شوند و بنابراین هدف مناسبی برای درمان هدفمند هستند. با اتصال به EGFRها، EDVها می‌توانند دوکسوروبیسین را به طور خاص به سلول‌های سرطانی منتقل کنند و به این ترتیب اثربخشی دارو را افزایش دهند و عوارض جانبی بر بافت‌های سالم را کاهش دهند.

بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

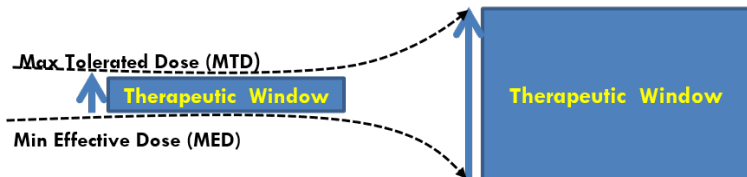
□ تحویل هدفمند داروها به دستگاه تناسلی

▪ کونژوگه‌های آنتی‌بادی-دارو (ADC):



Conventional Therapeutics

ADCs



$$\text{Therapeutic Index} = \text{MTD}/\text{MED}$$

بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ تحویل هدفمند داروها به دستگاه تناسلی

▪ کونژوگه‌های آنتی‌بادی-دارو (ADC):

ADC	Target	Payload	Clinical Phase Including	purpose	Research group
Mirvetuximab soravtansine	Folate Receptor	DM4	Phase III single arm, FDA approval on November 2022 for OC	Platinum-resistant ovarian cancer (PROC), FRα positive	SORAYA and MIRASOL
Trastuzumab deruxtecan	HER2	DXD	Phase II	Advanced or metastatic HER2-expressing solid tumors including OC	DESTINY-PanTumor02
Anetumab ravtansine+ bevacizumab	Mesothelin	DM4	Phase II randomized vs. best standard	PROC or refractory OC, mesothelin positive	NCI trial#10150
Farletuzumab ecteribulin (MORAb-202)	Folate Receptor	Eribulin	Phase Ib dose expansion	≤2 regimens of chemotherapy; PROC; FRα positive	NCT03386942
Luveltamab tazevibulin (STRO-002)	Folate Receptor	DM4	Phase I dose expansion	Recurrent epithelial OC, advanced, platinum-resistant or platinum-sensitive	STRO-002-GM1

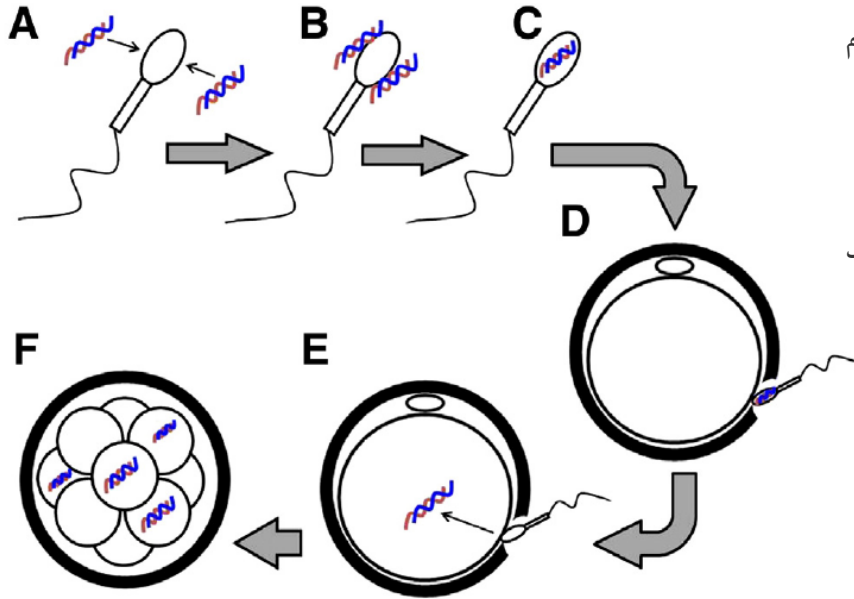
بخش ۲ – کاربردهای نانوفناوری در تکنولوژی تولید مثل:

□ انتقال ژن به جنین‌ها از طریق اسپرم (Sperm-mediated gene transfer, SMGT)

A-C: اسپرم‌ها به طور خود به خود و با کمک نانوذرات در محیط کشت آزمایشگاه با DNA خارجی مجاورت داده می‌شوند تا پیوند برقرار کرده، آن را به داخل خود جذب و در ژنوم خود ادغام می‌کنند.

D-E: سازه ژنتیکی در زمان لقاح به اووسیت‌ها منتقل می‌شود.

F: جنین‌های ترانسژنیک (Transgenic/mosaic embryos) تولید می‌شوند.



بخش ۳ – چالش‌ها و فرصت‌ها در استفاده از نانوفناوری در تولیدمثل:

❑ مشکلات و چالش‌های موجود در کاربرد نانوفناوری

- تأیید ایمنی و اثربخشی کاربردهای نانوداروها در بیماری‌های تولیدمثلی
- مطالعت زیست‌سازگاری نانوسامانه‌ها بر بافت‌های تولیدمثلی (گامت‌ها و اسپرم): نانوذرات آهن مغناطیسی، نانولوله‌های رس هالوسیت (halloysite clay nanotubes)، ترانسفکتانت‌های تجاری مبتنی بر نانوپلیمر، و نوع خاصی از نقاط کوانتومی (CdSe/ZnS) و حتی داده‌های مربوط به سمیت نانوپلا، که یکی از رایج‌ترین و غیر واکنشی‌ترین نانومواد است، بسیار متناقض است.
- نیازمندی تحقیقات مشترک: بین پژوهشگران، پزشکان و نهادهای نظارتی برای تبدیل نوآوری‌های آزمایشگاهی به بالین.
- ملاحظات اخلاقی پیرامون کاربردهای نانوسامانه‌ی پزشکی در بیولوژی تولید مثل: یافتن تعادلی بین نوآوری‌های مبتنی بر فناوری نانو و استانداردهای اخلاقی لازم است.

بخش ۳ – چالش‌ها و فرصت‌ها در استفاده از نانوفناوری در تولیدمثل:

□ فرصت‌های آینده و تحقیقات پیش‌رو:

- درمان‌های شخصی‌سازی شده (personalized medicine): پتانسیل نانوفناوری در توانایی ارائه درمان‌های شخصی‌سازی شده نهفته است که هدف‌گیری دقیق بافت‌ها و سلول‌های تولیدمثلی را ممکن می‌سازد.
- توسعه بیشتر نانوداروها برای تشخیص و درمان بیماری‌های تولیدمثلی: با استفاده از عوامل تصویربرداری و حسگرهای نانومقیاس، تشخیص زودهنگام و نظارت دقیق بر شرایطی مانند آندومتریوز یا اختلالات تخمدان می‌تواند مؤثرتر شود و مداخلات به‌موقع و هدفمند را تسهیل کند.
- ترکیب نانوفناوری و ژن‌درمانی برای بیماری‌های تولیدمثلی ممکن است: مکانیسم‌های پیشرفته ویرایش و ترمیم ژن‌ها می‌تواند با کمک نانوفناوری تکامل یابد. نانوذراتی که به طور خاص طراحی می‌شوند تا بتوانند ابزارهای ویرایش ژن را به طور دقیق به سلول‌های آسیب‌دیده تحویل دهند، جهش‌های ژنتیکی را هدف قرار داده و عملکرد طبیعی را بازگردانند.
- نانوحامل‌های هوشمند با قابلیت‌های پاسخگو: مانند نانو حامل‌های حساس به pH یا دما، می‌توانند دقت و کارایی رساندن دارو را افزایش داده و به نتایج درمانی بهتری کمک کنند.
- تسریع در عملیاتی شدن راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای افرادی که با چالش‌های تولیدمثلی مواجه هستند: مثل حفظ باروری، حفظ گامت‌ها یا بافت‌های تولیدمثلی با کمک نانوحامل‌ها به ویژه برای افرادی که تحت درمان‌هایی با عوارض جانبی قرار دارند

Questions & Answers



Questions

Suggestion

سوالات باز آموزی:

1. تعریف نانوفناوری پزشکی (Nanomedicine):
الف) کاربرد فناوری نانو در علوم زیستی □ ب) کاربرد فناوری نانو در علوم پزشکی □ ج) کاربرد علوم زیستی و پزشکی در نانوفناوری □ د) کاربرد علوم مهندسی و شیمی در حوزه پزشکی □
2. از آینده نانوپزشکی در حوزه پزشکی تولید مثل چه انتظاری داریم؟
الف) توسعه حوزه تشخیص و تصویربرداری □ ب) توسعه حوزه درمان □ ج) ادغام روش‌های تشخیص و درمانی □ د) هر سه مورد الف، ب، و ج □
3. کدام یک از روش‌های نوین تشخیص با استفاده از نانوفناوری، اختصاصی حوزه تولید مثل و کمک باروری نیستند؟
الف) استفاده از نانوحسگرها (Nanosensors) برای تشخیص مولکول‌های زیستی، هورمون‌ها و مارکرهای ژنتیکی مرتبط با ناباروری □ ب) نانوحسگرها (Nanosensors) برای ارزیابی کیفیت اسپرم و تخمک و شناسایی اختلالات سلولی در مراحل اولیه □ ج) نانوذرات کنتراست دهنده برای بهبود تصویربرداری‌های پزشکی مانند MRI و CT برای مشاهده دقیق ساختارهای تولیدمثلی (Nano-imaging) □ د) استفاده از نانوپیروها برای ردیابی و مشاهده فرآیندهای سلولی در زمان واقعی □
4. روش‌های نوین درمان در زمینه تولیدمثل با استفاده از نانوفناوری " کدامند؟
الف) دارورسانی هدفمند (Targeted Drug Delivery) □ ب) نانوذرات و داروهای نانویی (Nanoparticles and Nanomedicines) □ ج) مهندسی نانوژنتیک (Nano-genetic Engineering) □ د) هر سه مورد الف، ب، و ج □
5. کدام یک از جملات ذیل صحیح نمی باشند؟
الف) نانوذرات برای انتقال داروها به سلول‌ها و بافت‌های هدف در سیستم تولیدمثلی، افزایش کارایی داروها و کاهش عوارض جانبی کاربرد دارند □ ب) کاربرد نانومواد مانند لیپوزوم‌ها و نانوپلیمرها برای افزایش نفوذپذیری و اثربخشی داروها است □ ج) نانوذرات برای تقویت عملکرد سلول‌های جنسی و بهبود درمان‌های مرتبط با ناباروری کاربردی ندارند □ د) نانوداروهای هورمونی می‌توانند به تنظیم هورمون‌ها و درمان اختلالات هورمونی مرتبط با ناباروری کمک کنند □

سوالات باز آموزی:

۶. کدام یک از تکنیک‌های زیر بعنوان نانوتکنیک‌های بهبود دهنده محیط کشت سلول‌های جنسی (Nano-enhanced Culture Systems) محسوب می‌شوند؟
الف) استفاده از نانوذرات برای بهبود محیط‌های کشت اسپرم، تخمک و جنین □
ب) نانومواد برای افزایش کارایی فرآیندهای انکوباسیون و کشت سلول‌های جنسی و جنین‌ها □
ج) تغلیظ محیط کشت بوسیله سانتریفیوژ □
د) موارد الف و ب □

۷. تکنیک‌های استفاده از نانومواد برای حفاظت و نگهداری سلول‌های جنسی به روش انجماد (Cryopreservation) کدامند؟
الف) استفاده از نانوذرات ضد یخ (Nano-antifreeze Particles) برای کاهش تشکیل کریستال‌های یخ در فرآیند انجماد و افزایش بقا و سلامت سلول‌های جنسی مانند اسپرم و تخمک □
ب) افزایش انجمادپذیری (افزایش توانایی سلول‌های جنسی برای تحمل فرآیندهای انجماد و ذوب با استفاده از نانوذرات) □
ج) کاهش سمی بودن و بهبود محافظت سلول‌های جنسی در طی انجماد بواسطه تحویل کریوپروتکتانت‌ها توسط نانوحامل‌ها (Nano-carriers for Cryoprotectants) □
د) هر سه مورد الف، ب، و ج □

۸. تکنیک‌های استفاده از نانومواد برای حفاظت و نگهداری سلول‌های جنسی به روش تحویل کنترل‌شده مواد مغذی و عوامل محافظتی (Controlled Delivery of Nutrients and Protective Agents) کدامند؟
الف) سیستم‌های نانومواد که اجازه می‌دهند مواد مغذی و محافظ به تدریج و به صورت کنترل‌شده آزاد شوند (رهایش کنترل‌شده). ب) کپسوله‌سازی مواد مغذی و عوامل محافظ در نانوذرات برای تحویل بهتر به سلول‌های جنسی و بهبود بقا و عملکرد آن‌ها (Nanomaterial Encapsulation). ج) استفاده از نانوذرات برای تقویت محیط‌های کشت، بهبود زنده‌مانی و عملکرد سلول‌های جنسی در شرایط آزمایشگاهی (Nano-engineered Culture Media) □
د) هر سه مورد الف، ب، و ج □