

На правах рукописи

Мудров Виктор Андреевич

**АНОМАЛИИ РОДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПРОГНОЗИРОВАНИЕ,
ПРОФИЛАКТИКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ТАКТИКИ ВЕДЕНИЯ РОДОВ
ПУТЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

3.1.4. Акушерство и гинекология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Новосибирск – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Читинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации и федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный консультант:

доктор медицинских наук, доцент

Якимова Анна Валентиновна

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, доцент

Новикова Оксана Николаевна

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доцент кафедры акушерства и гинекологии имени профессора Г. А. Ушаковой, г. Кемерово)

доктор медицинских наук, доцент

Миляева Наталья Маратовна

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доцент кафедры акушерства и гинекологии, трансфузиологии, г. Екатеринбург)

доктор медицинских наук, профессор

Пахомов Сергей Петрович

(Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», заведующий кафедрой акушерства и гинекологии, г. Белгород)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Краснодар)

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2022 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета 21.2.046.06, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 52)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Новосибирского государственного медицинского университета (630091, г. Новосибирск, ул. Залесского, д. 4; тел. 8 (383) 222-68-35; <http://ngmu.ru/dissertation/522>)

Автореферат разослан «_____» _____ 2022 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

К. Ю. Макаров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время аномалии родовой деятельности (АРД) являются самым частым осложнением родового акта, частота их диагностики составляет 10–25 % (Шокирова У. Г. и соавт., 2020; Lipschuetz M. et al., 2018; Dike N. O. et al., 2020; Simpson K. R., 2020). Почти в каждом третьем случае АРД приводят к развитию осложнений, требующих экстренного оперативного родоразрешения (Thuillier C. et al., 2018; Zipori Y. et al., 2019; Wang L. et al., 2020; LeFevre N. M., 2021). У пациенток с АРД наблюдается высокая частота родового травматизма и патологической кровопотери в послеродовом периоде (Zhuk S. I., Shchurevska O. D., 2020; Blankenship S. A. et al., 2020; Kodan L. R. et al., 2020; Shahbazi Sighaldehy S. et al., 2020). Нарушения сократительной деятельности матки нередко приводят к развитию дистресса плода (Новикова О. Н., 2018; Lear C. A. et al., 2018; Lowensteyn Y. N. et al., 2019; Ahmed R. et al., 2021). Согласно данным Rosenbloom J. I. и Sandstrom A., увеличение продолжительности родов, в частности вследствие АРД, обладает умеренной прогностической значимостью в отношении неблагоприятного перинатального исхода (Sandstrom A. et al., 2017; Rosenbloom J. I. et al., 2019).

Степень разработанности темы исследования. Несмотря на достижения современной медицины, в настоящее время нет общей точки зрения о патогенезе развития АРД (Айламазян Э. К. и соавт., 2019; Стрижаков А. Н. и соавт., 2020). Причины возникновения АРД многообразны, поэтому принято выделять значительное число факторов риска, обладающих, между тем, динамически изменяющейся важностью в каждой конкретной ситуации (Миляева Н. М., 2017; Бологов М. А., Пенжоян Г. А., 2018). Отсутствие комплексного подхода в оценке факторов риска определяет то обстоятельство, что в общепринятой практике не существует технологии, позволяющей эффективно оценить вероятность развития конкретной АРД при обследовании пациенток накануне родов (Радзинский В. Е. и соавт., 2016). Между тем, превентивная медицина, в основе которой лежит персонифицированный подход к профилактике развития патологических состояний, может позволить не только прогнозировать, но и предупредить развитие АРД.

Цель исследования. Улучшить материнские и перинатальные исходы при аномалиях родовой деятельности путем разработки методов их прогнозирования, профилактики и оптимизации тактики ведения родов.

Задачи исследования

1. Разработать способы увеличения информативности общедоступных клинических и инструментальных методов обследования беременных женщин накануне родов, лежащих в основе прогнозирования характера родовой деятельности.

2. Усовершенствовать дифференциальную диагностику аномалий родовой деятельности и клинически узкого таза.

3. Определить факторы риска снижения толерантности плода к родостимуляции окситоцином при слабости родовой деятельности.

4. Разработать алгоритмы профилактики аномалий сократительной активности матки и оптимизации тактики ведения родов у пациенток, угрожаемых по развитию аномалий родовой деятельности.

5. Провести сравнительную оценку эффективности разработанных рекомендаций и стандартной тактики ведения пациенток с аномалиями родовой деятельности на основании анализа акушерских и перинатальных исходов.

Научная новизна. Разработана нейронная сеть, позволяющая накануне родов (1-2 дня) прогнозировать преждевременный разрыв плодных оболочек с точностью 75,6 %.

Усовершенствованы способы расчета массы плода, оценки емкости малого таза, объема плаценты и околоплодных вод, играющих ключевую роль в развитии не только аномалий родовой деятельности, в том числе на фоне развития клинически узкого таза (КУТ), но и дородового излития околоплодных вод.

Разработана нейронная сеть, позволяющая с точностью 95,5 % прогнозировать характер родовой деятельности накануне родов (1-2 дня).

Создана методика ранней дифференциальной диагностики между слабостью потужной деятельности и клинически узким тазом.

Разработана нейронная сеть, позволяющая с точностью 96,2 % выбрать оптимальный метод родоразрешения пациенток (родоразрешение через естественные родовые пути/кесарево сечение) при развитии аномалий родовой деятельности.

Предложен новый метод, позволяющий прогнозировать снижение толерантности плода к родостимуляции окситоцином при слабости родовой деятельности.

С целью профилактики развития слабости родовой деятельности впервые в Российской Федерации апробирована технология ультразвукового сопровождения вертикальных родов.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате проведения исследования для практического здравоохранения предложено использование нейронных сетей, позволяющих путем комплексной оценки накануне родов результатов объективного обследования, а также методов лабораторного и инструментального исследования прогнозировать развитие конкретной АРД.

Усовершенствованы методы оценки анатомического сужения полости малого таза и способы расчета предполагаемой массы плода, позволяющие косвенно судить о вероятности развития КУТ.

Разработаны новые способы прогнозирования и ранней диагностики КУТ, основывающиеся на результатах ультразвуковой фето- и пельвиометрии.

Предложен к применению в практическом здравоохранении метод оценки вероятности ухудшения состояния плода на фоне медикаментозной родостимуляции.

Для внедрения в учебный процесс предложены новые методики определения объема плаценты и околоплодных вод.

Разработан алгоритм ведения пациенток, угрожаемых по развитию аномалий родовой деятельности, направленный на улучшение акушерских и перинатальных исходов.

Методология и методы исследования. Работа построена на комплексном анализе данных, полученных в ходе научного исследования с применением специальных методов, основанных на современных принципах клинической, лабораторной и инструментальной диагностики, а также математического анализа данных (геометрическое и 3D-моделирование, нейросетевой анализ).

Объект исследования – пациентки с аномалиями родовой деятельности и их новорожденные, последы и излившиеся околоплодные воды. Предмет исследования – факторы риска развития аномалий родовой деятельности, результаты клинических, лабораторных и инструментальных методов исследования.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по общепринятым методикам с использованием пакета прикладных статистических программ «IBM SPSS Statistics Version 25.0» (International Business Machines Corporation, США).

Работа проведена с учетом требований международных и российских законодательных актов о юридических и этических принципах медицинских исследований.

Положения, выносимые на защиту

1. Комплексный анализ данных анамнеза, результатов общего и биохимического анализа крови, а также акушерского ультразвукового исследования накануне родов решает проблему оценки вероятности развития конкретной аномалии родовой деятельности.

2. Математическое и 3D-моделирование данных клинического и ультразвукового методов исследования повышает информативность расчета массы плода, объема плаценты и околоплодных вод, а также оценки емкости малого таза.

3. Нейросетевой анализ данных анамнеза, результатов объективного осмотра и данных ультразвукового исследования накануне родов оптимизирует выбор тактики ведения пациенток при развитии аномалий родовой деятельности.

4. Вертикальное положение с момента вступления в роды, проведение эпидуральной анестезии и токолиза при открытии маточного зева менее 4 см

рекомендуются женщинам, угрожаемым по развитию слабости, дискоординации и чрезмерно сильной родовой деятельности соответственно, с целью профилактики их развития.

Степень достоверности и обоснованности результатов. Диссертация выполнена на достаточном клиническом материале (291 пациентка включена в I этап, 150 – во II этап исследования). Достоверность результатов обусловлена применением адекватного объема доступных для широкой практики методов обследования, использованием современной методологии и критериев доказательной медицины, методов описательной и непараметрической статистики, нейросетевого анализа, согласованностью с результатами опубликованных ранее исследований.

Сформулированные научные положения, выводы и практические рекомендации основаны на результатах собственных исследований, современных методах статистической обработки и соответствуют поставленным цели и задачам.

Первичная документация и результаты статического анализа проверены и достоверны (акт проверки от 04.05.2022).

Апробация результатов диссертации. Основные положения работы доложены на Международной конференции «Репродуктивная медицина: взгляд молодых-2016» (Санкт-Петербург, 2016), на 7-й конференции акушеров-гинекологов Забайкальского края с Всероссийским участием «Амбулаторно-поликлиническая помощь в акушерстве и гинекологии. Бережливая поликлиника на службе здоровья женщины» (Чита, 2018), на Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы анестезии и интенсивной терапии в акушерстве, неонатологии и педиатрии» (Чита, 2018), на конференции акушеров-гинекологов Забайкальского края с Всероссийским участием «Доказанное и спорное в акушерстве и гинекологии» (Чита, 2019), на 8-й конференции акушеров-гинекологов Забайкальского края с Всероссийским участием «Здоровье женщины в XXI веке: предикторы успеха и качества жизни» (Чита, 2019), на 8-й конференции акушеров-гинекологов Забайкальского края с Всероссийским участием «Здоровье женщины в XXI веке: от менархе до менопаузы» (Чита, 2021), на 15-м Общероссийском научно-практическом семинаре «Репродуктивный потенциал России: версии и контраверсии» (Сочи, 2021), на 11-й Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы анестезии и интенсивной терапии в акушерстве, неонатологии и педиатрии» (Чита, 2021), на 8-й конференции акушеров-гинекологов Забайкальского края с Всероссийским участием «Клинические протоколы и контраверсии в акушерстве, гинекологии, репродуктологии» (Чита, 2022).

Диссертационная работа апробирована на заседании проблемной комиссии по акушерству и гинекологии Читинской государственной медицинской академии и на

заседании проблемной комиссии «Охрана здоровья женщины» Новосибирского государственного медицинского университета (Чита, Новосибирск, 2022).

Диссертация выполнена в соответствии с планом научно-исследовательской работы Читинской государственной медицинской академии по теме «Оптимизация родоразрешения беременных в Забайкальском крае», номер государственной регистрации АААА-А18-118121090005-8, и планом научно-исследовательской работы Новосибирского государственного медицинского университета по теме «Молекулярно-биологические маркеры прогрессирования пролиферативных и атрофических процессов в органах женской репродуктивной сферы, подходы к диагностике, лечению и реабилитации», номер государственной регистрации 121061700026-4.

Внедрение результатов исследования в практику. Результаты исследования внедрены в практическую деятельность акушерских отделений Городского родильного дома и перинатального центра Краевой клинической больницы г. Читы, в учебный процесс кафедры акушерства и гинекологии лечебного и стоматологического факультетов Читинской государственной медицинской академии, кафедры акушерства и гинекологии Новосибирского государственного медицинского университета.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 37 научных работ, в том числе 1 монография, 7 патентов, 4 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ и 25 статей в научных журналах и изданиях, включённых в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, из них 12 статей в журналах, входящих в международную реферативную базу данных и систем цитирования (Scopus).

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 297 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, результатов собственных исследований, обсуждения полученных результатов, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, списка иллюстративного материала и приложения. Список литературы представлен 288 источниками, из которых 195 в зарубежных изданиях. Полученные результаты проиллюстрированы с помощью 57 таблиц и 40 рисунков.

Личный вклад автора. Автор участвовал в выборе темы научной работы, определении цели и задач исследования, сборе анамнеза, проведении и интерпретации результатов клинических, лабораторных и инструментальных методов исследования, геометрическом и 3D-моделировании результатов объективного и ультразвукового методов исследования, обобщении и статистической обработке

полученных результатов, опубликовании полученных данных и их публичном представлении. Автором лично осуществлялось клиническое и инструментальное обследование пациенток, их ведение накануне родов, родоразрешение и обследование в послеродовом периоде.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование одобрено локальным этическим комитетом Читинской государственной медицинской академии (протокол № 64 от 23.06.2014). Перед проведением комплекса необходимых исследований получено информированное добровольное согласие, исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.). Критериями включения в исследование явились: доношенный срок беременности (37–41⁺⁶ неделя); затылочное предлежание плода; развитие аномалий родовой деятельности. Критериями исключения явились: беременность, наступившая в результате ВРТ; преждевременные роды/переношенная беременность; предшествующий патологический прелиминарный период; тазовое предлежание плода; неправильные положения плода; неправильное вставление головки плода; рубец на матке; предлежание плаценты; многоплодная беременность; пороки развития плода; дистоция плечиков плода; аномалии развития половых органов; рубцовые изменения промежности и шейки матки; родовозбуждение методом амниотомии и окситоцином; проведение хирургической защиты промежности; тяжелая экстрагенитальная и акушерская патология; травмы таза в анамнезе; генетические и врожденные заболевания; онкологические заболевания; иммунодефицитные заболевания; острые инфекционные заболевания.

Исследование состояло из 2 основных этапов. I этап исследования включал проспективный анализ 291 случая родов на базе акушерских отделений Городского родильного дома и Перинатального центра Краевой клинической больницы г. Читы в период с 2015 по 2019 год.

Объектами I этапа исследования явились:

- контрольная группа – 101 беременная женщина, роды которых протекали без АРД и не осложнились клинически узким тазом (НРД);
- исследуемая группа 1 – 49 беременных женщин, роды которых осложнились слабостью родовой деятельности (СРД);
- исследуемая группа 2 – 35 беременных женщин, роды которых осложнились дискоординацией родовой деятельности (ДРД);
- исследуемая группа 3 – 55 беременных женщин, роды которых осложнились чрезмерно сильной родовой деятельностью (ЧСРД);

- исследуемая группа 4 – 51 беременная женщина, роды которых осложнились развитием аномалий родовой деятельности на фоне развития клинически узкого таза.

II этап исследования включал проспективный анализ 150 случаев родов, родоразрешенных с учетом результатов I этапа исследования на базе акушерского отделения Перинатального центра Краевой клинической больницы г. Читы в период с 2020 по 2021 год. Объектами II этапа явились:

- исследуемая группа 5 – 50 беременных женщин, не входящих в группу риска по развитию АРД, обследованных и родоразрешенных в соответствии с действующими клиническими рекомендациями, и 50 новорожденных детей;

- исследуемая группа 6 – 50 беременных женщин, входящих в группу риска по развитию АРД, обследованных и родоразрешенных с учетом результатов I этапа исследования, и 50 новорожденных детей;

- исследуемая группа 7 – 50 беременных женщин, входящих в группу риска по развитию АРД, обследованных в соответствии с результатами I этапа исследования, но родоразрешенных без учета разработанных рекомендаций, и 50 новорожденных детей.

В работе используются следующие методы:

- клинический метод, включающий изучение анамнестических данных, показателей объективного исследования в соответствии с отраслевыми стандартами объемов обследования в акушерстве (Приказ Минздрава России от 01.11.2012 г. № 572н и Приказ Минздрава России от 20.10.2020 г. № 1130н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология»);

- лабораторное исследование, включающее проведение клинического (уровень гемоглобина, гематокрита, содержание эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов, скорость оседания эритроцитов) и биохимического (уровень общего билирубина, глюкозы, мочевины, креатинина, общего белка) анализов крови, а также коагулограммы (содержание фибриногена, АЧТВ, протромбиновый индекс, тромбиновое время), накануне родов (1-2 дня);

- ультразвуковое исследование, включающее проведение пельвио-, амнио-, плаценто- и фетометрии накануне родов (оценка емкости малого таза, объема околоплодных вод и плаценты, массы плода, расположения плаценты) с помощью аппарата экспертного класса Voluson S8 (GE Healthcare, США) (Мерц Э., 2016);

- ультразвуковое исследование, включающее определение вида предлежания головки плода в I периоде родов, угла прогрессии родов, степени конфигурации и модифицированного симптома Вастена в процессе II периода родов с помощью портативного аппарата высокого класса MySono U5 Samsung Medison (Samsung Medison Bldg, Корея) (Мерц Э., 2016);

- геометрическое моделирование результатов исследования проводилось путем применения методов начертательной геометрии, в ряде случаев – с применением тригонометрических функций;

- создание приложений для автоматического расчета предполагаемой массы плода, размера угла лонной дуги, истинной конъюгаты, объема плаценты и околоплодных вод, оценки вероятности наличия клинически узкого таза и ухудшения состояния плода на фоне родостимуляции осуществлялось в среде разработки Delphi;

- 3D-моделирование данных ультразвукового исследования выполнено путем написания программы в «MAXScript» для пакета трехмерного моделирования «Autodesk 3ds Max» (Autodesk, Inc. США);

- интранатальная оценка состояния плода при преимущественно горизонтальном положении женщины в родах проводилась с помощью фетального монитора Sonicaid Team (Oxford Medical, Великобритания), при вертикальном положении – с помощью фетального ЭКГ монитора Monica AN24™ (Monica Healthcare Limited, Великобритания);

- методы обследования новорожденных: проведение осмотра неонатологом, оценка состояния новорожденного по шкале Апгар в конце 1-й и 5-й минуты, измерение массы, длины тела, окружности груди и головки новорожденного;

- статистические методы: статистическая обработка полученных результатов и нейросетевой анализ выполнены с помощью пакета прикладных статистических программ «IBM SPSS Statistics Version 25.0» (International Business Machines Corporation, США) (Lang T. A., 2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При оценке анамнестических данных между группами I этапа исследования не было выявлено значимых различий в медико-социальных характеристиках, возрасте, гинекологической и экстрагенитальной патологии, показателях менструальной и сексуальной функции. В ходе исследования определено, что к развитию СРД и ДРД в большей степени склонны первородящие женщины: у пациенток контрольной группы предстояли вторые (1,8; 2,1), 1-й группы – первые (1,0; 1,6), 2-й группы – первые (1,0; 1,4), 3-й группы – вторые (1,8; 2,1), 4-й группы – вторые (1,8; 2,3) роды ($N = 41,00$; $df = 4$; $p < 0,001$). Преобладание числа повторнородящих женщин в структуре обследуемых 3-й группы объясняется тем, что у таких женщин имеется исходная гипертрофия мышечных волокон матки (Louwagie E. M. et al., 2021). При сравнении частоты встречаемости акушерской патологии в исследуемых группах определено, что диагноз «задержка роста плода» выставлялся наиболее часто во время беременности у пациенток с ЧСРД, а «крупный плод», «гестационный сахарный диабет» и «умеренная преэклампсия» – у пациенток с КУТ (Таблица 1).

Таблица 1 – Распространенность акушерской патологии, имеющей статистически значимые различия в исследуемых группах

Показатель	Исследуемые группы					Тестовая статистика, df = 4
	контрольная n = 101	1-я n = 49	2-я n = 35	3-я n = 55	4-я n = 51	
Задержка роста плода	29,7 % (30/101)	10,2 % (5/49)	5,7 % (2/35)	40,0 % (22/55)	0,0 % (0/51)	$\chi^2 = 39,43$; p < 0,001
Крупный плод	17,8 % (18/101)	26,5 % (13/49)	34,3 % (12/35)	3,6 % (2/55)	78,4 % (40/51)	$\chi^2 = 84,09$; p < 0,001
Гестационный сахарный диабет	5,9 % (6/101)	6,1 % (3/49)	2,9 % (1/35)	7,3 % (4/55)	47,1 % (24/51)	$\chi^2 = 63,34$; p < 0,001
Умеренная преэклампсия	4,0 % (4/101)	12,2 % (6/49)	5,7 % (2/35)	0,0 % (0/55)	31,4 % (16/51)	$\chi^2 = 38,32$; p < 0,001

Значимость ЗРП и макросомии в развитии ЧСРД и КУТ соответственно не вызывает сомнений. Между тем, роль ГСД в развитии КУТ опосредована развитием фетопатии плода, поэтому не имеет самостоятельного значения ($V = 0,6$; $p < 0,001$). Роль преэклампсии может быть опосредована высокой распространенностью в группе КУТ таких предикторов преэклампсии, как сахарный диабет и ожирение (Umesawa M. et al., 2017; Morikawa M. et al., 2020; O'Dwyer V. et al., 2021; Benhalima K. et al., 2021).

При сравнении результатов антропометрического исследования, проведенного накануне родов (1-2 дня), в исследуемых группах определяются различия ИМТ, а также значений ОЖ и ВДМ (Таблица 2).

Таблица 2 – Значения антропометрических данных, имеющих статистически значимые различия в исследуемых группах

Показатель	Исследуемые группы					Тестовая статистика, df = 4
	контрольная n = 101	1-я n = 49	2-я n = 35	3-я n = 55	4-я n = 51	
Индекс массы тела, кг/м ²	26,9 (26,8; 27,8)	27,9 (27,6; 30,1)	26,5 (26,1; 27,4)	26,3 (26,2; 27,5)	30,0 (29,5; 31,8)	H = 19,58; p = 0,001
Окружность живота, см	99,0 (98,4; 100,3)	100,0 (99,3; 101,8)	98,0 (96,5; 99,5)	96,0 (95,1; 97,7)	108,0 (104,6; 112,3)	H = 23,84; p < 0,001
Высота дна матки, см	36,0 (35,7; 36,4)	37,0 (36,6; 37,4)	36,0 (35,7; 36,9)	35,0 (34,0; 35,0)	39,5 (39,1; 39,8)	H = 47,88; p < 0,001

Несмотря на гипотетическую значимость размеров большого таза в развитии КУТ, достоверно значимых различий в ходе исследования мы не получили ($p > 0,01$). Частота диагностики анатомического сужения таза в контрольной группе составляла 8,9 % (9/101), в 1-й группе – 12,2 % (6/49), во 2-й группе – 11,4 % (4/35), в 3-й группе – 21,8 % (12/55), в 4-й группе – 17,6 % (9/51) случаев ($\chi^2 = 5,92$; $df = 4$; $p = 0,21$). Данный факт может свидетельствовать как о значительной погрешности измерений размеров большого таза, так и о недостаточной информативности наружной пельвиометрии в целом. Кроме того, отсутствие значимости различий может говорить о более значимой роли размеров плода в развитии КУТ и быстрых родов. Более высокие значения ИМТ у женщин с КУТ и СРД обусловлены преобладанием женщин с исходным избыточным питанием в данных группах: в группе контроля избыточная масса тела и ожирение имели место у 28,7 % (29/101), в 1-й группе – у 49,0 % (24/49), во 2-й группе – у 31,4 % (11/35), в 3-й группе – у 21,8 % (12/55), в 4-й группе – у 47,1 % (24/51) женщин ($\chi^2 = 13,69$; $df = 4$; $p = 0,009$). Следовательно, можно предположить, что избыточная масса тела и ожирение могут являться факторами риска как СРД, так и КУТ ($V = 0,22$; $p = 0,008$). Сопряженность преэклампсии и избыточного питания также является слабой, но все же статистически значимой ($V = 0,16$, $p = 0,01$).

Преждевременный разрыв плодных оболочек (ПРПО) является основным фактором риска не только ДРД, но и СРД: в группе контроля он наблюдался у 21,8 % (22/101), в 1-й группе – у 42,9 % (21/49), во 2-й группе – у 62,9 % (22/35), в 3-й группе – у 27,3 % (15/55), в 4-й группе – у 25,5 % (13/51) женщин ($\chi^2 = 24,39$; $df = 4$; $p < 0,001$). В большинстве случаев развитие АРД при ПРПО возникает на фоне недостаточной «зрелости» родовых путей ($V = 0,28$; $p < 0,001$). Задний вид затылочного предлежания, сохраняющийся на момент вступления в роды, в большинстве случаев является причиной СРД: в группе контроля он был диагностирован у 5,9 % (6/101), в 1 группе – у 30,6 % (15/49), во 2 группе – у 20,0 % (7/35), в 4 группе – у 15,7 % (8/51), в 3 группе во всех случаях (55/55) был диагностирован передний вид ($\chi^2 = 29,05$; $df = 4$; $p < 0,001$). Наиболее часто задний вид приводит к развитию ВСРД ($V = 0,37$; $p < 0,001$): у пациенток с ПСРД он имел место в 21,2 % (7/33), у пациенток с ВСРД – в 50,0 % (8/16) случаев ($\chi^2 = 4,2$; $df = 1$; $p = 0,04$). Эпидуральная анестезия проводилась преимущественно пациенткам с ДРД ($V = 0,41$; $p < 0,001$): в группе контроля она была выполнена у 18,8 % (19/101), в 1-й группе – у 38,8 % (19/49), во 2-й группе – у 62,9 % (22/35), в 3-й группе – у 14,5 % (8/55), в 4-й группе – у 15,7 % (8/51) пациенток ($\chi^2 = 38,04$; $df = 4$; $p < 0,001$). Родоразрешение путем операции кесарева сечения в группе контроля имело место в 3,0 % (3/101), в 1-й группе – в 51,0 % (25/49), во 2 группе – в 54,3 % (19/35), в 4-й

группе – в 100,0 % (51/51) случаев. У всех пациенток с ЧСРД роды произошли через естественные родовые пути ($\chi^2 = 184,26$; $df = 4$; $p < 0,001$). Оперативные влагалищные роды имели место у 25,0 % (4/16) пациенток с ВСРД.

При сравнении количественных признаков, относящихся к продолжительности периодов и исходу родов, не определено значимых различий только при сравнении продолжительности III периода родов в исследуемых группах (Таблица 3).

Таблица 3 – Оценка продолжительности периодов и исхода родов, имеющих статистически значимые различия в исследуемых группах

Показатели	Исследуемые группы					Тестовая статистика
	контрольная n = 101	1-я n = 49	2-я n = 35	3-я n = 55	4-я n = 51	
Безводный промежуток, мин	290,0 (279,1; 337,6)	565,0 (474,0; 624,8)	440,0 (422,0; 586,5)	200,0 (194,6; 265,8)	392,0 (286,6; 411,5)	H = 54,18; df = 4; p < 0,001
I период родов, мин	405,0 (403,1; 432,0)	545,0 (485,7; 589,3)	560,0 (531,3; 603,0)	240,0 (231,4; 261,3)	500,0 (464,0; 549,8)	H = 88,68; df = 4; p < 0,001
II период родов, мин	35,0 (32,5; 35,8)	60,0 (57,0; 76,8)	45,0 (41,6; 54,1)	30,0 (29,0; 33,1)	—	H = 23,71; df = 3; p < 0,001
Масса ребенка, г	3 340,0 (3 259,7; 3 404,1)	3 510,0 (3 492,1; 3 741,3)	3 400,0 (3 373,4; 3 686,6)	3 000,0 (2 962,9; 3 137,1)	4 160,0 (3 972,0; 4 246,8)	H = 69,72; df = 4; p < 0,001
Рост ребенка, см	51,0 (51,0; 51,7)	53,0 (51,9; 53,0)	52,0 (51,8; 53,4)	50,0 (49,8; 50,6)	55,0 (54,4; 55,7)	H = 59,31; df = 4; p < 0,001
Окружность головы ребенка, см	34,5 (34,1; 34,5)	35,0 (34,5; 35,1)	35,0 (34,1; 35,0)	33,5 (33,4; 34,0)	36,0 (35,6; 36,1)	H = 38,98; df = 4; p < 0,001
Окружность груди ребенка, см	33,5 (33,2; 33,7)	34,0 (33,6; 34,2)	34,0 (33,6; 34,5)	33,0 (32,5; 33,2)	35,5 (34,9; 35,5)	H = 34,66; df = 4; p < 0,001
Оценка по Апгар в конце 1-й мин, баллы	9,0 (9,0; 9,2)	8,0 (7,8; 8,3)	8,5 (8,1; 8,6)	9,0 (8,9; 9,2)	8,0 (7,7; 8,2)	H = 55,43; df = 4; p < 0,001
Оценка по Апгар в конце 5-й мин, баллы	9,5 (9,5; 9,6)	9,0 (8,9; 9,2)	9,0 (8,8; 9,1)	9,5 (9,3; 9,6)	9,0 (8,8; 9,0)	H = 35,26; df = 4; p < 0,001

Продолжение таблицы 3

Показатели	Исследуемые группы					Тестовая статистика
	контрольная n = 101	1-я n = 49	2-я n = 35	3-я n = 55	4-я n = 51	
Масса последа, г	600,0 (572,7; 609,5)	615,0 (596,2; 635,6)	580,0 (570,3; 624,6)	500,0 (496,3; 540,2)	750,0 (722,3; 765,4)	H = 61,18; df = 4; p < 0,001
Плодово-плацентарный коэффициент	0,180 (0,176; 0,180)	0,175 (0,171; 0,175)	0,170 (0,169; 0,170)	0,170 (0,167; 0,172)	0,180 (0,180; 0,182)	H = 37,88; df = 4; p < 0,001
Объем околоплодных вод, мл	775,0 (758,0; 907,0)	670,0 (662,5; 848,0)	1 050,0 (967,3; 1177,1)	530,0 (502,5; 590,2)	960,0 (909,7; 1109,0)	H = 47,01; df = 4; p < 0,001

Наименьшая масса, рост, окружность груди и головы новорожденных, масса последа и объем околоплодных вод имели место у пациенток с ЧСРД ($H \geq 34,66$; $df = 4$; $p < 0,001$), что подтверждает тот факт, что для изгнания меньшего объема полости матки требуется меньший промежуток времени. Мужской пол плода преобладал над женским в группе со СРД ($V = 0,26$; $p < 0,001$): в контрольной группе он имел место у 52,5 % (53/101), в 1-й группе – у 77,6 % (38/49), во 2-й группе – у 57,1 % (20/35), в 3-й группе – у 43,6 % (24/55), в 4-й группе – у 62,7 % (32/51) женщин ($\chi^2 = 13,99$; $df = 4$; $p = 0,008$). Постнатально диагноз «задержка роста плода» был выставлен у 18,8 % (19/101) пациенток группы контроля, у 6,1 % (3/49) – 1-й группы, у 5,7 % (2/35) – 2-й группы, у 29,1 % (16/55) – 3-й группы и не имел место у пациенток 4-й группы ($\chi^2 = 25,54$; $df = 4$; $p < 0,001$). Диагноз «крупный плод» постнатально был выставлен в контрольной группе в 18,8 % (19/101), в 1-й группе в 28,6 % (14/49), во 2-й группе в 34,3 % (12/35), в 3-й группе в 7,3 % (4/55), в 4-й группе в 76,5 % (39/51) случаев ($\chi^2 = 72,01$; $df = 4$; $p < 0,001$). Следовательно, точность стандартного комплексного подхода, включающего объективное обследование и УЗИ, в диагностике ЗРП и макросомии составляет 84,2 %. Диагноз «маловодие», по факту измерения общего объема ОПВ после родоразрешения, был выставлен у 18,8 % (19/101) пациенток контрольной группы, у 26,5 % (13/49) – 1-й группы, у 5,7 % (2/35) – 2-й группы, у 50,9 % (28/55) – 3-й группы, у 3,9 % (2/51) – 4-й группы ($\chi^2 = 43,11$; $df = 4$; $p < 0,001$); диагноз «многоводие» – у 10,9 % (11/101) пациенток контрольной группы, у 4,1 % (2/49) – 1-й группы, у 28,6 % (10/35) – 2-й группы, у 1,8 % (1/55) – 3-й группы, у 21,6 % (11/51) – 4-й группы ($\chi^2 = 21,91$; $df = 4$; $p < 0,001$). Следовательно, точность стандартного комплексного подхода в диагностике много- и маловодия составляет 50,9 %, что свидетельствует о том, что существующие качественные и

полуколичественные методы определения объема ОПВ имеют достаточно большую погрешность. Родовой травматизм новорожденного, в основном представленный кефалогематомами, имел место у 8,2 % (4/49) пациенток 1-й группы (с ВСРД), у 5,7 % (2/35) – 2-й группы, у 1,8 % (1/55) – 3-й группы, у 11,7 % (6/51) – 4-й группы. В группе контроля кефалогематомы не наблюдались ($\chi^2 = 13,69$; $df = 4$; $p = 0,009$). Перелом ключицы был диагностирован у двух новорожденных: первый случай – у пациентки со СРД, второй случай – при рождении крупного плода у пациентки с ЧСРД ($\chi^2 = 3,64$; $df = 4$; $p = 0,46$). Разрыв шейки матки I степени был диагностирован при осмотре родовых путей только у пациенток с ДРД и ЧСРД ($V = 0,27$; $p = 0,01$): во 2-й группе он диагностирован у 14,3 % (5/35), в 3-й группе – у 3,6 % (2/55) женщин ($\chi^2 = 26,35$; $df = 4$; $p < 0,001$). Разрыв промежности (только I степени) наиболее часто происходил у пациенток со СРД ($V = 0,47$; $p < 0,001$): в группе контроля он был диагностирован у 10,9 % (11/101), в 1-й группе – у 28,6 % (14/49), во 2-й группе – у 22,9 % (8/35), в 3-й группе – у 25,5 % (14/55) пациенток ($\chi^2 = 8,81$; $df = 3$; $p = 0,03$).

К основным факторам риска развития СРД относятся: предстоящие первые роды ($RR = 2,52$; 95 % CI 1,51–4,23, $p < 0,05$) / наличие СРД в анамнезе ($RR = 2,54$; 95 % CI 1,04–6,21, $p < 0,05$), дородовое излитие околоплодных вод ($RR = 1,87$; 95 % CI 1,20–2,90, $p < 0,05$) и задний вид затылочного предлежания плода, диагностированный в начале первого периода родов ($RR = 2,82$; 95 % CI 1,91–4,16, $p < 0,05$). Наиболее точными и специфичными предикторами ДРД являются: предстоящие первые роды ($RR = 5,13$; 95 % CI 2,27–11,55, $p < 0,05$), многоводие ($RR = 2,19$; 95 % CI 1,24–3,86, $p < 0,05$), «незрелые» родовые пути ($RR = 2,14$; 95 % CI 1,19–3,84, $p < 0,05$) и преждевременный разрыв плодных оболочек ($RR = 3,54$; 95 % CI 1,97–6,34, $p < 0,05$). К основным факторам риска КУТ относятся: предстоящие первые роды ($RR = 1,72$; 95 % CI 1,09–2,70, $p < 0,05$), макросомия плода ($RR = 5,27$; 95 % CI 3,01–9,20, $p < 0,05$), задний вид затылочного предлежания ($RR = 1,83$; 95 % CI 1,09–3,08, $p < 0,05$). Наличие задержки роста плода практически в 2,4 раза увеличивает риск ЧСРД ($RR = 2,39$; 95 % CI 1,04–5,52, $p < 0,001$). Взаимосвязь ДРД и многоводия, вероятно, обусловлена более высокой частотой ДИОВ на фоне недостаточно «зрелых» родовых путей у женщин (Кузьминых Т. У. и соавт., 2019). Отсутствие тесной взаимосвязи между СРД и многоводием обусловлено проведением ранней амниотомии у данных пациенток. К основным факторам риска развития ЧСРД относятся: наличие ЧСРД в анамнезе ($RR = 1,73$; 95 % CI 1,07–2,81, $p < 0,05$), гипоплазия плаценты ($RR = 2,75$; 95 % CI 1,84–4,11, $p < 0,05$) и маловодие ($RR = 2,40$; 95 % CI 1,61–3,60, $p < 0,05$). Маловодие при гипотрофии плода и низкой прочности плодных оболочек приводит к ЧСРД за счет меньшего объема беременной матки (Черняева В. И. и соавт., 2020). Взаимосвязь гипоплазии плаценты с ЧСРД

объясняется тем, что мембранный потенциал клеток миометрия и концентрация прогестерона в области прикрепления плаценты выше, чем в клетках других отделов матки (Петросян М. А., 2020). Задний вид затылочного предлежания чаще встречался в группах со СРД и КУТ, что, вероятно, связано с тем, что головка плода вставляется большим, чем малый косой, размером, а механизм родов сопровождается дополнительным сгибанием или поворотом головки в передний вид, что приводит к увеличению длительности периода изгнания (Hjartardottir H. et al., 2021; Bellussi F. et al., 2020). Учитывая тот факт, что некоторые факторы риска встречаются одновременно в нескольких исследуемых группах, предположить с высокой долей вероятности о развитии конкретной АРД на основании указанных факторов риска не представляется возможным. Следовательно, необходимо изучить возможности комплексного подхода в прогнозировании АРД.

При сравнении результатов клинического и биохимического анализов крови, коагулограммы и ультразвукового исследования, проведенных накануне родов (1-2 дня), между 1-й, 2-й, 3-й группами и группой контроля статистически значимые различия были определены только в отношении содержания лейкоцитов, СОЭ, уровня общего белка, бипариетального размера головки, окружностей головы и живота плода, а также ИАЖ (Таблица 4).

Таблица 4 – Значения результатов клинического и биохимического анализов крови, а также ультразвукового исследования, имеющие статистически значимые различия в исследуемых группах

Показатель	Исследуемые группы				Тестовая статистика, df = 3
	контрольная n = 101	1-я n = 49	2-я n = 35	3-я n = 55	
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	10,2 (10,1; 11,1)	13,5 (12,8; 14,8)	12,6 (11,8; 14,0)	10,0 (10,0; 12,2)	H = 23,29; p < 0,001
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	43,0 (42,1; 45,1)	34,0 (31,9; 37,5)	40,0 (39,3; 42,9)	39,0 (36,4; 39,9)	H = 13,75; p = 0,003
Общий белок, г/л	64,8 (64,3; 66,1)	68,3 (66,3; 69,4)	59,0 (58,7; 61,0)	63,7 (61,8; 63,7)	H = 23,48; p < 0,001
Бипариетальный размер, мм	92,0 (90,7; 92,0)	92,0 (91,2; 93,0)	94,0 (93,4; 94,6)	91,0 (89,9; 91,4)	H = 13,86; p = 0,003
Окружность головки плода, мм	334,0 (330,1; 340,3)	337,0 (333,2; 339,8)	337,0 (334,7; 338,9)	328,0 (324,0; 328,8)	H = 14,82; p = 0,002

Продолжение таблицы 4

Показатель	Исследуемые группы				Тестовая статистика, df = 3
	контрольная n = 101	1-я n = 49	2-я n = 35	3-я n = 55	
Окружность живота плода, мм	345,0 (338,3; 345,5)	337,0 (333,4; 347,5)	349,0 (344,9; 351,8)	330,0 (326,0; 334,7)	H = 13,35; p = 0,004
Индекс амниотической жидкости, мм	115,0 (113,8; 132,4)	92,0 (91,9; 115,5)	156,0 (138,9; 162,7)	85,0 (80,9; 91,6)	H = 24,29; p < 0,001

Уровень лейкоцитов в 1-й группе превышает таковой контрольной группы в 1,32 [1,15; 1,47] раза ($U = 549,0$; $p < 0,001$), 3-й группы в 1,35 [1,05; 1,48] раза ($U = 233,0$; $p < 0,001$) и не отличается от 2-й группы ($U = 305,0$; $p = 0,57$). Физиологическое старение плодных оболочек является одним из пусковых стимулов нормальных родов, в результате которого возникает стерильное воспаление, запускающее каскад событий, способствующих инициации родовой деятельности (Баев О. Р. и соавт., 2022). Увеличение же уровня лейкоцитов может происходить на фоне латентно протекающего воспалительного процесса, локально приводящего к дезорганизации в работе клеток миометрия (Farine T. et al., 2017; Бологов М. А., Пенжоян Г. А., 2018): снижение интенсивности синтеза белка и гликогена, нарушение процессов накопления РНК, снижение активности ферментов, приводящей к развитию СРД и ДРД. Прогрессирование процесса воспаления также приводит к разрушению матрикса и дестабилизации мембран (Menon R. et al., 2020). Данный механизм объясняет взаимосвязь уровня лейкоцитов в ОАК с ПРПО, обладающим умеренной связью с ДРД и СРД ($V = 0,29$; $p < 0,001$). Между тем, увеличение СОЭ, являющейся неспецифическим маркером воспаления, не происходит у пациенток 1 группы. Данный показатель в 1-й группе ниже таковой контрольной группы в 1,26 [1,12; 1,41] раза ($U = 588,0$; $p = 0,002$), 2-й группы в 1,18 [1,05; 1,34] раза ($U = 151,5$; $p = 0,003$), 3-й группы в 1,15 [0,97; 1,25] раза, что не является статистически значимым ($U = 325,0$; $p = 0,11$). Более низкий уровень СОЭ косвенно свидетельствует о более высокой концентрации прогестерона, что может объясняться тем, что прогестерон повышает мембранный потенциал, блокирует транспорт ионов натрия и стабилизирует клеточные мембраны не только клеток миометрия, но и эритроцитов. Прогестерон же, воздействуя на рецепторы миометрия и гипоталамо-гипофизарную систему, подавляет экскрецию окситоцина, что может способствовать развитию СРД (Wray S., Arrowsmith S., 2021; Amazu C. et al., 2020; Nadeem L. et al., 2016).

Уровень общего белка во 2-й группе ниже таковой контрольной группы в 1,10 [1,05; 1,13] раза ($U = 542,5$; $p < 0,001$), 1-й группы в 1,16 [1,09; 1,18] раза

($U = 70,0$; $p < 0,001$), 3-й группы в 1,08 [1,01; 1,09] раза, что не является статистически значимым ($U = 401,0$; $p = 0,06$). Общий белок обеспечивает транспортную функцию крови. Гипопротеинемия же приводит к снижению интенсивности синтеза белков и окислительно-восстановительных процессов (Kokot I. et al., 2021; Belinskaia D. A. et al., 2020). Между тем, сокращение матки и нормальное течение родового процесса в определенной степени зависят от функциональной активности «щелевых контактов» между клетками миометрия, для образования которых необходим синтез соответствующего протеина (gap junction) (Anamthathmakula P. et al., 2019; Manchanda R. et al., 2019). Локальное же отсутствие «щелевых контактов», в свою очередь, может приводить к десинхронизации сокращений миометрия (Koutras A. et al., 2021; Maxey A. P. et al., 2021).

В отличие от биохимического и клинического анализов крови показатели коагулограммы в исследуемых группах не имели статистически значимых различий, что, вероятно, обусловлено активацией факторов свертывания крови накануне как физиологических, так и патологических родов (Oluwaseyi B. E. et al., 2021; Siennicka A. et al., 2020; Cui C. et al., 2017).

Результаты проведения УЗИ накануне родов свидетельствуют о том, что меньший объем беременной матки на доношенном сроке беременности зачастую сопровождается высокой вероятностью развития ЧСРД. Бипариетальный размер головки плода у обследуемых 3-й группы был меньше, чем у пациенток 2-й группы в 1,03 [1,02; 1,05] раза ($U = 189,0$; $p < 0,001$), однако не отличался от аналогичного показателя контрольной и 1-й группы ($U \geq 305,0$; $p \geq 0,08$). Окружность головки плода в 3-й группе была меньше таковой контрольной группы в 1,02 [1,00; 1,05] раза ($U = 1378,0$; $p = 0,02$), 1-й группы в 1,03 [1,00; 1,05] раза ($U = 200,0$; $p = 0,001$), 2-й группы в 1,03 [1,02; 1,05] раза ($U = 227,0$; $p = 0,001$). Окружность живота плода была также наименьшей в 3-й исследуемой группе ($p \leq 0,002$), однако не наблюдалось статистически значимых различий в сравнении с 1-й группой ($U = 372,0$; $p = 0,47$). Индекс амниотической жидкости в 3-й группе в сравнении с контрольной группой был меньше в 1,35 [1,24; 1,64] раза ($U = 1214,0$; $p = 0,02$), в сравнении со 2-й группой – в 1,84 [1,52; 2,01] раза ($U = 146,0$; $p < 0,001$), в сравнении с 1-й группой – в 1,08 [1,00; 1,43] раза, что, между тем, не является статистически значимым ($U = 322,0$; $p = 0,14$).

Технология прогнозирования АРД реализована на базе многослойного персептрона, процент неверных предсказаний в процессе обучения которого составил 16,2 %. Структура обучаемой нейронной сети включала 12 входных нейронов, один скрытый слой, состоящий из 3 единиц, и 4 выходных нейрона (Рисунок 1).

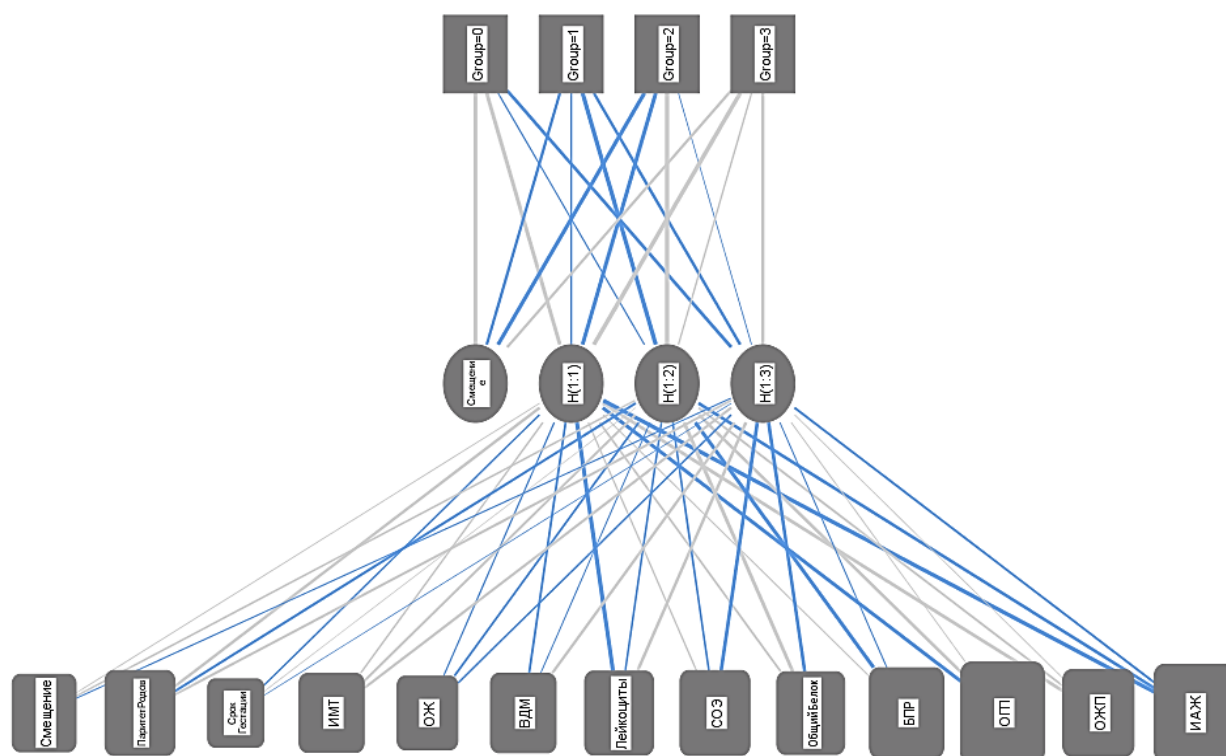


Рисунок 1 – Конфигурация многослойного персептрона, позволяющего прогнозировать развитие аномалий родовой деятельности

Полученная нейронная сеть позволяет эффективно прогнозировать как нормальную, так и аномальную родовую деятельность (Таблица 5).

Таблица 5 – Информативность разработанной технологии в прогнозировании характера регулярной родовой деятельности

Характер родовой деятельности	AUC	Статистическая значимость	Sensitivity	Specificity
НРД	0,92	$p < 0,001$	0,81	0,97
СРД	1,00	$p < 0,001$	1,00	1,00
ДРД	0,99	$p < 0,001$	1,00	0,96
ЧСРД	0,91	$p < 0,001$	0,94	0,83

В процессе тестирования нейронной сети на выборке пациенток, состоящей из 87 человек, процент неверных предсказаний составил 24,1 % (21/87), что может быть связано как с меньшим объемом тестируемой выборки, так и с погрешностями объективного и ультразвукового исследования.

Учитывая безусловную важность определенных факторов риска в развитии АРД, целесообразным является разработка более точных методов расчета предполагаемой массы плода, объема плаценты и околоплодных вод, а также

определения емкости малого таза. Увеличение точности указанных параметров, в перспективе, должно повысить прогностическую ценность нейронной сети.

Для повышения точности нами были предложены два способа расчета предполагаемой массы плода накануне родов. Первый способ основан на геометрическом моделировании результатов абдоинометрии и выражается формулой:

$$M = \frac{(\text{ДОП} - \text{ТКС}) \times (\text{ШОП} - \text{ТКС}) \times (\text{ОЖ} - \pi \times \text{ТКС})}{12},$$

где ДОП – длина овоида плода (см);

ШОП – ширина овоида плода (см);

ОЖ – окружность живота беременной (см);

ТКС – толщина кожной складки по средней подмышечной линии на уровне пупка (см).

Для наглядной оценки точности разработанной формулы решено сравнить значение ее относительной погрешности с погрешностями стандартных формул для расчета массы плода в общей выборке (Рисунок 2).

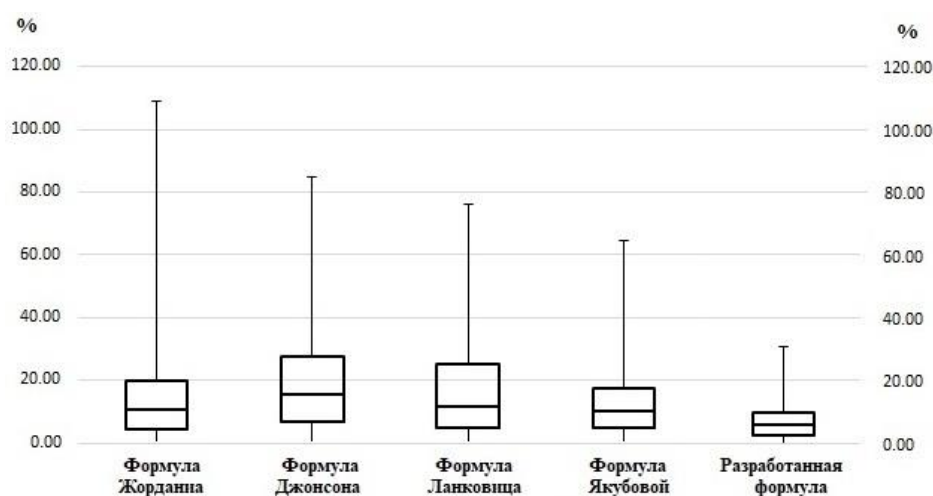


Рисунок 2 – Относительная погрешность антропометрических способов расчета массы плода

Наиболее оптимальной стандартной формулой для расчета массы плода является формула Якубовой ($N = 52,7$; $df = 3$; $p < 0,001$), относительная погрешность которой, между тем, статистически значимо не отличается от погрешности формулы Жордана ($U = 143807,0$; $p = 0,23$). Относительная погрешность разработанной формулы в

1,8 [1,6; 2,1] раза ниже погрешности формулы Якубовой ($U = 95270,0$; $p < 0,001$), что определяет ее высокую диагностическую ценность.

Второй способ основан на модификации числа УЗ фетометрических параметров с последующим применением регрессионного анализа и выражается формулой:

$$M = \text{ЛЗР} \times \text{ПРП} \times (\text{ДБ} + \text{ДП} + \text{ДБК} + \text{ДЛК}),$$

где ЛЗР – лобно-затылочный размер головки (см);

ПРП – поперечный размер плечиков (см);

ДБ – длина бедра (см);

ДП – длина плеча (см);

ДБК – длина большеберцовой кости (см);

ДЛК – длина лучевой кости плода (см).

Для наглядной оценки точности разработанного способа решено сравнить значение его относительной погрешности с погрешностями стандартных формул расчета массы плода в общей выборке (Рисунок 3).

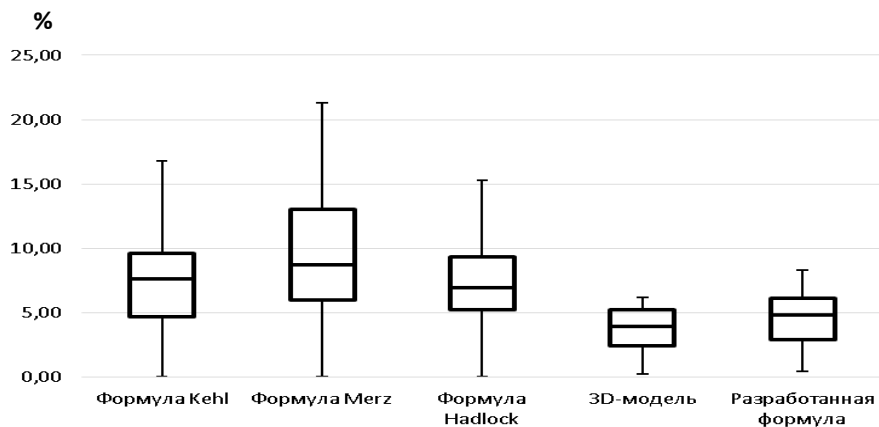


Рисунок 3 – Относительная погрешность ультразвуковых способов расчета массы плода

В целом, наиболее точным стандартным способом расчета является использование формулы Hadlock ($H = 37,4$; $df = 2$; $p < 0,001$). Между тем, увеличение числа изучаемых фетометрических параметров наряду с геометрическим и 3D-моделированием позволяет значимо увеличить информативность УЗИ в определении массы плода ($H \geq 50,2$; $df = 3$; $p < 0,001$).

На основании того факта, что плацента представляет собой орган полуэллипсоидной формы, нами разработан способ определения объема плаценты, который выражается формулой:

$$V = \frac{0,424 \times S_1 \times S_2}{h},$$

где S_1 – площадь максимального продольного сечения плаценты (см²);

S_2 – площадь перекрестного сечения плаценты (см²);

h – толщина плаценты (см).

В результате определения объема плацент у беременных общей выборки накануне родов определены процентильные значения объема плаценты на различных сроках доношенной беременности (Таблица 6).

Таблица 6 – Процентильные значения объема плаценты на различных сроках доношенной беременности

Срок беременности	Объем плаценты, см ³				
	5 %	10 %	50 %	90 %	95 %
37 недель	416,3	431,5	450,0	688,2	711,4
38 недель	425,1	451,4	500,0	706,6	718,5
39 недель	448,5	472,4	550,0	715,2	731,6
40 недель	467,5	494,0	580,0	724,1	745,4
41 неделя	489,7	511,9	620,0	738,5	786,3

Учитывая отсутствие статистически значимых различий объема плаценты на различных сроках доношенной беременности ($H = 4,96$; $df = 4$; $p = 0,29$), нормативное значение объема можно усреднить: 540,0 (95 % ДИ 449,4–738,6) см³. При сопоставлении объема конкретной плаценты с указанным нормативным значением имеется возможность объективно судить о наличии или отсутствии гипер- или гипоплазии плаценты.

На основании оценки зависимости истинного количества околоплодных вод от параметров ультразвукового исследования выявлено, что причинами ошибок качественной оценки объема ОПВ является отсутствие учета массы плода, а также геометрической зависимости объема ОПВ от множества фетометрических показателей.

Для наглядной оценки взаимосвязи объема тела плода, плаценты и околоплодных вод разработаны соответствующие 3D-модели. На основании уравнения линейной регрессии, в структуру которой были включены параметры полученной 3D-модели, определена закономерность, выражающаяся формулой:

$$V_{\text{опв}} = 200 \times \text{ИОВ} + 0,08 \times M - 1500 ,$$

где ИОВ – индекс околоплодных вод (см);

M – масса плода (г).

Индекс околоплодных вод определяется как сумма следующих карманов:

K_1 – перпендикуляр от свода черепа плода к предлежащей стенке матки,
 K_2 – перпендикуляр от тазового конца плода к предлежащей стенке матки,
 K_3, K_4, K_5, K_6 – перпендикуляры от передней, задней и боковых поверхностей живота плода на уровне желудка к предлежащим внутренним поверхностям полости матки.

С целью определения диапазона колебаний объема околоплодных вод на разных сроках гестации в общей выборке гравиметрическим методом измерялось количество ОПВ после родоразрешения (Таблица 7).

Таблица 7 – Объем околоплодных вод на различных сроках доношенной беременности

Срок беременности	Объем околоплодных вод, мл				
	5 %	10 %	50 %	90 %	95 %
37 недель	379,1	450,5	600,0	1083,8	1312,5
38 недель	433,7	493,9	720,0	1254,1	1314,3
39 недель	755,0	776,1	900,0	1052,1	1073,2
40 недель	655,5	676,0	800,0	942,9	963,4
41 неделя	549,9	587,7	700,0	1041,7	1079,5

Объем ОПВ, между тем, не имел статистически значимых различий на различных сроках доношенной беременности ($H = 3,74$; $df = 4$; $p = 0,44$), поэтому нормативное значение объема ОПВ можно усреднить: 745,0 (95 % ДИ 554,6–1148,6) мл.

Наименьшая относительная погрешность разработанного способа наблюдается у пациенток с нормальным количеством ОПВ ($H = 11,25$; $df = 2$; $p = 0,004$), что, вероятно, связано с тем, что при многоводии амниометрия затруднена за счет свободно плавающих конечностей и пуповины, а при маловодии даже незначительная абсолютная погрешность будет приводить к высокой относительной погрешности за счет низкого исходного количества ОПВ (Рисунок 4).

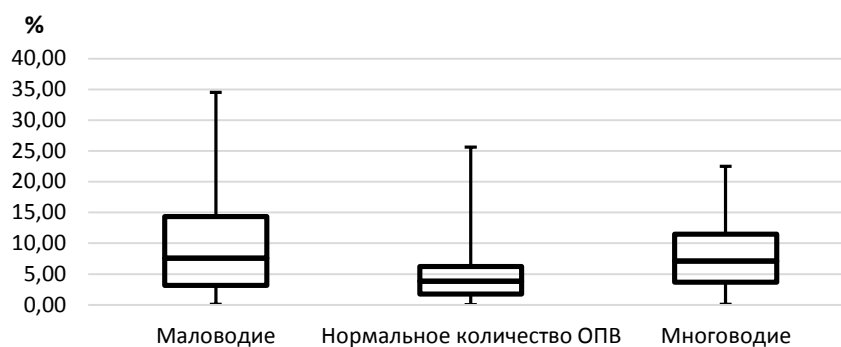


Рисунок 4 – Относительная погрешность разработанного способа при определении объема ОПВ в исследуемых группах

Основываясь на геометрическом моделировании сагиттальной плоскости малого таза, нами разработан более точный способ расчета истинной конъюгаты:

$$Cv = \sqrt{Cd^2 - Sp^2} ,$$

где Cv – истинная конъюгата (см);
 Cd – диагональная конъюгата (см);
 Sp – высота лонного сочленения (см).

Для наглядной оценки точности разработанной формулы решено сравнить ее относительную погрешность с погрешностями 2 стандартных способов: I способ предполагает расчет истинной конъюгаты как разности значения диагональной конъюгаты и индекса Соловьева; II способ – как разности значения диагональной конъюгаты и 1,5 см при величине лонного сочленения 4 см и менее, или 2 см при величине лонного сочленения более 4 см (Рисунок 5).

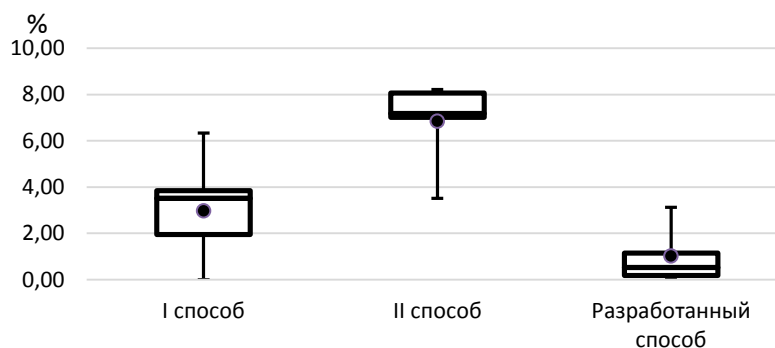


Рисунок 5 – Относительная погрешность изучаемых способов расчета истинной конъюгаты

В качестве условного «золотого стандарта», объективно отражающего значение истинной конъюгаты, использовалась ультразвуковая пельвиометрия. Относительная погрешность расчета значения истинной конъюгаты с помощью I способа превышает погрешность разработанной формулы в 2,9 раза ($U = 54,0$; $p = 0,02$), а погрешность II способа превышает ее в 6,7 раза ($U = 0,0$; $p < 0,001$). Таким образом, использование разработанной формулы позволяет значимо снизить погрешность расчета значения истинной конъюгаты ($H = 46,0$; $df = 2$; $p < 0,001$), что, в первую очередь, опосредовано функциональной зависимостью между исследуемыми параметрами.

Для исключения поперечного сужения полости малого таза на основании геометрического моделирования нами разработан способ расчета угла лонной дуги, который выражается формулой:

$$\text{УЛД} = 180^\circ - \arccos\left(0,5 \times \frac{S_1 S_2}{S_1 P}\right) - \arccos\left(0,5 \times \frac{B_1 B_2}{B_2 S_1 - S_1 P}\right),$$

где УЛД – угол лонной дуги ($^\circ$);

$S_1 S_2$ – Distantia spinarum (см);

$S_1 P$ – расстояние между передней верхней остью подвздошной кости до нижнего края лонного сочленения (см);

$B_2 S_1$ – расстояние между передней верхней остью подвздошной кости до бугра противоположной седалищной кости (см);

$B_1 B_2$ – поперечный размер плоскости выхода (см).

Учитывая сложность необходимых расчетов, на основании анализа полученной формулы создан инструмент, позволяющий измерить угол лонной дуги (Рисунок 6).

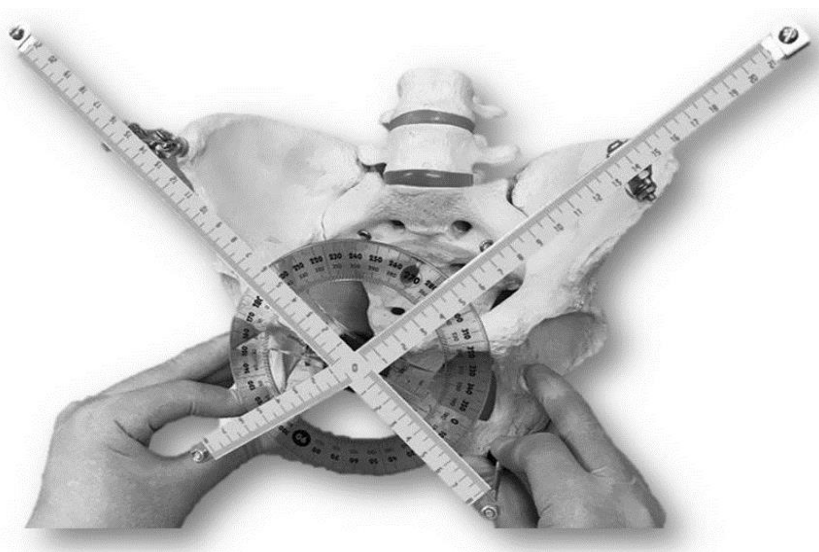


Рисунок 6 – Инструмент для определения угла лонной дуги

Абсолютная погрешность разработанного инструмента в сравнении с эталоном (ультразвуковая пельвиометрия) составила 2,9 (2,3; 3,7)°, что позволяет исключить сужение поперечных размеров таза.

При подозрении на «стертую» форму сужения таза проводилась ультразвуковая пельвиометрия. На основании нелинейного регрессионного анализа значимости параметров ультразвуковой фето- и пельвиометрии в возникновении плодово-тазовой диспропорции разработан способ прогнозирования КУТ, который выражается формулой:

$$K = \frac{24 \times GA \times BPD \times OFD}{(AE + PC) \times (TD_1 + TD_2) \times (FD_1 + FD_2)},$$

где AE – угол разгибания головки (градусы);

PC – угол лонной дуги (градусы);

TD₁ – поперечный размер плоскости входа (см);

TD₂ – поперечный размер плоскости выхода (см);

FD₁ – прямой размер плоскости входа (см);

FD₂ – прямой размер узкой части полости малого таза (см);

GA – срок беременности (недели);

BPD – бипариетальный размер (см);

OFD – лобно-затылочный размер головки плода (см).

При значении коэффициента более 1 прогнозировали КУТ (Se = 0,82, Sp = 0,78, AUC = 0,80 [95 % CI 0,62–0,98], p < 0,05).

Несмотря на значительное число симптомов развития КУТ, большинство из них носит субъективный характер и не позволяет выполнить своевременную диагностику развивающегося клинического несоответствия (Pavlicev M. et al., 2020; Малышкина А. И., 2017; Калачев В. Н., Захаренкова Т. Н., 2017). Наибольшие трудности представляет дифференциальная диагностика между слабостью потуг и клиническим несоответствием I степени, поэтому нами проведено сравнение некоторых параметров УЗИ у пациенток 1-й и 4-й групп в начале второго периода родов. Для определения угла прогрессии родов, степени конфигурации и площади поперечного сечения сегмента вставления головки плода использовался транслабиальный доступ ультразвукового датчика (Рисунок 7).

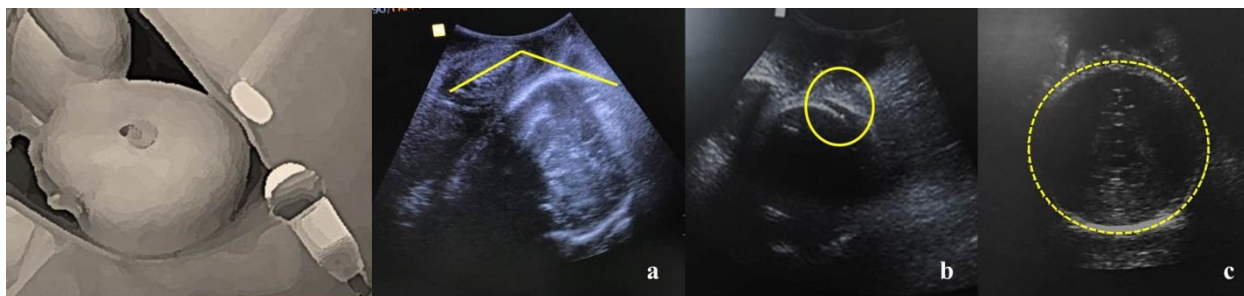


Рисунок 7 – Методика измерения угла прогрессии родов (а), степени конфигурации головки (b) и поперечного сечения сегмента вставления головки плода (с) путем интранатального ультразвукового исследования

Угол прогрессии родов в начале второго периода родов в 1-й группе составлял $121,3 (115,7; 128,3)^\circ$, в 4-й группе – $110,8 (105,0; 114,8)^\circ$ ($U = 48,5$, $p < 0,001$). Угол прогрессии родов менее 116° в начале второго периода родов ассоциировался с последующим оперативным родоразрешением в 1-й группе в $47,6\%$ ($10/21$), в 4-й группе в 100% ($51/51$) случаев ($\chi^2 = 18,35$; $df = 1$; $p < 0,001$). Между углом прогрессии родов и вероятностью родоразрешения через естественные родовые пути имеется прямая умеренная корреляционная связь ($r = 0,32$; $p = 0,01$). Площадь сечения сегмента вставления головки плода в начале второго периода родов в 1-й группе составляла $83,6 (79,5-87,0) \text{ см}^2$, в 4-й группе – $83,2 (79,8-84,3) \text{ см}^2$ ($U = 146,0$; $p = 0,08$). Значимой взаимосвязи между площадью сечения сегмента вставления головки и исходом родов не обнаружено, так как площадь сечения сегмента вставления напрямую зависит от массы плода и косвенно от размеров плоскости входа в малый таз. Однако данный показатель позволяет оценить продвижение головки плода в динамике (за счет анализа динамики увеличения площади сечения сегмента вставления каждые 30 минут). Для вставления головки плода малым сегментом характерна площадь сечения сегмента вставления от 75 до 85 см^2 , большим сегментом – более 85 см^2 . Между площадью сечения сегмента вставления головки и вероятностью родоразрешения через естественные родовые пути имеется прямая слабая корреляционная связь ($r = 0,28$; $p = 0,03$). Конфигурация головки плода по стреловидному шву в начале второго периода родов в 1-й группе составляла $11,0 (9,2; 13,0) \text{ мм}$, в 4-й группе – $15,0 (14,0; 16,3) \text{ мм}$ ($U = 53,5$; $p < 0,001$). В $8,2\%$ ($4/49$) случаев 1-й группы и $11,8\%$ ($6/51$) – 4-й группы у новорожденных диагностировано наличие кефалогематомы ($\chi^2 = 0,36$; $df = 1$; $p = 0,55$). Отсутствие статистически значимых различий связано с тем, что данное осложнение было ассоциировано исключительно со степенью конфигурации головки по стреловидному шву, равной 15 мм и более ($\chi^2 = 82,00$; $df = 1$; $p < 0,001$). Обращает внимание, что

между степенью конфигурации головки плода и вероятностью формирования кефалогематомы имеется заметная прямая корреляционная связь ($\rho = 0,68$; $p < 0,001$). Выраженная конфигурация в области стреловидного шва в данной ситуации, вероятно, сопровождалась кровоизлияниями в области надкостницы теменных костей и прилежащих тканей, что впоследствии приводило к формированию кефалогематом.

Модифицированный симптом Вастена определяли с помощью трансабдоминального доступа ультразвукового датчика как отношение между линией максимального продольного размера лонного сочленения и параллельной линией, состоящей из ряда точек, принадлежащих контуру предлежащей головки плода (Рисунок 8).

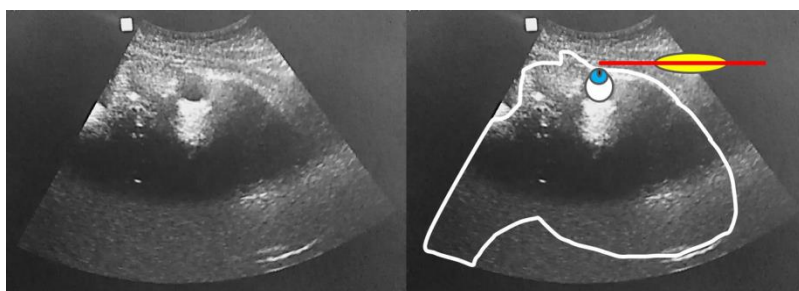


Рисунок 8 – Методика определения модифицированного симптома Вастена путем интранатального ультразвукового исследования

Модифицированный симптом Вастена был положительным у 88,2 % (45/51) женщин 4-й группы. У пациенток, новорожденные которых имели кефалогематомы, ультразвуковым способом был диагностирован симптом Вастена «вровень». Относительный риск развития КУТ при значении симптома Вастена «вровень» равен 1,23 (95 % CI 0,79–1,91), $p > 0,05$, что свидетельствует об отсутствии прямой связи между значением модифицированного симптома Вастена «вровень» и вероятностью КУТ. На основании анализа значимости параметров интранатального УЗИ в возникновении КУТ по данным построения математической модели, основанной на методе линейной регрессии, разработан способ ранней диагностики КУТ, который предполагает вычисление коэффициента К по формуле:

$$K = 0,2 + 0,004 \times \text{УПР} + 0,02 \times \text{ПССВГ} - 0,04 \times \text{СКГ} + 0,62 \times \text{СВ},$$

где УПР – угол прогрессии родов (°);

ПССВГ – площадь сечения сегмента вставления головки плода (см²);

СКГ – степень конфигурации головки плода по стреловидному шву (мм);

СВ – модифицированный симптом Вастена (-1 соответствует «отрицательному», 0 – «вровень», 1 – «положительному» симптому).

При значении коэффициента К более 1,5 диагностируют относительное, а при К более 2,0 – абсолютное клиническое несоответствие головки плода тазу матери ($R^2 = 0,92$, $p < 0,001$).

Чувствительность разработанной модели в рамках диагностики КУТ составляет 0,92, специфичность – 0,89, точность – 0,90. Площадь под ROC-кривой составляет 0,90 [95 % CI 0,82–0,99], $p < 0,001$.

Учитывая высокую частоту оперативного родоразрешения не только в 4-й, но и в 1-й и 2-й исследуемых группах, наиболее оптимальным, с практической точки зрения, представляется не столько прогнозирование КУТ, сколько определение оптимального метода родоразрешения женщин (консервативное родоразрешение/кесарево сечение) на этапе развития АРД. Способ разработан путем применения многослойного персептрона, процент неверных предсказаний в процессе обучения которого составил 2,6 %. Структура обучаемой нейронной сети включала 14 входных нейронов, один скрытый слой, содержащий 4 единицы, и 2 выходных нейрона (Рисунок 9).

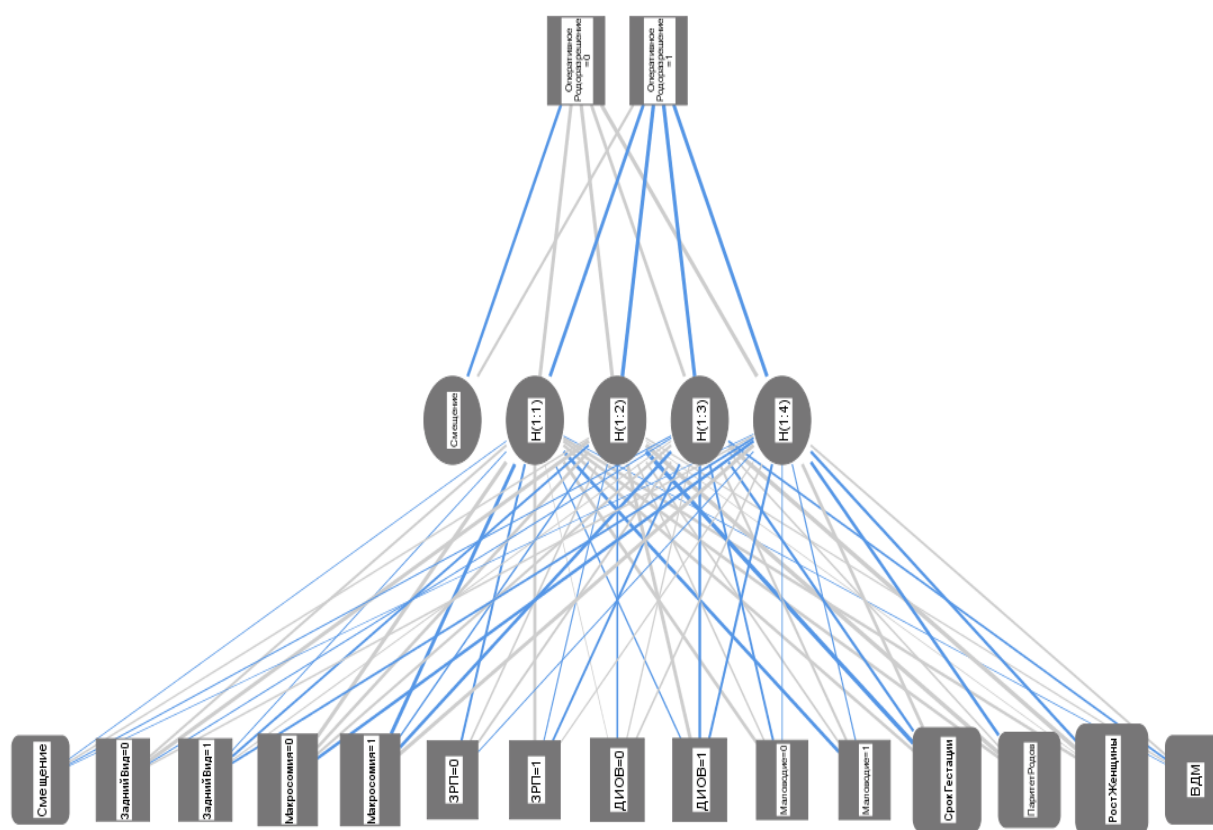


Рисунок 9 – Конфигурация многослойного персептрона, позволяющего определить оптимальный метод родоразрешения женщин при развитии аномалий родовой деятельности

В процессе тестирования нейронной сети на выборке пациенток, состоящей из 58 рожениц, процент неверных предсказаний составил 6,9 % (4/58), что может быть связано с погрешностями измерения ВДМ, а также ложностью предположения о наличии маловодия, задержки или макросомии плода в некотором проценте случаев. Между тем, полученная нейронная сеть обладает достаточной информативностью в качестве способа определения оптимального метода родоразрешения у пациенток с АРД (AUC = 0,98; Sp = 0,96; Se = 0,94; p < 0,001).

Ухудшение состояния плода часто возникает как на фоне АРД, сопровождающихся увеличением базального тонуса миометрия, так и гиперстимуляции родовой деятельности у беременных со СРД. Наибольшее снижение кровотока в маточных артериях возникает на «пике» схватки, что приводит к дополнительной функциональной нагрузке на организм плода (Ahmed R. et al., 2021; Lowensteyn Y. N. et al., 2019; Lear C. A. et al., 2018; Железова М. Е. и соавт., 2017).

Для прогнозирования состояния плода на фоне родостимуляции у беременных после проведения УЗИ накануне родов определяли коэффициент резистентности плода R по формуле, основанной на нелинейном регрессионном анализе:

$$R = \frac{T \times (\pi \times h \times D)^2}{S_1 \times S_2 \times P},$$

где S_1 – площадь максимального продольного сечения плаценты (см²);

S_2 – площадь перекрестного сечения плаценты (см²);

h – толщина плаценты (см);

D – диаметр максимального поперечного сечения полости матки (см);

T – толщина миометрия дна матки (см);

P – индекс расположения плаценты в полости матки, при локализации плаценты по задней стенке и/или левому ребру матки равный 10,0, по задней стенке и правому ребру матки – 10,5, по передней стенке и левому ребру матки – 11,0, по передней стенке и правому ребру матки – 11,5, в левом углу или по правому ребру матки – 12,0, в дне матки – 12,5, в правом углу матки – 13,0.

При коэффициенте резистентности плода R менее 2,0 прогнозируют ухудшение состояния плода на фоне родостимуляции. Чувствительность разработанного способа составляет 0,87, специфичность – 0,93, точность – 0,89.

Площадь под ROC-кривой составляет 0,90 [95 % CI 0,86–0,95], p < 0,001.

В течение периода наблюдения в родильном зале у 2,0 % (2/98) пациенток контрольной группы, у 16,7 % (4/24) – 1-й группы, у 6,3 % (1/16) – 2-й группы, у 9,1 %

(5/55) – 3-й группы развилось раннее гипотоническое кровотечение ($\chi^2 = 8,21$; $df = 3$; $p = 0,04$).

Для определения информативности общей совокупности разработанных способов в прогнозировании АРД в структуру обучаемой нейронной сети включены 13 входных нейронов: паритет родов, срок гестации, ИМТ женщины, conjugata vera, угол лонной дуги, масса плода, бипариетальный размер головки плода, объем плаценты и ОПВ, уровень лейкоцитов и скорость оседания эритроцитов, концентрация общего белка и АЧТВ, определенные накануне родов (Рисунок 10).

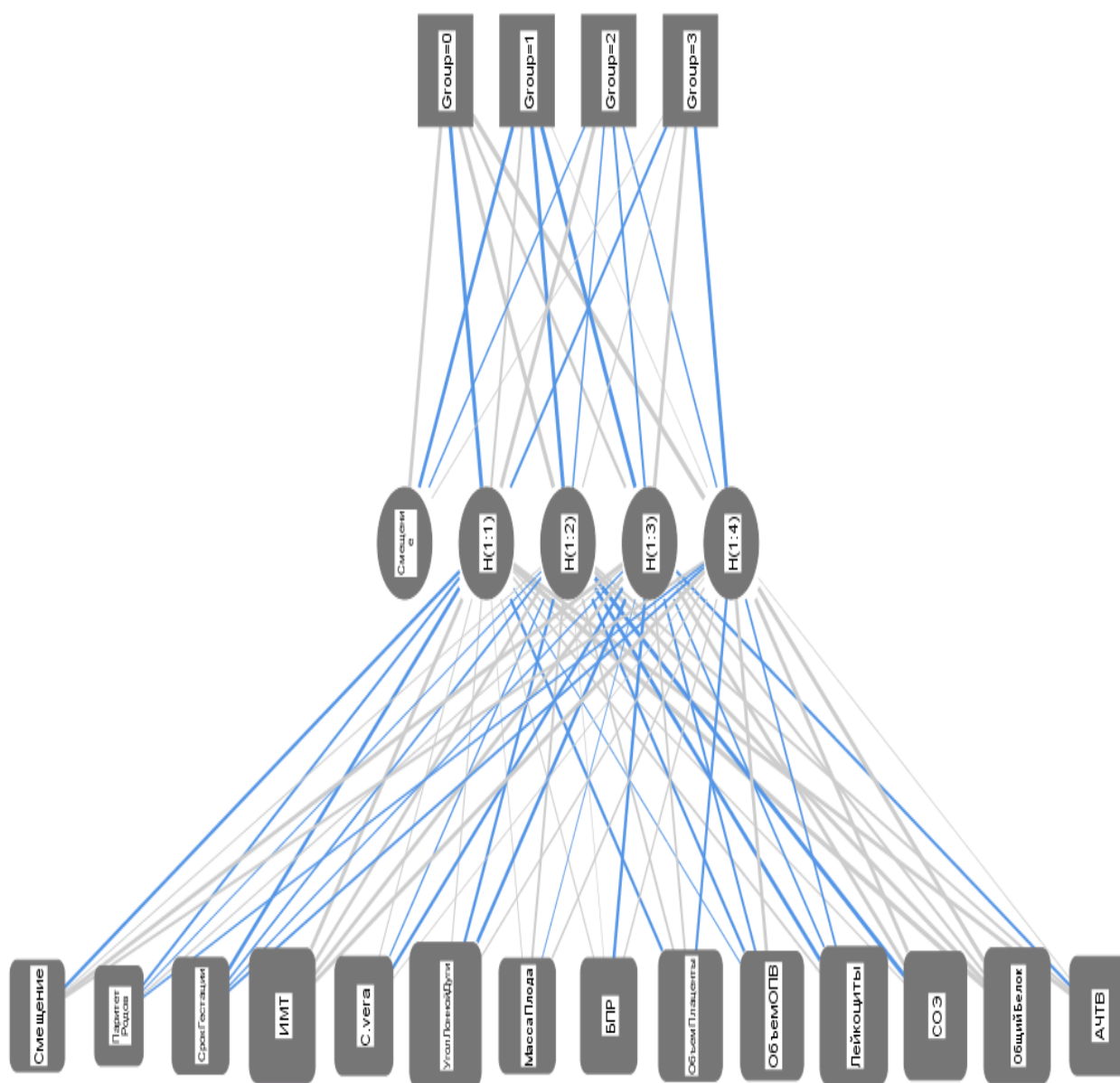


Рисунок 10 – Конфигурация многослойного персептрона, позволяющего прогнозировать аномалии родовой деятельности путем применения разработанной технологии

Процент неверных предсказаний в процессе обучения многослойного персептрона составил 4,5 % (13/291). Разработанная нейросеть обладает высокой ценностью как для прогнозирования нормальной, так и аномальной родовой деятельности (Таблица 8).

Таблица 8 – Информативность разработанной технологии в прогнозировании характера родовой деятельности

Характер родовой деятельности	AUC	Статистическая значимость	Sensitivity	Specificity
НРД	0,98	$p < 0,001$	0,95	0,89
СРД	0,99	$p < 0,001$	1,00	0,99
ДРД	1,00	$p < 0,001$	1,00	1,00
ЧСРД	0,98	$p < 0,001$	1,00	0,96

Тестирование указанного варианта нейронной сети проводилось в ходе II этапа исследования.

На основании полученных результатов и гипотез, построенных на основании патофизиологии развития АРД, нами был разработан алгоритм ведения пациенток из группы риска, начиная с момента их поступления на дородовую госпитализацию (Рисунок 11).

Группы II этапа исследования были сопоставимы по возрасту, медико-социальным характеристикам, большинству параметров антропометрического исследования, показателям менструальной и сексуальной функции. У большинства пациенток 5-й группы предстояли вторые (1,9; 2,3), 6-й группы – первые (1,0; 1,6), 7-й группы – первые (1,0; 1,7) роды ($N = 15,63$; $df = 2$; $p = 0,001$). Срок наступления родов в 5-й группе был равен 39,0 (38,6; 39,3), в 6-й группе – 40,0 (39,7; 40,3), в 7-й группе – 40,0 (39,5; 40,2) неделям ($N = 19,23$; $df = 2$; $p < 0,001$). Масса плода в 5-й группе была равна 3 315,0 (3 143,6; 3 451,6) г, в 6-й группе – 3 520,0 (3 413,3; 3 640,9) г, в 7-й группе – 3 500,0 (3 426,1; 3 604,6) г ($N = 12,01$; $df = 2$; $p = 0,006$). Структура факторов риска в 6-й и 7-й исследуемых группах значимо не различалась как в целом ($\chi^2 = 3,03$; $df = 7$; $p > 0,05$), так и при сопоставлении отдельных факторов риска (Таблица 9).

Сочетание нескольких факторов риска в 6-й группе имело место в 14,0 % (7/50), в 7-й группе – в 30,0 % (15/50) случаев ($\chi^2 = 3,73$; $df = 1$; $p = 0,054$).

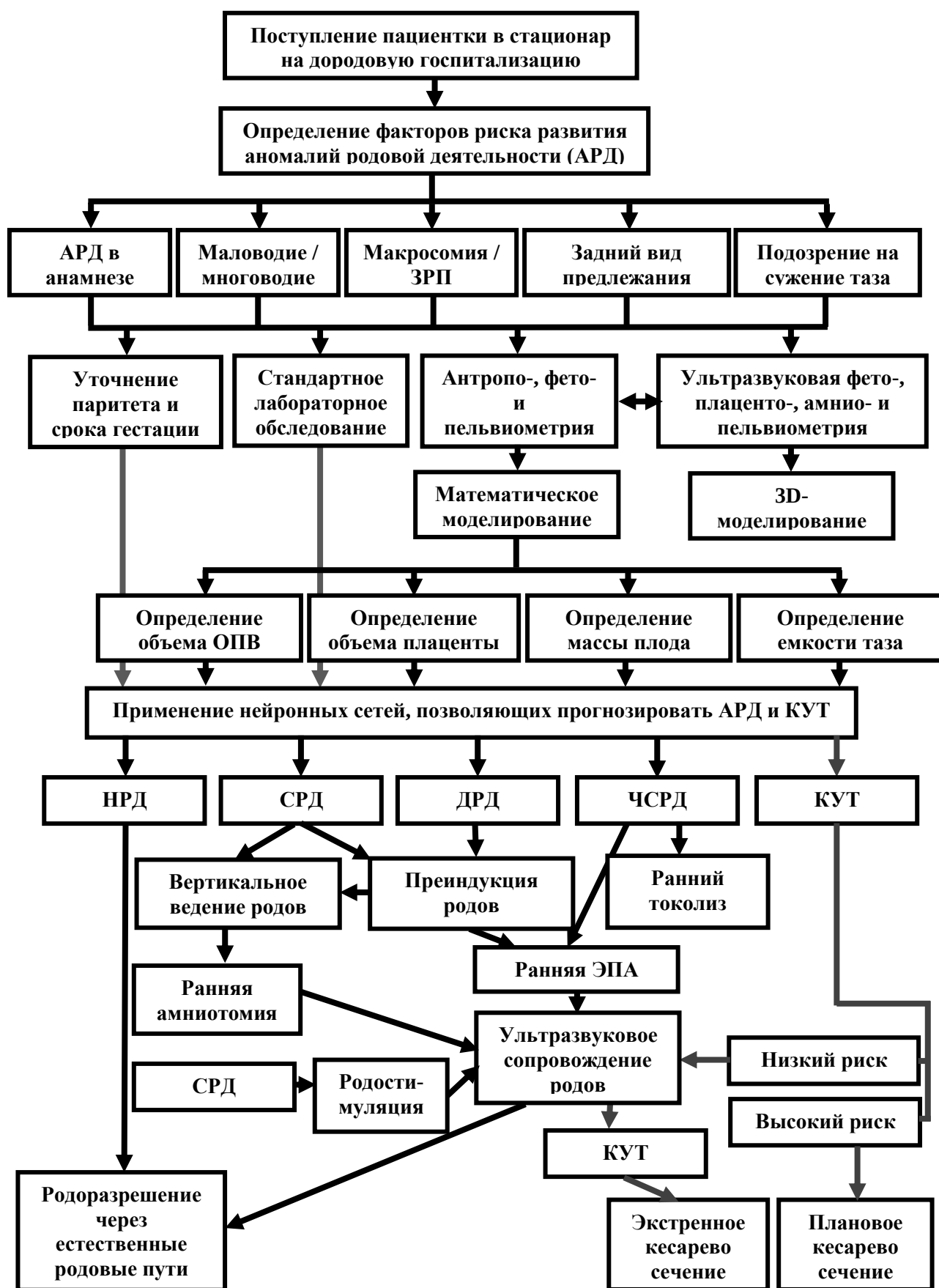


Рисунок 11 – Алгоритм ведения пациенток, входящих в группу риска по развитию аномалий родовой деятельности

Таблица 9 – Частота встречаемости факторов риска аномалий родовой деятельности в исследуемых группах

Факторы риска	Исследуемые группы		Тестовая статистика, df = 1
	6-я n = 50	7-я n = 50	
Наличие аномалий родовой деятельности в анамнезе	16,0 % (8/50)	12,0 % (6/50)	$\chi^2 = 0,33$; p = 0,57
Маловодие	14,0 % (7/50)	20,0 % (10/50)	$\chi^2 = 0,64$; p = 0,43
Многоводие	20,0 % (10/50)	12,0 % (6/50)	$\chi^2 = 1,19$; p = 0,28
Задержка роста плода	8,0 % (4/50)	10,0 % (5/50)	$\chi^2 = 0,12$; p = 0,73
Макросомия плода	14,0 % (7/50)	18,0 % (9/50)	$\chi^2 = 0,30$; p = 0,59
Имеется вероятность клинически узкого таза	10,0 % (5/50)	12,0 % (6/50)	$\chi^2 = 0,10$; p = 0,75
Преждевременный разрыв плодных оболочек	16,0 % (8/50)	22,0 % (11/50)	$\chi^2 = 0,59$; p = 0,45
Задний вид затылочного предлежания	16,0 % (8/50)	24,0 % (12/50)	$\chi^2 = 1,00$; p = 0,32

Сравнение 5-й и 6-й групп свидетельствует о высокой прогностической значимости конечного варианта разработанной нейронной сети (Таблица 10).

Таблица 10 – Частота встречаемости аномалий родовой деятельности в исследуемых группах

Вариант аномалий родовой деятельности	Исследуемые группы			Тестовая статистика
	5-я n = 50	6-я n = 50	7-я n = 50	
НРД	90,0 % (45/50)	56,0 % (28/50)	6,0 % (3/50)	$\chi^2 = 72,97$; df = 8; p < 0,01
СРД	2,0 % (1/50)	14,0 % (7/50)	26,0 % (13/50)	
ДРД	0,0 % (0/50)	8,0 % (4/50)	24,0 % (12/50)	
ЧСРД	6,0 % (3/50)	16,0 % (8/50)	34,0 % (17/50)	
КУТ	2,0 % (1/50)	6,0 % (3/50)	10,0 % (5/50)	

Точность конечной нейронной сети в 5-й группе исследования составила 0,90, в 6-й группе – 0,44, в 7-й группе – 0,94, что, с одной стороны, свидетельствует об эффективности прогноза, а с другой – о достаточной общей эффективности применения разработанных практических рекомендаций (p < 0,001).

Общая продолжительность родов в 6-й группе составила 525,0 (375,8; 550,5) минут, в 7-й группе – 580,0 (555,7; 588,4) минут (U = 90,0;

$p = 0,06$). Отсутствие статистически значимых различий объясняется компенсацией времени родов при СРД и ДРД за счет такового при ЧСРД. Между тем, продолжительность второго периода родов при слабости потужной деятельности в 6-й группе составила 93,6 (88,4; 101,1) мин, а в 7-й группе – 125,5 (116,4; 130,5) мин ($U = 219,5$; $p = 0,005$), что подтверждает значимость комплексного применения как вертикального положения, так и ультразвукового сопровождения второго периода родов (технология «Биофидбек»). Разрывы шейки матки (I степени) были диагностированы у 8,0 % (4/50) пациенток 5-й группы, у 4,0 % (2/50) – 6-й группы и у 18,0 % (9/50) – 7-й группы, что, не является статистически значимым ($\chi^2 = 5,78$; $df = 2$; $p = 0,06$). Между тем, применение разработанных рекомендаций позволяет снизить риск ее травматизма практически в 1,8 раза ($RR = 1,78$; 95 % CI 1,24–2,54; $p = 0,03$). Частота разрывов промежности (I степени) в 5-й группе составила 16,0 % (8/50), в 6-й группе – 6,0 % (3/50), в 7-й группе – 24,0 % (12/50) ($\chi^2 = 6,27$; $df = 2$; $p = 0,04$). Указанная значимость различий показательна, учитывая отсутствие различий в частоте проведения эпизиотомии у пациенток исследуемых групп: в 5-й группе она составила 4,0 % (2/50), в 6-й группе – 18,0 % (9/50), в 7-й группе – 10,0 % (5/50) ($\chi^2 = 5,18$; $df = 2$; $p = 0,08$). Частота оперативного родоразрешения в 5-й группе составила 2,0 % (1/50), в 6-й группе – 14,0 % (7/50), в 7-й группе – 32,0 % (16/50) случаев ($\chi^2 = 16,96$; $df = 2$; $p < 0,001$). Частота развития кровотечения в послеродовом и послеродовом периодах в 5-й группе составила 2,0 % (1/50), в 6-й группе – 4,0 % (2/50), в 7-й группе – 10,0 % (5/50) случаев ($\chi^2 = 3,43$; $df = 2$; $p = 0,18$). Общий объем кровопотери в 5-й группе был равен 350,0 (345,7; 364,7) мл, в 6-й группе – 300,00 (291,9; 310,1) мл, в 7-й группе – 365,0 (353,7; 373,9) мл ($H = 22,03$; $df = 2$; $p < 0,001$).

Оценка состояния новорожденного по шкале Апгар в конце 1-й минуты в 5-й группе была равна 9,0 (8,6; 9,0), в 6-й группе – 9,0 (8,4; 9,0), в 7-й группе – 8,0 (8,0; 8,6) баллам ($H = 1,23$; $df = 2$; $p = 0,54$); в конце 5-й минуты – 9,0 (9,0; 9,5), 9,0 (9,0; 9,4) и 9,0 (8,9; 9,3) баллам соответственно ($H = 1,65$; $df = 2$; $p = 0,44$). Родовой травматизм в большинстве случаев был представлен кефалогематомами: в 6-й группе кефалогематома была диагностирована в 2,0 % (1/50), в 7-й группе – в 6,0 % (3/50) случаев ($\chi^2 = 3,60$; $df = 2$; $p = 0,17$). В 5-й группе родового травматизма не было диагностировано. В 7-й группе также зарегистрировано 2 случая перелома ключицы ($\chi^2 = 4,05$; $df = 2$; $p = 0,13$).

Клиническая картина неонатального периода в исследуемых группах статистически значимо отличалась только в отношении частоты развития мышечной гипотонии: в 5-й группе она имела место в 18,0 % (9/50), в 6-й группе – в 26,0 % (13/50), в 7-й группе – в 46,0 % (23/50) случаев ($\chi^2 = 9,91$; $df = 2$; $p = 0,008$). В целом, клиническая картина неонатального периода у новорожденных в исследуемых

группах статистически значимо не различалась ($\chi^2 = 5,39$; $df = 10$; $p > 0,05$). Отклонения неврологического статуса в виде изменения тонуса мышц в большинстве случаев носили транзиторный характер. Большинство новорожденных к 7-му дню жизни имели физиологический неврологический статус ($\chi^2 = 2,01$; $df = 1$; $p = 0,16$). Клинические признаки церебральной ишемии I степени имел только один новорожденный 7-й исследуемой группы ($\chi^2 = 2,01$; $df = 2$; $p = 0,37$).

ВЫВОДЫ

1. Геометрическое и 3D-моделирование результатов объективного и инструментального обследования – способ, позволяющий увеличить информативность обследования беременных женщин накануне родов. Применение нейросетевого анализа взаимосвязи паритета родов, срока гестации, индекса массы тела женщины по Кетле, размера истинной конъюгаты, угла лонной дуги, бипариетального размера головки и массы плода, объема плаценты и околоплодных вод, уровня лейкоцитов и скорости оседания эритроцитов, концентрации общего белка и активированного частичного тромбопластинового времени, позволяет с точностью 95,5 % прогнозировать характер родовой деятельности.

2. Ультразвуковая оценка угла прогрессии родов, модифицированного симптома Вастена, площади сечения сегмента вставления и степени конфигурации головки плода позволяет с точностью 90,0 % провести дифференциальную диагностику между клиническим узким тазом и слабостью потужной деятельности в начале II периода родов.

3. Фактором риска снижения толерантности плода к родостимуляции окситоцином (кроме общеизвестных) при слабости родовой деятельности является гиперплазия плаценты, поэтому у данной группы пациенток следует динамически корректировать схему введения окситоцина в зависимости от данных кардиотокографии.

4. Вертикальное положение в родах наряду с ранней амниотомией и ультразвуковым сопровождением II периода родов, проведение преиндукции при наличии показаний и эпидуральной анестезии при открытии маточного зева менее 4 см, токолиза или эпидуральной анестезии при открытии маточного зева менее 4 см у женщин, угрожаемых по развитию слабости, дискоординации и чрезмерно сильной родовой деятельности соответственно, позволяет снизить риск развития аномалий родовой деятельности в 1,5 и более раз ($RR = 1,56$; 95 % CI 1,08–2,24, $p = 0,04$).

5. Применение комплекса разработанных рекомендаций позволяет снизить частоту развития аномалий родовой деятельности на 50,0 (45,9; 54,2) % ($RR = 2,14$; 95 % CI 1,55–2,94, $p < 0,001$), оперативного родоразрешения на 18,0 (10,3; 31,5) %

(RR = 2,29; 95 % CI 1,03–5,07, p = 0,03), мышечной гипотонии новорожденных в раннем неонатальном периоде на 20,0 (14,6; 27,5) % (RR = 1,77; 95 % CI 1,02–3,08, p = 0,04).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для повышения точности расчета массы плода на основании данных объективного исследования рекомендуется использовать формулу:

$$M = (ДОП - ТКС) \times (ШОП - ТКС) \times (ОЖ - \pi \times ТКС) / 12 ,$$

где ДОП – длина овоида плода (см);

ШОП – ширина овоида плода (см);

ОЖ – окружность живота беременной (см);

ТКС – толщина кожной складки по средней подмышечной линии на уровне пупка (см).

2. При расчете массы плода на основании данных ультразвуковой фетометрии предлагается пользоваться формулой:

$$M = ЛЗР \times ПРП \times (ДБ + ДП + ДБК + ДЛК),$$

где ЛЗР – лобно-затылочный размер головки (см);

ПРП – поперечный размер плечиков (см);

ДБ – длина бедра (см);

ДП – длина плеча (см);

ДБК – длина большеберцовой кости (см);

ДЛК – длина лучевой кости плода (см).

3. Для расчета объема плаценты (определения гипо- или гиперплазии плаценты) рекомендуется использовать формулу:

$$V = 0,424 \times S_1 \times S_2 / h ,$$

где S_1 – площадь максимального продольного сечения плаценты (см²);

S_2 – площадь перекрестного сечения плаценты (см²);

h – толщина плаценты (см).

4. Количественная оценка объема околоплодных вод возможна за счет модификации протокола УЗИ и применения формулы:

$$V_{\text{опв}} = 200 \times \text{ИОВ} + 0,08 \times M - 1500,$$

где ИОВ – индекс околоплодных вод (см);

М – масса плода (г).

Индекс околоплодных вод определяется как сумма следующих карманов:

K_1 – перпендикуляр от свода черепа плода к предлежащей стенке матки,

K_2 – перпендикуляр от тазового конца плода к предлежащей стенке матки,

K_3, K_4, K_5, K_6 – перпендикуляры от передней, задней и боковых поверхностей тела плода на уровне желудка к предлежащим внутренним поверхностям полости матки.

5. Для повышения точности расчета истинной конъюгаты рекомендуется пользоваться формулой:

$$Cv = \sqrt{Cd^2 - Sp^2},$$

где Cv – истинная конъюгата (см);

Cd – диагональная конъюгата (см);

Sp – высота лонного сочленения (см).

Для исключения поперечного сужения полости малого таза следует определить угол лонной дуги с помощью разработанного тазомера.

6. Для прогнозирования характера родовой деятельности накануне родов (1-2 дня) предлагается использовать обобщающую нейронную сеть, включающую в качестве входных нейронов сведения о паритете родов, сроке гестации, индексе массы тела женщины по Кетле, размере истинной конъюгаты и угла лонной дуги, массе и бипариетальном размере головки плода, объеме плаценты и околоплодных вод, уровне лейкоцитов и скорости оседания эритроцитов, концентрации общего белка и активированного частичного тромбопластинового времени.

7. При подозрении на «стертую» форму сужения таза и/или макросомию плода беременным женщинам накануне родов (1-2 дня) рекомендуется выполнить ультразвуковую пельвиометрию. Для ранней дифференциальной диагностики между слабостью потужной деятельности и клиническим несоответствием во II периоде родов предлагается с помощью УЗИ определять угол прогрессии родов, модифицированный симптом Вастена, площадь сечения сегмента вставления и степени конфигурации головки плода.

8. У пациенток группы риска по развитию слабости родовой деятельности при поступлении на родовую госпитализацию рекомендуется при наличии показаний выполнить подготовку родовых путей, наряду с ранней амниотомией – использовать преимущественно вертикальное положение в родах и ультразвуковое сопровождение II периода родов (технология «Биофидбек»). При развитии слабости

родовой деятельности у пациенток с гиперплазией плаценты рекомендуется динамически корректировать схему введения окситоцина в зависимости от данных кардиотокографии: при ухудшении состояния плода следует снижать скорость введения окситоцина на 3 мЕд/мин каждые 15 минут до стабилизации его состояния.

9. У пациенток группы риска по развитию дискоординации родовой деятельности при поступлении на дородовую госпитализацию рекомендуется при наличии показаний выполнить подготовку родовых путей, при развитии первых болезненных схваток – эпидуральную анестезию, в последующем при развитии нормальной родовой деятельности в родах предлагается занимать преимущественно вертикальное положение, использовать ультразвуковое сопровождение II периода родов (технология «Биофидбек»).

10. У пациенток группы риска по развитию чрезмерно сильной родовой деятельности при развитии первых частых и/или болезненных схваток рекомендуется начать токолиз, предусматривающий титрование дозы и скорости введения β -адреномиметика в зависимости от силы и интенсивности схваток, при наличии противопоказаний к применению токолитиков – выполнить эпидуральную анестезию при открытии шейки матки менее 4,0 см.

11. При развитии аномалий родовой деятельности для выбора оптимального метода родоразрешения (кесарево сечение/родоразрешение через естественные родовые пути) предлагается использовать нейронную сеть, включающую в качестве входных нейронов сведения о сроке гестации, паритете родов, росте беременной, высоте дна матки, наличии/отсутствии задержки роста или макросомии плода, маловодия, преждевременного разрыва плодных оболочек и заднего вида затылочного предлежания плода.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Мудров, В. А.** Модификация ультразвуковых методов определения массы плода / **В. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 31–37.
2. **Мудров, В. А.** Возможности модификации способов определения объема околоплодных вод / **В. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2016. – Т. 65, № 3. – С. 12–17.
3. Возможности диагностики макросомии плода на современном этапе / **В. А. Мудров, М. Н. Мочалова, Ю. Н. Пономарева, А. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2016. – Т. 65, № 5. – С. 75–81.
4. Современные методы диагностики и прогнозирования клинически узкого таза / **М. Н. Мочалова, Ю. Н. Пономарева, В. А. Мудров, А. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2016. – Т. 65, № 5. – С. 82–91.
5. Роль 3D-моделирования в определении объема околоплодных вод / **В. А. Мудров, А. К. Ляпунов, А. А. Мудров, Ю. К. Новикова** // **Сеченовский вестник.** – 2017. – Т. 28, № 2. – С. 47–51.
6. Роль ультразвуковой пельвиометрии в диагностике анатомически и клинически узкого таза / **В. А. Мудров, Е. М. Чацкис, Д. А. Нижегородцева, Е. В. Ттрян** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2017. – Т. 66, № 6. – С. 20–29.

7. **Мудров, В. А.** Особенности определения объема околоплодных вод на современном этапе / **В. А. Мудров, М. Н. Мочалова, А. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2018. – Т. 67, № 5. – С. 74–84.
8. **Мудров, В. А.** Разработка методов математического расчета угла лонной дуги / **В. А. Мудров, М. Н. Мочалова, А. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2018. – Т. 67, № 6. – С. 106–111.
9. **Mudrov, V. A.** Diagnosis of Anatomical Narrow Pelvis by Ultrasound Pelvimetry / **V. A. Mudrov** // **Biomedical Engineering.** – 2018. – Vol. 52, No. 4. – P. 251-256.
10. **Mudrov, V. A.** Measurement of Placental Volume by 3D Modeling of Ultrasound Placentometry Results / **V. A. Mudrov, A. K. Lyapunov** // **Biomedical Engineering.** – 2019. – Vol. 53, No. 1. – P. 22–27.
11. Мочалова, М. Н. Роль ультразвукового исследования в диагностике клинически узкого таза / М. Н. Мочалова, **В. А. Мудров, А. А. Мудров** // **Забайкальский медицинский вестник.** – 2019. – № 2. – С. 48–56.
12. Мочалова, М. Н. Вертикальные роды как метод профилактики акушерских и перинатальных осложнений / М. Н. Мочалова, С. В. Новокшанова, **В. А. Мудров** // **Acta Biomedica Scientifica.** – 2019. – Т. 4, № 5. – С. 7–13.
13. Мочалова, М. Н. Роль интранатальных факторов риска в патогенезе родовой травмы / М. Н. Мочалова, **В. А. Мудров, С. В. Новокшанова** // **Acta Biomedica Scientifica.** – 2020. – Т. 5, № 1. – С. 7–13.
14. **Мудров, В. А.** Возможности геометрического моделирования в снижении погрешности расчета истинной конъюгаты / **В. А. Мудров** // **Акушерство и гинекология.** – 2020. – № 8. – С. 126–132.
15. **Мудров, В. А.** Возможности геометрического моделирования в снижении погрешности расчета массы плода / **В. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2020. – Т. 69, № 4. – С. 13–22.
16. **Мудров, В. А.** Возможности прогнозирования аномалий родовой деятельности / **В. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2020. – Т. 69, № 5. – С. 13–26.
17. Опыт применения технологии «Биофидбек» при развитии слабости потужной деятельности / **В. А. Мудров, А. М. Зиганшин, С. Л. Мудрова** [и др.] // **Медицинский вестник Башкортостана.** – 2020. – Т. 15, № 6. – С. 21–25.
18. **Мудров, В. А.** Возможности прогнозирования несвоевременного излития околоплодных вод / **В. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2021. – Т. 70, № 2. – С. 107–118.
19. **Мудров, В. А.** Технология прогнозирования родового излития околоплодных вод / **В. А. Мудров, А. В. Якимова, А. М. Зиганшин** // **Сибирское медицинское обозрение.** – 2021. – № 4. – С. 66–72.
20. **Мудров, В. А.** Технология прогнозирования аномалий регулярной родовой деятельности / **В. А. Мудров, А. В. Якимова** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2021. – Т. 70, № 5. – С. 63–72.
21. **Мудров, В. А.** Аномалии родовой деятельности как медицинская и социальная проблема / **В. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2021. – Т. 70, № 5. – С. 117–130.
22. **Мудров, В. А.** Возможности ранней дифференциальной диагностики между аномалиями родовой деятельности и клинически узким тазом / **В. А. Мудров, А. М. Зиганшин, А. В. Якимова** // **Лечение и профилактика.** – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 5–13.
23. **Мудров В. А.** Комплексная оценка факторов риска как метод прогнозирования родового излития околоплодных вод / **В. А. Мудров, А. М. Зиганшин, А. В. Якимова** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2021. – Т. 70. – № 6. – С. 63–72.
24. **Мудров В. А.** Технология прогнозирования исхода родов при заднем виде затылочного предлежания плода / **В. А. Мудров, А. В. Якимова** // **Journal of Siberian Medical Sciences.** – 2022. – Т. 6, № 1. – С. 56–66.

25. **Мудров, В. А.** Современные представления о механизмах инициации и регуляции родовой деятельности / **В. А. Мудров** // **Журнал акушерства и женских болезней.** – 2022. – Т. 70, № 2. – С. 87–100.

26. Патент 2611731 Российская Федерация, МПК A61B 8/00 (2006.01), 61B 5/107 (2006.01). Способ определения массы плода : 2015140093 ; заявл. 21.09.2015 ; опубл. 28.02.2017 / Мочалова М. Н., Пономарева Ю. Н., **Мудров В. А.**, Чацкис Е. М., Казанцева Е. В., Ахметова Е. С. ; патентообладатель Читинская государственная медицинская академия. – 8 с. : ил.

27. Патент 2615274 Российская Федерация, МПК A61B 8/00 (2006.01), 61B 5/107 (2006.01). Способ определения объема плаценты : 2015140642 ; заявл. 23.09.2015 ; опубл. 29.03.2017 / Мочалова М. Н., Пономарева Ю. Н., **Мудров В. А.**, Чацкис Е. М., Казанцева Е. В., Ахметова Е. С. ; патентообладатель Читинская государственная медицинская академия. – 8 с. : ил.

28. Патент 2621270 Российская Федерация, МПК A61B 8/00 (2006.01), 61B 5/107 (2006.01). Способ определения объема околоплодных вод : 2016120257 ; заявл. 24.05.2016 ; опубл. 01.06.2017 / **Мудров В. А.**, Чацкис Е. М., Мудров А. А. ; патентообладатель Читинская государственная медицинская академия. – 6 с. : ил.

29. Патент № 2628242 Российская Федерация, МПК A61B 8/00 (2006.01), 61B 5/00 (2006.01). Способ прогнозирования состояния плода на фоне родостимуляции : 2016106410 ; заявл. 24.02.2016 ; опубл. 15.08.2017 / Мочалова М. Н., Пономарева Ю. Н., **Мудров В. А.**, Чацкис Е. М., Ахметова Е. С., Казанцева Е. В. ; патентообладатель Читинская государственная медицинская академия. – 9 с. : ил.

30. Патент № 2628245 Российская Федерация, МПК A61B 8/00 (2006.01), 61B 5/107 (2006.01). Способ прогнозирования клинически узкого таза : 2016138973 ; заявл. 03.10.2016 ; опубл. 15.08.2017 / **Мудров В. А.**, Мудрова С. Л., Чацкис Е. М. ; патентообладатель Читинская государственная медицинская академия. – 7 с. : ил.

31. Патент № 2692976 Российская Федерация, МПК 61B 5/107 (2006.01). Способ определения угла лонной дуги : 2018124094 ; заявл. 02.07.2018 ; опубл. 28.06.2019 / **Мудров В. А.**, Мочалова М. Н., Пономарева Ю. Н., Мудров А. А. ; патентообладатель Читинская государственная медицинская академия. – 7 с. : ил.

32. Патент № 2742735 Российская Федерация, МПК 61B 10/00 (2006.01). Способ определения массы плода в третьем триместре беременности : 2020124854 ; заявл. 17.07.2020 ; опубл. 10.02.2021 / **Мудров В. А.** ; патентообладатель Читинская государственная медицинская академия. – 8 с. : ил.

33. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2018611790 Российская Федерация. Трехмерная моделируемая система определения объема околоплодных вод : № 2017663755 : заявл. 13.–17 : опубл. 07.02.2018 / Ляпунов А. С., **Мудров В. А.**, Новикова Ю. К. ; правообладатели Ляпунов Александр Константинович, Мудров Виктор Андреевич, Новикова Юлия Константиновна. – 15 Кб.

34. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2018615126 Российская Федерация. Трехмерная моделируемая система определения объема плаценты : № 2018612336 : заявл. 12.03.18 : опубл. 26.04.18 / Ляпунов А. С., **Мудров В. А.** ; правообладатели Ляпунов Александр Константинович, Мудров Виктор Андреевич. – 32 Кб.

35. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2018615128 Российская Федерация. Трехмерная моделируемая система определения массы плода : № 2018612231 : заявл. 12.03.18 : опубл. 26.04.18 / Ляпунов А. С., **Мудров В. А.** ; правообладатели Ляпунов Александр Константинович, Мудров Виктор Андреевич. – 195 Кб.

36. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2019617963 Российская Федерация. Трехмерная моделируемая система вероятного исхода родов : № 2019616654 : заявл. 07.06.19 : опубл. 25.06.19 / Ляпунов А. С., **Мудров В. А.** ; правообладатели Ляпунов Александр Константинович, Мудров Виктор Андреевич. – 35 Мб.

37. Мочалова, М. Н. Плод как пациент: **монография** / М. Н. Мочалова, Ю. Н. Пономарева, **В. А. Мудров**. – Москва : РУСАЙНС, 2021. – 168 с. – ISBN 978-5-4365-6703-7.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АРД	– аномалии родовой деятельности
АЧТВ	– активированное частичное тромбопластиновое время
БПР	– бипариетальный размер головки плода
ВДМ	– высота дна матки
ВРТ	– вспомогательные репродуктивные технологии
ВСРД	– вторичная слабость родовой деятельности
ДБ	– длина бедренной кости плода
ДБК	– длина большеберцовой кости плода
ДИОВ	– дородовое излитие околоплодных вод»
ДЛК	– длина лучевой кости плода
ДП	– длина плечевой кости плода
ДОП	– длина овоида плода
ДРД	– дискоординация родовой деятельности
ЗРП	– задержка роста плода
ИАЖ	– индекс амниотической жидкости
ИМТ	– индекс массы тела по Кетле
ИОВ	– индекс околоплодных вод
КУТ	– клинически узкий таз
ЛЗР	– лобно-затылочный размер головки плода
НРД	– нормальная родовая деятельность
ОАК	– общий анализ крови
ОГП	– окружность головки плода
ОЖ	– окружность живота женщины
ОЖП	– окружность живота плода
ОПВ	– околоплодные воды
ПРП	– поперечный размер плечиков плода
ПРПО	– преждевременный разрыв плодных оболочек
ПСРД	– первичная слабость родовой деятельности
ПССВГ	– площадь сечения сегмента вставления головки плода
РНК	– рибонуклеиновая кислота
СГ	– срок гестации
СКГ	– степень конфигурации головки плода
СОЭ	– скорость оседания эритроцитов
СРД	– слабость родовой деятельности
ТКС	– толщина кожной складки
УЗ	– ультразвуковой
УЗИ	– ультразвуковое исследование
УЛД	– угол лонной дуги
УПР	– угол прогрессии родов
ЧСРД	– чрезмерно сильная родовая деятельность
ШОП	– ширина овоида плода
ЭВМ	– электронно-вычислительная машина
ЭПА	– эпидуральная анестезия