

ПРОЦЕСС ОПЛОДОТВОРЕНИЯ ЯЙЦЕКЛЕТКИ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ: МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И КЛЕТОЧНЫЕ АСПЕКТЫ

**Мороз О.С., студентка 2 курса факультета ветеринарной
медицины и биотехнологии**

**Научный руководитель - Фасахутдинова А.Н., кандидат
биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** яйцеклетка, оплодотворение, млекопитающие, акросомальная реакция, кортикальная реакция.*

В данной статье рассматриваются ключевые механизмы, лежащие в основе оплодотворения, включая капацитацию сперматозоидов, акросомальную реакцию, слияние гамет, активацию яйцеклетки и формирование мужского и женского пронуклеусов. Особое внимание уделено молекулярным взаимодействиям, регулирующим эти процессы, а также их эволюционному значению.

Введение. Оплодотворение у млекопитающих является важнейшим этапом полового размножения, обеспечивающим передачу генетической информации от родителей потомству. Этот процесс требует точной координации между мужскими и женскими гаметами, что достигается благодаря сложным молекулярным и клеточным механизмам. Изучение оплодотворения имеет не только фундаментальное значение для понимания биологии развития, но и практическое применение в репродуктивной медицине и биотехнологиях.

Цель исследования: объяснить сущность процесса оплодотворения яйцеклетки у млекопитающих, осветить молекулярные и клеточные аспекты этого процесса.

Результаты исследования.

1. Подготовка сперматозоидов к оплодотворению. Перед тем как сперматозоид сможет оплодотворить яйцеклетку, он должен пройти

процесс капацитации. Капацитация представляет собой серию биохимических изменений, происходящих в женских половых путях. Эти изменения включают удаление холестерина из мембраны сперматозоида, что делает её более текучей и способной к слиянию с яйцеклеткой. Кроме того, происходит активация ионных каналов и изменение состава мембранных белков, что повышает подвижность сперматозоидов и их способность к акросомальной реакции. **2. Акросомальная реакция** – это ключевой этап, необходимый для проникновения сперматозоида через оболочки яйцеклетки. Она инициируется при контакте сперматозоида с zona pellucida (ZP) – гликопротеиновой оболочкой, окружающей яйцеклетку. Взаимодействие между рецепторами сперматозоида (например, ZP3) и белками ZP приводит к высвобождению ферментов из акросомы, таких как гиалуронидаза и акрозин. Эти ферменты разрушают ZP, позволяя сперматозоиду достичь плазматической мембраны яйцеклетки. **3. Слияние гамет.** После проникновения через ZP сперматозоид взаимодействует с плазматической мембраной яйцеклетки. Это взаимодействие опосредовано белками, такими как IZUMO1 на сперматозоиде и CD9 на яйцеклетке. Слияние мембран приводит к проникновению содержимого сперматозоида в цитоплазму яйцеклетки, включая ядро, центриоли и митохондрии. **4. Активация яйцеклетки.** Проникновение сперматозоида инициирует каскад биохимических реакций, известных как активация яйцеклетки. Одним из ключевых событий является повышение концентрации ионов кальция (Ca^{2+}) в цитоплазме, что запускает кортикальную реакцию. В ходе кортикальной реакции гранулы, расположенные под плазматической мембраной яйцеклетки, высвобождают ферменты, которые модифицируют ZP, предотвращая полиспермию (проникновение более одного сперматозоида). **5. Формирование пронуклеусов.** После слияния гамет ядро сперматозоида деконденсируется, образуя мужской пронуклеус. Одновременно завершается второе деление мейоза в яйцеклетке, что приводит к образованию женского пронуклеуса. Пронуклеусы мигрируют к центру яйцеклетки, где происходит их слияние и формирование диплоидного ядра зиготы.

6. Молекулярные регуляторы оплодотворения. Процесс оплодотворения регулируется множеством молекул, включая белки,

липиды и ионы. Например, белки семейства PLC (фосфолипаза C) играют ключевую роль в генерации кальциевых осцилляций, необходимых для активации яйцеклетки. Кроме того, гены, такие как *Boule*, *Dazl* и *ZP*, участвуют в регуляции гаметогенеза и взаимодействия гамет [1-5].

Заключение. Оплодотворение у млекопитающих представляет собой сложный и высокоорганизованный процесс, который обеспечивает передачу генетической информации и начало нового организма. Понимание молекулярных и клеточных механизмов, лежащих в основе оплодотворения, имеет важное значение для развития репродуктивных технологий, лечения бесплодия и сохранения биоразнообразия. Дальнейшие исследования в этой области позволят раскрыть новые аспекты биологии оплодотворения и его эволюционного значения.

Библиографический список:

1. Дежаткина, С.В. Практико-ориентированное обучение студентов при изучении дисциплины «радиобиология» /С.В. Дежаткина, В.В. Ахметова, Н.А. Любин // Инновационные технологии в высшем образовании: Материалы Национальной научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава. – Ульяновск: УлГАУ, 2020. – С. 10-15.
2. Перфильева, Н.П. Концептуальные положения научной школы профессора Н.А. Жеребцова /Н.П. Перфильева, Л.Д. Журавлева, С.Н. Хохлова [и др.]//Механизмы и закономерности индивидуального развития человека и животных: материалы Международной научно-практической конференции. – Саранск, 2015. – С. 144-149.
3. Фасахутдинова, А.Н. Цитология, гистология и эмбриология: учебное пособие для лабораторных занятий /А.Н. Фасахутдинова, С.Н. Хохлова, М.А. Богданова, Н.П. Перфильева. – Ульяновск: УлГАУ, 2023. – 216с.
4. Evans, J. P. The state of the union: the cell biology of fertilization. *Nature Cell Biology*, 4(Suppl 1), 2018. – P.57-63.
5. Swann, K., Lai, F.A. Egg activation at fertilization: where it all begins. *Development*, 143(5), 2016. – P. 825.

**THE PROCESS OF EGG FERTILIZATION IN MAMMALS:
MOLECULAR AND CELLULAR ASPECTS**

Moroz O.S.

Scientific supervisor – Fasakhutdinova A.N.

Ulyanovsk SAU

Keywords: *egg, fertilization, mammals. acrosomal reaction, cortical reaction.*

This article examines the key mechanisms underlying fertilization, including sperm capacitation, acrosomal reaction, gamete fusion, egg activation, and formation of male and female pronuclei. Special attention is paid to the molecular interactions that regulate these processes, as well as their evolutionary significance.