

УДК 618.145/612.018

ДЕЦИДУАЛИЗАЦИЯ КАК ФАКТОР УСПЕШНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ЭМБРИОНА И РАЗВИТИЯ БЕРЕМЕННОСТИ В РАКУРСЕ ГОРМОНАЛЬНО-ЦИКЛИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭНДОМЕТРИЯ

Ильина Е.А., Коротко Т.Г.

Курский государственный медицинский университет (КГМУ)

Россия, 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

Цель – изучить и систематизировать сведения о влиянии гормонов на структуру эндометрия, а также их роль в децидуализации эндометрия матки при наступлении и развитии беременности.

Материалы и методы. Исследование проводилось ретроспективным методом с помощью анализа библиографических данных российских и зарубежных научных платформ без ограничения по году публикации источников. В качестве материала для исследования был отобран 21 источник.

Результаты. На протяжении всего репродуктивного возраста женщины в структуре эндометрия матки происходят гормонально-циклические изменения. Комплексное взаимодействие прогестерона и эстрогена вызывает разрастание и утолщение эндометрия для подготовки к имплантации бластоцисты.

В эндометрии выделяют базальный и функциональный слои, последний наиболее зависим от гормонов. Децидуальные клетки образуются в результате дифференцировки веретенообразных стромальных фибробластов, которая начинается в середине лютеиновой фазы менструального цикла.

На восьмой день после овуляции наблюдается стромальный отёк, клетки расположены на расстоянии друг от друга, также увеличивается толщина эндометрия. На девятый день отёк уменьшается, в ядрах клеток заметен плотно упакованный хроматин, увеличивается объём цитоплазмы, содержащей РНК. На десятый день в функциональном слое появляется заметная граница между компактным и спонгиозным слоями. К одиннадцатому дню преобразованные фибробласты стромы эндометрия становятся крупными округлыми клетками с оксифильной цитоплазмой и крупными ядрами.

Морфологическая трансформация клеток стромы сопровождается функциональным перепрограммированием. Клетки приобретают ряд свойств, в том числе связанных с обеспечением процесса инвазии трофобласта и синтезом биологически активных веществ.

Заключение. Ключевые процессы наступления и развития беременности происходят в эндометрии матки, который является наиболее зависимым от гормонов яичников слоем. Он содержит децидуальные клетки, которые начинают дифференцироваться из веретенообразных стромальных фибробластов во второй половине лютеиновой фазы цикла. Децидуальные клетки обеспечивают связь матери с плодом посредством плаценты и выполняют трофическую, пластическую, эндокринную и иммунную функции. Нарушение децидуализации приводит к невозможности имплантации, самопроизвольному прерыванию беременности и осложнениям.

Ключевые слова: децидуальные клетки, децидуа, эндометрий матки, менструальный цикл, женские половые гормоны, ФСГ, ЛГ.

Ильина Елизавета Андреевна – студентка 2 курса лечебного факультета, КГМУ, г. Курск. ORCID ID: 0000-0003-1041-6643. E-MAIL: ELIZAVETII@YANDEX.RU (автор, ответственный за переписку).

Коротко Татьяна Геннадьевна – к.м.н., доцент кафедры гистологии, эмбриологии, цитологии, КГМУ, г. Курск. E-MAIL: KOROTKOTG@KURSKSMU.NET.

УДК 618.145/612.018

DECIDUALIZATION AS A FACTOR OF SUCCESSFUL EMBRYO IMPLANTATION AND PREGNANCY DEVELOPMENT FROM THE PERSPECTIVE OF HORMONAL AND CYCLIC CHANGES IN THE UTERINE ENDOMETRIUM

ILYINA E.A., KOROTKO T.G.

KURSK STATE MEDICAL UNIVERSITY

305041, 3, K. MARX STREET, KURSK, RUSSIAN FEDERATION

OBJECTIVE: TO STUDY AND SYSTEMATIZE THE EFFECT OF HORMONES ON THE STRUCTURE OF THE ENDOMETRIUM, AS WELL AS THE ROLE IN THE DECIDUALIZATION OF THE UTERINE ENDOMETRIUM DURING THE ONSET AND DEVELOPMENT OF PREGNANCY.

MATERIALS AND METHODS. THE STUDY WAS CONDUCTED RETROSPECTIVELY BY ANALYZING THE BIBLIOGRAPHIC DATA OF RUSSIAN AND FOREIGN PLATFORMS OF SCIENTIFIC LITERATURE WITHOUT LIMITATION BY THE YEAR OF PUBLICATION OF THE SOURCES. WE SELECTED 21 SOURCES AS THE MATERIAL FOR THE STUDY.

RESULTS. DURING THE ENTIRE REPRODUCTIVE AGE OF A WOMAN, HORMONAL AND CYCLIC CHANGES OCCUR IN THE STRUCTURE OF THE UTERINE ENDOMETRIUM. THE COMPLEX INTERACTION OF PROGESTERONE AND ESTROGEN CAUSES THE PROLIFERATION AND THICKENING OF THE ENDOMETRIUM IN PREPARATION FOR IMPLANTATION OF THE BLASTOCYST.

THE ENDOMETRIUM IS LINED WITH A MONOSYLLABIC PRISMATIC EPITHELIUM AND CONTAINS UTERINE GLANDS. THE ENDOMETRIAL LAMINA PROPER CONTAINS DECIDUAL CELLS. THE BASAL AND FUNCTIONAL LAYERS ARE DISTINGUISHED IN THE ENDOMETRIUM, THE LATTER BEING THE MOST HORMONE-DEPENDENT. DECIDUAL CELLS ARE FORMED AS A RESULT OF THE DIFFERENTIATION OF SPINDLE-SHAPED STROMAL FIBROBLASTS, WHICH BEGINS IN THE MIDDLE OF THE LUTEAL PHASE OF THE MENSTRUAL CYCLE.

ON THE EIGHTH DAY AFTER OVULATION, STROMAL EDEMA IS OBSERVED, THE CELLS ARE LOCATED AT A DISTANCE FROM EACH OTHER, AND THERE IS ALSO AN INCREASE IN THE THICKNESS OF THE ENDOMETRIUM. ON THE NINTH DAY, EDEMA DECREASES, DENSELY PACKED CHROMATIN IS VISIBLE IN THE CELL NUCLEI, AND THE VOLUME OF THE CYTOPLASM CONTAINING RNA INCREASES. ON THE TENTH DAY, A NOTICEABLE BOUNDARY APPEARS IN THE FUNCTIONAL LAYER BETWEEN THE COMPACT AND SPONGY LAYERS. BY THE ELEVENTH DAY, THE TRANSFORMED FIBROBLASTS OF THE ENDOMETRIAL STROMA BECOME LARGE ROUNDED CELLS WITH AN OXYPHILIC CYTOPLASM AND LARGE NUCLEI. MORPHOLOGICAL TRANSFORMATION OF STROMA CELLS IS ACCOMPANIED BY FUNCTIONAL REPROGRAMMING. CELLS ACQUIRE A NUMBER OF ABILITIES, INCLUDING THOSE RELATED TO ENSURING THE PROCESS OF TROPHOBLAST INVASION AND THE SYNTHESIS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES.

CONCLUSION. THE KEY PROCESSES OF THE ONSET AND DEVELOPMENT OF PREGNANCY OCCUR IN THE ENDOMETRIUM OF THE UTERUS, WHICH IS THE MOST HORMONE-DEPENDENT LAYER OF THE OVARIES. IT CONTAINS DECIDUAL CELLS THAT BEGIN TO DIFFERENTIATE FROM SPINDLE-SHAPED STROMAL FIBROBLASTS IN THE SECOND HALF OF THE LUTEAL PHASE OF THE CYCLE. DECIDUAL CELLS PROVIDE A CONNECTION BETWEEN THE MOTHER AND THE FETUS THROUGH THE PLACENTA AND PERFORM TROPHIC, PLASTIC, ENDOCRINE AND IMMUNE FUNCTIONS. VIOLATION OF DECIDUALIZATION LEADS TO THE IMPOSSIBILITY OF IMPLANTATION, SPONTANEOUS TERMINATION OF PREGNANCY, AND COMPLICATIONS.

KEYWORDS: DECIDUAL CELLS, DECIDUA, UTERINE ENDOMETRIUM, MENSTRUAL CYCLE, FEMALE SEX HORMONES, FSH, LH.

ILYINA ELIZAVETA A. – 2 YEAR STUDENT OF THE FACULTY OF MEDICINE, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. ORCID ID: 0000-0003-1041-6643. E-MAIL: ELIZAVETII@YANDEX.RU (THE AUTHOR RESPONSIBLE FOR THE CORRESPONDENCE).

KOROTKO TATYANA G. – CANDIDATE OF MEDICAL SCIENCES, ASSOCIATE PROFESSOR OF THE DEPARTMENT OF HISTOLOGY, EMBRYOLOGY, CYTOLOGY, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. E-MAIL: KOROTKOTG@KURSKSMU.NET.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Беременность – это физиологическое состояние, обеспечивающее репродуктивную функцию человека. Она затрагивает процессы дифференцировки клеток, секреции гормонов женской репродуктивной системы, а также сложное скоординированное взаимодействие сигнальных путей, факторов транскрипции и морфогенов. Нормальное течение циклических изменений структуры эндометрия матки является залогом женского здоровья, возможности наступления беременности и благополучного вынашивания плода. Напротив, дисбаланс в развитии эндометрия и, как следствие, невозможность имплантации бластоцисты в матку, а также дальнейшего развития беременности могут стать причинами бесплодия и самопроизвольных абортов, что делает проблему гормональных изменений одной из самых обсуждаемых в свете репродуктивных исследований [1-4, 7, 8].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось ретроспективным методом с помощью анализа библиографических данных российских и зарубежных научных платформ, таких как ELIBRARY, CYBERLENINKA, PUBMED, GOOGLE SCHOLAR и SPRINGER, без ограничения по году публикации источников. Поиск литературы был осуществлен с использованием ключевых слов на русском и английском языках: «децидуальные клетки», «децидуализация», «децидуа», «эндометрий матки», «беременность», «имплантация», «менструальный цикл», «менструация», «женские половые гормоны», «прогестерон», «эстроген» и т.п. В качестве материала для исследования был отобран 21 источник.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На протяжении всего репродуктивного возраста женщины в структуре эндометрия матки происходят циклически повторяющиеся изменения. Физиологически нормальное течение этих процес-

сов является как фактором полноценного здоровья женщины, так и условием наступления и развития беременности. Беременность связана, прежде всего, с процессом оплодотворения и последующей дифференцировкой клеток, секрецией гормонов женской репродуктивной системы, а также сложным скоординированным взаимодействием сигнальных путей, факторов транскрипции и морфогенов. Наибольшей активности перечисленные процессы достигают в фазу имплантации эмбриона в матку [5, 6].

Матка представляет собой полый мышечный орган, в котором развивается зародыш. Её стенка образована тремя оболочками: периметрием, миометрием и эндометрием. Периметрий представляет собой наружную оболочку матки из соединительной ткани, покрытой мезотелием. Миометрий – мышечная оболочка, которая имеет ещё три собственных слоя из гладкой мышечной ткани: внутренний (подслизистый), средний (сосудистый) и наружный (надсосудистый). Эндометрий – слизистый слой, внутренний, ближайший к зародышу. Этот слой наиболее зависим от гормонов эстрогена и прогестерона, которые участвуют в его изменении в течение менструального цикла, при беременности и эмбриогенезе человека. Менструальный цикл контролируется фолликулостимулирующим (ФСГ) и лютеинизирующим (ЛГ) гормонами, вырабатываемыми гипофизом. Эти два гормона участвуют в регуляции времени наступления овуляции и выработке яйцниками гормонов – эстрогена и прогестерона [6, 8, 9, 10, 11].

Таким образом, менструальный цикл координируется взаимодействием гормонов, и его можно представить в виде трех последовательно повторяющихся фаз: фолликулярной, овуляторной и лютеиновой. Определяющим фактором, заложенным в названиях этих фаз, является локализация яйцеклетки. Поэтому цикл также называют овариально-менструальным. Во время фолликулярной фазы яйцеклетка еще находится в фолликуле (13-14 дней), а ее выход приходится на овуляторную фазу (около 1 дня). Лютеиновую фазу отсчитывают с момента выхода яйцеклетки (примерно 14 дней) [1-6, 8, 9-14].

Начало менструального цикла сопровождается менструальным кровотечением, которое является результатом отслоения разросшегося некротизированного эндометрия при ненаступившей беременности. Это происходит в фолликулярную фазу. В этот период наблюдается низкий уровень эстрогена и прогестерона.

К концу менструации начинается постепенное повышение уровня фолликулостимулирующего гормона и развитие фолликулов в яичниках. Затем уровень ФСГ постепенно снижается, и чаще всего продолжает развиваться только один фолликул. Он начинает вырабатывать эстроген, уровень эстрогена повышается. Эстроген подготавливает матку к имплантации, стимулируя утолщение эндометрия [8, 14-20].

С началом овуляторной фазы активность секреции эстрогена снижается, происходит резкий скачок ФСГ и, в особенности, ЛГ. ЛГ провоцирует скорое наступление овуляции. В это время уровень прогестерона повышается. После выхода яйцеклетки из фолликула уровень ФСГ и ЛГ снижается, и начинается лютеиновая фаза. Пустой фолликул закрывается и формирует жёлтое тело, способное вырабатывать прогестерон. Уровень прогестерона повышается, а эстроген остаётся на достаточно высоком уровне почти на протяжении всей фазы. Комплексное взаимодействие прогестерона и эстрогена вызывает разрастание и утолщение эндометрия для подготовки к потенциальной имплантации бластоцисты. При отсутствии оплодотворения жёлтое тело разрушается, выработка прогестерона прекращается, уровень эстрогена снижается. Затем начинается дегенерация и отторжение эндометрия, сопровождающееся менструацией. Цикл повторяется снова [8, 10].

Эндометрий выстлан однослойным призматическим эпителием. Эпителий содержит маточные железы, представляющие собой простые трубчатые неразветвлённые железы. Они образуются путём проникновения эпителия в нижележащую собственную пластинку из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Эта пластинка также содержит децидуальные клетки. В эндометрии выделяют два слоя в зависимости от основной выполняемой

ими функции: функциональный, или отпадающий, и базальный слои. Функциональный слой образован поверхностным (компактным) слоем, состоящим из эпителиальных клеток, выстилающих полость матки, и спонгиозным слоем (промежуточным), имеющим рыхлую структуру из-за железистой сети эндометрия. Базальный слой не отторгается во время менструации; из его клеток в течение менструального цикла восстанавливается слой эндометрия. Функциональный слой подвержен основным циклическим изменениям. Границей между функциональным и базальным слоями принято считать маточные железы – базальный слой соприкасается только с апикальной частью желез. При наступлении менструации первый слой отмирает, а по её завершении благодаря эстрогенам происходит регенерация эпителия матки на основе оставшегося эпителия маточных желез [3, 9, 14, 15].

Децидуальные клетки образуются в результате дифференцировки веретенообразных стромальных фибробластов. Эти клетки образуют децидуу, или децидуальную оболочку, функциональный слой эндометрия, служащий субстратом для прикрепления бластоцисты к матке. Децидуализация начинается в середине лютеиновой фазы менструального цикла. Для успешной имплантации эмбрионов необходимо определённое состояние эндометрия, которое получило название «окно имплантации». «Окно имплантации» существует несколько дней в лютеиновой фазе менструального цикла и ассоциируется с рядом морфологических, функциональных и биохимических изменений в эндометрии [2, 12, 15-21].

Важно отметить, что у человека децидуализация происходит независимо от имплантации эмбриона благодаря постовуляторному повышению уровня прогестерона и продукции цАМФ. На восьмой день после овуляции наблюдается стромальный отёк, клетки располагаются на расстоянии друг от друга, их дифференциация становится более заметной, а толщина эндометрия увеличивается (рис. 1). На девятый день отек немного спадает, артериолы стромы увеличиваются в размерах, в ядрах клеток заметен плотно упакованный хроматин, увеличи-

вается объем цитоплазмы, содержащей РНК. В просвете желез могут быть заметны остатки секрета. На десятый день в функциональном слое эндометрия появляется заметная граница между компактным слоем, состоящим преимущественно из стромальных клеток, и спонгиозным слоем, содержащим маточные железы с густым секретом. К одиннадцатому дню трансформированные фибробласты стромы эндометрия становятся крупными округлыми клетками с оксифильной цитоплазмой и крупными ядрами (рис. 2). Они формируют популяции специализированных клеток, богатых гликогеном и липопротеиновыми включениями. На двенадцатый день строма становится более плотной, отек спадает, толщина слоя эндометрия уменьшается, клетки становятся высокодифференцированными. К тринадцатому дню клетки все еще содержат РНК, толщина эндометрия продолжает уменьшаться. Наконец, на че-

тырнадцатый день граница между компактным и спонгиозным слоями становится наиболее четкой, просвет желез в компактном слое сужается, поверхностный эпителий приобретает своеобразный рельеф, обусловленный наличием пиноподий [1, 3, 5, 15, 16].

Морфологическая трансформация клеток стромы сопровождается функциональным перепрограммированием – выработкой во внеклеточном матриксе широкого спектра биологически активных молекул, включая цитокины, хемокины, гормоны, ферменты и факторы роста. Эти клетки приобретают способность ограничивать разрастание и степень инвазии трофобласта, они обеспечивают трофику зародыша после имплантации, синтезируют простагландины, прогестероподобные гормоны, пролактин, релаксин, биогенные амины и оказывают иммуносупрессивное действие на иммунокомпетентные клетки матери, обеспечивая во-

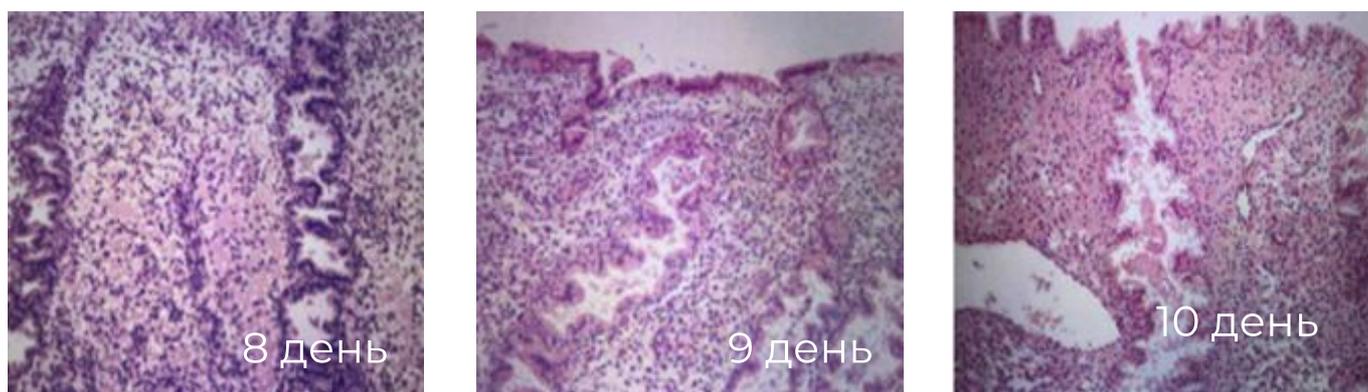


Рис. 1. Изменения морфофункциональных свойств эндометрия на 8-10 день после овуляции (Г-Э, х100)

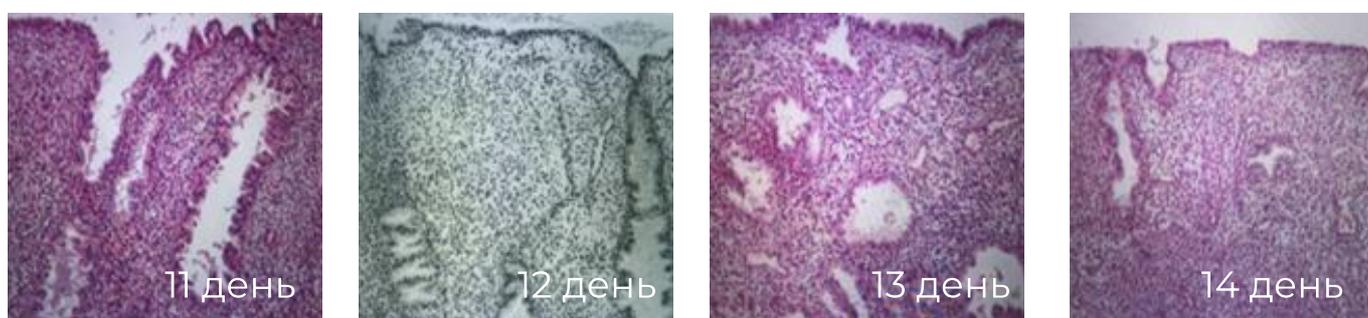


Рис. 2. Изменения морфофункциональных свойств эндометрия на 11-14 день после овуляции (Г-Э, х100)

зможность прикрепления эмбриона и развития плаценты [4, 7, 9, 15-19].

Децидуализация эндометрия является необходимым условием наступления и развития беременности. Децидуальная оболочка разрушается и формируется заново каждый менструальный цикл; однако при успешном оплодотворении и попадании оплодотворённой яйцеклетки в матку децидуальная оболочка не разрушается. Бластоциста прикрепляется к матке на седьмой день после овуляции. При прикреплении бластоцисты к матке в строме эндометрия происходят серьёзные изменения: васкуляризация и расширение кровеносных сосудов, повышение гидрофильности стромы и отёчность; здесь же накапливаются питательные вещества, изменяется состояние коллагеновых волокон, в межклеточном веществе преобладают аморфные отложения фибриноидов [11, 15, 20, 21].

Децидуальная ткань может развиваться и вне матки, что объясняет явление внематочной беременности. При маточной беременности децидуальная оболочка имеет особую структуру, в которой можно выделить три части. Первая взаимодействует с трофобластом зародыша; она является базальной (плацентарной), в ней уже нет маточных желез, так как их вытесняют ворсины хориона. Вторая, разросшаяся над эмбрионом, – капсулярная, а третья, которая контактирует с капсулярной частью только к четвёртому месяцу беременности, – париетальная (истинная). Сформировавшаяся децидуальная оболочка сохраняется на протяжении всей беременности, так как в дальнейшем становится материнской частью плаценты и служит для плода питательным и защитным слоем. Осуществление трофики происходит только на ранних этапах внутриутробного развития, а защитная функция сохраняется до самого конца и проявляется высокой фагоцитарной активностью. Только после рождения ребенка децидуальная оболочка отделяется от матки и изгоняется вместе с плацентой [4, 5].

Децидуальная ткань, образующаяся на основе эндометрия, выполняет множество функций, в том числе трофическую, эндокринную и иммунную; она формирует

зону отслоения при родах и расширяет сосудистую сеть для улучшения кровоснабжения эндометрия. Нарушения на любой из стадий децидуализации и дисбаланс продуктов секреции децидуальных клеток провоцируют дефекты и невозможность имплантации, самопроизвольное прерывание беременности и ее осложнения, такие как преэклампсия, внутриутробная задержка роста плода, запуск программы разрушения децидуальной оболочки и преждевременные роды [7, 15].

ВЫВОДЫ

Ключевые процессы, связанные с наступлением и развитием беременности, происходят в матке, где важную роль играет эндометрий – гормонозависимый слой, который меняется в течение менструального цикла и беременности. Эндометрий состоит из однослойного призматического эпителия и рыхлой соединительной ткани, содержащей децидуальные клетки, которые образуются из стромальных фибробластов.

Процесс децидуализации происходит во второй половине лютеиновой фазы, когда эндометрий готовится к имплантации эмбриона, что называется «окном имплантации».

Децидуальная оболочка, изменённый под действием прогестерона функциональный слой эндометрия, служит основой для имплантации. Децидуальные клетки играют важную роль в связи между матерью и плодом через плаценту, выполняя трофические, эндокринные и иммунные функции и обеспечивая защиту имплантированного эмбриона.

Нарушения в процессе децидуализации могут привести к таким проблемам, как невозможность имплантации, выкидыши, преэклампсия и преждевременные роды. Поэтому важно продолжать изучать влияние гормонов на репродуктивное здоровье, поскольку гормональный дисбаланс может существенно повлиять на исход беременности.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие конфликтов интересов.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Ильина Е.А. – формулировка темы исследования, подбор и анализ источников литературы, написание текста, интерпретация данных, оформление работы по требованиям редакции журнала.

Коротько Т.Г. – выбор проблемного поля исследования, подбор материала исследования, проверка окончательного варианта статьи, утверждение рукописи для публикации.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии источников финансирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доброхотова Ю.Э., Джобова Э.М., Озерова Р.И. *Неразвивающаяся беременность: тромбофилические и клинико-иммунологические факторы: руководство*. Москва: ГЭОТАР-Медика, 2010. 144 с.
2. Корсак В.С. К вопросу о роли эндометрия в имплантации эмбрионов. *Проблемы репродукции*. 2016;22(2):33-36.
3. Кузнецов С.Л., Мушкамбаров Н.Н. *Гистология, цитология и эмбриология. Учебник для медицинских вузов*. Москва: ООО «Медицинское информационное агентство, 2007.
4. Михайлов В.М. *Клеточные взаимодействия между материнским организмом и зародышем в эмбриональном периоде развития*. Вопросы морфологии XXI века. Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство ДЕАН»; 2023. 416 с.
5. Никитин А.И. Decidua - знакомая и неизвестная. *Проблемы репродукции*. 2017;23(4):13-17. EDN: ZGZDJV.
6. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. *Анатомия человека: учебник. 14-е издание, переработанное и дополненное*. Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа"; 2025. 896 с. EDN: BSLIWA.
7. Богданова И. М., Фокина Т. В., Степанова И. И. Роль децидуализации эндометрия

- и развитии беременности. *Клиническая и экспериментальная морфология*. 2018. С. 50-60. EDN: YTUNDV.
8. Серов В.Н., Прилепская В.Н., Овсянникова Т.В. *Гинекологическая эндокринология*. Москва: МЕДпресс-информ; 2004. 528 с.
 9. Тешаев Ш.Ж., Ахмаджонова Г.М. Морфологические особенности процесса децидуализации при самопроизвольном выкидыше у женщин с антифосфолипидным синдромом. *Вестник врача*. 2021;4(101):145-149.
 10. Хасанов А.А., Журавлева В.И. Современные представления о регуляции менструальной функции. *Практическая медицина*. 2009;2(34):57-59.
 11. APLIN J.D., CHARLTON A.K., AYAD S. AN IMMUNOHISTOCHEMICAL STUDY OF HUMAN ENDOMETRIAL EXTRACELLULAR MATRIX DURING THE MENSTRUAL CYCLE AND FIRST TRIMESTER OF PREGNANCY. *CELL AND TISSUE RESEARCH*. 1988; 253(1):231-240.
 12. BRAR A.K., HANDWERGER S., KESSLER C.A., ARONOW B.J. GENE INDUCTION AND CATEGORICAL REPROGRAMMING DURING IN VITRO HUMAN ENDOMETRIAL FIBROBLAST DECIDUALIZATION. *PHYSIOLOGICAL GENOMICS*. 2001; 7(2):135-148.
 13. BROSENS J.J., GELLERSEN B. DEATH OR SURVIVAL-PROGESTERONE-DEPENDENT CELL FATE DECISIONS IN THE HUMAN ENDOMETRIAL STROMA. *JOURNAL OF MOLECULAR ENDOCRINOLOGY*. 2006;36(3):389-398.
 14. FERENCZY A.L., BERGERON C. HISTOLOGY OF THE HUMAN ENDOMETRIUM: FROM BIRTH TO SENESCENCE. *ANNALS OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES*. 1991; 622:6-27.
 15. GELLERSEN B., BROSENS J. CYCLIC AMP AND PROGESTERONE RECEPTOR CROSS-TALK IN HUMAN ENDOMETRIUM: A DECIDUALIZING AFFAIR. *THE JOURNAL OF ENDOCRINOLOGY*. 2003;178(3):357-372.
 16. IRWIN J.C., KIRK D., KING R.J., QUIGLEY M.M., GWATKIN R.B. HORMONAL REGULATION OF HUMAN ENDOMETRIAL STROMAL CELLS IN CULTURE: AN IN VITRO MODEL FOR DECIDUALIZATION. *FERTILITY AND STERILITY*. 1989;52(5):761-768.
 17. IWANASHI M., MURAGAKI Y., OOSHIMA A., YAMOTO M., NAKANO R. ALTERATIONS IN DISTRIBUTION AND COMPOSITION OF THE HUMAN ENDOMETRIUM. *REPRODUCTION*. 1996; 108(1):147-155.

18. NORWITZ E.R., SCHUST D.J., FISHER S.J. IMPLANTATION AND THE SURVIVAL OF EARLY PREGNANCY. *NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE*. 2001;345(19):1400-1408.
19. OEFNER C.M., SHARKEY A., GARDNER L., CRITCHLEY H., OYEN M., MOFFETT A. COLLAGEN TYPE IV AT THE FETAL-MATERNAL INTERFACE. *PLACENTA*. 2015;36(1):59-68.
20. PERROT-APPLANAT M., ANCELIN M., BUTEAU-LOZANO H., MEDURI G., BAUSERO P. OVARIAN STEROIDS IN ENDOMETRIAL ANGIOGENESIS. *STEROIDS*. 2000;65(10-11):599-603.
21. ZHANG S., LIN H., KONG S., WANG S., WANG H., WANG, H., D. RANDALL ARMANT. PHYSIOLOGICAL AND MOLECULAR DETERMINANTS OF EMBRYO IMPLANTATION. *MOLECULAR ASPECTS OF MEDICINE*. 2013;34(5):939-980. EDN: YDTIEV.