

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИМ. В.А. АЛМАЗОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

На правах рукописи

ВЫШЕДКЕВИЧ
ЕЛЕНА ДМИТРИЕВНА

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ПЕЛЬВИО- И ФЕТОМЕТРИЯ С
ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГРУППАХ
ВЫСОКОГО РИСКА

3.1.25. Лучевая диагностика

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
Ефимцев Александр Юрьевич

Санкт-Петербург

2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОПРЕДЕЛЕНИИ РАЗМЕРОВ МАЛОГО ТАЗА ЖЕНЩИНЫ И РАЗМЕРОВ ПЛОДА ПРИ ДОНОШЕННОЙ БЕРЕМЕННОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	14
1.1 Современные представления о проблеме клинически узкого таза. Определение понятия и встречаемость (эпидемиология)	14
1.2 Диагностика	19
1.2.1 Рентгенологическое исследование.....	21
1.2.2 Компьютерная томография.....	23
1.2.3 Магнитно-резонансная томография.....	24
1.2.4 Ультразвуковое исследование.....	34
1.2.5 Тазово-плодовый индекс.....	34
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	38
2.1 Общая характеристика обследованных беременных	38
2.2 Методы лучевых исследований.....	46
2.3 Методика анализа изображений.....	53
2.4 Методы статистического анализа полученных результатов	60
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ	62
3.1 Результаты разработанной методики магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии с нейросетевым моделированием	62
3.2 Результаты магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в исследуемых группах.....	71
3.3 Результаты расчета тазово- плодового индекса по данным магнитно- резонансной томографии	81
3.3 Результаты магнитно-резонансной томографии переднего нижнего сегмента матки у беременных с рубцом и без рубца на матке	82

3.4 Результаты родоразрешений	84
3.5 Результаты сравнительного анализа данных, полученных при использовании стандартной методики магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии и оптимизированной методики	89
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ПЕЛЬВИФЕТОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.....	93
4.1 Результаты сравнительного анализа данных магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в исследуемых группах.....	93
4.2 Результаты статистического анализа магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в группе I (беременные с крупным плодом).....	95
4.3 Результаты статистического анализа магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в группе II (беременные с рубцом на матке)	101
4.4 Результаты статистического анализа магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в группе III (беременные с уменьшенными размерам таза).....	105
4.5 Результаты анализа сопоставимости результатов магнитно-резонансной томографии и исхода родов	108
ГЛАВА 5. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	128
ВЫВОДЫ	133
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	134
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ	135
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	136
ПРИЛОЖЕНИЕ	155

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ДВИ – диффузионно-взвешенные изображения

ДИ – доверительный интервал

ИМТ – индекс массы тела

ИП – импульсная последовательность

КТ – компьютерная томография

МР – магнитно-резонансный (ое, ая, ые)

МРТ – магнитно-резонансная томография

T1-ВИ – T1-взвешенное изображение

T2-ВИ – T2-взвешенное изображение

УЗ – ультразвуковой (ое, ая, ые)

УЗИ – ультразвуковое исследование

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Беременность высокого (перинатального) риска – это беременность с ранее существовавшими или текущими состояниями, которые подвергают мать, плод или новорожденного ребенка более высокому, чем обычно, риску осложнений во время или после беременности и родов (Абрамченко В.В., 2004; Беженарь В.Ф. и соавт., 2020; Al Hussaini H.A. et al., 2024; Kodali B.S., et al., 2024).

Вопрос о способе родоразрешения в группах риска остается нерешенным. Рандомизированные клинические исследования показали, что плановое кесарево сечение в группах высокого риска снижает перинатальную заболеваемость и смертность (Иванова О.Г., 2003; Абрамченко В.В., 2005; Атласов В.О., 2008; Golfier F., 2001; Dodd J.M. et al., 2004; Verhan Y., Naileamlak A., 2016). Однако, более современные исследования показывают, что строгие критерии отбора в группу естественных родов позволяют снизить материнскую заболеваемость, связанную с кесаревым сечением (Клинические рекомендации, 2021; Матевосян И.Э., 2021; Волкова Т. И. и соавт., 2021; Агабабян Л.Р., Насима З.С., 2024; Dahlquist K. et al., 2022; Adewale V. et al., 2023). В связи с этим, разработка критериев для планирования естественных родов в группах высокого риска может позволить снизить количество кесаревых сечений.

Одной из причин оперативных родоразрешений у групп высокого риска является развитие клинического несоответствия (син. клинически узкий таз, несоответствие размеров плода и материнского таза, которое затрудняет или делает невозможным естественное рождение ребенка (Клинические рекомендации РОАГ, 2021).

Распространенность клинически узкого таза не претерпевает значительных изменений, находясь в пределах 1,3-17% от общего числа родов. При этом наблюдается тенденция к увеличению количества оперативных вмешательств при родах, а также осложнений и летальных исходов как у матерей, так и у

новорожденных в случаях данной патологии (Чернуха Е.А. и соавт., 2005; Shimelis Fantu et al., 2010; Stansfield S., 2013; Ayenew A.A., 2021). Своевременная диагностика клинически узкого таза позволяет снизить количество перинатальных осложнений, родового травматизма матери и плода (Клинические рекомендации РОАГ, 2021; Ergo A. et al., 2020).

В настоящее время основным методом оценки размеров таза и плода остается наружная пельвиометрия. Однако, по мнению абсолютного большинства авторов, этот метод характеризуется низкой информативностью в определении размеров таза вследствие несоответствия размеров большого и малого таза (Шмедык Н.Ю., 2016; El-Sayed Y.Y., 2012; Mayer C., 2013; Garg R. et al., 2023).

Магнитно-резонансная томография – это неионизирующий метод исследования, применение которого позволяет получить изображение таза беременной в любой плоскости, измерить размеры таза женщины и головки плода, а также оценить состояние мягких тканей малого таза, в том числе состояние нижнего сегмента матки у беременных с рубцом, что позволяет на пренатальном этапе выявить риски не только тазово-плодовой диспропорции, но и такого осложнения, как разрыв матки (Семенова Е.С. и соавт., 2020; van Beek EJR et al., 2019; Gatta G. et al., 2021; Wang K. et al., 2022).

Таким образом, актуальность проблемы обусловлена отсутствием диагностических и прогностических критериев исхода родов для определения тактики родоразрешения у беременных высокого риска, что влечет за собой перинатальные осложнения, связанные как с необоснованным плановым кесаревым сечением, так и с естественными родами.

Степень разработанности темы

На сегодняшний день магнитно-резонансная (МР)-пельвиометрия и фетометрия представляет собой наиболее информативный и безопасный метод визуализации, который позволяют получить изображения таза беременной

женщины и головки плода в любой плоскости, не подвергая их воздействию ионизирующего излучения (Lum M., Tsiouris A.J., 2020; Kim E., Boyd B., 2022).

Применение методики МР-пельвио- и фетометрии позволяет получить точные размеры таза матери и головки плода для оценки риска тазово-плодовой диспропорции (von Bismarck A., 2019; Shimaoka R. et al., 2023). В ряде работ анализируются результаты МР-пельвио- и фетометрии беременных и сопоставляются с методом родоразрешения, демонстрируя высокую информативность данного метода (Franz M., 2017; Liao KD et al., 2018; Li Y.G. et al., 2018). Однако, данные работы носят неоднозначный характер, так как в них рассматриваются только физиологические роды при нормальной массе плода в переднем виде затылочного предлежания.

Существуют работы, посвященные 3D моделированию костей таза матери и головки плода, основанные на использовании МР-томограмм беременных (Li, Y.-G. et al., 2018; Liao K.D. et al., 2018), однако в эти исследования включены беременные не из групп высокого перинатального риска.

Кроме того, не существует работ, посвященных анализу взаимосвязи между размерами малого таза, размерами плода и исходами родов, а именно, не изучено влияния вышеперечисленных параметров на частоту кесарева сечения по различным причинам, а не только в связи с клиническим несоответствием.

До настоящего времени не определены МР-критерии прогнозирования родов у таких групп высокого риска как: беременные с крупным плодом, беременные с рубцом на матке и беременные с уменьшенными размерами большого таза.

Существуют работы, посвященные применению нейросетей и искусственного интеллекта в медицине (Лысова М.Е., Кузнецов М.Е., 2023; Задорожная Е.А., Мороз К.А., 2024; Malani S.N. et al., 2023). Имеются единичные исследования, в которых применялся нейросетевой анализ данных для прогнозирования клинически узкого таза, однако в этих работах не были использованы методы лучевой диагностики (Зиганшин А.М. с соавт., 2023). Исследования, в которых применялось бы нейросетевое моделирование костей

таза матери и головки плода для повышения информативности МР-пельвио- и фетометрии в литературе отсутствуют. Всё вышеперечисленное и определяет актуальность данной темы.

Цель исследования

Улучшение прогнозирования исходов родов у беременных высокого риска путем выполнения магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии с применением нейросетевого моделирования.

Задачи исследования

1. Разработать методику МР-пельвио- и фетометрии у беременных с последующим нейросетевым моделированием.

2. Определить возможности магнитно-резонансной томографии (МРТ) в прогнозировании исхода родов у беременных из групп высокого риска (с крупным плодом, с рубцом на матке, с уменьшенными размерами таза) с построением прогностических моделей.

3. Определить состояние нижнего сегмента матки у беременных с рубцом и без рубца на матке путем измерения его толщины для оценки риска акушерских осложнений.

4. Сопоставить результаты МР-пельвио- и фетометрии с нейросетевым моделированием со способом родоразрешения с определением ее информативности.

Научная новизна

Впервые разработана методика МР-пельвио- и фетометрии с применением нейросетевого моделирования, применение которой позволяет прогнозировать способ родоразрешения.

На основании результатов МР-пельвио- и фетометрии разработаны прогностические модели логистической регрессии исхода родов, с выявлением статистически достоверных критериев высокой вероятности экстренного кесарева сечения, которые представляют собой пороговые значения некоторых размеров малого таза беременных в исследуемых группах.

Доказано, что толщина переднего нижнего сегмента матки у беременных с рубцом на матке меньше, чем у беременных без рубца ($1,94 \pm 0,49$ мм vs. $2,49 \pm 1,03$ мм, соответственно), ($p=0,017$). При этом истончение переднего нижнего сегмента до 1,0 мм может наблюдаться в обеих группах, что свидетельствует о низкой значимости этого параметра в прогнозировании риска акушерских осложнений у беременных с рубцом на матке.

При сопоставлении результатов МР-пельвио- и фетометрии в оценке рисков тазово-плодовой диспропорции с исходами родов установлена высокая чувствительность и специфичность метода (87,0 и 97,7%, соответственно).

Теоретическая и практическая значимость работы

Создана теоретическая база, практическое применение которой подтверждено успешным внедрением МР-пельвиометрии и фетометрии в клиническую практику.

Методика МР-пельвио- и фетометрии разработана с использованием программы T1 Dixon Vibe, характеризующейся быстрым временем сбора данных, что позволяет сократить время сканирования до 2-х минут и таким образом снизить уровень нагревания тканей беременной и плода (SAR), а также минимизировать риск развития синдрома сдавления нижней полой вены. Благодаря срезам, толщиной 1,2 мм, использование программы T1 Dixon Vibe позволяет получать 3D реконструкцию костей таза беременной и головки плода в любой необходимой плоскости.

Выявлены статистически достоверные критерии прогнозирования способа разрешения в группах риска, представляющие собой пороговые значения

некоторых размеров малого таза беременных в исследуемых группах, при которых определяется высокая вероятность кесарева сечения.

Своевременное выявление рисков тазово-плодовой диспропорции позволяет повысить безопасность родов и сократить количество экстренных кесаревых сечений, и на пренатальном этапе спланировать тактику и способ родоразрешения.

Методология и методы исследования

Диссертационное исследование является когортным проспективным.

Методика исследования опирается на теоретические и практические принципы лучевой диагностики в акушерстве. В процессе работы использовался комплекс научных методов, включая клинический, инструментальный, сравнительно-сопоставительный и статистический анализ данных.

Предмет исследования – возможности разработанной методики магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии с применением нейросетевого моделирования. Объект исследования – беременные высокого риска (с крупным плодом, с рубцом на матке, с уменьшенными размерами большого таза).

Положения, выносимые на защиту

1. Применение методики МР-пельвио- и фетометрии с нейросетевым моделированием с использованием тонкосрезовой программы T1 Dixon Vibe позволяет точно определить размеры таза беременной и головки плода для определения риска тазово-плодовой диспропорции и прогнозирования способа родоразрешения в группах риска.

2. Статистически достоверные критерии риска кесарева сечения у беременных могут быть определены на основании уменьшения размеров таза беременных ниже выявленного порогового значения в группах риска (у

беременных с крупным плодом, с рубцом на матке, с уменьшенными размерами таза).

3. Толщина переднего нижнего сегмента матки по данным МРТ у беременных с рубцом на матке не является прогностически значимым критерием в оценке риска акушерских осложнений, поскольку истончение переднего нижнего сегмента до 1,0 мм может наблюдаться как у беременных с рубцом на матке, так и у беременных без рубца.

Степень достоверности и апробация диссертационной работы

Достоверность проведенного диссертационного исследования определяется достаточным количеством клинических наблюдений (n=181), репрезентативной выборкой пациентов и адекватной статистической обработкой результатов исследования. На основании полученных данных сформулированы положения, выводы и практические рекомендации.

Основные результаты работы доложены и обсуждены на: Невском радиологическом форуме (СПб., 2022-2024); Научно-практической конференции «Лучевая диагностика в перинатологии и педиатрии» (СПб, 2022); Алмазовском молодежном медицинском форуме (СПб., 2022); заседании Санкт-Петербургского радиологического общества (СПб., 2023); Конгрессе Российского общества рентгенологов и радиологов (СПб., 2023).

Апробация работы проведена на совместном заседании Проблемной комиссии по неонатологии, педиатрии, акушерству и гинекологии и кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России от «24» апреля 2024 протокол № 13.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 12 печатных работ, из них 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Внедрение результатов работы

Результаты диссертации использованы при выполнении Государственного задания «Разработка системы нейросетевого моделирования для МР-пельвио- и фетометрии для определения рисков затрудненных родов» Рег. № 123021000134-5.

Результаты работы внедрены в работу: отделения магнитно-резонансной томографии, а также используются в учебном процессе на кафедре лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России; отделения функциональной и лучевой диагностики с кабинетами компьютерной томографии и учебного процесса кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии им. профессора С.А. Рейнберга ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»; научно-клинического центра лучевой диагностики ПСПбГМУ имени академика И.П. Павлова.

Личный вклад автора

Тема и план диссертации, ее основные идеи и содержание разработаны совместно с научным руководителем. Автор самостоятельно сформулировала и обосновала актуальность темы диссертации, цель, задачи и этапы научного исследования. Лично автором была создана электронная база данных пациентов.

Диссертант лично обследовала 181 женщину, проведя им МР-пельвио- и фетометрию с нейросетевым моделированием. Личный вклад автора в изучение литературы, сбор, обобщение, анализ полученных данных и написание диссертации – 100%.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 163 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием пациентов и методов исследования, глав с результатами исследования, обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций, перспектив дальнейшего развития и списка литературы (182), включающего 67 отечественных и 115 зарубежных источников. Работа иллюстрирована 40 таблицами, 30 рисунками.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОПРЕДЕЛЕНИИ РАЗМЕРОВ МАЛОГО ТАЗА ЖЕНЩИНЫ И РАЗМЕРОВ ПЛОДА ПРИ ДОНОШЕННОЙ БЕРЕМЕННОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Современные представления о проблеме клинически узкого таза.

Определение понятия и встречаемость (эпидемиология)

В современном акушерстве разграничивают понятия анатомически узкий таз и клинически узкий таз.

Анатомически узкий таз – таз, в котором хотя бы один из его наружных размеров уменьшен по сравнению с нормой на 1,5 - 2 см (Савельева Г. М. и соавт., 2018; Айламазян Э.К., 2019).

Клинически (функционально) узкий таз (или тазово-плодовая диспропорция) определяется как неспособность плода продвигаться по родовым путям из-за несоответствия его размеров и размеров таза матери (клинические рекомендации РОАГ, 2022).

Важно отметить, что диагноз клинически (функционально) узкого таза ставится при наличии несоответствия размеров плода и таза матери независимо от анатомического строения таза (Айламазян Э.К., 2019; Клинические рекомендации, 2022).

В зарубежной литературе не встречается понятие клинически узкого таза. Равнозначные ему клинические состояния называют обструктивные или затрудненные роды (англ. obstructed labor) или дистоция (англ. labor dystocia) (Ayenew A.A., 2021; LeFevre N. M. et al., 2021). Затрудненные роды (дистоция) определяют как неспособность предлежащей части плода опуститься по родовым путям по механическим причинам - несоответствия между размером плода, а именно, размером его предлежащей части, и тазом матери, в том числе при неблагоприятных видах предлежания (лобно-головное, лицевое предлежание или предлежание плечика), при этом адекватные и сильные сокращения

матки приводят к различным исходам для матери и плода (Ayenew A.A., 2021; Kissler K., Hurt K. J., 2023).

Хотя частота анатомически узкого таза (особенно тяжелых форм) уменьшается, распространенность клинически узкого таза остается практически неизменной, составляя 1,3-17% от общего числа родов. При этом отмечается рост количества оперативных родоразрешений, а также случаев осложнений и смертности как у матерей, так и у новорожденных (Чернуха Е.А. с соавт., 2005; Shimelis Fantu et al., 2010; Stansfield S., 2013; Ayenew A.A., 2021).

Ранняя диагностика клинически узкого таза играет ключевую роль в предотвращении осложнений у плода и матери во время родов, включая родовые травмы (Клинические рекомендации).

Согласно данным наружной акушерской пельвиометрии, анатомическое сужение таза выявляется в 1,04-7,7% случаев. Исследования показывают, что I степень сужения таза встречается в 96,8% случаев; II степень – в 3,18%; III степень – всего в 0,02%. В последние годы наблюдается изменение структуры анатомически узких тазов: снижается частота классических форм с выраженным сужением и увеличивается количество смешанных и «стертых форм» (Шмедык Н.Ю., 2015; Huseynov A. et al., 2016; Pavličev M. et al., 2020; Manandhar B., Shrestha E., 2023).

Вероятность возникновения несоответствия размеров таза и плода при анатомически суженном тазе увеличивается в 2,8 раза (Abraham W., Berhan Y. 2014; Pavličev M., Romero R., Mitteroecker P., 2020).

Клинически узкий таз проявляется следующими признаками: отсутствие поступательного движения головки плода при активных схватках, разгибательные вставления головки, II и III степени переднего или заднего асинклизма, значительная конфигурация головки, увеличение родовой опухоли, сдавление мочевого пузыря, аномалии сердечной деятельности плода и признаки развивающейся гипоксии. Важным диагностическим элементом является оценка признаков Вастена и Цангемейстера (Савельева Г.М. и соавт., 2018; Айламазян Э.К., 2019).

Клинически узкий таз может иметь различные материнские и неонатальные исходы, такие как разрыв матки, послеродовое кровотечение, послеродовой сепсис, пузырно-влагалищный свищ, ректовагинальный свищ, который может привести к смерти. Помимо исходов для плода, включая родовую асфиксию у плода, мертворождение, неонатальную желтуху и пупочный сепсис (Wonde, T.E., Mihretie, A., 2019; Ayenew A.A. 2021)

Несоответствие размеров таза матери и головки плода, может быть обусловлено рядом факторов. Среди них выделяют: сужение костного таза (анатомически узкий таз), превышение нормальных размеров плода (крупный плод), аномальное предлежание или сочетание этих причин. Немаловажное значение имеет и характер сократительной активности матки. Даже небольшое уменьшение размеров таза матери способно создать условия для формирования клинически узкого таза, препятствующего нормальному исходу родов (Maharaj D., 2010; Kissler K., Hurt K. J., 2023).

Зарубежные авторы выделяют три компонента клинически узкого таза (дистоции), формируя правило трех «Р»:

1) passageway (англ. проход, переход) – родовые пути (материнский костный таз и мягкие ткани);

2) passenger (англ. пассажир) – плод (размер, положение и предлежание плода);

3) power (англ. сила) – сокращение матки, родовая деятельность (Philpott R.H, 1982; Kissler K., Hurt K. J., 2023).

Клинически среди причин первых двух компонентов авторы выделяют абсолютные и относительные (Айламазян Э.К., 2019; Kissler K., Hurt K.J., 2023).

Абсолютные причины тазово-плодовой диспропорции вызывают истинную механическую непроходимость и обусловлены материнским фактором – анатомически узкий таз, тазовые экзостозы, спондилолистез, передние крестцово-копчиковые опухоли. К абсолютным, но временным причинам относят плодовой фактор – гидроцефалия, крупный плод, другие аномалии развития (Myers E.R. et al., 2020, Simpson K.R., 2020).

Относительными причинами считают неблагоприятные предлежания плода - переднеголовное, лобное, лицевое, задний вид затылочного предлежания (Myers E. R. et al., 2020; Simpson K.R., 2020).

Некоторыми клиницистами считается, что если у женщины ранее были роды через естественные родовые пути, то риск по развитию клинически узкого таза при следующих беременностях минимален. Однако, при следующих беременностях плоды могут быть крупнее, а анатомия матери может меняться между беременностями. Иногда пояснично-крестцовый спондилолистез может развиваться между беременностями с уменьшением прямых размеров таза (LeFevre N.M., Krumm E., Cobb W.J., 2023).

Низкий рост женщины, уменьшение межвертельного размера, поперечного и продольного размеров ромба Михаэлиса, а также отношение роста беременной к высоте стояния дна матки менее 4,7 значительно чаще встречаются у женщин с клинически узким тазом (Connolly G. et al., 2001; Rozenholc A. et al., 2007; Bansal S. et al., 2011; Malonga F.K. et al., 2018). Поэтому измерение этих параметров используют для скрининга и прогнозирования клинически узкого таза (Liselele H.B. et al., 2000).

Еще одной причиной тазово-плодовой диспропорции может быть разгибательное предлежание головки плода, которое встречается примерно в 1% родов (Савельева Г.М. и соавт., 2018; Kissler K., Hurt K.J., 2023). Разгибательное головное предлежание означает, что головка плода находится в разогнутом состоянии во входе в малый таз.

В зависимости от степени разгибания различают переднеголовное, лобное и лицевое предлежание.

Переднеголовное предлежание – это вариант головного предлежания, возникающий при незначительном разгибании головки. В этом случае ведущей точкой является область большого родничка, а плоскость большого сегмента головки совпадает с прямым размером (~12 см).

Лобное предлежание – вариант головного предлежания, формирующийся при умеренном разгибании головки. Ведущей точкой является надбровье, а

плоскость большого сегмента проходит через большой косой размер (~13 см).

Лицевое предлежание – это вариант головного предлежания, который возникает при максимальном разгибании головки. Ведущей точкой становится подбородок, а плоскость большого сегмента головки совпадает с вертикальным размером (~9,5 см).

Особенно большой вклад в развитие тазово-плодовой диспропорции вносит макросомии плода (Мурадова Т. И. и соавт., 2022; Pavličev M. et al., 2020; Roy P. et al., 2023). Термин «макросомия» плода (крупный плод) используется, когда масса тела плода достигает или превышает 4000 г, а его размеры находятся на уровне или выше 90-го перцентиля (по перцентильной шкале) для данной популяции (Айламязан Э.К., 2019; Мурадова Т. И. и соавт., 2022).

С середины 1970х годов прослеживается возрастание массы плода при рождении (Glinianaia, S.V. et al., 2008; Zhang J., 2010). В течение последних 40 лет отмечается 15- 25% рост частоты макросомии, которая встречается в 5-20% родов (Vinturache A.E. et al., 2016; Usta A., 2017), значительно повышая вероятность несоответствия размеров головки плода и таза матери в родах (Luhete PK et al., 2016).

Роды при массе плода 4000 г и более зачастую осложняются: чаще встречается первичная и вторичная слабость родовой деятельности, несвоевременное излитие околоплодных вод; риск развития тазово-плодовой диспропорции плодового генеза возрастает в 5 раз по сравнению с родами при нормальных размерах плода; значительно чаще в потужном периоде возникает дистоция плечиков. В связи с этим при диагностике крупного плода увеличивается количество плановых операций кесарева сечения, оперативных вагинальных родов (Allen K., Wallace S.V.F., 2013; Vieira M.C. et al., 2020; Corbett G.A. et al., 2023).

Возросшая частота факторов риска развития клинического несоответствия и тяжесть осложнений диктуют необходимость прогнозирование развитие этого состояния и планирование оптимальной тактики родоразрешения. Экстренное кесарево сечение, как и необоснованное запланированное оперативное родо-

разрешение, являются краеугольным камнем современного акушерства, поскольку сопряжены с большим количеством перинатальных осложнений.

1.2 Диагностика

Традиционным методом, позволяющим косвенно оценить внутренние размеры таза беременной, является наружная пельвиометрия, которая проводится акушером-гинекологом с использованием тазомера и сантиметровой ленты. Производится измерение основных наружных размеров большого таза: *distantia spinarum*, *distantia cristarum*, *distantia trochanterica*, *conjugata externa*, *conjugate diagonalis*. *Conjugata vera* (истинная конъюгата), которая по сей день является наиболее важным параметром для врачей, при наружной пельвиометрии определяется с использованием косвенных методов: с помощью вычитания 9 см из наружной конъюгаты, по вертикальному размеру ромба Михаэлиса, по размеру Франка (расстояние от остистого отростка VII шейного позвонка до середины яремной вырезки), а также при вагинальном исследовании (при нормальных размерах таза мыс недостижим) (Айламазян Э.К., 2019).

Таким же образом косвенно оцениваются прямой и поперечный размеры выхода таза, посредством вычитания или прибавления к наружным размерам средней толщины костей (2 см) или средней толщины мягких тканей (2 см).

До сих пор наиболее важным показателем пельвиометрии для акушеров является размер истинной конъюгаты (Айламазян Э.К., 2019), однако множество последних исследований говорят о ее низкой информативности в прогнозировании клинического несоответствия, и о необходимости учитывать другие размеры малого таза, оценить которые посредством наружной пельвиометрии невозможно.

Низкая информативность наружной пельвиометрии давно доказана отечественными и зарубежными авторами. Результаты наружной пельвиометрии имеют приблизительный характер и зависят от опыта врача, проводящего исследование. Кроме того, не всегда наблюдается четкая корреляция между

наружными и внутренними размерами таза (Кулаков В.И., 2009; Шмедьк Н.Ю. 2015; Mayer С., 2013). Но несмотря на это, наружная пельвиометрия была и остается основным методом определения размеров таза у беременных.

В исследовании М. Bourdon (2016) изучалась вариабельность решения о пути родоразрешения с помощью пельвиометрии у разных наблюдателей в случае одного предшествующего кесарева сечения и аномальных размеров таза. В это обсервационное исследование, проведенное в 2014 г. в 4 родильных отделениях университета, входили 36 врачей-акушеров. Две группы акушеров, в зависимости от того, работали ли они в центре, где систематически проводилась пельвиометрия ($n=12$) или нет ($n = 24$), выбирали путь родоразрешения для 10 клинических случаев женщин с одним рубцом на матке и суженным тазом. Группа «систематической пельвиометрии» имела доступ к измерениям пельвиометрии. Группа «без пельвиометрии» узнавала о пельвиометрии только на втором этапе и должна была указать, изменился ли выбор способа родоразрешения после получения этой информации. Доля согласия на попытку родоразрешения через естественные родовые пути между врачами-акушерами в группе «систематической пельвиометрии» составила 64,7% (95% ДИ [61–68,5]), и 97,3% (95% ДИ [96,4–98,3]) в группе «без пельвиометрии». Попытка вагинальных родов была решена в 77,5% случаев по сравнению с 98,7% ($p<0,001$). После получения результатов пельвиометрии в группе «без пельвиометрии» количество попыток родоразрешения через естественные родовые пути не различалось (77,5% против 78%, $p=0,920$). Таким образом, у женщин, перенесших одно кесарево сечение в анамнезе, при обнаружении узкого таза после пельвиометрии повышена межнаблюдательная вариабельность решения о способе родоразрешения. По мнению авторов, центры, решившие продолжать использовать рутинную пельвиометрию, должны разработать процедуры, ограничивающие эту изменчивость.

1.2.1 Рентгенологическое исследование

Лучевые методы диагностики, сопровождающиеся ионизирующим излучением, такие как рентгенография и КТ, в настоящее время не имеют широкого применения в акушерской практике (Олизарович М. Ю., 2021; Бекетов С. Н., 2024; Павловская Е.А. и соавт., 2024; Mainprize J. G. et al., 2023).

Однако, первым методом лучевой диагностики, который был использован для оценки размеров малого таза у женщин, стала рентгенография. Этот метод обеспечивает хорошую визуализацию костных структур, что гарантирует высокую точность измерений. Кроме того, рентгенография является быстрым, простым в исполнении и широкодоступным методом. Его чувствительность варьирует от 86 до 100% (Кулаков В.И. и соавт., 1998; Руднева Т.В. и соавт. 2009). Данный метод обладает рядом существенных недостатков, основной среди которых – лучевая нагрузка на женщину и плод, которая при пленочной рентгенографии может достигать 900 мкЗв, в связи с чем рентгенпельвиометрия беременных не может без опасений применяться в рутинной клинической практике. Несмотря на существование современных низкодозовых протоколов, позволяющих снизить дозу облучения более чем на 50%, рентгенпельвиометрия во время беременности по-прежнему не может быть отнесена к абсолютно безопасному методу диагностики (Бекетов С. Н., 2024; Павловская Е. А. и соавт., 2024; Mainprize J. G. et al., 2023). Поэтому рентгеновскую пельвиометрию следует выполнять на этапе планирования беременности и строго по показаниям (Чернуха Е.А. и соавт., 2005).

К менее значимым, но существенным недостаткам, относится получение при рентгенографии суммационных изображений, что практически в абсолютном большинстве случаев не дает возможности оценить истинные размеры головки плода, поскольку в полости таза она занимает, как правило, косое положение, особенно при доношенных сроках беременности (Айламазян К.Э., 2019). Поэтому оценить риски диспропорции между головкой плода и

тазом матери при использовании рентгеновской пельвиометрии не представляется возможным.

В работе Т.В. Рудневой и соавт., (2009) авторы представили многолетний опыт использования цифровой низкодозовой рентгенпельвиометрии, который позволил разработать показания для ее применения в практическом здравоохранении и определить диагностическую ценность метода при выборе тактики ведения беременных с суженным тазом. Однако, исследование ограничивалось определением только размеров таза.

По данным систематического обзора R.C. Pattinson et al., (2017), в который было включено 5 рандомизированных контролируемых исследований, входящих в регистр клинических испытаний Кокрановской группы по беременности и родам, с участием 1159 женщин, было выявлено, что рентгеновская пельвиометрия обладает низкой доказательностью для принятия решения о способе родоразрешения у женщин с головным предлежанием плода, а также в отношении перинатальных исходов для матери и плода; у женщин, прошедших рентгеновскую пельвиометрию была выше частота кесаревых сечений. Рентгеновская пельвиометрия по сравнению с отсутствием пельвиометрии или наружной пельвиометрией являлась единственным сравнением, включенным в этот обзор, так как не было найдено рандомизированных испытаний с другими радиологическими методами пельвиометрии (КТ, МРТ).

О низкой информативности данных, полученных при рентгенпельвиометрии, для прогнозирования исхода родов у женщин, уже имеющих в анамнезе оперативные роды, сообщается в работе M. Komatsu et.al. (2024). Авторы утверждают, что универсальное применение рентгеновской пельвиометрии у всех женщин, пытающихся родить естественным путем после кесарева сечения, может не иметь значительной клинической значимости, поскольку размеры таза в исследуемых группах - успешных естественных родов и неудачных попыток естественных родов, закончившихся кесаревым сечением - существенно не отличались.

1.2.2 Компьютерная томография

Высокоточным и информативным методом визуализации костных структур является КТ (Хофер М., 2009; Sera T., 2021; Withers P.J. et al., 2021). Высокое качество визуализации и возможность реконструкции позволяет с большой точностью определить размеры таза и головки плода.

Большинство работ, посвященных КТ-пельвиометрии, носят ретроспективный характер, с проведением исследования у женщин после родоразрешения и соотносением результатов их родоразрешения (Mirgalobayat S. et al., 2019; Ouies S. et al., 2023).

В работе S. Nishikawa et al., (2023) ретроспективно оценивали размеры таза у небеременных женщин детородного возраста, которым ранее выполнялась компьютерная томография по другим причинам, с получением новых данных о размерах таза в современной популяции.

Так, Salk et al., (2016) ретроспективно оценивали размеры таза по данным 3D КТ, выполненным по неакушерским показаниям у 203 небеременных повторнородящих женщин с успешными родами через естественные родовые пути, и оценивали влияние низкого роста матери на эти параметры.

В исследование M. Lenhard et al., (2009) было ретроспективно проанализировано 25 КТ-пельвиометрий с различными вариантами трехмерной постобработки и оценки данных с привлечением независимых наблюдателей, и была доказана высокая согласованность и низкая изменчивость между наблюдателями, что доказывает точность и информативность КТ-пельвиометрии в получении знаний об анатомии и параметрах таза матери. В этом же году эта группа исследователей ретроспективно проанализировали КТ-исследования 63 пациенток с целью оценки клинической значимости пельвиометрии в прогнозировании затрудненных родов из-за тазово-плодовой диспропорции, и выявили связь между диаметром среднего таза (расстояние от соединения 4 и 5 крестцовых позвонков до нижнего края лобкового симфиза) и риском диспропорции.

Takaaki Kitai et al., (2020) была разработана сверхнизкодозовая КТ-пельвиометрия с созданием трехмерных реконструкций на основе глубокого обучения (deep learning based reconstruction (DLR)). Благодаря включению сверточных нейронных сетей в процесс реконструкции изображений, реконструкция на основе глубокого обучения снижает уровень шума, сохраняя при этом пространственное разрешение и предпочтительную текстуру шума за короткое время реконструкции, тем самым обеспечивая оптимизацию дозы в педиатрической КТ (Nagayama Y., et al., 2021). 3D-изображения, полученные при КТ-пельвиометрии с DLR, показали точный бипариетальный диаметр и акушерскую конъюгату по сравнению с изображениями без DLR. Доза облучения при КТ-пельвиометрии – 0,39 мГр, при рентгенопельвиометрии – 1,18 мГр соответственно. Хотя визуализация высококонтрастного объекта, такого как костные структуры снижает дозу облучения при КТ-исследовании в целом, DLR позволяет дополнительно снизить дозу для сохранения качества изображения. Обработка 3D-изображений из КТ-пельвиометрии решает проблему проекционного увеличения в рентген-пельвиометрии и обеспечивает точные измерения.

S. Aubry, et al., (2018) предложили в качестве метода пельвиометрии использовать низкодозовую стереорентгенографию (СРГ) с получением двух снимков – во фронтальной и латеральной проекциях. Исследователи сравнивали результаты измерений и дозы облучения с низкодозовой КТ-пельвиометрией. Была выявлена хорошая корреляция для прямого размера входа в малый таз, а также значительное снижение доз облучения плода и матери при стереорентгенографии по сравнению с КТ-пельвиометрией (доза на плод была в 13,1 раза ниже при использовании СРГ (87 ± 26 мкГр), чем при КТ (1140 ± 220 мкГр, $P < 0,0001$). Эффективная материнская доза была в 3,1 раза ниже при использовании СРГ (97 ± 21 мкЗв), чем при КТ (310 ± 60 мкЗв; $P < 0,0001$).

Хотя компьютерная томография (КТ) демонстрирует снижение лучевой нагрузки на 30% в сравнении с традиционной рентгенографией, ни один из указанных методов не гарантирует полного отсутствия воздействия

рентгеновского излучения на организм беременной женщины и плода (Водоватов и соавт., 2023; Павловская Е.А. и соавт., 2024; Withers P. J. et al., 2021; Sera T., 2021).

В связи с этим, особое внимание уделяется развитию и применению методов определения размеров малого таза, которые не связаны с использованием ионизирующего излучения и, следовательно, являются радиационно безопасными.

1.2.3 Магнитно-резонансная томография

К данному моменту наиболее информативной и безопасной методикой является МР-пельвио- и фетометрия, позволяющая получить изображения таза беременной и головки плода в любой плоскости, изучить их анатомическое строение и размеры, при полном отсутствии ионизирующего излучения (Кулаков В.И. и соавт, 2001; Пучко Т.К., 2003; Ray J.G. et al., 2016; Lum M., Tsiouris A.J., 2020; Kim E., Boyd B., 2022). По результатам отечественных и зарубежных исследований, не выявлено вредного воздействия МРТ, проведенной во время беременности (Семенова Е.С. и соавт., 2020; Levine D., 2013; Ray J.G. et al., 2016; Lum M., Tsiouris A.J., 2020).

Несмотря на существенные преимущества МР-пельвио- и фетометрии над лучевыми методами исследования с ионизирующим излучением, данное исследование обладает рядом недостатков.

Одним из основных недостатков является относительно длительное время сканирование, которое может занимать до 15 минут (Шмедык Н.Ю., 2015; Быченко В.Г. и соавт., 2021, Shimaoka R. et al. 2023).

Для определения риска диспропорции в родах МР-пельвио- и фетометрию рекомендовано проводить при доношенной беременности, на сроке 37-40 недель, когда размеры плода уже максимально приближены к тем, которые будут проходить через плоскости таза в родах. На поздних сроках гестации женщинам тяжело находиться в томографе в положении лежа на спине в связи с развитием

синдрома аорто-кавальной компрессии, проявляющегося тошнотой, головокружением, гипотонией, потерей сознания (Зильбер А. П., 1997; Руденко Н. Н. и соавт., 2020). Помимо этого, звук работы градиентных катушек во время исследования и нагревание томографа на фоне эмоциональной лабильности беременных может вызывать дискомфорт у пациенток. В связи с вышеперечисленными причинами существенно повышается значимость такого параметра как время сканирования.

Следующим недостатком стандартной МР-пельвио- и фетометрии является операторозависимость (Быченко В.Г. и соавт., 2021, Shimaoka R. et al. 2023). При использовании 2D импульсных последовательностей (turbo spin echo и др) для точного определения размеров таза и головки плода необходима правильная ориентация плоскостей сканирования во время проведения исследования (Mervak V. M. et al., 2019; Gatta G. et al., 2021; Rajinikanth V., Dey N., 2022). Любое отклонение или смещение плоскостей может привести к значительным погрешностям измерений как размеров таза, так и размеров головки плода, что в конечном итоге снизит точность расчета риска диспропорции между окружностями таза беременной и головки плода. (Gatta G. et al. 2021; Li J. et al., 2023; Shimaoka R. et al., 2023).

Для врача-рентгенолога традиционная МР-пельвио- и фетометрия характеризуется длительным временем написания заключения – от 25 до 40 минут, что обусловлено большим количеством измерений и расчетов – до 20-25 показателей, включая измерение прямых и поперечных размеров и расчет окружностей таза и головки. минут (Быченко В.Г. и соавт., 2021; Shimaoka R. et al., 2023).

Кроме того, в стандартном заключение некоторыми авторами принято определять риск диспропорции только для родов в «классическом» головном предлежании – задний вид затылочного вставления головки – в таком случае головка проходит через плоскости таза малым косым размером, соответственно, окружность головки рассчитывается по нему (Шмедык Н.Ю., 2016; Быченко В.Г. и соавт., 2021; Shimaoka R. et al., 2023). Дополнительный расчет риска

диспропорции при других вариантах вставления головки требует у врача-рентгенолога дополнительных измерений и времени для написания заключения.

Существует ряд исследований, посвященных применению МР-пельвиофетометрии при тазовом предлежании плода.

В ретроспективном моноцентровом исследовании Marie Franz et al., (2017), при анализе 237 МР-пельвиометрий, выполненных в связи с подозрением на тазово-плодовую диспропорцию, деформацию таза после травмы или тазовое предлежание плода, были обнаружены статистически значимые различия в размерах истинной акушерской конъюгаты (АК) и поперечном диаметре таза (ПД) между группой пробных родов через естественные родовые пути и группой, подвергшейся плановому кесареву сечению (АК: $12,5 \pm 1,0$ против $12,1 \pm 1,2$ см, значение p 0,001; ПД: $13,3 \pm 0,9$ против $12,7 \pm 0,9$ см). Однако не было выявлено существенной разницы между успешными родами через естественные родовые пути и кесаревым сечением после пробных естественных родов (АК: $12,5 \pm 0,9$ против $12,3 \pm 1,1$ см, значение p 0,194; ПД: $13,4 \pm 0,9$ против $13,2 \pm 0,9$ см, значение p 0,358 соответственно). Авторы делают вывод, что МР-пельвиометрия была полезным инструментом для дородовой оценки женского таза при выборе кандидатов на пробные роды через естественные родовые пути. Однако, не дала дополнительной прогностической ценности для женщин с предшествующими вагинальными родами – риск экстренного кесарева сечения после пробных родов у нерожавших женщин был выше в 7,5 раз выше

Amanda von Bismarck et al., (2018) были ретроспективно проанализированы 99 МР-пельвиометрий, выполненных при тазовом предлежании плода с целью оценки согласия между наблюдателями. МР-томограммы были проанализированы наблюдателями с различными уровнями клинического опыта (врач-рентгенолог, врач-акушер-гинеколог, ординатор, научный сотрудник). Анализ изображений включал количественную оценку акушерской конъюгаты и поперечного диаметра, качества изображения и случайных находок. Акушерские данные были извлечены из акушерской базы данных для оценки эталонных значений. Было выявлено высокое согласие между наблюдателями (средний

диапазон внутриклассового коэффициента корреляции: 0,889–0,968). Индивидуальные погрешности измерения варьировались в пределах 0-2 мм, а средние пределы совпадения составляли ± 3 мм. Что касается способа родоразрешения, в группе рекомендованного кесарева сечения показатели акушерской конъюгаты были значительно меньше (акушерская конъюгата: $11,37 \pm 0,73$, p -значение $<0,0001$), чем в любой другой группе родов. Статистически значимой разницы в размерах акушерской конъюгаты между группами естественных родов и незапланированного кесарева сечения обнаружено не было ($p=0,902$). Измерения поперечного диаметра показали только значительную разницу между рекомендованным и плановым кесаревым сечением ($p=0,039$). Так, высокое согласие между наблюдателями, независимо от уровня опыта, подтверждает, что МР-пельвиметрия является надежным методом выявления женщин с диспропорцией плода и таза беременной при тазовом предлежании.

В работе Hoffmann Janine et al., (2016) авторы ретроспективно проанализировали 240 МР-пельвиометрий первородящих женщин с тазовым предлежанием плода с целью выявления новых дополнительных критериев для прогнозирования возможности успешного родоразрешения через естественные родовые пути. В исследуемой группе всем пациенткам изначально планировались естественные роды, согласно немецким рекомендациям, при условии, что истинная конъюгата составляла 12 см и более. Для анализа были отобраны МР-томограммы двух групп пациенток: тех, кто успешно родил естественным путем, и тех, кому потребовалось экстренное (незапланированное) кесарево сечение, сравнивались по параметрам таза и исходам. В группе естественных родов ($n = 162$, (67,5%)) было выявлено значительное увеличение межкостного диаметра. Межкостный диаметр значительно повлиял на способ родоразрешения в регрессионном анализе. Размер истинной конъюгаты существенно не отличался между группами. Пациентки с успешными естественными родами были значительно моложе пациенток, перенесших кесарево сечение. При ROC-анализе площадь под кривой (AUC) для межкостного диаметра составила 67,7% ($p<0,001$, 95% ДИ [0,303–0,642]) и была выше с учетом возраста матери (AUC =

73,1%, $p < 0,001$, 95% ДИ [0,662–0,800]). Ранние неонатальные исходы были сопоставимы в обеих группах.

Таким образом, авторы сделали вывод, что дополнительное использование межкостного диаметра может прогнозировать успешное родоразрешение через естественные родовые пути при тазовом предлежании и может быть информативнее, чем истинная конъюгата, которая используется чаще.

По данным исследования Anna-Sophia Klemt et al., (2019), в которое было включено 367 первородящих женщин с тазовым предлежанием плода и сроком гестации 39-41 недель, по результатам МР-пельвиометрии не было выявлено достоверной корреляции между битуберозным диаметром и способом родоразрешения, в то время, как увеличение акушерской конъюгаты было значительно связано с увеличением числа родов через естественные родовые пути. Также авторами были определены пороговые значения битуберозного диаметра в 10,9 см и в лобковом углу 70° ; при значениях, ниже указанных порога успешные роды через естественные родовые пути не были зарегистрированы. Статистически значимых различий в ближайших исходах для новорожденных, родившихся естественным путем, и новорожденных, появившихся на свет путем кесарева сечения, не выявлено. Вариабельность между наблюдателями и внутри наблюдателя показала отличную воспроизводимость для всех параметров МРТ.

Вышеупомянутые исследования были сосредоточены на 2D МРТ технологии пельвиометрии.

В последние годы активно развивается 3D моделирование МРТ, поскольку по сравнению с поперечными изображениями таза 3D-модели могут предоставить улучшенные анатомические изображения для точного выбора точки измерения.

Так, K.D. Liao et al., (2018) была предложена и описана методика трехмерной МРТ полости таза женщин при доношенной беременности. В исследование была включена 311 беременная на доношенном сроке гестации, прошедшая МРТ. Трехмерные модели таза были реконструированы с помощью программного обеспечения Mimics.10.0 на основе наборов данных МРТ, и были

проведены измерения этих моделей. Реконструкцию таза на основе данных МРТ сначала выполняли путем ручной сегментации. Контур таза следует рисовать слой за слоем, чтобы создать новую маску таза. Отсегментированные 3D-модели были экспортированы в библиотеку стандартных шаблонов (англ. Standard Template Library, STL) для 3D-пельвиметрии. Измерения размеров таза проводились ретроспективно в среде виртуальной реальности с использованием инженерного программного обеспечения UG NX 6.0 (Siemens PLM Software, Германия). Чтобы предотвратить изменчивость между наблюдателями, стандартизированные диаметры таза были измерены одним и тем же наблюдателем на соответствующих срезах, как описано Lenhard (2009). Также авторами были представлены результаты пельвиметрии в зависимости от способа родоразрешения. Для проверки точности измерений был использован ранее описанный метод КТ 3D-пельвиметрии для прогнозирования тазово-плодовой диспропорции. Двести десять женщин родили через естественные родовые пути, а 13 женщин перенесли кесарево сечение по поводу тазово-плодовой диспропорции. Параметры таза в группе вагинальных родов были следующими: поперечный диаметр $134,7 \text{ мм} \pm 7,5$; акушерская конъюгата $126,9 \text{ мм} \pm 8,3$; межкостное расстояние $113,4 \text{ мм} \pm 8,2$; сагиттальный средний таз $117,8 \text{ мм} \pm 8,1$; межбугорковое расстояние $127,1 \text{ мм} \pm 10,4$; сагиттальный выход $110,2 \text{ мм} \pm 8,9$ и задний сагиттальный выход $59,7 \text{ мм} \pm 8,1$.

Согласно ранее описанному методу КТ 3D-пельвиметрии для прогнозирования диспропорции Lenhard (2009) у 67,6% (142/210) женщин в группе вагинальных родов была диагностирована тазово-плодовая диспропорция. Авторы отмечают необходимость проведения проспективного исследования для определения ценности данной методики в прогнозировании тазово-плодовой диспропорции.

В продолжение исследований K.D. Liao et al., (2018), Y.-G. Li et al., (2018) применили магнитно-резонансную томографию (МРТ) с трехмерной реконструкцией для изучения взаимосвязи между размерами головки плода и таза матери. Авторы стремились разработать более объективный и точный

подход к определению оптимального метода родоразрешения на основе создания трехмерной модели костного родового канала.

Такая модель позволяет точно измерить внутренние размеры таза матери, визуализировать его морфологию и положение плода, а также выявить взаимосвязь между размерами таза матери и головы плода. 301 первородящая китайская беременная с доношенным сроком гестации с головным предлежанием прошла МРТ до начала родов. Данные были собраны и импортированы в то же программное обеспечение Mimics для реконструкции таза матери и плода. Из 301 беременной 212 родили через естественные родовые пути, а 32 — путем операции кесарева сечения. Индекс массы тела (ИМТ) значительно отличался между группой вагинальных родов и группой с подозрением на тазово-плодовую диспропорцию; чем больше ИМТ, тем выше риск развития диспропорции. Поперечный диаметр входа в таз и задний сагиттальный диаметр средней части таза были значительно больше в группе вагинальных родов по сравнению с группой с подозрением на диспропорцию. Вес плода $> 3,5$ кг можно использовать в качестве диагностического индикатора диспропорции.

Было выявлено, что ИМТ является фактором риска развития тазово-плодовой диспропорции, а масса плода $< 3,5$ кг является важным диагностическим показателем естественных родов у беременных женщин в Китае. Однако, не было выявлено высокой чувствительности и специфичности в прогнозировании диспропорции. Исследователям не удалось определить показатель для прогнозирования взаимосвязи между размером головы плода и размером таза матери до родов, поскольку испытуемыми были здоровые первородящие китайские беременные женщины с головным предлежанием в третьем триместре беременности, а не популяция с факторы высокого риска вагинальных родов, такие как макросомия плода, тазовое предлежание или вагинальные роды после кесарева сечения.

Существуют публикации, посвященные моделированию родов, основанные на применении методов лучевой диагностики. К наиболее ранним работам, посвященным моделированию родов, с использованием КТ, является работа F.

Melechert et al. (1995), в которой для более точной оценки степени тазово-плодовой диспропорции исследователи разработали трехмерную геометрическую модель родов, основанную на совмещенных данных КТ и МРТ. Применение специализированного программного обеспечения и разработанных алгоритмов позволило не только провести оценку формы и размеров головки плода и таза матери, но и создать модель динамики прохождения головки плода по родовым путям с получением информации об их деформации в процессе родов. Выполняя симуляции родов при различных анатомических и физиологических условиях, исследователями была получена пользовательская база с акушерскими и биомеханическими данными, которая была реализована в экспертной системе на базе ПК (Melchert F., et al., 1995).

C. Bamberg et al., (2011) впервые получили динамические 2D МРТ-последовательности второго и третьего периода родов с помощью МР-томографа открытого типа, что дало возможность оценить изменения в анатомии таза матери и головки плода (Bamberg C. et al., 2012). В 2017 году авторы продолжили исследование и получили серию кинематографических МРТ в режиме реального времени в срединно-сагиттальной плоскости таза матери во время активного второго периода родов на 37 неделе беременности с целью оценки изменения конфигурации головки плода. Было выявлено увеличение лобно-затылочного размера и уменьшением вертикального размера головки во втором периоде родов (Bamberg C. et al., 2017).

Говоря о современных возможностях МРТ, следует упомянуть работы, посвященные 3D-моделированию на основании данных МРТ. Так, Olivier Ami et al., (2019) продемонстрировали и описали формирование головы плода и изменения формы мозга во время родов, используя трехмерную 3D МРТ и трехмерную реконструкцию конечно-элементной сетки, чтобы сравнить головку плода до родов и во втором периоде родов. В исследование были включены 27 беременных, которым перед началом родов провели МРТ на аппарате открытого типа с напряженностью магнитного поля 1 Тесла. Семь из этих пациенток впоследствии прошли повторное МРТ-исследование с получением 3D-

изображений во втором периоде родов. Объемы 2D-изображений были преобразованы в 3D-реконструкции методом конечных элементов. Полигональные сетки для каждой части тела плода использовались для изучения формы головы плода и изменений формы мозга. Различная степень деформации головы плода присутствовала у младенцев всех 7 пациенток во время второй фазы родов по сравнению с изображениями, полученными до рождения. Однако деформация черепа уже не наблюдалась после рождения у 5 из 7 новорожденных, у которых постнатальные черепные параметры были идентичны таковым, измеренным до родов. Изменение формы головного мозга плода после процесса формирования и ограничение мозговой ткани наблюдались у всех плодов. Это исследование демонстрирует ценность 3D-MPT с 3D-реконструкцией конечно-элементной сетки во время второго периода родов, чтобы показать, как формирование черепных костей влияет на мозг плода.

Таким образом, к настоящему моменту не существует эффективного и информативного метода пренатального моделирования родов, который мог бы быть внедрен в клиническую практику и позволил бы прогнозировать развитие клинически узкого таза в родах.

В виду отсутствия ионизирующего излучения, возможности многоплоскостной визуализации, высокой контрастности изображений, а также импульсных последовательностей с различной толщиной среза, современные возможности МРТ являются перспективными для изучения и прогнозирования клинического несоответствия, благодаря возможности трехмерного моделирования таза матери и головки плода. Использование дополнительных технологий может позволить комплексно анализировать данные МР-визуализации таза матери и плода, автоматизировать процесс и повысить прогностическую точность исследования, в конечном счете снизив количество перинатальных осложнений.

1.2.4 Ультразвуковое исследование

УЗИ в настоящее время является основным методом лучевой диагностики в акушерстве и перинатологии, поскольку оно не связано с воздействием ионизирующего излучения на организм матери и плода, мобильно и просто в применении (Мерц Э., 2016; Митькова М. Д. и соавт., 2022; Leung K. Y. 2021; Woodward P. J. 2021).

Несмотря на то, что многие зарубежные авторы разрабатывают методики УЗ-пельвиометрии, они не получили широкого распространения (Recker F. et al. 2024). Тем не менее, исследование A. Malvasi et al. (2021) показало высокую информативность и воспроизводимость ультразвуковой пельвиометрии для определения размеров истинной конъюгаты.

Несмотря на широкое применение, ультразвуковая пельвиометрия (УЗ-пельвиометрия) уступает по информативности другим методам лучевой диагностики, таким как рентгенопельвиометрия, компьютерная томография (КТ-пельвиометрия) и магнитно-резонансная томография (МР-пельвиометрия). Погрешность измерений при УЗИ может достигать и превышать 5 мм, а оценка поперечных размеров таза с помощью данного метода представляет значительные трудности.

Применение панорамного влагалищного датчика также не обеспечивает достаточной информативности. Отражение ультразвуковых волн от костей таза затрудняет четкую визуализацию костных ориентиров, необходимых для проведения измерений, что в свою очередь снижает точность метода (Мерц Э., 2016; Мудров В. А. и соавт., 2019).

Трехмерное УЗИ (3D УЗИ), несмотря на ряд преимуществ, также имеет ограничения. Построение трехмерных изображений требует сбора данных в трех плоскостях, что усложняет процедуру. На качество изображений, аналогично 2D УЗИ, влияют различные факторы, такие как положение плода, объем околоплодных вод и другие. 3D УЗИ чаще всего применяется для диагностики аномалий развития плода.

Важно отметить, что УЗИ считается наиболее операторозависимым методом лучевой диагностики, что может оказывать влияние на точность получаемых результатов.

1.2.5 Тазово-плодовый индекс

С.М. Steer (1975) было предложено сочетанное использование рентгенопельвиметрии с УЗИ, которое позволяет измерить головку плода (Steer CM, 1975). Измерение окружностей малого таза и головки плода позволяло прогнозировать риск диспропорции (Чернуха Е.А. и соавт, 2005).

М.А. Morgan (1992) предложил инновационный подход к оценке риска развития клинического несоответствия размеров таза матери и головки плода в родах. Его метод заключался в вычислении разницы между окружностью головки плода и окружностями плоскостей входа в малый таз и его полости, а также разницы между окружностью живота плода и окружностями тех же плоскостей таза. Полученные значения суммировались. Положительная сумма интерпретировалась как высокий риск развития осложнений, связанных с несоответствием размеров (Morgan MA et al., 1992).

В свою очередь, G.R. Thunau et al., (1988) разработали тазово-плодовый индекс для прогнозирования исхода родов. Данный индекс рассчитывался как разница между двумя показателями: окружностью, полученной при суммировании окружностей таза и головки плода, и окружностью, полученной при суммировании окружностей таза и живота плода. Положительное значение индекса указывало на наличие тазово-плодовой диспропорции. Предсказуемость отрицательного тазово-плодового индекса при прогнозировании вагинальных родов в работе G.R. Thunau et al., составила 90%.

Однако, в более позднем исследовании Kin Sun Wong (2003) авторы сообщают о низкой прогностической ценности тазово-плодового индекса, предложенного G.R. Thunau et al., в прогнозировании вагинальных родов после кесарева сечения. В исследование были включены 170 женщин с одним

кесаревым сечением в нижнем сегменте, пытавшихся пройти вагинальные роды. КТ-пельвиметрия проводилась для измерения окружности входа в таз и средней полости матери на 37-й неделе беременности. На сроке 38-39 недель было проведено УЗИ для измерения окружности головы и живота плода. Рассчитывали фетально-тазовый индекс. 57 (33,5%) женщинам потребовалось повторное кесарево сечение, а 113 (66,5%) родили через естественные родовые пути. У 22 женщин с положительным тазово-плодовым индексом было проведено повторное кесарево сечение. Предсказуемость положительного тазово-плодового индекса составила 48,9%. Показаниями для повторного кесарева сечения были: гипоксия плода, диспропорция/сохранение заднего вида затылочного вставления головки, отсутствие эффекта от родовозбуждения, отсутствие прогрессирования вследствие вторичной слабости родовой деятельности и другие. 90 из 125 пациенток с отрицательным тазово-плодовым индексом рожали естественным путем. Предсказуемость отрицательного тазово-плодового индекса составила 72,0%. Авторы предполагают, что низкая прогностическая ценность тазово-плодового индекса в прогнозировании родов через естественные родовые пути в их исследовании обусловлена тем, что размеры таза и плода являются не единственными факторами, определяющими исход родов.

Таким образом, на основании проведенного обзора литературы, можно сделать следующие заключения. Беременность высокого риска - это любая беременность, сопряженная с повышенным риском для здоровья беременной, плода или обоих. Беременные этой категории вносят основной вклад в общее количество оперативных родоразрешений. При этом в Российской Федерации на долю кесаревых сечений приходится до 25-30% всех родов, в то время как ВОЗ рекомендовано стремиться к 10-15%. Одной из причин экстренного кесарева сечения у групп высокого риска является развитие клинического несоответствия размеров плода и таза матери в родах. Поэтому на данный момент является актуальным поиск предикторов, позволяющих спрогнозировать исход родов.

В настоящее время по мнению многих авторов наиболее информативной и безопасной методикой определения размеров таза беременной и плода является магнитно-резонансная пельвиофетометрия.

Среди современных авторов нет единого мнения по способу визуализации костей таза беременной и плода для определения их размеров (Шмедык Н.Ю., 2016; Aubry S, 2018; Kitai T. et al., 2020; Garg R. et. al., 2023). Существует множество работ, посвященных рентгеновской пельвиометрии, низкодозовой КТ-пельвиометрии, а также работы по применению УЗ-пельвиометрии. Магнитно-резонансная томография является радиационно безопасным методом, с каждым годом всё более активно применяющимся в акушерстве.

В последние годы в сферу медицины активно внедряется применение искусственного интеллекта. Наиболее активно нейросетевые алгоритмы применяются в области лучевой диагностики, позволяя ускорить процесс и повысить точность диагностики, снизив объем нагрузки на врачей-рентгенологов. Но среди исследований, посвященных применению искусственного интеллекта в медицинской визуализации, отсутствуют работы, в которых разрабатывалось нейросетевое моделирование в аспекте пельвиофетометрии.

В мировой литературе отсутствуют работы, в которых рассматриваются вопросы прогнозирования исхода родов на основании данных МРТ с применением нейросетевых алгоритмов в таких группах риска, как беременные с крупным плодом, с уменьшенными размерами таза, с рубцом на матке, что и определило актуальность данной работы. Прогнозирование исхода родов способствует снижению перинатальных осложнений, родового травматизма матери и плода.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика обследованных беременных

Диссертационное исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России (выписка № 0311-21-01С из протокола заседания ЛЭК № 11-21-01С от 8 ноября 2021).

В соответствии с целью и задачами было проведено проспективное исследование с выполнением МРТ 181 беременной, обращавшихся амбулаторно и/или находившихся на обследовании и лечении в дородовом отделении перинатального центра НМИЦ им. В.А. Алмазова в период с 2021 по 2024 год.

Критериями включения в исследование были:

1. Женщины с настоящей доношенной одноплодной беременностью при сроке гестации 37-41 неделя.
2. Любой возраст.
3. Любое количество беременностей и естественных родов в анамнезе.
4. Наличие не более 1 рубца на матке.
5. Отсутствие сопутствующей патологии, которая требует родоразрешения путем планового кесарева сечения.
6. Предполагаемой масса плода по результатам УЗИ 4000 гр и более / отсутствием, либо наличием в анамнезе не более одной операции кесарева сечения/ уменьшение размеров таза по результатам наружной пельвиометрии.

На основании показаний к МР-пельвио- и фетометрии все беременные были разделены на три группы:

Группа I (n=49) - крупный плод, с предполагаемой массой 4000 г и более по результатам УЗИ.

Группа II (n=44) – беременные с одним рубцом на матке после кесарева сечения или миомэктомии.

Группа III (n=49) – беременные с подозрением на анатомически узкий таз (сужение хотя бы одного из наружных размеров таза на 2,0 см и более по сравнению со стандартной нормой).

Также была набрана и проанализирована группа IV (n=39) – беременные, которые в последствие имели физиологические роды. В эту группу вошли беременные с условной нормой, которым было выполнено МР-исследование по другим показаниям (миомы матки, подозрение на плотное прикрепление плаценты, костные экзостозы, патология плода) и дополнительно проведена МР-пельвио- и фетометрия.

Распределение пациенток по возрасту и количеству родов в анамнезе представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 - Распределение первичных данных в исследуемых группах (по возрасту)

Возраст (в годах)	Количество беременных (все пациенты)		Группа I (n=49)		Группа II (n=44)		Группа III (n=49)		Группа IV (n=39)	
	Абс. число	Доля (%)	Абс. числ о	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)	Абс. числ о	Доля (%)	Абс. числ о	Доля (%)
До 25	57	31,5	16	32,7	12	27,3	17	34,7	12	30,8
26-35	83	45,9	21	42,8	20	45,5	23	47,0	19	48,7
36-40	27	14,9	7	14,3	8	18,2	6	12,2	6	15,4
Более 40	14	7,7	5	10,2	4	9,0	3	6,1	2	5,1
Средний возраст	30,7		30,7		32,1		28,8		31,4	

Из данных таблицы 1 следует, что наибольшее количество беременных было в возрасте 26-35 лет, наименьшее - в возрасте более 40 лет.

Таблица 2 - Распределение пациенток по количеству родов, у которых в анамнезе отсутствует кесарево сечение (беременные без рубца на матке)

Количество физиологических родов	Группа I (n=49)		Группа III (n=49)		Группа IV (n=39)	
	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)
0	29	59,2	35	71,4	22	56,4
1	13	26,5	10	20,4	11	28,2
2 и более	7	14,3	4	8,2	6	15,4

В исследуемых группах преобладали беременные, у которых отсутствовали физиологические роды в анамнезе.

Таблица 3 – Распределение пациенток по количеству естественных родов в анамнезе, у которых не было кесарева сечение (первородящая/повторнородящая)

Количество беременностей	Группа I (n=49)		Группа III (n=49)		Группа IV (n=39)	
	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)
первородящая	29	59,2	35	71,4	22	56,4
Повторно-родящая	20	40,8	14	28,6	17	43,6

Из таблиц видно, что в I, III и IV группах преобладают первородящие беременные. Группу II не стали включать в таблицы, так как в ней изначально беременные с рубцом на матке после кесарева сечения.

Таблица 4 - Распределение пациенток по количеству сопутствующей патологии

Сопутствующая патология (количество)	Группа I (n=49)		Группа II (n=44)		Группа III (n=49)		Группа IV (n=39)	
	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)
0	0	0	0	0	0	0	8	20,5
1	16	32,7	16	36,4	16	32,7	17	43,6
2 и более	33	67,3	28	63,6	33	67,3	14	35,9

Из таблицы 4 видно, что во всех группах, кроме IV (условная норма), отсутствовали пациентки без сопутствующей патологии, и преобладали беременные с несколькими сопутствующими патологиями.

Таблица 5 – Сопутствующая экстрагенитальная патология

Сопутствующая патология	Всего	Группа I (n=49)		Группа II (n=44)		Группа III (n=49)		Группа IV (n=39)	
		Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Нарушения углеводного обмена	42	19	38,8	9	20,5	11	22,4	3	6,1
Заболевания сердечно-сосудистой системы	32	9	18,4	10	22,7	7	14,3	6	15,4
Щитовидной железы	15	4	8,2	3	6,8	3	6,1	5	12,8
Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника	25	7	14,3	5	11,4	8	16,3	5	12,8
Болезни ревматологического профиля	9	3	6,1	2	4,5	3	6,1	1	2,6

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Железодефицитная анемия	28	8	16,3	8	18,2	5	10,2	7	18,0
Болезни желудочно-кишечного тракта	30	7	14,3	8	18,2	8	16,3	6	15,4
Болезни ЛОР-органов	22	6	12,2	5	11,4	4	8,1	7	14,3

Согласно таблице 5, среди сопутствующей экстрагенитальной патологии наиболее часто встречались нарушения углеводного обмена (в частности, гестационный сахарный диабет, сахарный диабет II типа, диабетическая полинейропатия) и заболевания сердечно-сосудистой системы (нарушения ритма, легочная гипертензия, сердечная недостаточность, врожденные пороки развития).

В ходе акушерского осмотра у небольшой части (2,2%) пациенток, помимо сужения внешних параметров таза, при внутреннем исследовании мыс крестца был достигаем. В другой исследуемой группе у значительной доли женщин (27,0%) был рубец на матке после кесарева сечения, однако признаков его несостоятельности не наблюдалось. При отсутствии ограничений эти пациентки могли рассчитывать на естественные роды. У небольшого процента беременных (3,3%) были диагностированы миомы матки разных размеров, а у 2,7% отмечались проявления симфизопатии, варьирующие от легкого дискомфорта до выраженного болевого синдрома. Изменения костей таза, связанные с травмами, выявлены у 1,1% женщин, причиной которых были автоаварии с переломами лобковых костей и крестца.

Все беременные прошли комплексное клиническое обследование, включающее измерение роста, веса, параметров таза, окружности живота и высоты дна матки для оценки предполагаемого веса плода. В стационаре проводилось внутреннее акушерское исследование, в ходе которого оценивалась доступность

мыса крестца. Полученные данные документировались в медицинских картах и использовались для дальнейшего анализа.

При наружном акушерском обследовании определялось положение плода, его головки по отношению к плоскости входа в таз. В протоколах фиксировались особенности анамнеза, объективные данные, общее состояние здоровья и сопутствующие заболевания.

Антропометрические показатели беременных были представлены в таблицах 6 и 7, а количественные данные описывались с использованием медианы и квартилей.

Таблица 6 - Антропометрические данные беременных в зависимости от группы

Показатели	Группа				р
	Группа I	Группа II	Группа III	Группа IV	
Рост, см	168,00 [164,50; 173,00]	165,00 [158,00; 169,00]	156,00 [153,00; 158,00]	165,00 [160,00; 169,00]	< 0,001* рГруппа III – Группа I < 0,001
					рГруппа III – Группа II < 0,001
					рГруппа IV – Группа III < 0,001
ИМТ, кг/м ²	30,10 [28,05; 33,75]	30,10 [27,90; 34,30]	24,90 [23,10; 30,10]	30,10 [27,90; 33,35]	< 0,001* рГруппа III – Группа I < 0,001
					рГруппа III – Группа II = 0,002
					рГруппа IV – Группа III = 0,006

Примечание: данные представлены в виде Ме [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Согласно данным таблицы 6, имелись статистически значимые различия в росте и ИМТ беременных - в III группе рост и ИМТ беременных был значительно ниже, чем в I, II и IV группах. При этом различий между I, II и IV группами не выявлено.

При наружной пельвиометрии за нижние границы нормы размеров большого таза принимали:

-*distantia spinarum* – 25-26 см,

-*distantia cristarum* – 28-29 см,

-*distantia trochanterica* – 31-32 см,

-*conjugata externa* – 20-21 см (Айламазян Э.К., 2009; Савельева Г. М. и соавт., 2018).

Данные размеров большого таза, полученные при помощи наружной пельвиометрии, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты наружной пельвиометрии в исследуемых группах

Показатели	Группа				p
	Группа I	Группа II	Группа III	Группа IV	
1	3	4	5	6	7
<i>Distantia spinarium</i> , см	26,00 [25,00; 26,75]	26,00 [25,00; 26,75]	23,00 [21,00; 25,00]	26,00 [25,00; 26,50]	< 0,001* pГруппа III – Группа I < 0,001 pГруппа III – Группа II < 0,001 pГруппа IV – Группа III < 0,001

Продолжение таблицы 7

1	3	4	5	6	7
Distantia cristarium, см	29,00 [28,00; 30,00]	29,00 [28,25; 30,00]	26,00 [25,00; 27,00]	29,00 [28,50; 30,00]	< 0,001* pГруппа III – Группа I < 0,001 pГруппа III – Группа II < 0,001 pГруппа IV – Группа III < 0,001
Distantia trochanterica, см	32,00 [31,00; 34,50]	33,00 [31,00; 34,00]	29,00 [28,00; 30,00]	33,50 [31,00; 34,50]	< 0,001* pГруппа III – Группа I < 0,001 pГруппа III – Группа II < 0,001 pГруппа IV – Группа III < 0,001
Conjugata externa, см	21,00 [21,00; 22,00]	21,00 [20,00; 22,00]	19,00 [19,00; 20,00]	21,00 [20,00; 22,00]	< 0,001* pГруппа III – Группа I < 0,001 pГруппа III – Группа II < 0,001 pГруппа IV – Группа III < 0,001

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса). Distantia spinarium – межостный размер, Distantia cristarium – межгребневый размер, Distantia trochanterica – межвертельный размер, Conjugata externa – наружная конъюгата

Согласно данным таблицы 7, выявлены статистически значимые различия во всех наружных размерах таза беременных - в группе III наружные размеры таза были значительно ниже, чем в группах I, II и IV. Различий между группами I, II и IV не выявлено.

Таким образом, всего обследовано 181 беременная, которые обращались амбулаторно или находились на стационарном лечении в НМИЦ им. В.А. Алмазова. Пациентки были разделены на 4 группы:

группа I – беременные с крупным плодом (предполагаемая масса плода более 4000гр по данным УЗИ),

группа II – беременные с одним рубцом на матке (после кесарева сечения или миомэктомии),

группа III – беременным с уменьшенными наружными размерами таза по данным наружной пельвиометрии,

группа IV – беременный с условной нормой, не входящие в группу риска перинатальных осложнений.

Наиболее часто это были женщины в возрасте 26-35 лет, первородящие. Практически у всех беременных выявлена сопутствующая патология. Наиболее часто из экстрагенитальной сопутствующей патологии отмечались болезни сердечно-сосудистой системы и нарушения углеводного обмена. Из акушерско-гинекологической патологии чаще встречались миомы матки. По антропометрическим данным чаще были женщины ростом 165-168 см, с индексом массы тела 30,1 кг/м²., за исключением группы III, где рост и масса тела были меньше, чем в остальных группах.

2.2 Методы лучевых исследований

Всем беременным были выполнены УЗ-фетометрия и МР-пельвио- и фетометрия. Средний срок гестации на момент проведения исследования составил 39 недель. Проведение МР-пельвио- и фетометрии целесообразно именно при доношенной беременности, при сроках, которые максимально приближены к предполагаемой дате родов, так как в данном случае имеется возможность более точно оценить соответствие размеров таза беременной к размерам головке плода.

Предполагаемый вес доношенного плода определяли с использованием УЗ- фетометрии.

Дополнительно у всех беременных с рубцом на матке (n=20) производилась оценка состояние нижнего сегмента матки в области рубца на предмет его полноценности как при УЗИ, так и при МРТ.

Был проведен анализ исходов родов для матери и плода, и осложнения в разных группах.

Методика ультразвуковой фетометрии при доношенной беременности

Ультразвуковые исследования проводились в специализированном перинатальном центре ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ на аппаратах Voluson e8 и Voluson e10 с использованием конвексного датчика. Обработка данных осуществлялась с помощью стандартного программного обеспечения.

В ходе УЗИ фетометрии измеряли основные показатели плода для определения его предполагаемой массы и соответствия его развития сроку беременности. Измерения проводили по стандартным анатомическим ориентирам, принятым для УЗИ плода в третьем триместре.

Для определения массы плода использовали формулу F.P. Hadlock (1985), основанную на показателях бипариетального размера головки, окружности живота и длины бедренной кости.

Метод магнитно-резонансной томографии

Магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия проводилась на высокопольных томографах «Magnetom Siemens Espree» и «Magnetom Siemens Vida» с силой индукции магнитного поля 1,5 Тесла и 3,0 Тесла соответственно.

Для укладки беременной использовали несколько положений: «лежа на спине» головой либо «лежа на боку» (Рисунок 1). При укладке «лежа на спине» под спину и колени подкладывали подушки и валик, обеспечивая комфортное положение, фактически «полусидя». Такое положение позволяло сохранить взаиморасположение анатомических структур без их смещения и при этом нивелировать синдром аорто-ковальной компрессии, который обусловлен сдавлением нижней полой вены беременной маткой и особенно выражен при

доношенной беремен-ности. В редких случаях, когда беременным было не комфортно в таком положении, исследование проводили «лежа на боку». Это вызывало необходимостью расширять поле обзора и сопровождалось увеличением времени сканирования. Такое положение использовали как вынужденное в тех случаях, когда проявление синдрома аортоковальной компрессии сохранялось в положении «лежа на спине».

Общая продолжительность исследования находилась в диапазоне от 12 до 15 минут. Продолжительность отдельных программ варьировала от 15 секунд до 2 минут 10 секунд.



Рисунок 1 - Пациентка Я., 33 года (И/б 1409/АК2022), срок гестации 39 недель. Положение беременной при выполнении МР-пельвио- и фетометрии (а. Лежа на спине, головой вперед; б. Лежа на левом боку, головой вперед)

В ходе исследования всем беременным проводилась магнитно-резонансная пельвиометрия и фетометрия (МР-пельвио- и фетометрия) по двум протоколам: стандартному и оптимизированному.

Стандартный протокол предполагал использование двух блоков программ: один для МР-пельвиометрии и второй для МР-фетометрии. Оптимизированный протокол состоял из одной программы – T1 Dixon Vibe (TR=6,8 мс; TE=2,4мс и 4,8мс; толщина среза 1,5 мм; матрица 256x123; время 1 мин 20 сек).

Протокол исследования для стандартной МР-пельвиометрии представлен в таблице 8, где указаны применяемые импульсные последовательности.

Таблица 8 – Импульсные последовательности для МР-пельвиометрии

Импульсная последовательность	Параметры					
	TR (мсек)	TE (мсек)	Матрица (пикселей)	Th (мм)	FOV (мм)	ТА (мин:сек)
Localizer	21	6	128x256	10	300	0:9
T2-HASTE sag	1000	60	256x158	5	320x350	0:30
T2-HASTE cor	1000	60	256x168	5	320x350	0:35
T2-HASTE tra	540	67	256x123	5	400x280	0:43
T1-TSE sag	7000	100	256x230	3	250x250	2:10
T1-TSE tra	8000	100	256x230	3	350x350	2:10
T1-TSE tra	8000	100	256x230	3	350x350	2:10

Исследование начиналось с выполнения импульсной последовательности Localizer, которая позволяла получить ориентировочные изображения малого таза беременной в трех основных плоскостях: сагиттальной, аксиальной и коронарной. Полученные изображения служили основой для точного позиционирования срезов при выполнении последующих сканирований в других плоскостях (Рисунок 2).

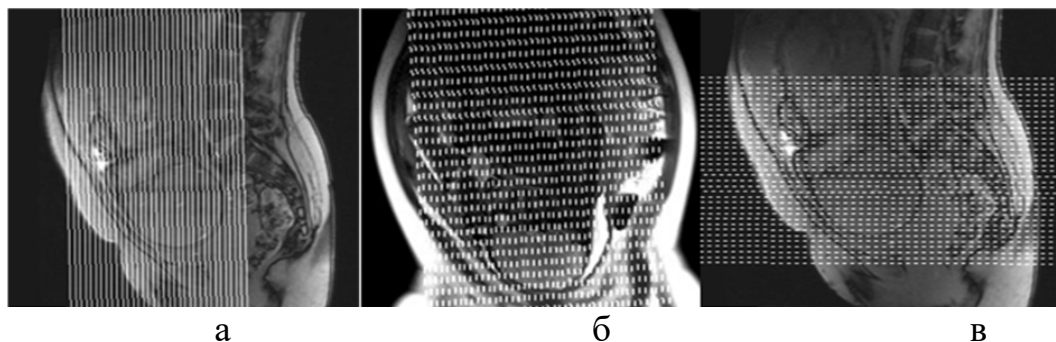


Рисунок 2 - Пациентка М., 38 лет (И/б 379/АК2022), срок гестации 38 недель. Ориентация срезов по Localizer для получения изображений HASTE в коронарной (а), сагиттальной (б) и аксиальной (в) плоскостях. Срезы ориентировали продольно и перпендикулярно оси тела беременной

Далее использовали сверхбыстрые импульсные последовательности HASTE. Получали T2-ВИ в сагиттальной, коронарной и аксиальной плоскостях. По полученным изображениям визуализировали костные структуры таза

беременной, оценивали положение головки плода относительно плоскости входа в таз.

Для стандартной МР-пельвиометрии выполняли две программы Turbo Spin Echo (TSE) с получением T1-ВИ в сагиттальной и косо-аксиальной плоскостях.

Для получения изображений в сагиттальной плоскости срезы выставляли через срединную линию крестца и лонное сочленение (Рисунок 3).

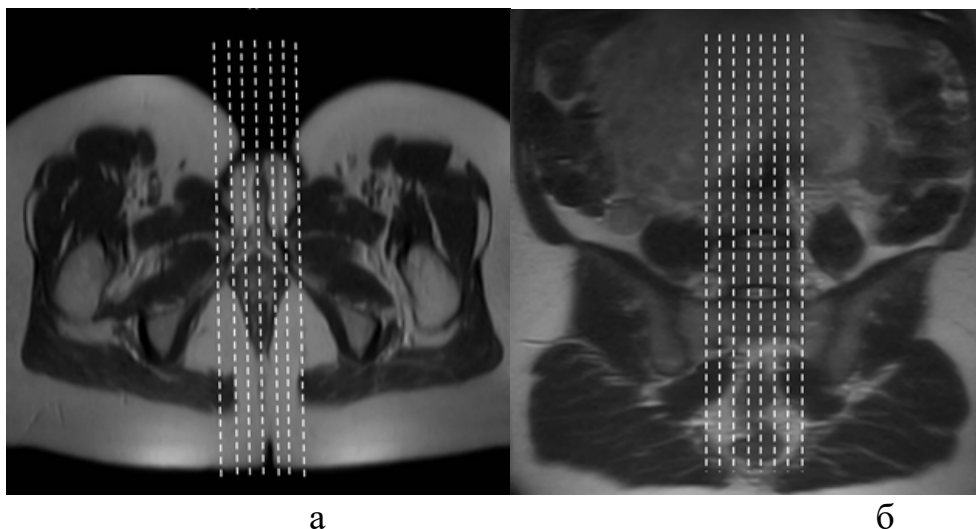


Рисунок 3 - Пациентка М., 38 лет (И/б 379/АК2022), срок гестации 38 недель. Позиционирование срезов для получения изображений таза беременной в сагиттальной плоскости для МР-пельвиометрии по аксиальным (а) и корональным изображениям (б), T2-ВИ, HASTE

Для получения изображений в косо-аксиальной плоскости срезы ориентировали по томограммам в срединной сагиттальной плоскости так, чтобы верхняя границей срезов проходила через была середина или верхушку тела S1 позвонка и верхний край лобкового симфиза (Рисунок 4). Количество срезов должно охватывать всю полость малого таза от крестцового мыса до седалищных бугров. Вход в таз при этом выглядит как костное «кольцо».

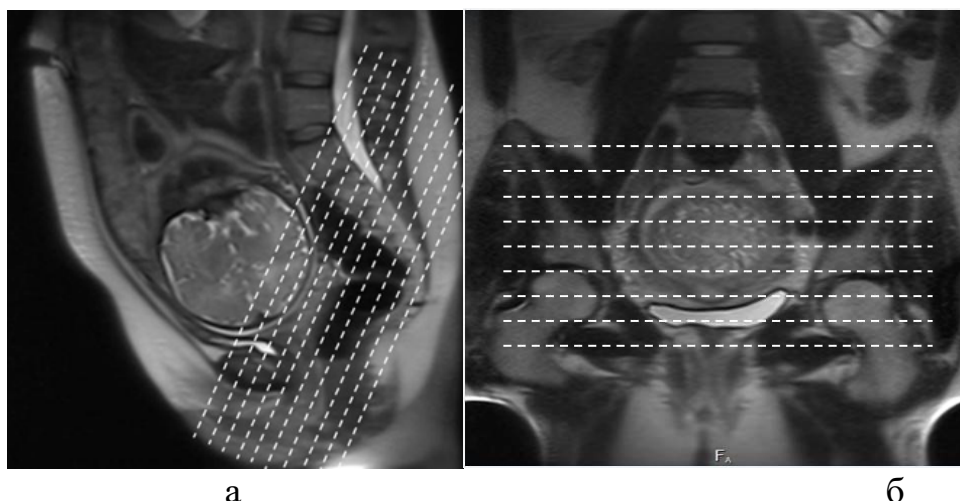


Рисунок 4 - Пациентка М., 38 лет (И/б 379/АК2022), срок гестации 38 недель. Позиционирование срезов для получения изображений таза беременной в косо-аксиальной плоскости по сагиттальным (а) и корональным изображениям (б) для МР-пельвиометрии

В результате сканирования получали T1-ВИ в сагиттальной и косо-аксиальной плоскостях для проведения пельвиометрии (Рисунок 5).

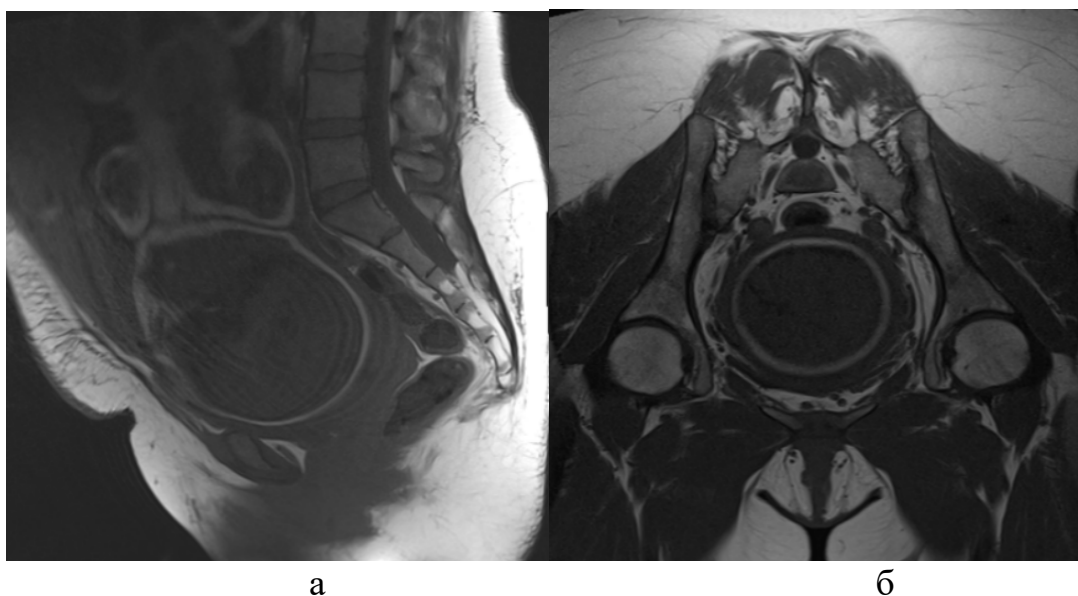


Рисунок 5 - Пациентка М., 38 лет (И/б 379/АК2022), срок гестации 38 недель. МР-томограммы таза беременной в сагиттальной (а) и косо-аксиальной плоскостях (б) для МР-пельвиометрии, T1 TSE

После блока программ для МР-пельвиометрии, ориентированных по тазу беременной, выполнялся блок программ для МР-фетометрии, ориентированный по плоду. Протокол для стандартной МР-фетометрии представлен в таблице 9.

Таблица 9 - Импульсные последовательности для стандартной МР-фетометрии

Импульсная последовательность	TR (мс)	TE (мс)	Матрица	Th (мм)	FOV (мм)	ТА (мин : сек)
T2-HASTE tra	540	67	256x123	5	320x350	0:20
T2-TSE thin slab sag	1000	86	256x218	4	350x350	0:25
T2-TSE thin slab tra	1100	86	256x218	4	350x350	0:25

При стандартной МР-фетометрии выполняли две программы Turbo Spin Echo (TSE) с получением изображений головки плода в сагиттальной и косо-аксиальной плоскостях. Для позиционирования срезов использовали ранее полученные T2-ВИ haste (Рисунок 6).

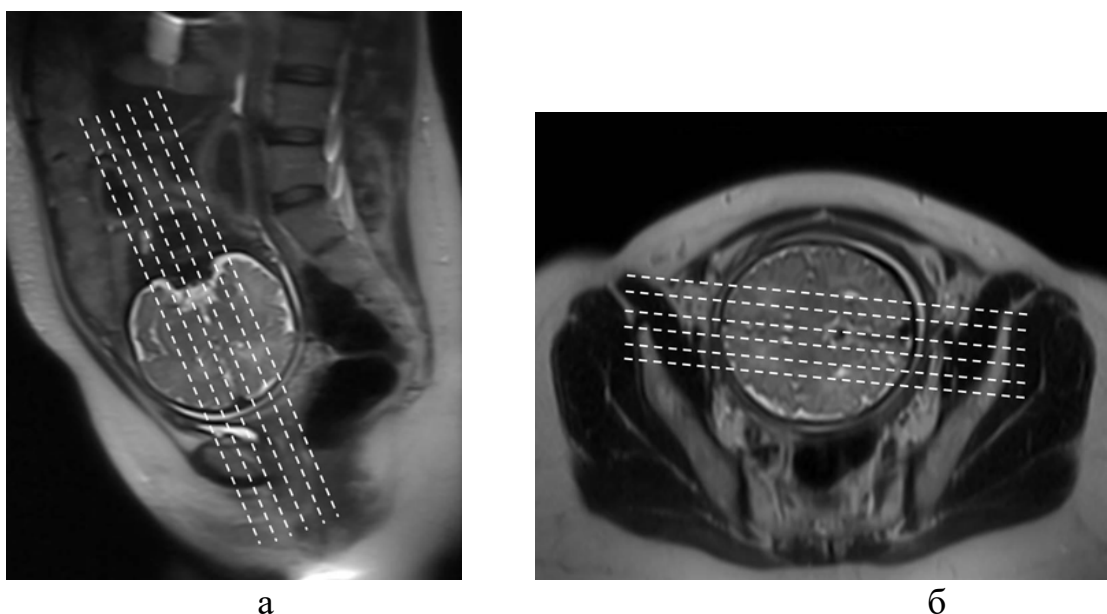


Рисунок 6 - Пациентка М., 38 лет (И/б 379/АК2022), срок гестации 38 недель. Позиционирование срезов для получения изображений головки плода в сагиттальной плоскости по сагиттальным (а) и аксиальным изображениям (б), T2-ВИ, HASTE

В результате получали T2-ВИ головки плода в аксиальной и сагиттальной плоскостях для МР-фетометрии (Рисунок 7).

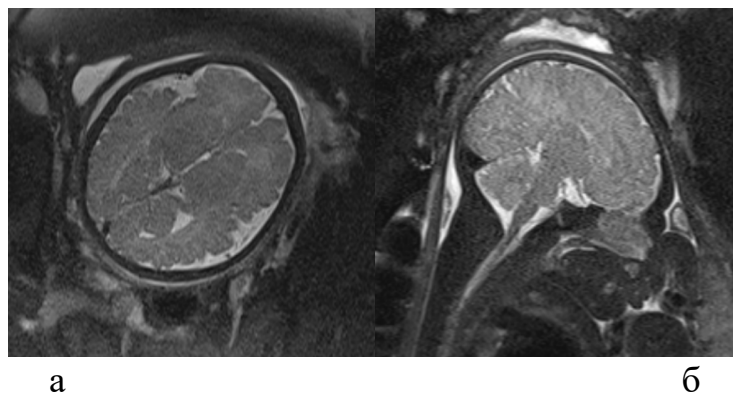


Рисунок 7 - Пациентка М., 38 лет (И/б 379/АК2022), срок гестации 38 недель. МР-томограммы головки плода в аксиальной (а) и сагиттальной плоскостях (б)

Таким образом, в результате сканирования стандартным протоколом получали МР-томограммы таза беременной в сагиттальной и косо-аксиальной плоскостях и изображения головки плода в сагиттальной и аксиальной плоскостях. Время сканирования стандартным протоколом – до 10-12 минут.

При использовании оптимизированного протокола, состоящего из одной ИП T1 Dixon Vibe, получали одну МР-томограмму таза беременной в сагиттальной плоскости, с временем сканирования 1,5 минуты.

2.3 Методика анализа изображений

При анализе томографических изображений, полученных в ходе стандартной МР-пельвиометрии, производилась оценка прямых и поперечных размеров таза. На сагиттальных срезах определялись четыре прямых размера, которые соответствовали плоскостям, используемым в акушерской практике для оценки размеров таза.

1. Прямой размер входа
2. Прямой размер широкой части полости
3. Прямой размер узкой части полости
4. Прямой размер выхода (Рисунок 8).

Прямой размер входа – расстояние от внутренней поверхности лобкового симфиза (~ 1 см ниже от его верхнего края) до мыса крестца; Прямой размер

широкой части полости малого таза – расстояние от середины внутренней поверхности симфиза до сочленения S2-S3 позвонков; Прямой размер узкой части полости малого таза – расстояние нижнего края симфиза до вершины крестца; Прямой размер выхода – расстояние от нижнего края симфиза до нижнего края последнего копчикового позвонка (Рисунок 8).

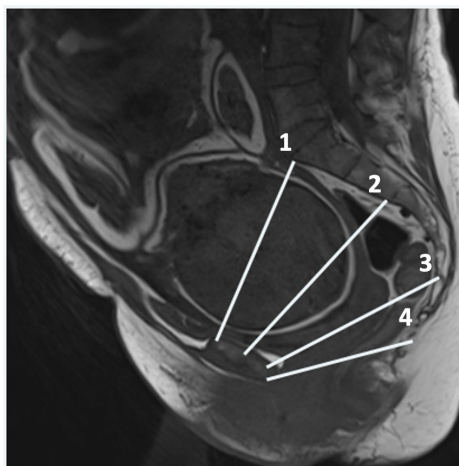


Рисунок 8 - Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. МР-томограмма малого таза беременной в сагиттальной плоскости, T2-ВИ, TSE. Измерение прямых размеров в основных акушерских плоскостях: 1 – акушерская плоскость входа, прямой размер входа. 2 – акушерская плоскость широкой части полости, прямой размер широкой части полости малого таза, 3 – акушерская плоскость узкой части полости, прямой размер узкой части полости малого таза; 4 – акушерская плоскость выхода, прямой размер выхода

На томограммах в косо-аксиальной плоскости определяли 4 поперечных размера полости малого таза:

1. Поперечный размер входа
2. Поперечный размер широкой части полости
3. Межостный размер
4. Битуберозный размер (Рисунок 9)

Измерение поперечных размеров полости малого таза проводили таким образом: поперечный размер входа – расстояние между наиболее удаленными точками безымянных линий тазовых костей; поперечный размер широкой части полости – измеряли как расстояние, между внутренним контуром дна вертлужных впадин и центрами головок бедренных костей; межостный размер –

расстояние между вершинами нижних остей подвздошных костей; битуберозный размер – расстояние между внутренними поверхностями шероховатостей седалищных бугров (Рисунок 9).

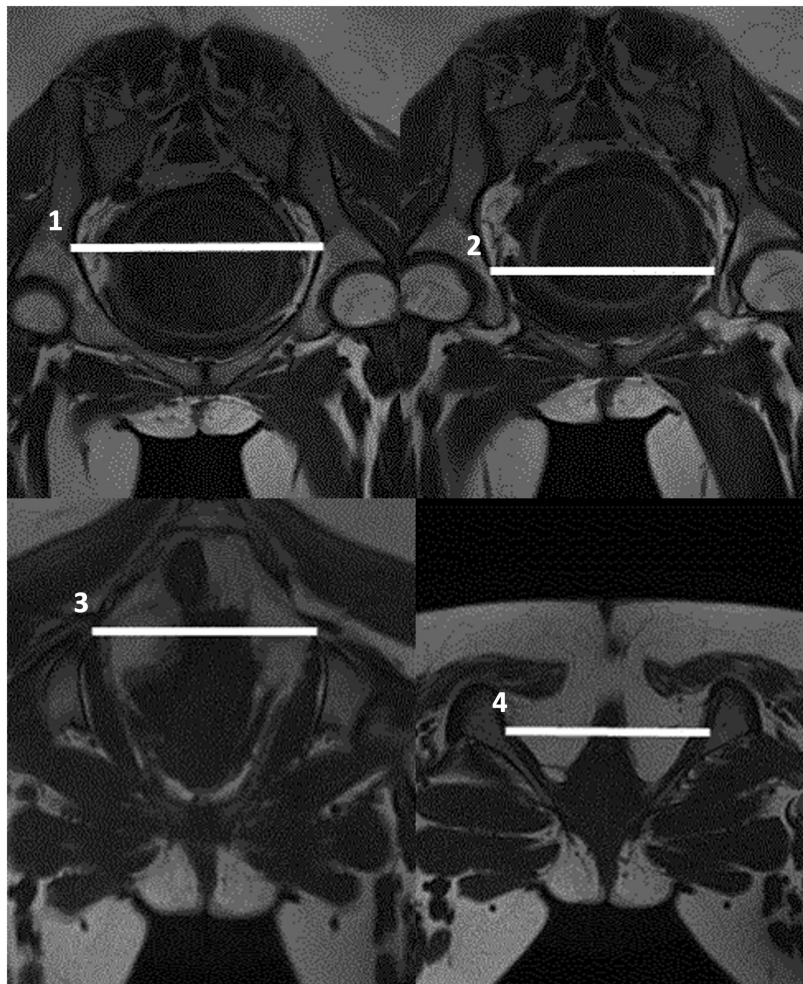


Рисунок 9 - Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. Определение поперечных размеров полости малого таза в основных акушерских плоскостях, T1-ВИ, TSE. 1 - поперечный размер входа, 2 - поперечный размер широкой части полости, 3 - межостный размер, 4 - битуберозный размер

В случаях посттравматических деформаций лонных и седалищных костей, вызванных сросшимися переломами и изменением формы входа в таз (n=2), измеряли косые размеры в плоскости входа в таз. Измерения проводились от крестцово-подвздошного сочленения с одной стороны до подвздошно-лонного бугорка с другой.

Целью МР-фетометрии являлось определение основных фетометрических показателей плода для оценки риска возможной диспропорции между тазом матери и головкой плода. Объем исследования для МР-фетометрии включал определение бипариетального, лобно-затылочного размеров головки, малого косога размера, окружности головки.

Бипариетальный размер головки плода определяли как максимальное расстояние между наружными кортикальными пластинками теменных костей. Из этого размера и малого косога размера определяли окружность головки плода.

Лобно-затылочный размер головки плода измеряли на сагиттальных или аксиальных срезах. Измерения проводили как расстояние от наиболее выступающего наружного контура лобной кости до затылочного бугра (Рисунок 10).

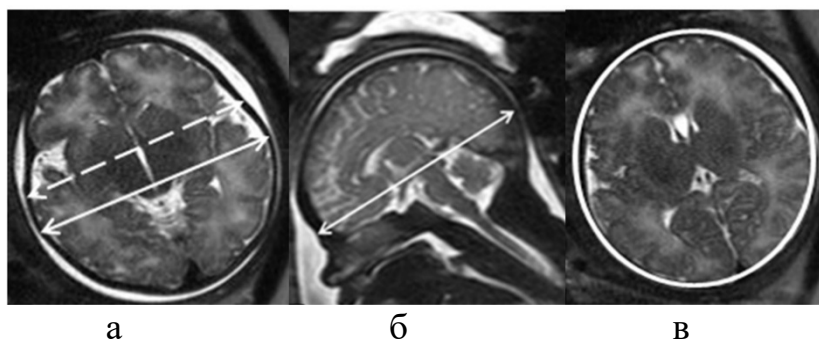


Рисунок 10 - Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. Измерения головки плода, Т2-ВИ, НАСТЕ. а. бипариетальный размер черепа (сплошная стрелка); б. лобно-затылочный размер головки; в. окружность головки в плоскости лобно-затылочного размера

Для оценки вероятности несоответствия размеров таза матери и головки плода с учетом ее сгибания Шмедык Н.Ю. и соавт. (2015) предложили использовать показатель малого косога размера головки плода, получаемый при проведении магнитно-резонансной фетометрии (МР-фетометрии).

Обоснование данного подхода заключается в следующем: при физиологическом течении родов в переднем виде затылочного предлежания головка плода сгибается, и ее наибольшая окружность проходит по родовым путям в плоскости

малого косого размера. Окружность, соответствующая этому размеру, представляет собой большой сегмент головки.

Малый косой размер определяется как расстояние от подзатылочной ямки (под затылочным бугром) до центра большого родничка (Железнов Л. М. и соавт., 2018; Баева И.Ю. и соавт., 2023; Jumaevich T.S. et al., 2021).

Однако при МР-фетометрии визуализация верхней границы большого родничка затруднена. Поэтому в качестве ориентировочной вершины малого косого размера головки плода была предложена точка пересечения двух прямых: первая прямая проводится от подзатылочной ямки, а вторая – через ствол мозга (Шмедык Н.Ю., 2015) (Рисунок 11).

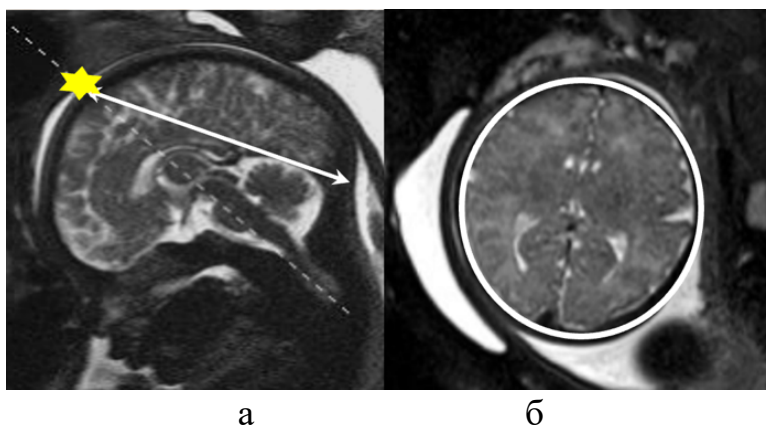


Рисунок 11 - Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. Определение малого косого размера головки при МР-фетометрии доношенного плода. а. МРТ головного мозга доношенного плода, T2-ВИ, HASTE. Звездочкой указана вершина малого косого размера; б. Окружность головки плода в плоскости малого косого размера, T2-ВИ, HASTE

То есть, МР-фетометрия позволила определить ключевые параметры плода, необходимые для оценки риска несоответствия размеров таза матери и головки плода.

Оценка состояния переднего нижнего сегмента матки у беременных методом МРТ

Для оценки состояния нижнего сегмента матки в протокол сканирования беременных с рубцом включали использование импульсных последовательностей Trufi и TSE в сагиттальной и аксиальной плоскостях (Таблица 10).

Таблица 10 – Параметры импульсных последовательностей для оценки переднего нижнего сегмента матки

Импульсная последовательность	TR (мс)	TE (мс)	Матрица	Th (мм)	FOV (мм)	ТА (мин:сек)
Trufi	4,52	2,26	320x256	3,5	320x350	0:25
TSE	6580	83	320x256	3,5	320x350	2:12

Сагиттальную плоскость ориентировали через срединную линию, проходящую через лонное сочленение и середину крестца. Аксиальную плоскость ориентировали перпендикулярно нижнему сегменту стенки матки (Рисунок 12).

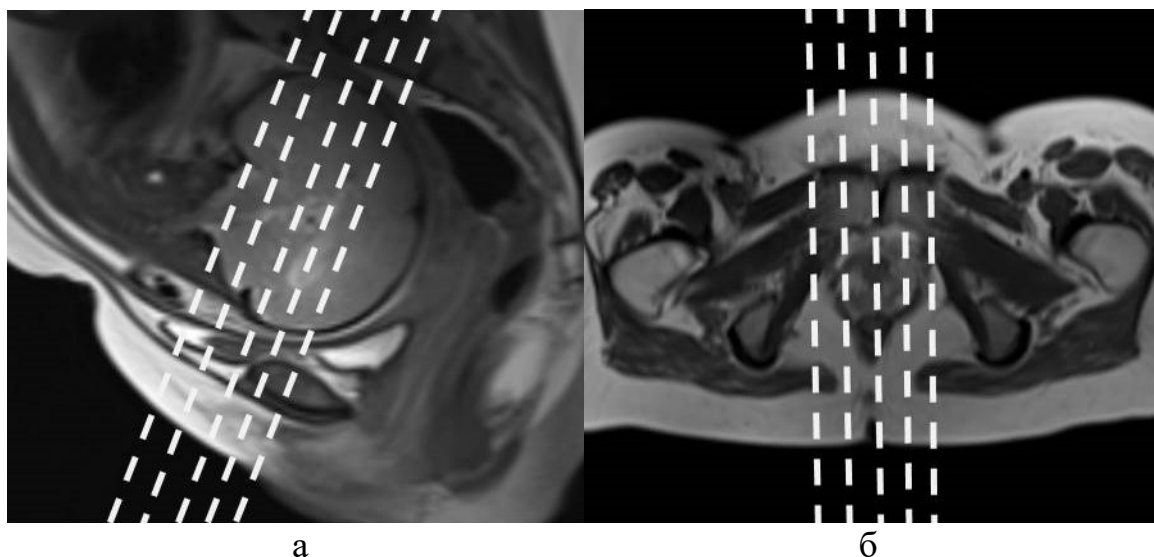


Рисунок 12 - Пациентка М., 38 лет (И/б 2183/АК2023), срок гестации 38 недель. Ориентирование Trufi и T2_TSE изображений по изображениям, полученным с помощью «Localizer» (а – косо-аксиальная плоскость б – сагиттальная плоскость)

Оценка толщины переднего нижнего сегмента матки производилась в сагиттальной плоскости на ~ 1-2 см выше уровня лонного сочленения (Рисунок 13).

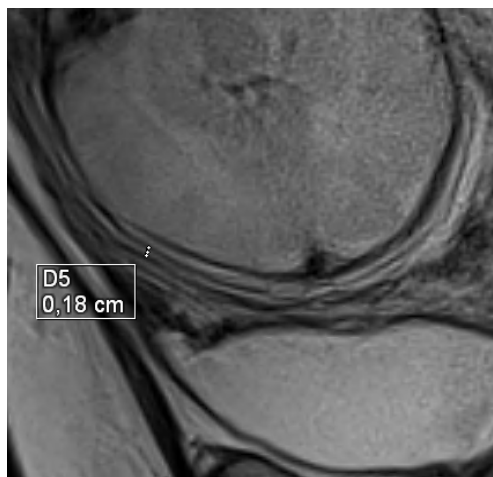


Рисунок 13 - Пациентка П., 35 лет (И/б 2462/АК2023), срок гестации 38 недель. Измерение толщины переднего нижнего сегмента матки по T2_TSE изображению в сагиттальной плоскости

Для диагностики риска диспропорции между тазом матери и головкой плода при условии родов в переднем виде затылочного вставления использовался индекс «тазово-плодового соответствия» (Шмедык Н.Ю., 2015), при расчете которого учитываются приспособительные моменты матери и плода в родах, такие как сгибание головки и подвижность копчика матери, предполагая, что роды будут проходить в переднем виде затылочного вставления.

Для расчета индекса «тазово-плодового соответствия» окружность головки плода по малому косому размеру рассчитывали по формуле:

$O = (БПР + МКР) \times 1,57$, где: O – окружность головки плода с учетом сгибания (в плоскости малого косога размера), БПР – бипариетальный размер, МКР – малый косога размер.

Окружности полости малого таза беременной в плоскости входа, широкой и узкой части полости определяли по формуле (1):

$$O = (ПР + ПЗР) \times 1,57 \quad (1)$$

где

O – окружность полости малого таза беременной,

ПР – поперечный размер полости малого таза,

ПЗР – передне-задний размер полости малого таза.

Окружность плоскости выхода малого таза определяли по формуле (2):

$$O=(ПР+ПЗР)\times 1,57+1,5 \quad (2)$$

где

1,5 – соответствует среднему значению, на которое копчик отклоняется кзади в родах

Далее сравнивали величину окружностей полости малого таза в каждой плоскости с окружностью головки плода с учетом ее сгибания (в плоскости малого косога размера). При положительных значениях индекса (>0 см, норма) – окружности таза матери должны быть больше окружности головки плода с учетом ее сгибания. В таком случае риск клинически узкого таза при физиологических родах в переднем виде затылочного вставления считали не выше средних значений в популяции. Если окружность головки была равна или превышала хотя бы одну из окружностей малого таза (индекс отрицательный или равен нулю), риск клинически значимого несоответствия считался высоким.

Помимо вариантов вставления головки, в родах возможно изменение конфигурации головки плода, когда кости черепа заходят друг на друга, уменьшая размеры головки, в частности, бипариетальный размер. Однако этот фактор не учитывался в исследовании, поскольку на более поздних сроках беременности конфигурация головки в родах может быть незначительной или отсутствовать вовсе из-за окостенения костей черепа.

2.4 Методы статистического анализа полученных результатов

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения StatTech v. 4.1.2. Количественные показатели проверялись на соответствие нормальному распределению с помощью критериев Колмогорова-

Смирнова и Краскела-Уоллиса. При нормальном распределении количественные показатели описывались средними значениями (M), стандартными отклонениями (SD) и 95% доверительным интервалом (95% ДИ).

В случае отклонения от нормального распределения использовались медиана (Me) и квартили [Q1 – Q3]. Категориальные данные описывались абсолютными значениями и процентными долями. Для сравнения трех и более групп по количественному показателю с нормальным распределением применялся однофакторный дисперсионный анализ, а для апостериорных сравнений – критерий Тьюки (при условии равенства дисперсий).

Сравнение трех и более групп по количественному показателю с распределением, отличающимся от нормального, проводилось с помощью критерия Краскела-Уоллиса, а апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

Для сравнения процентных долей в многопольных таблицах сопряженности использовался критерий хи-квадрат Пирсона. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Прогностическая модель вероятности исхода строилась с помощью метода логистической регрессии. В качестве меры определенности использовался коэффициент детерминации R^2 Найджелкерка. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании исхода применялся ROC-анализ. Пороговое значение (cut-off) количественного признака определялось по максимальному значению индекса Юдена.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

3.1 Результаты разработанной методики магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии с нейросетевым моделированием

Нами предложено использование оптимизированного протокола, который состоит из одной тонкосрезовой программы T1 Dixon Vibe, и который применяли после выполнения стандартного протокола для МР-пельвио- и фетометрии.

Методика Dixon основана на химическом сдвиге и первоначально была предложена Томасом Диксоном в 1984 году с целью достижения однородного жироподавления. Данная методика может комбинироваться с различными типами взвешанности изображений, как T1, так и T2. В результате математической обработки данных при сканировании получают 4 вида контрастных изображений (Рисунок 14).

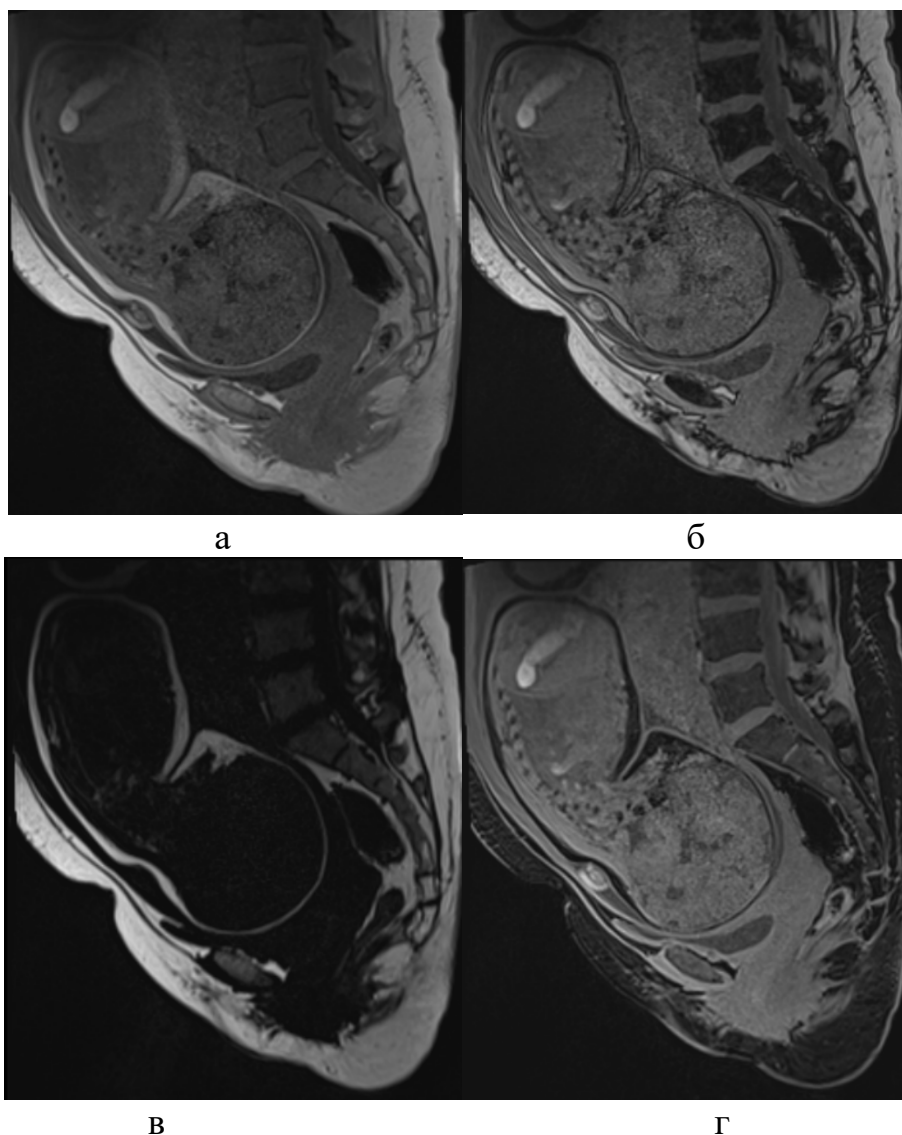


Рисунок 14 - Пациентка В., 30 лет (И/б 1141/АК2022), срок гестации 39 недель. МРТ таза беременной в сагиттальной плоскости. Получение 4 типов изображений при использовании ИП T1 Dixon Vibe: а- in-phase = water + fat, б - opposed-phase = water – fat (б), в - fat only = in-phase - opposed phase (в), г - water only = in-phase + opposed phase = FS

Однако, нами предложено использование данной методики по другим причинам, в сочетании с Vibe. VIBE (Volumetric interpolated breath-hold examination) – это форма объемной визуализации с использованием быстрых трехмерных последовательностей градиентного эхо, которая создает изображения T 1 и была впервые представлена Рофски в 1999 году . Преимущество этого метода заключается в улучшении разрешения по оси Z, что позволяет получить высококачественных трехмерных реконструкционных изображений. Последовательности VIBE характеризуются более низкими сигнальными

характеристиками жидкости по сравнению со стандартными T1-ВИ, в остальном внешний вид аналогичен стандартным T1-ВИ.

Комбинация T1 Vibe и Dixon обеспечивают импульсную последовательность такими характеристиками, которые обладают преимуществом над стандартными программами и над каждой из этих программ в отдельности.

T1 Dixon Vibe – это 3D импульсная последовательность градиентного эхо с быстрым временем сбора данных. Данная импульсная последовательность за короткое время позволяет получить данные, сопоставимые со стандартной методикой МР-пельвио- и фетометрии, высоким контрастом между костью и мягкими тканями, и без потери качества производить реконструкцию в любой плоскости.

Уменьшение времени сканирование влияет не только на комфорт беременной, но и на такой параметр как удельная скорость поглощения SAR.

Высокий индекс массы тела беременной, использование «горячих» импульсных последовательностей TSE и длительное время сканирование способствуют повышению SAR. Применение одной «холодной» GRE-последовательности T1 Dixon Vibe с низким уровнем SAR и временем сканирования менее 2 минут будет характеризоваться меньшим термогенезом тканей беременной и плода по сравнению с использованием стандартного протокола.

Кроме того, использование 3D реконструкции позволяет исследователю самостоятельно получить необходимые плоскости таза и головки плода, уменьшив фактор операторозависимости и шевеления плода, которые при использовании стандартной методики могут сопровождаться получением неправильных косых срезов.

Параметры сканирования приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Параметры импульсной последовательности для разработанной методики

Импульсная последовательность	TR (мс)	TE (мс)	Матрица	Th (мм)	FOV (мм)	ТА (мин: сек)
T1 Dixon Vibe	6,8	2,4 4,8	256x123	1,5	320x350	1:20

В результате получали одну МР-томограмму в сагиттальной плоскости (Рисунок 15). При выставлении программы ведущее значение имели размеры поля обзора – необходимо, чтобы полностью захватывались структуры тазового костного кольца и головка плода.

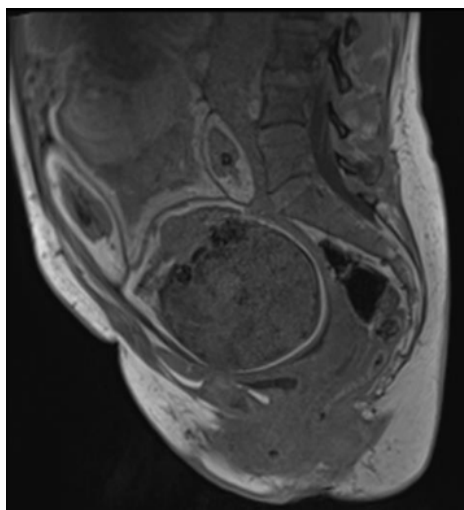


Рисунок 15 - Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. МР-томограмма таза беременной и плода в сагиттальной плоскости, полученная с использованием импульсной последовательности T1 Dixon Vibe in

Таким образом, в результате сканирования получали двухмерные МР-томограммы таза беременной и головки плода в различных плоскостях из стандартного протокола, и одну трехмерную программу в сагиттальной плоскости из оптимизированного протокола.

При анализе изображений использовали многоплоскостную реконструкцию. Благодаря трехмерности программы T1 Dixon Vibe, получали изображения костей таза беременной и головки плода в любой необходимой

плоскости, а также при необходимости корректировали сагиттальную плоскость (Рисунок 16, 17).

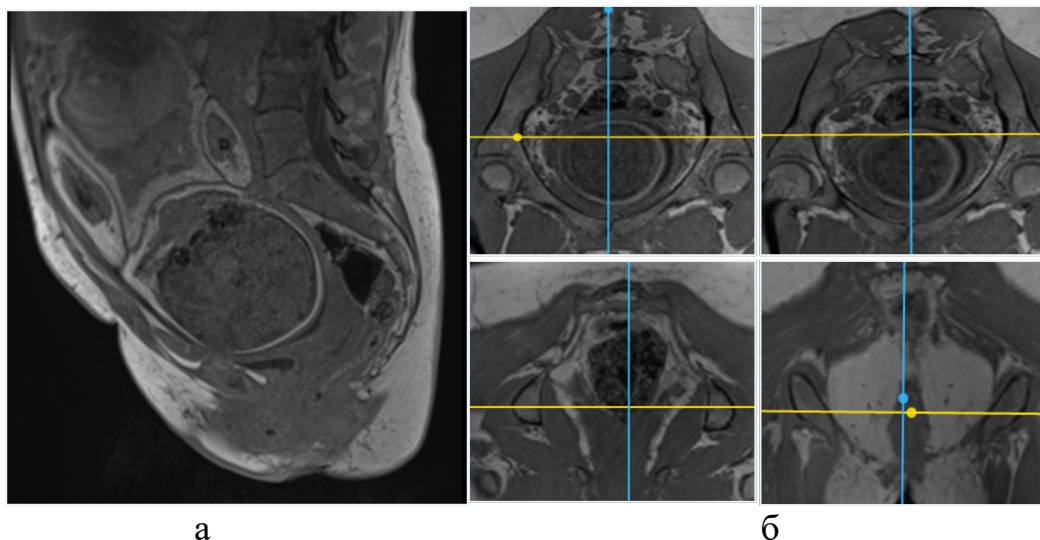


Рисунок 16 - Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. МР-томограмма в сагиттальной плоскости (а) и реконструкция костей таза в косо-аксиальной плоскости (б), T1 Dixon Vibe

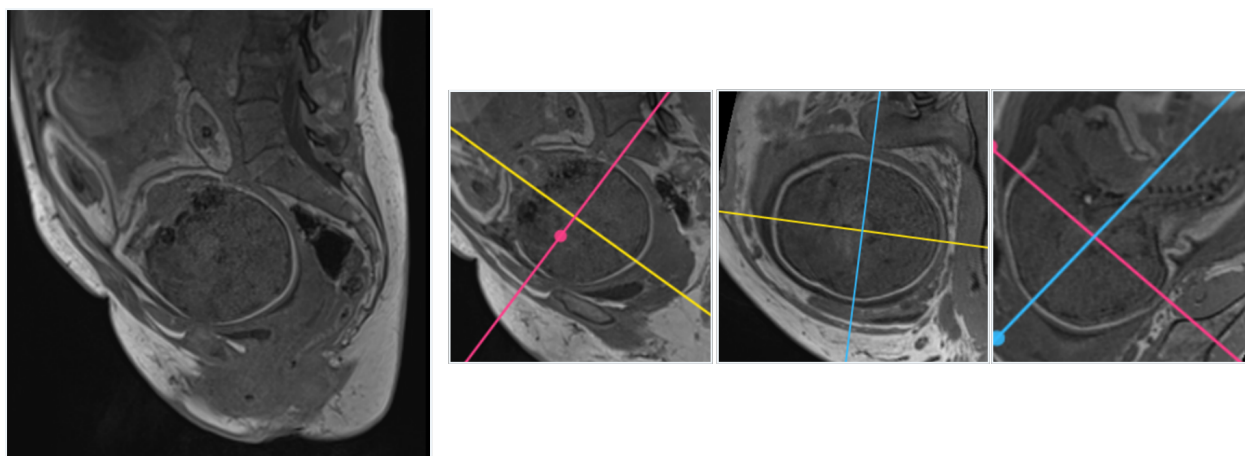


Рисунок 17 - Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. МР-томограмма в сагиттальной плоскости и реконструкция головки плода корональной, аксиальной и сагиттальной, T1 Dixon Vibe

Ориентирами для определения размеров таза беременной и головки плода были те же, что и при стандартном протоколе (Рисунки 18, 19, 20).

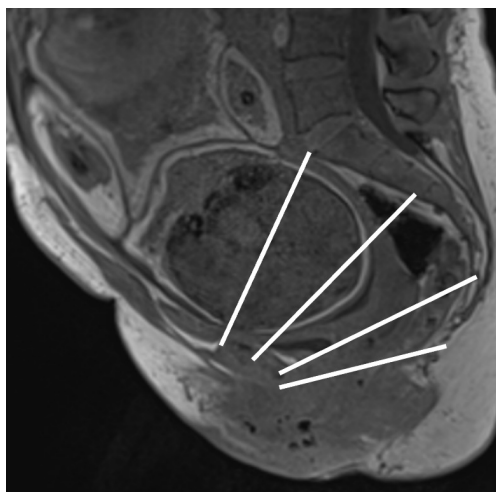


Рисунок 18 - Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. Определение прямых размеров полости малого таза по сагиттальной плоскости, T1 Dixon Vibe

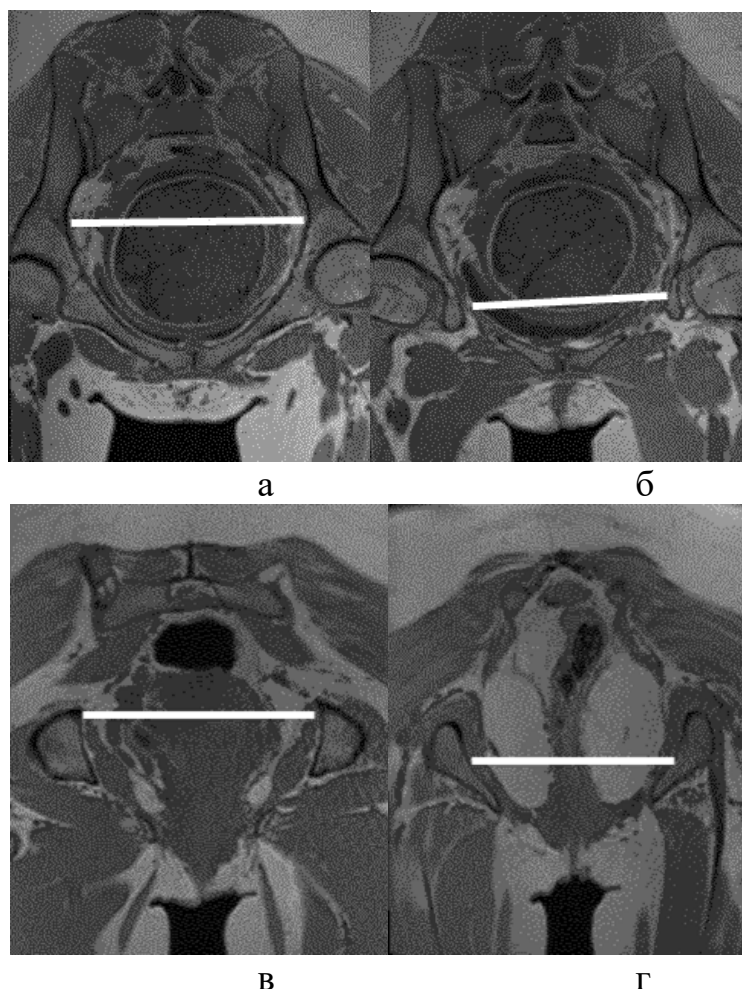


Рисунок 19 - Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. Определение поперечных размеров полости малого таза по реконструкции в косо-аксиальной плоскости, T1 Dixon Vibe (а - поперечный размер входа, б - поперечный размер широкой части полости, в - межостный размер, г - битуберозный размер)

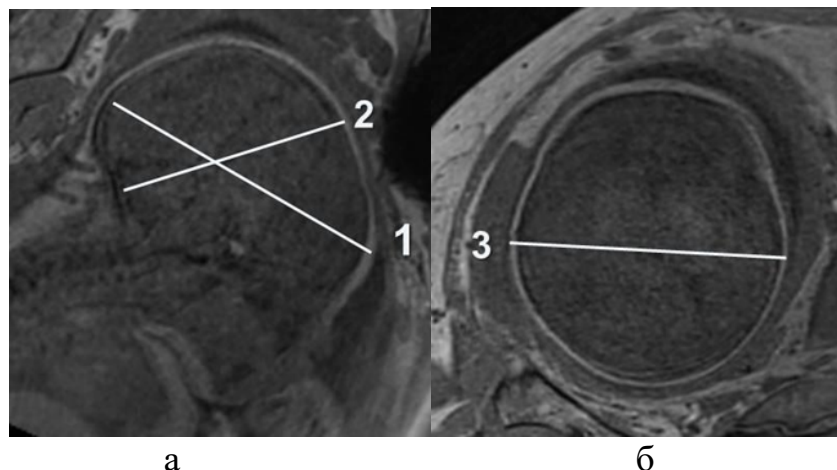


Рисунок 20 – Пациентка П., 32 года (И/б 691/АК2022), срок гестации 39 недель. Измерения головки плода по реконструкции T1 Dixon Vibe в сагиттальной (а) и аксиальной плоскостях (1 - лобно-затылочный размер, 2 - малый косой размер, 3 - бипариетальный размер)

Постпроцессинговая обработка данных включала использование программы T1 Dixon Vibe для сегментации костей малого таза беременной и головки плода, с вычислением необходимых размеров по заданным костным ориентирам.

Маски костей таза были получены в программе Inobites с помощью совмещения и корегистрации изображений двух модальностей – КТ и МРТ – выполненных одним и тем же пациентам (Рисунок 21). Маски головки плода были получены по МР-изображениям беременных методом ручной сегментации с использованием программы MedSeg.

Помимо масок были подготовлены и размечены ключевые точки всех размеров костей таза матери и головки плода, определяемых при пельвиофетометрии (A1 - точка на кости таза, B1 - вторая точка на противоположной стороне; D1 - точка на черепе плода, C1 - точка на противоположной стороне; A1B1 – один из размеров таза, D1C1 – один из размеров черепа плода).

Далее проводилось обучение нейронной сети с использованием масок и применением специально разработанного алгоритма. Таким образом, мы имели возможность получить необходимые размеры малого таза и головки плода в любой плоскости.

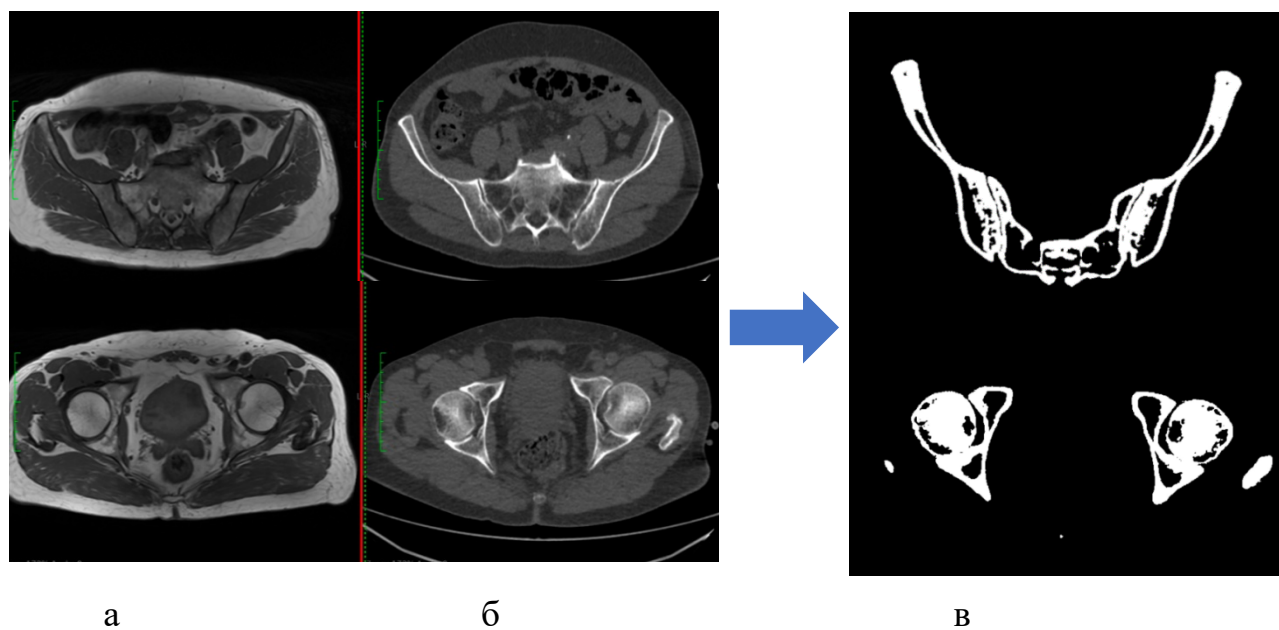


Рисунок 21 – Корегистрация (совмещение) изображений малого таза, полученных при МРТ (а) и КТ (б), с получением масок (в)

Программный алгоритм на основе машинного обучения был разработан НИО ЛД ФГБУ НМИЦ им. В.А. Алмазова на основе сверточной нейронной сети U-net, который, используя изображения беременной и плода с использованием ИП T1 Dixon Vibe в качестве входных данных.

Автоматическая сегментация малого таза выполняется на компьютере с операционной системой Linux (дистрибутив Ubuntu 20.04.6 LTS x86_64) с процессором 13th Gen Intel i9-13900K (32) @ 4.700GHz и видеокартой NVIDIA GeForce RTX 4090. Версия python: 3.9.18 (main, Sep 11 2023, 13:41:44), версия библиотеки torch: 2.3.0.dev20240110+cu118.

На вход обученной нейронной модели подается серия подготовленных изображений малого таза, каждое размером матрицы 512x512 пикселей.

Значения сигнала каждого пикселя изображения предварительно нормализовались методом min-max по формуле $image = (Image - Image_max) / (Image_max - Image_min)$, где Image - значения сигнала пикселя, Image_max - максимальное значение сигнала пикселя на изображении, Image_min - минимальное значение сигнала пикселя на изображении. После чего, при помощи библиотеки pytorch, тензор изображения подавался на вход нейронной модели, на основе сверточной

нейросетевой архитектуры U-net с добавлением слоев внимания, имеющей 7 850 812 обучаемых параметров. На выходе нейронной моделью выдается трехклассовая маска размером 512x512 пикселей (Background, ElvisBone, childSkull), где класс Background - соответствует пикселям "заднего фона", класс ElvisBone - пикселям костей малого таза, класс childSkull - пикселям головки плода.

Далее, полученная серия изображений и их масок, преобразуется в матрицу ($D \times N \times W \times H$), где D – количество измерений вокселя (первое измерение – изображение, второе - маска), N – количество срезов в серии, W – ширина матрицы изображения, H – высота матрицы изображения. Полученный массив данных при помощи алгоритмов масштабирования изображений приводится к матрице $2 \times 64 \times 512 \times 512$ с последующей нормализацией значений сигнала каждого пикселя изображения методом min-max. После этого, подготовленный массив данных подается в обученную нейронную модель на основе архитектуры Keypoint R-CNN имеющей 58 800 000 обучаемых параметров.

На выходе разработанной нами нейронной моделью выдаются координаты 8-и пар ключевых точек, на основании которых рассчитываются величины расстояний между каждой парой точек по формуле (3):

$$AB = \sqrt{a^2 * (x_b - x_a)^2 + b^2 * (y_b - y_a)^2 + c^2 * (z_b - z_a)^2} \quad (3)$$

где

a, b, c – размеры вокселя в мм,

$x_b - x_a, y_b - y_a, z_b - z_a$ – разности координат двух точек по осям X, Y, Z.

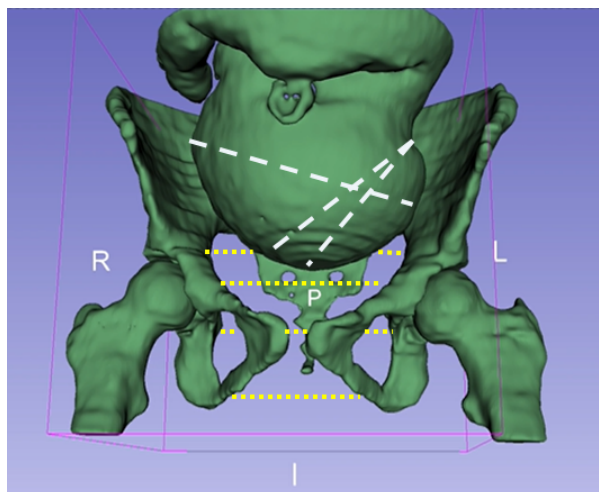


Рисунок 22 – 3D модель таза беременной и головки плода со схематическим изображением автоматически определяемых размеров малого таза (желтый пунктир) и головки плода (белый пунктир)

На рисунке 22 продемонстрирована наглядная визуализационная 3D модель таза беременной и головки плода, полученная в результате использования вышеописанного разработанного нами автоматического алгоритма. Автоматизация расчета многочисленных измерений способствует повышению скорости написания заключения, а также позволяет рассчитать риск тазово-плодовой диспропорции при различных вариантах вставления головки за счет того, что окружность головки плода оценивается не только в плоскости малого косога размера, но также и в плоскости большого и среднего косога, вертикального и лобно-затылочного, что повышает информативность исследования.

3.2. Результаты магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в исследуемых группах

Были проанализированы размеры малого таза беременных по данным МРТ в исследуемых группах.

При анализе результатов МРТ, согласно существующим рекомендациям за нижние границы нормы размеров таза были приняты значения:

- прямой размер входа – 11,0 см (если прямой размер таза меньше 11,0 см, то таз принято считать анатомически узким);
- прямой размер широкой части полости – 12,5 см;
- прямой узкой части полости – 11,5 см;
- прямой выхода – 9,5 см;
- поперечный размер входа – 12,5 см;
- поперечный широкой части полости – 12,5 см;
- межкостный – 10,5 см;
- битуберозный – 11,0 см.

Результаты магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в группе с крупным плодом и группе с нормой

Был произведен сравнительный анализ измерений, полученных при МР-пельвио- и фетометрии в группе I (крупный плод) и группе IV (группа нормы) (Таблица 12, 13).

Таблица 12 - Результаты измерения размеров таза по данным МР-пельвиометрии в группах I и IV

Показатели	Группа		p
	Группа I	Группа IV	
Прямой размер входа таза	12,60 [11,90; 13,25]	12,50 [12,20; 12,70]	0,520
Прямой размер широкой части полости малого таза	13,10 [12,30; 13,75]	13,00 [12,50; 13,75]	0,674
Прямой размер узкой части полости малого таза,	11,8 [10,9; 12,4]	11,9 [11,0; 12,3]	0,830
Прямой размер выхода таза	9,10 [8,90; 9,50]	9,20 [9,00; 9,50]	0,875
Наибольший поперечный размер входа	13,40 [13,10; 14,10]	13,60 [12,95; 14,30]	0,745
Поперечный размер широкой части полости	11,50 [11,00; 12,05]	11,60 [11,30; 12,00]	0,978
Межкостный размер	12,00 [11,50; 12,55]	12,10 [11,90; 12,70]	0,182
Битуберозный размер	11,80 [11,10; 12,35]	12,00 [11,20; 12,70]	0,214

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Было выявлено отсутствие статистически значимых межгрупповых различий в размерах малого таза беременных между группами I и IV.

Однако, несмотря на отсутствие межгрупповых различий, в обеих группах были выявлены беременные с уменьшением размеров малого таза по данным МРТ, у которых по данным наружной антропометрии размеры большого таза были нормальными.

Так, в группе I отмечались уменьшения размеров малого таза у 4 женщин: от одного до трех размеров были меньше нормы не более, чем 2,0 см.

В группе IV имелось уменьшение размеров малого таза у 3 женщин: от одного до четырех размеров были меньше нормальных значений, но не более, чем на 2,0 см.

Согласно классификации Т.К. Пучко и соавторов (2005) для невыраженных степеней сужения таза, выделяют:

I степень – сужение размеров полости таза не превышает 1,0 см от стандартной нормы;

II степень – сужение не более чем на 2,0 см от стандартной нормы;

Анатомически узкий таз – сужение хотя бы одного из размеров более чем на 2,0 см от стандартной нормы.

Таким образом, согласно данной классификации, в обеих группах имелись женщины с сужением малого таза I и II степени.

При этом, у 7 из 9 вышеописанных женщин с уменьшенными размерами таза отмечался высокий ИМТ - от 28.3 до 33.1.

По результатам МР-фетометрии было выявлено увеличение размеров головки плода в группе с крупным плодом по сравнению с группой нормы (Таблица 13).

Таблица 13 - Результаты измерения головки плода по данным МР-фетометрии
группах I и IV

Показатели	Группа		p
	Группа I	Группа IV	
Максимальный бипариетальный размер	10,20 [9,90; 10,60]	10,00 [9,80; 10,20]	0,024*
Лобно-затылочный размер головы плода,	12,10 [11,80; 12,40]	12,20 [11,90; 12,50]	0,665
Малый косой размер головы плода	9,80 [9,25; 10,00]	9,70 [9,10; 9,80]	0,116
Окружность головки по малому косому размеру	31,70 [30,42; 32,30]	30,15 [29,80; 31,55]	0,003*

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Согласно таблице, в группе с крупным плодом отмечается статистически значимое увеличение измеряемых размеров головки плода – бипариетального размера и окружности головки по малому косому размеру.

Поскольку в IV группу с нормой вошли беременные, которым в большинстве случаев МРТ было выполнено по различным причинам, в список находок, выявленных при МРТ, входит большое количество патологий: у 5 - были выявлены крупные миоматозные узлы, у 4 – были выявлены признаки симфизита, у 5 была диафрагмальная грыжа плода, у 2 - единственная артерия пуповины, у 10 – низкое расположение плаценты, у 5 – краевое расположение плаценты, у 4 – патологические образования яичников.

У 10 беременных из группы I при МРТ были выявлены следующие дополнительные находки: у 3 – мелкие миоматозные узлы, у 3 имелись МР-признаки сакроилеита, у 2 - признаки симфизита, у 2 определялись признаки субаниотической гематомы.

Результаты магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в группе с рубцом на матке и группе с нормой

Был произведен сравнительный анализ измерений, полученных при МР-пельвио- и фетометрии в группе II (рубец на матке) и группе IV (группа нормы) (Таблицы 14, 15).

Таблица 14 - Результаты измерения размеров таза по данным МР-пельвиометрии в группах II и IV

Показатели	Группа		p
	группа II	Группа IV	
Прямой размер входа таза	12,50 [12,25; 12,70]	12,50 [12,20; 12,70]	0,772
Прямой размер широкой части полости малого таза	13,00 [12,55; 13,80]	13,00 [12,50; 13,75]	0,810
Прямой размер узкой части полости малого таза,	11,7 [10,5; 12,2]	11,9 [11,0; 12,3]	0,816
Прямой размер выхода таза	9,40 [9,00; 9,50]	9,20 [9,00; 9,50]	0,516
Наибольший поперечный размер входа	13,70 [12,80; 14,30]	13,60 [12,95; 14,30]	0,967
Поперечный размер широкой части полости	11,60 [11,30; 12,00]	11,60 [11,30; 12,00]	0,963
Межостный размер	12,40 [12,10; 12,70]	12,10 [11,90; 12,70]	0,783
Битуберозный размер	11,80 [11,10; 12,35]	11,60 [11,00; 12,25]	0,662

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Таблица 15 - Результаты измерения головки плода по данным МР-фетометрии в группах II и IV

Показатели	Группа		p
	группа II	Группа IV	
Максимальный бипариетальный размер	10,00 [9,80; 10,30]	10,10 [9,80; 10,45]	0,963
Лобно-затылочный размер головы плода	12,10 [11,90; 12,50]	12,20 [11,90; 12,50]	0,937
Малый косой размер головы плода	9,50 [9,10; 9,80]	9,70 [9,10; 9,80]	0,880
Окружность головки	30,15 [29,80; 31,55]	30,15 [29,80; 31,55]	0,981

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Согласно таблицам 14 и 15, не обнаружено статистически значимых различий в размерах малого таза беременных и головки плодов между группами II и IV.

У 11 беременных из группы с рубцом на матке были выявлены дополнительные находки при МРТ: у 4 имелись признаки плотного прикрепления плаценты в области рубца, у 2 выявлены миоматозные узлы, у 2 были выявлены МР-признаки сакроилеита, у 3 имелись признаки симфизита.

Результаты магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в группе с уменьшенными размерами большого таза и группе с нормой

Был произведен сравнительный анализ измерений, полученных при МР-пельвио- и фетометрии в группе III (уменьшенные размеры большого таза) и группе IV (группа нормы) (Таблицы 16, 17).

Таблица 16 - Результаты измерения размеров таза по данным МР-пельвиометрии в группах III и IV

Показатели	Группа		p
	Группа III	группа IV	
Прямой размер входа таза	12,30 [11,43; 12,70]	12,50 [12,20; 12,70]	0,048*
Прямой размер широкой части полости малого таза	12,40 [12,20; 12,80]	13,00 [12,50; 13,75]	0,005*
Прямой размер узкой части полости малого таза	10,9 [10,1; 11,7]	11,9 [11,0; 12,3]	< 0,001*
Прямой размер выхода таза	8,70 [8,30; 9,10]	9,20 [9,00; 9,50]	< 0,001*
Наибольший поперечный размер входа	12,50 [11,90; 12,80]	13,60 [12,95; 14,30]	< 0,001*
Поперечный размер широкой части полости	10,50 [10,00; 11,20]	11,60 [11,30; 12,00]	< 0,001*
Межостный размер	11,30 [10,80; 11,80]	12,10 [11,90; 12,70]	< 0,001*
Битуберозный размер	12,00 [11,20; 12,70]	12,00 [11,20; 12,70]	0,001*

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Были выявлены статистически значимые межгрупповых различий в размерах малого таза беременных между группами III и IV.

По результатам МР-фетометрии были выявлены статистически значимых межгрупповые различия в размерах головки плода в группе с суженным тазом по сравнению с группой нормы (Таблица 17).

Таблица 17 - Результаты измерения головки плода по данным МР-фетометрии в группах II и IV

Показатели	Группа		p
	Группа III	группа IV	
Максимальный бипариетальный	9,60 [9,20; 10,00]	10,00 [9,80; 10,20]	< 0,001*
Лобно-затылочный размер головы плода	11,80 [11,30; 12,00]	12,20 [11,90; 12,50]	< 0,001*
Малый косой размер головы плода	9,30 [8,80; 9,50]	9,70 [9,10; 9,80]	0,015*
Окружность головки по МРТ	29,80 [28,60; 30,30]	30,15 [29,80; 31,55]	0,011*

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Согласно таблице, в группе с суженным тазом отмечается статистически значимое изменение размеров головки плодов, а именно, их уменьшение.

При оценке степени сужения и формы таза по данным МРТ мы руководствовались классификациями, разработанными отечественными исследователями на основе данных рентгенографии, компьютерной томографии и МРТ.

В третьей группе, согласно результатам МР-пельвиометрии, все типы таза были классифицированы по степени сужения:

- Нормальный таз: размеры полости малого таза соответствовали норме или были увеличены.
- Невыраженное сужение I степени: уменьшение одного или нескольких размеров таза не более чем на 1,0 см от нормы.

- Невыраженное сужение II степени: уменьшение одного или нескольких размеров таза не более чем на 2,0 см от нормы.
- Анатомически узкий таз: уменьшение акушерской конъюгаты (менее 11,0 см) или уменьшение любого размера таза более чем на 2,0 см от нормы.

Распределение тазов в третьей группе по степени сужения и форме представлено в таблице 18.

Таблица 18 – Распределение тазов по степени сужения в группе III

Степень сужения таза (n=49)	Абс.	%
Нормальный	2	4,0
Сужение I степени (не более чем на 1,0 см)	8	16,4
Сужение II степени (не более чем на 2,0 см)	24	49,0
Анатомически узкий (сужение более чем на 2,0 см)	15	30,6

Из таблицы 16 видно, что преобладали тазы II степени сужения.

Было отмечено, что при анализе роста беременных и степени сужения таза имелось уменьшение средних значений роста женщин соответственно степени сужения таза.

Последние 50 лет в России наибольшее распространение получила следующая классификация формы суженных тазов (Чернуха Е.А. 2005):

А. Часто встречающиеся формы узкого таза

1) поперечносуженный (сужение всех поперечных размеров)

2) плоский таз: простой плоский, плоскоррахитический, таз с уменьшением прямого размера широкой части полости (сужение прямых размеров)

3) общеравномерносуженный (сужение прямых и поперечных размеров)

Б. Редко встречающиеся формы узкого таза

1) кососмещенный и кососуженный

2) таз, суженный экзостозами, костными опухолями

3) другие формы таза

4) таз, суженный за счет опухолей яичников, матки, расположенных в полости малого таза

Однако, в настоящее время имеется преобладание так называемых «стертых» форм сужения таза I и II степени, при которых имеет место сужение одного-пяти размеров, не более, чем на 1,0 и 2,0 см от нормы соответственно.

По результатам нашего исследования «чистых» форм суженных тазов выявлено не было, что согласуется с современными данными литературы. На основании собственных результатов, полученных при МР-пельвиометрии, суженные тазы в III группе были классифицированы по форме следующим образом:

1. Таз с преимущественным сужением поперечных размеров:
 - сужение 2-4 поперечных размеров и не более 1 прямого размера;
 - сужение только одного поперечного размера.
2. Таз с преимущественным сужением прямых размеров:
 - сужение 2-4 прямых размеров и не более 1 поперечного размера;
 - сужение только одного прямого размера.
3. Таз с тенденцией к общеравномерносуженному:
 - сужение 5 и более размеров;
 - сужение 2 прямых и 2 поперечных размеров.
4. Таз с тенденцией к кососмещенному/кососуженному:
 - разница между косыми размерами более 2,0 см;
 - уменьшение 2 и более любых размеров.
5. Нормальный таз – отсутствует сужение размеров

Результаты распределения форм малых тазов исследуемых беременных представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Распределение таза по форме по данным МР-пельвиометрии

Форма таза (n=49)	Абс.	%
Таз с преимущественным сужением поперечных размеров (таз с тенденцией к поперечносуженному)	18	36,7
Таз с преимущественным сужением прямых размеров (таз с тенденцией к плоскому)	14	28,6
Таз с тенденцией к общеравномерносуженному	11	22,5
Таз с тенденцией к кососмещенному	4	8,2
Нормальный таз	2	4,0

Согласно таблице 19, преобладали формы таза с преимущественным сужением поперечных и прямых размеров (Рисунок 23).

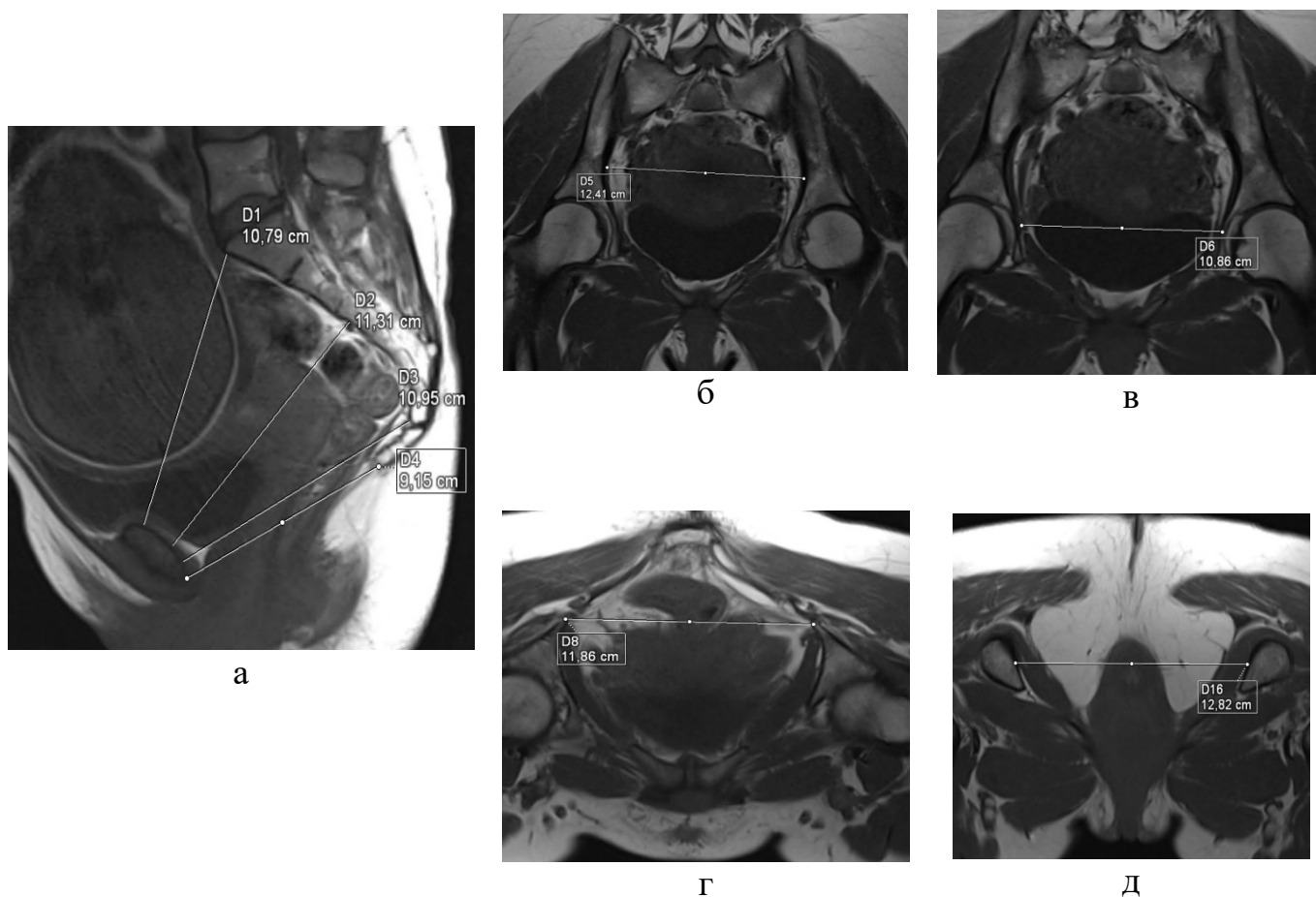


Рисунок 23 – Пациентка П., 28 лет (И/б 2375/АК2023), срок гестации 38 недель. Т1-ВИ. «Стертая» II степень сужения таза с тенденцией к плоскому: уменьшение 3 прямых размеров и 1 поперечного размера (не более, чем на 2,0 см)

3.3 Результаты расчета тазово- плодового индекса по данным магнитно-резонансной томографии

Основной целью МР-пельвио- и фетометрии является прогнозирование риска диспропорции между тазом матери и головкой плода в родах.

Во всех группах был произведен расчет тазово-плодового индекса на основании данных МРТ и были получены следующие результаты.

В I группе с крупным плодом из 49 обследованных у 9 женщин был выявлен риск диспропорции: во всех случаях определялись I и II степени сужения таза. Форма таза у обследованных женщин распределилась следующим образом:

- у трех женщин наблюдалась тенденция к общеравномерно суженному тазу (уменьшение 5 и более размеров);
- у четырех – тенденция к поперечно суженному тазу (сужение 3 поперечных и 1 прямого размера);
- у двух – тенденция к плоскому тазу (уменьшение 2 прямых размеров).

Предполагаемая масса плода по УЗИ варьировала от 4250 г. до 4670г. У всех плодов отмечалось значимое увеличение бипариетального размера головки: от 10,5 см до 11,0 см, что влияло на размер окружности головки. Тазово-плодовый индекс был отрицательным, разница между окружностью головки в плоскости малого косога размера и минимальной окружностью таза составляла от 0,2 см до 2,5 см.

Во II группе с рубцом на матке по результатам МРТ риск диспропорции при родах в переднем виде затылочного вставления был выявлен в 2х случаях - тазово-плодовый индекс был равен 0.

В III группе с узким тазом в 5 случаях по результатам МРТ был прогнозирован риск диспропорции. В 3 случаях определялся анатомически узкий таз: в одном случае – акушерская конъюгата составляла 10,1 см, и имелось уменьшение прямых размеров более чем на 2,0 см; в двух случаях – уменьшение 3х поперечных размеров более чем на 2,0 см, при этом акушерская конъюгата

составила 11,1 см. В других 2 случаях определялась II степень сужения таза, при этом размер головки плода больше средних значений, бипариетальный размер составил 10,5 и 10,7 см. Тазово-плодовый индекс был отрицательным, разница между окружностью головки в плоскости малого косога размера и минимальной окружностью таза составляла от 0,5 см до 2,2 см.

Таким образом, из 3 групп у 17 беременных по данным МРТ был выявлен риск тазово-плодовой диспропорции при родах.

3.4 Результаты магнитно-резонансной томографии переднего нижнего сегмента матки у беременных с рубцом и без рубца на матке

Измерение толщины переднего нижнего сегмента производили в самом тонком, доступном для визуализации, месте. Оценивали положение точки измерения, морфологические особенности нижнего сегмента матки (НСМ) по данным МРТ и его дифференциацию относительно стенки мочевого пузыря.

Проанализировали толщину переднего отдела НСМ у беременных с рубцом и без рубца на матке по данным МРТ (Таблица 20).

Таблица 20 – Толщина переднего нижнего сегмента матки по данным МРТ

Показатель	Категории	Толщина ПНСМ					p
		М ± SD	95% ДИ	n	min	max	
Группа	Группа II	1,94 ± 0,49	1,71 – 2,17	44	1,00	2,80	0,017*
	Группа IV	2,49 ± 1,03	2,02 – 2,96	39	1,00	4,00	

Анализ данных, представленных в таблице 20, демонстрирует статистически значимую разницу в толщине передней стенки нижнего сегмента матки (НСМ) у беременных с рубцом на матке и без него. У пациенток с рубцом НСМ был тоньше (1,94 ± 0,49 мм), чем у женщин из контрольной группы без рубца (2,49 ± 1,03 мм). Важно отметить, что истончение НСМ до 1,0 мм встречалось

чаще у женщин с рубцом на матке (34%, $n = 15$), чем у женщин без предшествующего кесарева сечения (23%, $n=9$).

Таким образом, истончение НСМ до 1,0 мм может быть нормальным явлением как у беременных без рубца, так и у беременных с рубцом (Рисунок 24).

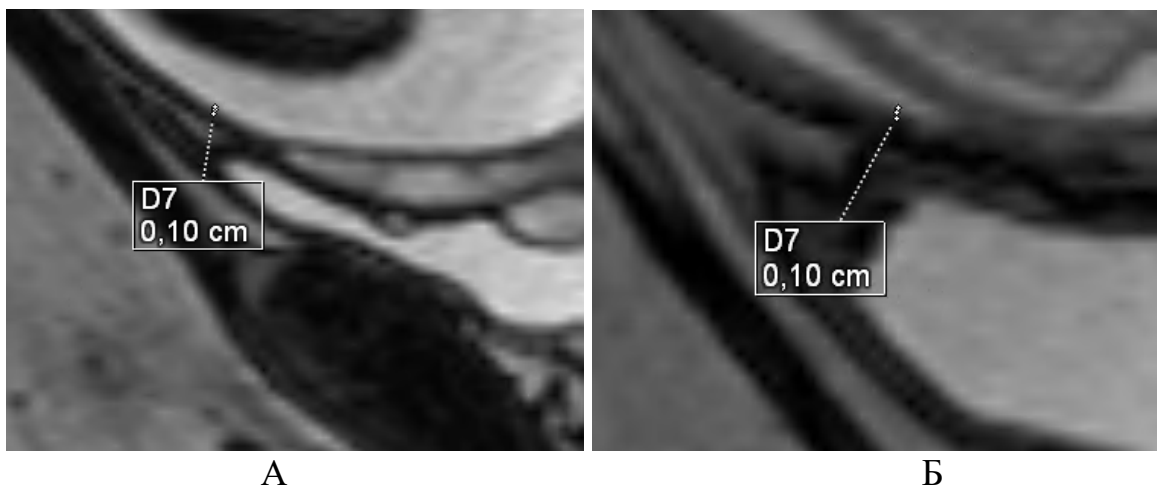


Рисунок 24 – Пациентка Б., 29 лет (И/б 352/АК2023), срок гестации 38 недель (А) ; Пациентка К., 41 год (И/б 1545/АК2023), срок гестации 38 недель (Б). Trufi. МРТ нижнего сегмента матки у беременной без рубца (А) и у беременной с рубцом (Б)

Кроме того, анализ показал, что толщина передней стенки НСМ у беременных без рубца на матке коррелировала с количеством родов в анамнезе. У беременных с первой беременностью толщина переднего отдела НСМ была больше ($3,1 \pm 0,9$ мм), чем у повторнородящих ($2,1 \pm 1,0$ мм).

В обеих группах при толщине НСМ менее 1,5-2 мм отмечалась его слабая дифференцируемость со стенкой мочевого пузыря. При этом наличие варикозного расширения сосудов между НСМ и стенкой пузыря способствовало лучшей визуализации стенок обоих.

При анализе МРТ НСМ в группе с рубцом ни в одном случае не было выявлено дефектов и «ниши» в области рубца.

Имелись морфологические различия НСМ в группах: НСМ у беременных с рубцом характеризовался более низким МР-сигналом на T1- и T2-ВИ, что вероятно обусловлено его фиброзной структурой, характеризующейся низким

содержанием молекул водорода, в то время, как МР-сигнал у беременных без рубца был более гиперинтенсивный.

3.5 Результаты родоразрешений

Были проанализированы способы родоразрешения в исследуемых группах (Таблица 21).

Таблица 21 – Способ родоразрешения в исследуемых группах

Показатели	Категории	Группа			Общее количество (n=142)
		Группа 1 (n=49)	Группа 2 (n=44)	Группа 3 (n=49)	
Исход родов, абс. (%)	Физиологические роды	32 (65,3%)	31 (60,5%)	35 (71,4%)	98 (69,0%)
	КС	17 (34,7%)	13 (29,5%)	14 (28,6%)	44 (31,0%)

Исходя из таблицы, наибольшее количество оперативных родов произошло в группе I (крупный плод). Общее количество экстренных кесаревых сечений составило 31,4%, что согласуется с данными литературы.

Были проанализированы основные показания к экстренному оперативному родоразрешению (Таблица 22).

Таблица 22 – Показания к экстренному кесареву сечению в исследуемых группах

Показания к экстренному кесареву сечению	I группа	II группа	III группа	Общее количество
1	2	4	5	6
Кесарево сечение (общее):	17	13	14	44
Гипоксия плода	3	2	1	6
Первичная слабость родовой деятельности	2	1	3	6

Продолжение таблицы 22

1	2	4	5	6
Вторичная слабость	3	3	2	8
Отсутствие эффекта от родостимуляции	0	1	2	3
Дискоординация родовой деятельности	1	2	1	4
Ангидрамнион	1	0	0	1
Клинически узкий таз (тазово-плодовая диспропорция)	7	4	5	16

Согласно таблице 22, клинически узкий таз был чаще в группе беременных с крупным плодом.

Тазово-плодовая диспропорция была установлена в 16 случаях: 7 в группе I, 4 в группе II, 5 в группе III. Все случаи тазово-плодовой диспропорции были проанализированы по отдельности.

Было установлено, что в группе с крупным плодом в 57,1% (n=4) случаев тазово-плодовая диспропорция случалось при уменьшенных размерах таза матери и классическом варианте вставления головки (передний вид затылочного вставления), в 42,9% (n=3) при неблагоприятном вставлении головки; в группе с рубцом на матке в 100% (n=4) случаев по причине неблагоприятных вставлений головки; в группе с суженным тазом в 60% (n=3) при родах в переднем виде затылочного вставления, в 40% при неблагоприятных вставлениях головки плода (n=2) (Таблица 23).

Таблица 23 – Положение головки при диагностированном клинически узком тазе

Положение головки	I группа	II группа	III группа
Разгибательные вставления головки	1	0	1
Задний вид затылочного вставления	2	2	1
Передний вид затылочного вставления	4	0	3

Наиболее часто, помимо «классического» переднего вида затылочного вставления, среди неблагоприятных вариантов положения головки встречался задний вид затылочного вставления ($n=5$). Наиболее редко – разгибательные вставления (1 лицевое и 1 передне-головное).

Таким образом, в половине случаев ($n=7$) тазово-плодовая диспропорция была обусловлена неблагоприятным вставлением головки.

У одной женщины из III группы, у которой тазово-плодовый индекс был равен 0 (высокий риск диспропорции), роды прошли самостоятельно. У нее выявлялась II степень сужения таза, масса новорожденного составляла 3550 г, при этом риск диспропорции был выявлен в плоскости выхода таза (окружность головки и окружность таза в плоскости выхода имели одинаковые значения), что может говорить о достаточной подвижности копчика и хорошей конфигурации головки плода в момент родов.

Вторичная слабость родовой деятельности возникла у 8 женщин, которая не поддавалась медикаментозной коррекции, что послужило показанием к экстренному кесареву сечению. Во всех случаях определялся передний вид затылочного вставления. При этом у одной из 8 женщин тазово-плодовый индекс при родах в переднем виде затылочного вставления был отрицательным (высокий риск диспропорции). У остальных тазово-плодовый индекс был положительным. У одной женщины с вторичной слабостью отмечался малый «запас» между наименьшей окружностью малого таза и окружностью головки в плоскости малого косога размера, и составлял 0,3 см.

Согласно имеющимся данным, вторичная слабость родовой деятельности встречается в 27-45% случаев клинически узкого таза. При этом установить, какое из этих состояний является первичным, достаточно сложно (Савицкий А.Г., 2011; Савельева Г. М. и соавт., 2018; Айламазян Э.К., 2019).

При этом клинически узкий таз по причине тазово-плодовой диспропорции был диагностирован в 16 случаях, в 7 из них он был обусловлен неблагоприятными вставлениями головки. Из этих 16 случаев методом МРТ спрогнозировано было 15 случаев – в одном случае по данным МРТ не было

выявлено диспропорции при родах в заднем виде затылочного вставления, «запас» между наименьшей окружностью малого таза и окружностью головки в плоскости среднего косога размера составлял 0,8 см, но в родах эта диспропорция реализовалась, что можно объяснить особенностям формы таза и связанными с этим особенностями биомеханизма родов – у женщины определялся таз I степени сужения с преимущественным сужением поперечных размеров. При заднем виде затылочного предлежания у беременных с поперечносуженным тазом нередко имеются признаки клинического несоответствия (Савельева Г. М. и соавт., 2018; Айламазян Э.К., 2019)

Таким образом, у 17 беременных, у которых по данным МРТ был диагностирован риск тазово-плодовой диспропорции, роды закончились кесаревым сечением. Но именно тазово-плодовая диспропорция имела в 16 случаях среди всех женщин и составила 11,4% всех родов в исследуемых группах. Из прогнозируемых по МРТ 17 диспропорций реализовалось 15. В двух случаях результаты МРТ были ложноположительными, в одном случае ложноотрицательными.

Была произведена оценка состояния новорожденных (Таблица 24).

Таблица 24 – Оценка новорожденных по шкале Апгар

Показатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3	p
Апгар, Ме [Q1 – Q3]	8,00 [7,00; 8,00]	8,00 [7,00; 8,00]	8,00 [7,00; 8,00]	0,557

Примечание: данные представлены в виде Ме [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

В исследуемых группах не было выявлено значимых различий в состоянии новорожденных по шкале Апгар.

У беременных, родивших естественным путем, производилась оценка продолжительности родов (Таблица 25).

Таблица 25 - Продолжительность родов в исследуемых группах

Продолжительность родов	Группа I (n=32)	Группа II (n=31)	Группа III (n=35)	p
Me [Q1 – Q3], минуты	465,00 [346,00; 605,00]	470,00 [360,00; 538,75]	475,00 [340,00; 600,00]	0,983

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Значимых межгрупповых различий в исследуемых группах выявлено не было, что отличается от данных мировой литературы, в которых сообщается об увеличении продолжительности родов у беременных крупным плодом (Баева И.Ю. Константинова О.Д., 2015; Киселевич М. Ф. и соавт., 2022; Баева И. Ю. 2024; Vieira M. C. et al., 2020). Усреднение общей продолжительности родов в нашем исследовании, вероятно, обусловлено наличием внутри каждой группы беременных как первородящих, так и повторнородящих, и увеличение продолжительности родов у первородящих компенсируется более коротким временем у повторнородящих.

Также мы проанализировали количество родового травматизма у женщин, родивших естественным путем (Таблица 26).

Таблица 26 – Травматизм и вспомогательная хирургия в исследуемых группах у женщин, родивших естественным путем

Показатели	Группа 1 (n= 32)	Группа 2 (n = 31)	Группа 3 (n=35)
Разрыв стенок влагалища	0 (0,0%)	1 (3,2%)	2 (5,7%)
Разрыв шейки матки	5 (15,6%)	4 (12,9%)	4 (11,4 %)
Перинеотомия или эпизиотомия	10 (31,2%)	7 (22,6%)	6 (17,2%)

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Наибольшее количество перинео- или эпизиотомии было выявлено в группе с крупным плодом, что не противоречит литературным данным. Разрыва

промежности не было выявлено ни в одной из трех групп, что более вероятно обусловлено своевременной диагностикой и выполнением перинеотомии.

В группе с рубцом на матке не было выявлено ни одного случая разрыва матки по рубцу. По интраоперационным данным в 100% (n=13) случаев рубец сохранял свою целостность, дефектов в области рубца не отмечалось.

3.6 Результаты сравнительного анализа данных, полученных при использовании стандартной методики магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии и оптимизированной методики

Проведено сравнение данных, полученных при применении стандартной и оптимизированной МР-пельвио- и фетометрии. Обработка данных производилась с использованием программного обеспечения R 4.2.2. (T-test, Bartlett's test, Shapiro–Wilk test).

Сравнительный статистический анализ проведен между группами с помощью T-test. Проверялась нулевая гипотеза (H0) об отсутствии различий в группах против альтернативной (H1) о существовании различий в группах. При уровне значимости $p < 0,064$ отвергалась нулевая гипотеза об отсутствии различий между группами. Проверка гомогенности и нормальности распределения данных перед использованием T-test производилась при помощи Shapiro–Wilk test и Bartlett's test, соответственно.

Результаты сравнительного анализа стандартной и оптимизированной МР-пельвио- и фетометрии приведены в таблицах 27, 28 и на диаграмме (Рисунок 25).

Таблица 27 - Средние значения размеров, полученных при использовании стандартной и оптимизированной методики МР-фетометрии

МР-фетометрия (размеры)	среднее	р-значение
Бипариетальный	9,8	0,431
Бипариетальный (T1 Dixon Vibe)	9,79	
Лобно-затылочный	11,623	0,791
Лобно-затылочный (T1 Dixon Vibe)	11,685	
Малый косой	9,319	0,789
Малый косой (T1 Dixon Vibe)	9,266	
Битуберозный (T1 Dixon Vibe)	11,804	

Таблица 28 - Средние значения размеров, полученных при стандартной и оптимизированной методике МР-пельвиометрии

МР-пельвиометрия (размеры)	среднее	р-значение
Прямой размер входа	12,452	0,845
Прямой размер входа (T1 Dixon Vibe)	12,523	
Прямой размер широкой части	13,052	0,965
Прямой размер широкой части (T1 Dixon Vibe)	13,071	
Прямой размер узкой части	11,771	0,966
Прямой размер узкой части (T1 Dixon Vibe)	11,795	
Прямой размер выхода	9,309	0,883
Прямой размер выхода (T1 Dixon Vibe)	9,361	
Поперечный размер входа	13,504	0,922
Поперечный размер входа (T1 Dixon Vibe)	13,533	
Поперечный размер широкой части	11,457	0,948
Поперечный размер широкой части (T1 Dixon Vibe)	11,76	
Межостный	11,719	0,849
Межостный (T1 Dixon Vibe)	11,776	
Битуберозный	11,761	0,926
Битуберозный (T1 Dixon Vibe)	11,804	

Согласно данным, представленным в таблицах 27 и 28, межгрупповое р-значение выходит за рамки установленного порога статистической значимости ($p > 0,064$), что не позволяет отвергнуть нулевую гипотезу (H_0) и указывает на равнозначность измерений, полученных в результате стандартной и оптимизированной методики.

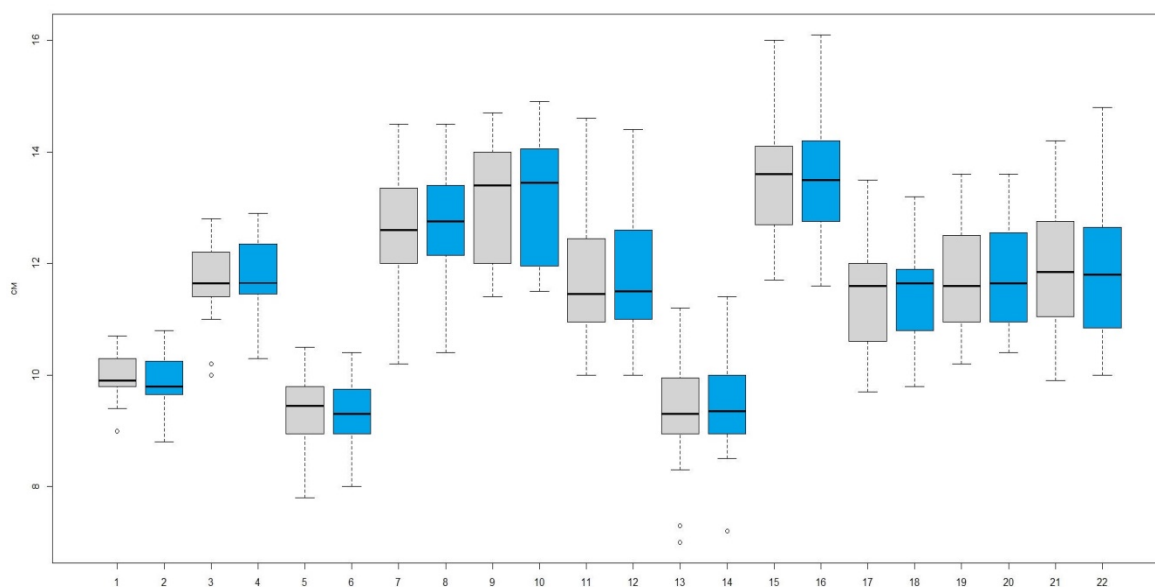


Рисунок 25 – Распределение значений измерений при стандартной и разработанной методике МР-пельвио- и фетометрии с использованием T1 Dixon Vibe. 1 - бипаритальный размер, 2 - бипаритальный размер (T1 Dixon Vibe), 3 - лобно-затылочный размер, 4 - лобно-затылочный размер (T1 Dixon Vibe), 5 - малый косой размер, 6 - малый косой размер (T1 Dixon Vibe), 7 - прямой размер входа, 8 - прямой размер входа (T1 Dixon Vibe), 9 - прямой размер широкой части полости, 10 - прямой размер широкой части полости (T1 Dixon Vibe), 11 - прямой размер узкой части полости, 12 - прямой размер узкой части полости (T1 Dixon Vibe), 13 - прямой размер выхода, 14 - прямой размер выхода (T1 Dixon Vibe), 15 - поперечный размер входа, 16 - поперечный размер входа (T1 Dixon Vibe), 17 - поперечный размер широкой части, 18 - поперечный размер широкой части (T1 Dixon Vibe), 19 - межкостный размер, 20 - межкостный размер (T1 Dixon Vibe), 21 - битуберозный размер, 22 - битуберозный размер (T1 Dixon Vibe)

Диаграмма демонстрирует схожесть распределения и размахов измерений, полученных при стандартной и оптимизированной методике МР-пельвио- и фетометрии. Таким образом, полученные результаты указывают на отсутствие статистически значимой разницы между измерениями при применении оптимизированного протокола для МР-пельвио- и фетометрии.

Таким образом, в результате работы был оптимизирован протокол для МР-пельвио- и фетометрии, который включал использования одной тонкосрезовой 3D импульсной последовательности T1 Dixon Vibe, характеризующейся коротким временем сбора данных (время сканирования 1,5 – 2 минуты), вместо традиционных 2D программ TSE и HASTE с более длительным временем сканирования (до 10-12 минут) из стандартного протокола. Использование оптимизированного протокола позволяет сократить время сканирования до двух минут и получить высококачественные трехплоскостные МР-изображения беременной, которые в дальнейшем используются в качестве входных данных для нейронной сети. При сравнительном анализе измерений по нативным изображениям из стандартного протокола и по данным оптимизированного протокола статистически значимых отличий не было выявлено.

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ
ПЕЛЬВИФЕТОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ
СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

4.1. Результаты сравнительного анализа данных магнитно-резонансной
пельвио- и фетометрии в исследуемых группах

Для последующего анализа данных и выявления факторов риска экстренного кесарева сечения была произведена МР-пельвио- и фетометрия в исследуемых группах по полученным изображениям МРТ. Результаты измерений и сравнительный анализ данных между тремя группами представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Результаты МР-пельвио- и фетометрии в исследуемых группах

Показатели (см)	Группа			p
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	
1	2	3	4	5
Максимальный бипариетальный размер головки плода, Me [Q1 – Q3], см	10,20 [9,90; 10,60]	10,10 [9,80; 10,40]	9,60 [9,20; 10,00]	< 0,001* pГруппа III – Группа I < 0,001 pГруппа III – Группа II < 0,001
Лобно-затылочный размер головки плода, Me [Q1 – Q3], см	12,10 [11,80; 12,40]	12,10 [11,90; 12,50]	11,80 [11,20; 12,00]	< 0,001* pГруппа III – Группа I = 0,001 pГруппа III – Группа II < 0,001
Малый косой размер головки плода, Me [Q1 – Q3], см	9,80 [9,25; 10,00]	9,70 [9,10; 9,80]	9,30 [8,80; 9,50]	< 0,001* pГруппа III – Группа I < 0,001 pГруппа III – Группа II = 0,015

1	2	3	4	5
Окружность головки в плоскости малого косога размер, Ме [Q1 – Q3], см	31,70 [30,42; 32,30]	30,15 [29,80; 31,70]	29,80 [28,60; 30,30]	< 0,001* РГруппа II – Группа I = 0,018 РГруппа III – Группа I < 0,001 РГруппа III – Группа II = 0,018
прямой размер входа таза, Ме [Q1 – Q3]	12,60 [11,90; 13,25]	12,50 [12,22; 12,70]	12,30 [11,43; 12,70]	0,023* РГруппа III – Группа I = 0,032
прямой размер широкой части полости малого таза, Ме [Q1 – Q3], см	13,10 [12,30; 13,75]	13,00 [12,55; 13,80]	12,40 [12,20; 12,80]	0,001* РГруппа III – Группа I = 0,005 РГруппа III – Группа II = 0,005
прямой размер узкой части полости малого таза, Ме [Q1 – Q3], см	11,8 [10,9; 12,4]	11,7 [10,5; 12,2]	10,9 [10,1; 11,7]	< 0,001* РГруппа I – Группа III < 0,001 РГруппа II – Группа III < 0,001
прямой размер выхода таза, Ме [Q1 – Q3], см	9,10 [8,90; 9,50]	9,30 [9,00; 9,50]	8,70 [8,30; 9,10]	< 0,001* РГруппа III – Группа I < 0,001 РГруппа III – Группа II < 0,001
наибольший поперечный размер входа, Ме [Q1 – Q3], см	13,40 [13,10; 14,10]	13,65 [12,88; 14,40]	12,50 [11,90; 12,80]	< 0,001* РГруппа III – Группа I < 0,001 РГруппа III – Группа II < 0,001
поперечный размер широкой части полости, Ме [Q1 – Q3], см	11,50 [11,00; 12,05]	11,60 [11,30; 12,00]	10,50 [10,00; 11,20]	< 0,001* РГруппа III – Группа I < 0,001 РГруппа III – Группа II < 0,001

1	2	3	4	5
межостный размер, Ме [Q1 – Q3], см	12,00 [11,50; 12,55]	12,10 [11,90; 12,70]	11,30 [10,80; 11,80]	< 0,001* RГруппа III – Группа I < 0,001 RГруппа III – Группа II < 0,001
битуберозный размер, Ме [Q1 – Q3], см	11,80 [11,10; 12,35]	11,80 [11,15; 12,65]	11,00 [10,70; 11,80]	0,003* RГруппа III – Группа I = 0,030 RГруппа III – Группа II = 0,003

Примечание: данные представлены в виде Ме [Q1-Q3]. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (Критерий Краскела-Уоллиса)

Анализ данных выявил статистически значимые различия между исследуемыми группами. В группе III большинство показателей, полученных при проведении магнитно-резонансной пельвиометрии и фетометрии (МР-пельвио- и фетометрии), имели меньшие значения по сравнению с группами I и II. При этом между группами I и II статистически значимых различий практически не наблюдалось, за исключением отдельных показателей. Так, например, прямой размер входа в малый таз в группе III оказался меньше, чем в группе I, однако статистически значимо не отличался от показателей группы II; окружность головки плода была статистически различна во всех группах – наибольший размер в группе I, средние значения в группе II, наименьшие значения в группе III.

4.2 Результаты статистического анализа магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в группе I (беременные с крупным плодом)

Результаты исследований позволили заключить, что в процессе анализа параметров МРТ с выполнением пельвио- и фетометрии и разработки модели логистической регрессии статистической программой «Статтех», выделены

основные прогностические факторы кесарева сечения в исходе родов у беременных пациенток с крупным плодом (группа I).

В результате построения модели логистической регрессии исхода родов в зависимости от показателей МРТ пельвио- и фетометрии, было показано, что полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p < 0,001$) и, исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель объясняет 100,0% наблюдаемой дисперсии исхода родов (Таблица 30). Однако, в данной модели, коэффициенты COR (нескорректированное отношение шансов) ряда параметров: *Distantia spinarium*, *Distantia cristarium*, *Distantia trochanterica*, *Conjugata externa*, малый кривой размер головы плода, максимальный бипариетальный размер головы плода, лобно-затылочный размер головы плода, окружность головы плода, предполагаемая масса плода по УЗИ, прямой размер входа таза, прямой размер широкой части полости малого таза, прямой размер узкой части полости малого таза, окружность головы при рождении, масса плода при рождении не имели статистической значимости.

Таблица 30 – Характеристики связи предикторов модели логистической регрессии с исходом родов

Предикторы	Нескорректированный результат		Скорректированный результат	
	COR; 95% ДИ	P	AOR; 95% ДИ	p
1	2	3	4	5
<i>Distantia spinarium</i>	0,500; 0,244 – 1,020	0,057	42428639965277176,00 0; 0,000 – inf	1,000
<i>Distantia cristarium</i>	0,571; 0,315 – 1,037	0,065	0,000; 0,000 – inf	1,000
<i>Distantia trochanterica</i>	0,981; 0,692 – 1,391	0,916	412,733; 0,000 – inf	1,000
<i>Conjugata externa</i>	1,241; 0,739 – 2,085	0,416	33386,269; 0,000 – inf	1,000
Максимальный бипариетальный размер головы плода	1,165; 0,258 – 5,249	0,842	0,000; 0,000 – inf	1,000

1	2	3	4	5
Лобно-затылочный размер головы плода	0,981; 0,366 – 2,630	0,970	1,091; 0,000 – inf	1,000
Малый косой размер головы плода	0,198; 0,549 – 0,798	0,23	0,000; 0,000 – inf	1,000
Окружность головы по МРТ	0,666; 0,397 – 1,117	0,124	11898227,531; 0,000 – inf	1,000
Предполагаемая масса плода по УЗИ (гр)	0,998; 0,996 – 1,001	0,155	0,960; 0,000 – inf	1,000
Прямой размер входа таза	0,703; 0,365 – 1,354	0,292	23468,163; 0,000 – inf	1,000
Прямой размер широкой части полости малого таза	0,609; 0,309 – 1,201	0,152	0,000; 0,000 – inf	1,000
Прямой размер узкой части полости малого таза	0,826; 0,427 – 1,595	0,569	5881331801472 9003008,000; 0,000 – inf	1,000
Прямой размер выхода таза	0,275; 0,085 – 0,887	0,031*	0,000; 0,000 – inf	0,999
Наибольший поперечный размер входа	0,217; 0,066 – 0,709	0,011*	0,000; 0,000 – inf	1,000
Поперечный размер широкой части полости	0,120; 0,028 – 0,510	0,004*	0,000; 0,000 – inf	1,000
Межостный размер или поперечный размер узкой части полости таза	0,099; 0,022 – 0,441	0,002*	0,000; 0,000 – inf	1,000
Битуберозный размер или поперечный размер выхода малого таза	0,367; 0,174 – 0,775	0,009*	40,459; 0,000 – inf	1,000

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5
Окружность головы при рождении	1,009; 0,554 – 1,837	0,977	1308234978499,753; 0,000 – inf	1,000
Масса плода при рождении	0,998; 0,995 – 1,001	0,141	0,929; 0,000 – inf	1,000

Примечание: * – влияние предиктора статистически значимо ($p < 0,05$); COR – нескорректированное отношение шансов, AOR – скорректированного соотношения шансов, Distantia spinarium – межкостный размер, Distantia cristarium – межгребневый размер, Distantia trochanterica – межвертельный размер, Conjugata externa – наружная конъюгата

Таким образом, в итоговую модель включены 5 предикторов, достоверно влияющие на прогноз исхода родов: прямого размера выхода таза, наибольший поперечный размер входа, поперечный размер широкой части полости, межкостный размера, битуберозного размера малого таза.

Данные представлены в таблице 31. Полученная регрессионная модель являлась статистически значимой ($p < 0,001$). Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель объясняет 91,5% наблюдаемой дисперсии исхода родов.

Таблица 31 – Характеристики связи предикторов модели с вероятностью выявления исхода рода

Предикторы	Нескорректированный результат		Скорректированный результат	
	COR; 95% ДИ	p	AOR; 95% ДИ	p
1	2	3	4	5
Прямой размер выхода таза	0,315; 0,119 – 0,832	0,020*	0,144; 0,010 – 2,018	0,150
Наибольший поперечный размер входа	0,213; 0,071 – 0,640	0,006*	0,206; 0,021 – 1,988	0,172

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5
Поперечный размер широкой части полости	0,128; 0,035 – 0,462	0,002*	0,141; 0,006 – 3,367	0,226
Межкостный размер или поперечный размер узкой части полости таза	0,085; 0,020 – 0,364	0,001*	0,026; 0,002 – 0,444	0,012*
Битуберозный размер или поперечный размер выхода малого таза	0,393; 0,200 – 0,770	0,006*	1,523; 0,402 – 5,772	0,536

Примечание: * – влияние предиктора статистически значимо ($p < 0,05$); COR – нескорректированное отношение шансов, AOR – скорректированного соотношения шансов

Далее был проведен ROC-анализ взаимосвязи каждого отдельного показателя МР-пельвио- и фетометрии и исхода родов. Площадь под ROC-кривой, интерпретируемая как диагностическая информативность каждого из них в отдельности для прогнозирования вероятности исхода родов, находилась в пределах от 0,689 до 0,865. Значения размеров считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Значимые размеры приведены в таблице 32.

Таблица 32 - Характеристики ROC-кривых для размеров малого таза беременной при оценке риска кесарева сечения

Параметр	Площадь под ROC-кривой	95% ДИ	Значимость модели, p	Точка cut-off (см)	Чувствительность модели	Специфичность модели
1	2	3	4	5	6	7
Прямой размер выхода таза	0,689 ± 0,075	0,541 – 0,836	p = 0,024*	9,0	45,5%	81,5%

Продолжение таблицы 32

1	2	3	4	5	6	7
Наибольший поперечный размер входа	0,734 ± 0,071	0,595 – 0,873	p = 0,005*	12,2	86,4%	59,3%
Поперечный размер широкой части полости	0,789 ± 0,064	0,662 – 0,915	p < 0,001*	12,0	95,5%	55,6%
Межостный размер	0,865 ± 0,052	0,763 – 0,967	p < 0,001*	11,3	72,7%	92,6%,
Битуберозный размер	0,756 ± 0,06	0,621 – 0,890	p = 0,002*	12,2	90,9%	55,6%

Кесарево сечение прогнозировалось в тех случаях, когда размеры таза были меньше порогового значения (cut-off), которое соответствовало наибольшему значению индекса Юдена (Таблица 32).

Исходя из таблицы 32, кесарево сечение в группе I прогнозировалось при значении наибольшего поперечный размера входа ниже 12,2 см; прямого размера входа таза ниже 9,0 см; поперечного размера широкой части полости ниже 12,0 см; межостного размера ниже 11,3 см; битуберозного размера ниже 12,2 см. Наибольшей чувствительностью и специфичностью обладало значение межостного размера.

ROC-кривые, характеризующие зависимости вероятности исхода родов от значение выявленных прогностически значимых размеров таза беременных в группе I представлены на рисунке 26.

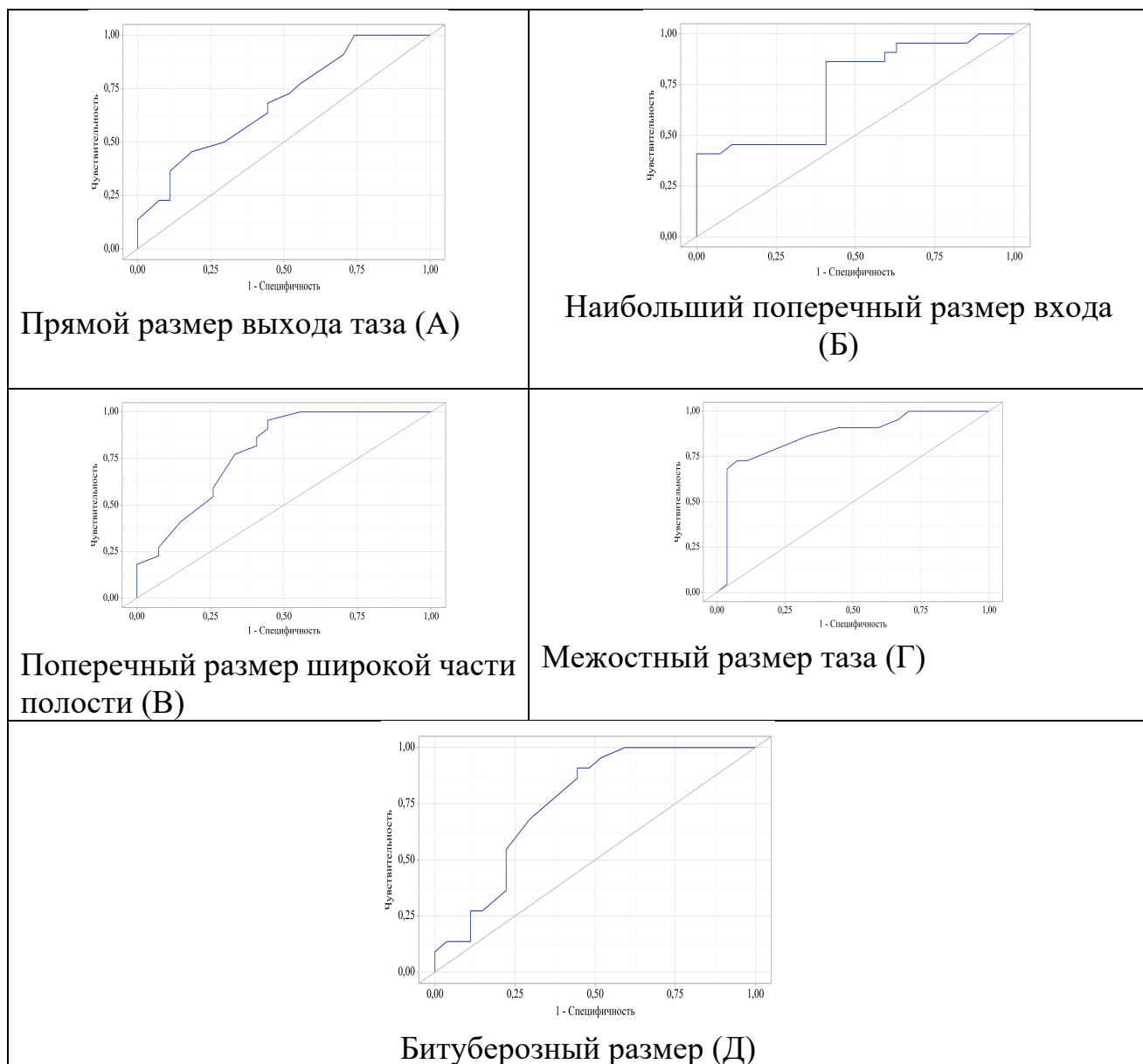


Рисунок 26 - ROC-кривые, характеризующие зависимости вероятности исхода родов от следующих параметров: А - прямой размер выхода таза, Б - наибольший поперечный размер входа, В - поперечный размер широкой части полости, Г- межкостный размер таза, Д - битуберозный размер

4.3 Результаты статистического анализа магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в группе II (беременные с рубцом на матке)

Аналогично группе I, выделены основные прогностические факторы высокой вероятности экстренного кесарева сечения в исходе родов у беременных пациенток с рубцом на матке (группа II).

В результате построения модели логистической регрессии исхода родов в зависимости от показателей МРТ пельвио- и фетометрии, было показано, что полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p < 0,001$) и, исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель объясняет 100,0% наблюдаемой дисперсии исхода родов (Таблица 33). Однако, в данной модели, статистическую значимость имели коэффициенты COR (нескорректированное отношение шансов) только 2х параметров – прямой размер выхода таза и окружность головки плода.

Таблица 33 – Характеристики связи предикторов модели с вероятностью выявления исхода рода

Предикторы	Нескорректированный результат		Скорректированный результат	
	COR; 95% ДИ	p	AOR; 95% ДИ	p
1	2	3	4	5
Прямой размер выхода таза	0,342; 0,127 – 0,919	0,033*	0,000; 0,000 – inf	1,000
Distantia spinarium	1,146; 0,795 – 1,654	0,464	3932907145411,578; 0,000 – inf	1,000
Distantia cristarium	0,888; 0,643 – 1,225	0,470	0,334; 0,000 – inf	1,000
Distantia trochanterica	0,903; 0,761 – 1,071	0,242	0,000; 0,000 – inf	1,000
Conjugata externa	1,234; 0,798 – 1,908	0,344	0,018; 0,000 – inf	1,000
Максимальный бипариетальный размер головы плода	2,425; 0,469 – 12,541	0,290	20421723229892521,000; 0,000 – inf	1,000
Лобно-затылочный размер головы плода	0,653; 0,250 – 1,704	0,383	0,000; 0,000 – inf	1,000
Малый косой размер головы плода	1,122; 0,364 – 3,456	0,841	49197166592,000; 0,000 – inf	1,000
Окружность головы плода	1,005; 0,649 – 1,557	0,981	0,000; 0,000 – inf	1,000
Прямой размер входа таза	0,965; 0,692 – 1,347	0,836	6,750; 0,000 – inf	1,000

Продолжение таблицы 33

1	2	3	4	5
Прямой размер широкой части полости малого таза	0,621; 0,287 – 1,347	0,228	0,000; 0,000 – inf	0,999
Прямой размер узкой части полости малого таза	0,943; 0,557 – 1,597	0,827	791321664,924; 0,000 – inf	1,000
Наибольший поперечный размер входа	0,722; 0,355 – 1,468	0,368	004968250,898; 0,000 – inf	1,000
Масса плода при рождении	1,001; 0,999 – 1,002	0,289	1,028; 0,000 – inf	1,000
Окружность головы при рождении	1,748; 1,016 – 3,004	0,043*	0,000; 0,000 – inf	1,000

Примечание: * – влияние предиктора статистически значимо ($p < 0,05$); COR – нескорректированное отношение шансов, AOR – скорректированного соотношения шансов, Distantia spinarium – межкостный размер, Distantia cristarium – межгребневый размер, Distantia trochanterica – межвертельный размер, Conjugata externa – наружная конъюгата

Таким образом, в итоговую модель включены только 2 предиктора, достоверно влияющие на прогноз исхода родов: прямого размера выхода таза, окружность головы при рождении. Данные представлены в таблице 34. Полученная регрессионная модель являлась статистически значимой ($p < 0,002$). Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель объясняет 87,5% наблюдаемой дисперсии исхода родов.

Таблица 34 – Характеристики связи предикторов модели с вероятностью выявления исхода рода

Предикторы	Нескорректированный результат		Скорректированный результат	
	COR; 95% ДИ	p	AOR; 95% ДИ	P
1	2	3	4	5
прямой размер выхода таза	0,342; 0,127 – 0,919	0,033*	0,345; 0,120 – 0,994	0,049*

Продолжение таблицы 34

1	2	3	4	5
окружность головы при рождении	1,748; 1,016 – 3,004	0,043*	1,808; 0,965 – 3,391	0,065

Примечание: * – влияние предиктора статистически значимо ($p < 0,05$); COR – нескорректированное отношение шансов, AOR – скорректированного соотношения шансов

Далее был проведен ROC-анализ взаимосвязи каждого отдельного показателя и исхода родов. Площадь под ROC-кривой, интерпретируемая как диагностическая информативность каждого из них в отдельности для прогнозирования вероятности исхода родов, находилась в пределах от 0,682 до 0,724 (Таблица 35, Рисунок 27). Значения размеров считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Значимые размеры приведены в таблице 35.

Таблица 35 – Характеристики ROC-кривых для размеров малого таза беременной при оценке риска кесарева сечения

Параметр	Площадь под ROC-кривой	95% ДИ	Значимость модели, р	точка cut-off (см)	Чувствительность модели, %	Специфичность модели, %
Прямой размер входа таза	0,682 ± 0,080	0,524 – 0,839	0,041*	11,4	88,9	53,8
Прямой размер выхода таза	0,724 ± 0,076	0,575 – 0,873	0,012*	9,1	55,6	84,6

Согласно данным, представленным в таблице 35, кесарево сечение прогнозировалось при значении прямого размера входа в таз менее 11,4 см и при значении прямого размера выхода из таза менее 9,1 см.

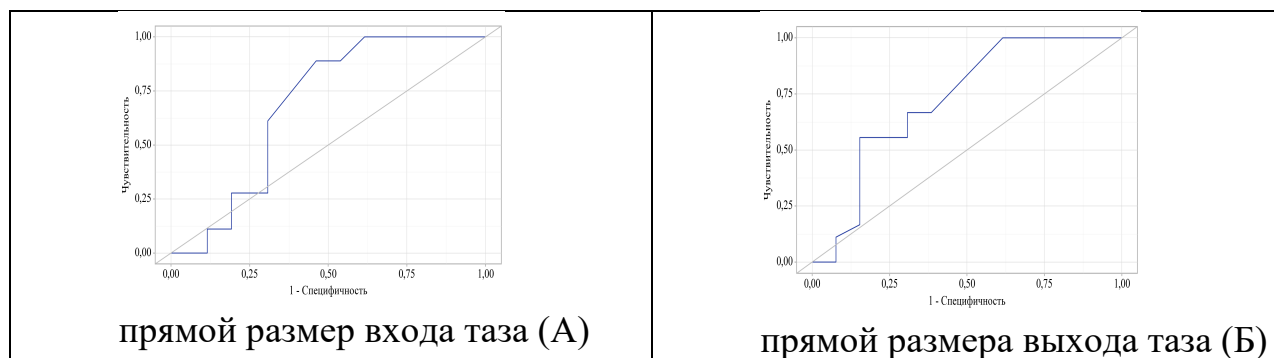


Рисунок 27 - ROC-кривые, характеризующие зависимости вероятности исхода родов от следующих параметров: А - от прямого размера входа таза, Б - от прямого размера выхода таза

4.4 Результаты статистического анализа магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии в группе III (беременные с уменьшенными размерам таза)

Выделены основные прогностические факторы кесарева сечения в исходе родов у беременных пациенток с уменьшенными размерами таза (группа III).

При построении модели логистической регрессии исхода родов в зависимости от показателей МРТ, было показано, что полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p < 0,001$) и, исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель объясняет 100,0% наблюдаемой дисперсии исхода родов (Таблица 36). Однако, в данной модели статистическую значимость имели коэффициенты COR (нескорректированное отношение шансов) 2х параметров: прямые размеры входа таза и широкой части полости таза.

Таблица 36 – Характеристики связи предикторов модели с вероятностью выявления исхода рода

Предикторы	Нескорректированный результат		Скорректированный результат	
	COR; 95% ДИ	p	AOR; 95% ДИ	p
1	2	3	4	5
Distantia spinarium *	1,672; 0,885 – 3,158	0,113	6879,491; 0,000 – inf	1,000

1	2	3	4	5
<i>Distantia cristarium*</i>	1,096; 0,531 – 2,261	0,804	0,000; 0,000 – inf	1,000
<i>Conjugata externa*</i>	1,000; 0,375 – 2,664	1,000	0,012; 0,000 – inf	1,000
Максимальный бипариетальный	0,171; 0,006 – 4,855	0,301	0,000; 0,000 – inf	1,000
Лобно-затылочный размер головы плода	2,366; 0,502 – 11,167	0,277	1,000; 0,000 – inf	1,000
Малый косой размер головы плода	2,138; 0,335 – 13,667	0,422	1147389,592; 0,000 – inf	1,000
Окружность головы плода	1,145; 0,445 – 2,948	0,779	333,152; 0,000 – inf	1,000
Прямой размер входа таза	0,046; 0,003 – 0,755	0,031*	0,000; 0,000 – inf	1,000
Прямой размер широкой части полости малого таза	0,359; 0,237 – 0,944	0,049*	0,359; 0,137 – 0,944	1,000
Прямой размер узкой части полости малого таза	0,047; 0,03 – 0,708	0,271	0,083; 0,000 – inf	1,000
Прямой размер выхода таза	0,558; 0,111 – 2,807	0,479	1,873; 0,000 – inf	1,000
Наибольший поперечный размер входа	5,389; 0,375 – 77,324	0,215	8,765; 0,000 – inf	1,000
Поперечный размер широкой части полости	0,417; 0,059 – 2,939	0,380	0,000; 0,000 – inf	1,000
Межостный размер или поперечный размер узкой части полости таза	2,418; 1,058 – 356,381	0,467	960683,222; 0,000 – inf	1,000

Продолжение таблицы 36

1	2	3	4	5
Битуберозный размер или поперечный размер выхода малого таза	1,017; 0,383 – 2,702	0,973	25,169; 0,000 – inf	1,000
Масса плода при рождении	0,999; 0,997 – 1,002	0,680	1,042; 0,000 – inf	1,000
Окружность головы плода при рождении	0,707; 0,336 – 1,484	0,359	0,000; 0,000 – inf	1,000

Примечание: * – влияние предиктора статистически значимо ($p < 0,05$); COR – нескорректированное отношение шансов, AOR – скорректированного соотношения шансов; *Distantia spinarium* – межкостный размер, *Distantia cristarium* – межгребневый размер, *Conjugata externa* – наружная конъюгата

Таким образом, в итоговую модель включены только 2 предиктора, достоверно влияющие на прогноз исхода родов: прямого размера входа таза, прямой размер широкой части полости малого таза. Данные представлены в таблице 37. Полученная регрессионная модель являлась статистически значимой ($p < 0,002$). Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель объясняет 87,5% наблюдаемой дисперсии исхода родов.

Таблица 37 – Характеристики связи предикторов модели с вероятностью выявления исхода рода

Предикторы	Нескорректированный результат		Скорректированный результат	
	COR; 95% ДИ	p	AOR; 95% ДИ	p
Прямой размер входа таза	0,299; 0,131 – 0,682	0,004*	0,299; 0,131 – 0,682	0,004*
Прямой размер широкой части полости малого таза	0,359; 0,137 – 0,944	0,038*	0,359; 0,137 – 0,944	0,038*

Примечание: * – влияние предиктора статистически значимо ($p < 0,05$); COR – нескорректированное отношение шансов, AOR – скорректированного соотношения шансов

При проведении ROC-анализа взаимосвязи каждого отдельного показателя и исхода родов, площадь под ROC-кривой интерпретировали как диагностическая информативность каждого из них в отдельности для прогнозирования вероятности исхода родов (Таблица 38, Рисунок 28).

Таблица 38 - Характеристики ROC-кривых для размеров малого таза беременной при оценке риска кесарева сечения

Параметр	Площадь под ROC-кривой	95% ДИ	Значимость модели, p	Точка cut-off (см)	Чувствительность модели	Специфичность модели
Прямой размер входа таза	0,776 ± 0,067	0,646 – 0,906	p = 0,001	12,7	100,0%	50,0%
Прямой размер широкой части полости малого таза	0,690 ± 0,075	0,542 – 0,837	p = 0,025	12,7	90,0%	55,2%

Согласно таблице 38, вероятность кесарева сечения повышалась при значении прямого размера входа таза ниже 12,7 см, при значении прямого размера широкой части полости малого таза ниже 12,7 см.

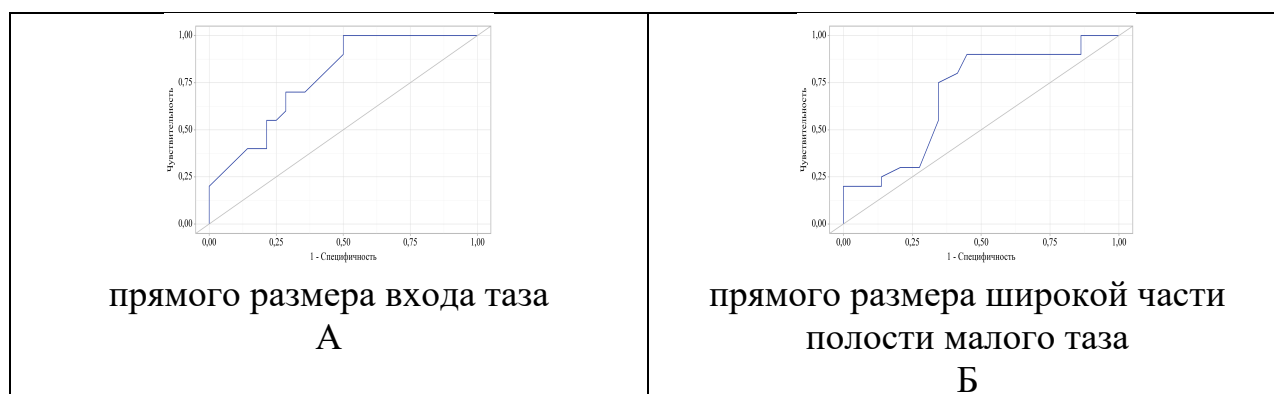


Рисунок 28 - ROC-кривые, характеризующие зависимости вероятности исхода родов от следующих параметров: А - от прямого размера входа таза, Б - от прямого размера широкой части полости малого таза

На рисунке 28 представлены ROC-кривые, которые демонстрируют зависимость вероятности исхода родов от прямого размер входа в таз и прямого размера широкой части полости малого таза.

4.5 Результаты анализа сопоставимости результатов магнитно-резонансной томографии и исхода родов

С помощью метода бинарной логистической регрессии была разработана прогностическая модель для определения вероятности исхода родов в зависимости от риска тазово-плодовой диспропорции, оцененного по данным МРТ. Модель построена на основе 142 наблюдений.

Полученная регрессионная модель статистически значима ($p < 0,001$). Коэффициент детерминации Найджелкерка указывает на то, что модель объясняет 62,9% вариабельности исхода родов.

Согласно результатам оценки риска тазово-плодовой диспропорции, при отсутствии признаков диспропорции по данным МРТ вероятность благоприятного исхода родов (отсутствие диспропорции) возрастала в 168 раз (Таблица 39).

Таблица 39 – Характеристики связи предикторов модели с вероятностью выявления исхода рода

Предикторы	Нескорректированный результат		Скорректированный результат	
	COR; 95% ДИ	p	AOR; 95% ДИ	p
риск диспропорции по МРТ: да	168,006; 30,508 – 925,191	< 0,001*	168,006; 30,508 – 925,191	< 0,001*

Примечание: * – влияние предиктора статистически значимо ($p < 0,05$); COR – нескорректированное отношение шансов, AOR – скорректированное соотношение шансов

Для оценки зависимости вероятности отсутствия тазово-плодовой диспропорции от значения логистической функции P был проведен ROC-анализ, результаты которого представлены на рисунке (Рисунок 29), а также проведен анализ чувствительности и специфичности модели (Рисунок 30, Таблица 40).

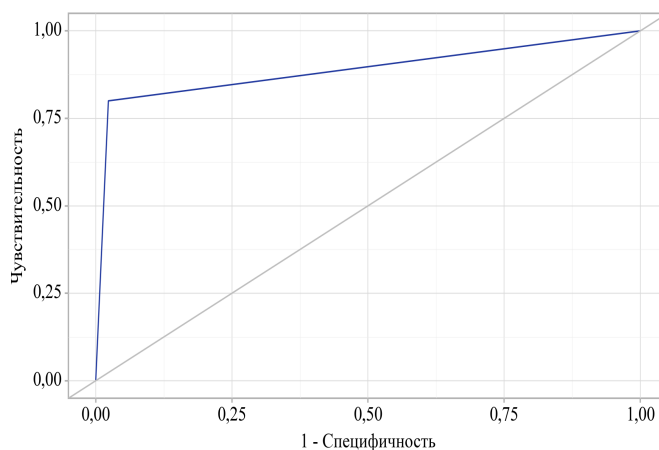


Рисунок 29 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности исхода рода от значения логистической функции P

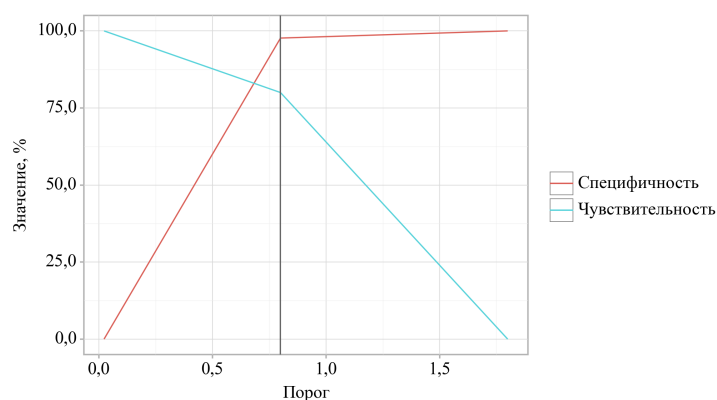


Рисунок 30 – Анализ чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений логистической функции P

Таблица 40 – Пороговые значения логистической функции P

Порог	Чувствительность (Se), %	Специфичность (Sp), %	PPV	NPV
0,800	87,0	97,7	97,2	83,0

Примечание: PPV (Positive Predictive Value) - прогностическая ценность положительного результата; NPV (Negative Predictive Value)- прогностическая ценность ложного результата

Площадь под ROC-кривой составила $0,888 \pm 0,057$ с 95% ДИ: 0,777 – 0,999. Полученная модель была статистически значимой ($p < 0,001$).

Пороговое значение логистической функции P (точка cut-off), при котором индекс Юдена достигал максимального значения, составило 0,800. При значении логистической функции P, равном или превышающем это пороговое значение, прогнозировалась тазово-плодовая диспропорция. Чувствительность разработанной модели составила 87,0%, а специфичность – 97,7%.

Сравнительный анализ данных МР-пельвиометрии и МР-фетометрии выявил статистически значимые различия в исследуемых группах как в размерах таза беременной, так и в размерах головки плода.

При анализе взаимосвязи между способом родоразрешения и показателями МР-пельвио- и фетометрии были разработаны статистически значимые прогностические модели, которые позволяют спрогнозировать высокую вероятность кесарева сечения по различным причинам на основании некоторых размеров малого таза беременных в исследуемых группах.

Анализ толщины переднего нижнего сегмента матки показал значимые различия у беременных с рубцом и без рубца на матке по данным МРТ. Однако, истончение до 1 мм наблюдалось в обеих группах.

При сопоставлении данных МР-пельвио- и фетометрии, а именно, результатов расчета риска тазово-плодовой диспропорции, с исходами родов, выявлена высокая сопоставимость результатов.

ГЛАВА 5. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

По данным отечественных и зарубежных ученых с каждым годом растет частота оперативных родоразрешений. При этом основной вклад в общее количество оперативных родоразрешений вносят беременные группы высокого перинатального риска. В настоящее время под беременностью высокого риска понимают беременность с ранее существовавшими или текущими состояниями, которые подвергают мать, плод или новорожденного ребенка более высокому, чем обычно, риску осложнений во время или после беременности и родов.

Одной из причин оперативных родоразрешений у беременных высокого риска является развитие клинического несоответствия размеров плода и таза матери в родах. По результатам нашего исследования частота составила клинически узкого таза составила 11,4% от всех родов в исследуемых группах риска, что согласуется с данными литературы, где частота варьирует от 1,3 до 17%.

По данным современной литературы выделяют несколько классификаций узкого таза, причем наблюдается изменение структуры анатомически узких тазов: снижается частота классических форм с выраженным сужением и увеличивается смешанных и «стертых форм» (Шмедык Н.Ю., 2015; Pavličev M. et al., 2020; Manandhar B., Shrestha E., 2023). В нашем исследовании также преобладали «стертые» формы суженных тазов. По данным многих авторов вероятность возникновения несоответствия размеров таза и плода при анатомически суженном тазе увеличивается в 2,2 - 2,8 раза (Abraham W., Berhan Y., 2014; Pavličev M. et al., 2020). Согласно результатам нашего исследования, частота клинически узкого таза также была выше у беременных с уменьшенными размерами малого таза, а именно, в группе беременных с крупным плодом, у которых по результатам МРТ имелось уменьшение некоторых размеров таза, и в группе беременных с уменьшенными размерами большого таза, у которых по данным МРТ также определялись различные степени сужения таза .

Клинически узкий таз диагностируется при наличии характерных признаков, таких как отсутствие поступательного движения головки плода на фоне активной родовой деятельности, формирование разгибательных вставлений головки и другие. В акушерской практике различают относительное и абсолютное несоответствие размеров таза матери и головки плода, каждое из которых имеет свои клинические особенности.

При относительном клиническом несоответствии возможно ведение родов через естественные родовые пути при условии тщательного мониторинга состояния плода, характера родовой деятельности, динамики раскрытия шейки матки, вставления и продвижения предлежащей части.

Абсолютное клиническое несоответствие является показанием к экстренному оперативному родоразрешению путем кесарева сечения.

В настоящее время оценка размеров малого таза в большинстве случаев проводится на основании данных наружной пельвиметрии и влагалищного исследования. Лучевые методы диагностики используются реже.

Низкая информативность наружной пельвиметрии доказана многими исследованиями. Ее результаты являются приблизительными и зависят от опыта врача, проводящего исследование. При этом не всегда наблюдается корреляция между наружными и внутренними размерами таза (Кулаков В.И., 2009; Шмедьк Н.Ю. 2015; Mayer С., 2013). Но несмотря на это, наружная пельвиметрия остается основным методом определения размеров таза у беременных.

Лучевые методы исследования, сопровождающиеся ионизирующим излучением (рентгенография, КТ), в настоящее время не имеют широкого применения в акушерской практике (Олизарович М.Ю., 2021; Бекетов С.Н., 2024; Mainprize J.G. et al., 2023).

В настоящее время ультразвуковое исследование (УЗИ) является ведущим методом лучевой диагностики в акушерстве и перинатологии, поскольку оно не использует ионизирующее излучение, отличается мобильностью и простотой применения. Однако, по мнению ряда исследователей, соотношение размеров таза и плода редко подлежит точной диагностике при использовании данного

метода. Кроме того, использование панорамного влагалитического датчика не дает достаточной информации, так как отражение ультразвуковых волн от костей таза не позволяет визуализировать необходимые для измерения костные ориентиры, снижая таким образом точность метода (Мерц Э., 2016; Мудров В.А. и соавт., 2017).

Методика 3D УЗИ имеет ряд ограничений, связанных с необходимостью сбора данных в трех плоскостях для построения объемных изображений. Трехмерное УЗИ применяется преимущественно для диагностики аномалий развития плода. Кроме того, УЗИ является методом, результаты которого в значительной степени зависят от опыта и квалификации специалиста, проводящего исследование (Шмедьк Н.Ю., 2015).

На современном этапе развития методов медицинской визуализации наиболее информативным и безопасным методом является магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия, позволяющая получить изображения костей таза беременной и головки плода в любой плоскости, изучить их анатомическое строение и размеры, при полном отсутствии ионизирующего излучения. По данным отечественных и зарубежных исследований, не выявлено вредного воздействия МРТ, проведенной во время беременности (Семенова Е.С. и соавт., 2020; Ray J.G. et al., 2016; Lum M., Tsiouris A.J., 2020).

Несмотря на существенные преимущества МР-пельвио- и фетометрии над другими лучевыми методами исследования она обладает и рядом недостатков: относительно длительное время сканирования (10-15 минут) при использовании стандартного протокола, включающего различные импульсные последовательности в необходимых плоскостях; МР-пельвио- и фетометрию рекомендовано проводить при доношенной беременности, на сроке 37-40 недель, когда размеры плода уже максимально приближены к тем, которые будут проходить через плоскости таза в родах; на поздних сроках гестации женщинам тяжело находиться в томографе в положении лежа на спине в связи с развитием синдрома аорто-кавальной компрессии, проявляющегося тошнотой, головокружением, гипотонией, потерей сознания (Руденко Н.Н. и соавт., 2020). Кроме

того, звук работы градиентных катушек во время исследования на фоне эмоциональной лабильности беременных может вызывать дискомфорт у пациенток. В связи с вышеперечисленными причинами существенно повышается значимость такого параметра как время сканирования.

В настоящее время появились работы по описанию современных возможностях МРТ по 3D-моделированию на основании данных МРТ, которые представлены единичными публикациями зарубежных авторов (Olivier Ami et al., 2019). Авторами обследовано всего 27 беременных и сделан вывод о ценности 3D-МРТ с 3D-реконструкцией.

Таким образом, к настоящему моменту не существует эффективного и информативного метода пренатального моделирования костей таза беременной и головки плода, который мог бы быть внедрен в клиническую практику и позволил бы прогнозировать развитие клинически узкого таза в родах.

Таким образом, в виду отсутствия ионизирующего излучения, многоплоскостной визуализации, высокой контрастности изображений, а также импульсных последовательностей с различной толщиной среза, современные возможности МРТ являются перспективными для изучения и прогнозирования клинического несоответствия, благодаря возможности трехмерного моделирования таза матери и головки плода. Использование дополнительных технологий позволяет комплексно анализировать данные МР-визуализации таза матери и плода, автоматизировать процесс и повысить прогностическую точность исследования, позволяя спланировать тактику родов и в конечном счете снизив количество перинатальных осложнений.

Поэтому целью данной работы явилось улучшение прогнозирования исходов родов у беременных высокого риска путем выполнения магнитно-резонансной пельвио- и фетометрии с применением нейросетевого моделирования.

В рамках диссертационного исследования был проведен проспективный анализ данных комплексной МРТ 181 беременной, которые проходили амбулаторное обследование и/или находились на лечении в дородовом

отделении перинатального центра НМИЦ им. В.А. Алмазова в период с 2021 по 2024 год.

В соответствии с показаниями к проведению магнитно-резонансной пельвиометрии и фетометрии (МР-пельвио- и фетометрии) все беременные были разделены на три группы. Первая группа (Группа I, n=49) включала беременных женщин с крупным плодом, у которых предполагаемая масса плода составляла 4000 грамм и более по данным ультразвукового исследования (УЗИ). Вторая группа (Группа II, n=44) состояла из беременных с наличием одного рубца на матке после ранее перенесенного кесарева сечения или операции по удалению миомы матки (миомэктомии). Третья группа (Группа III, n=49) была сформирована из беременных, у которых имелось подозрение на анатомически узкий таз, что определялось по уменьшению хотя бы одного из наружных размеров таза на 2 сантиметра и более по сравнению со стандартными нормативными значениями. Целью формирования данных групп было проведение сравнительного анализа показателей МР-пельвиометрии и фетометрии в зависимости от наличия факторов, потенциально влияющих на размеры таза и головки плода, а также на течение родов. Также была набрана и проанализирована группа IV (n=39) – беременные, которые в последствие имели физиологические роды. В эту группу вошли беременные с условной нормой, которым была выполнена МРТ по другим показаниям (миомы матки, подозрение на плотное прикрепление плаценты, костные экзостозы, патология плода) и дополнительно проведена МР-пельвио- и фетометрия.

Наибольшее количество беременных было в возрасте 26-35 лет, наименьшее - в возрасте более 40 лет. В исследуемых группах преобладали первородящие беременные, у которых отсутствовали физиологические роды в анамнезе. Среди сопутствующей экстрагенитальной патологии наиболее часто встречались нарушения углеводного обмена (в частности, гестационный сахарный диабет, сахарный диабет II типа, диабетическая полинейропатия) и заболевания сердечно-сосудистой системы (нарушения ритма, легочная гипертензия, сердечная недостаточность, врожденные пороки развития).

В ходе акушерского осмотра у четырех беременных, помимо сужения всех четырех наружных размеров таза более чем на 2 см от нормы, при влагалитном исследовании отмечалась доступность мыса крестца.

Во второй группе у 49 женщин (27%) был рубец на матке после кесарева сечения. Клинических признаков несостоятельности рубца ни у одной пациентки на момент осмотра не обнаружено. При отсутствии противопоказаний этим женщинам планировалось проведение родов через естественные родовые пути.

Миомы матки различного размера были диагностированы у 6 беременных (3,3%). Симптомы симфизопатии различной степени выраженности – от незначительного дискомфорта в области лонного сочленения до интенсивного болевого синдрома – наблюдались у 5 беременных (2,7%). Деформации костей таза травматического происхождения были выявлены у 2 беременных (1,1%); во всех случаях причиной являлись автомобильные аварии, приведшие к переломам лобковых костей и крестца.

По антропометрическим данным чаще были женщины ростом 165-168 см, с индексом массы тела 30,1 кг/м²., за исключением группы III, где рост и масса тела были меньше, чем в остальных группах.

Положение пациенток в состоянии «полусидя» позволяло сохранить взаиморасположение анатомических структур без их смещения и при этом нивелировать синдром аорто-ковальной компрессии, который обусловлен сдавлением нижней полой вены беременной маткой и особенно выражен при доношенной беременности. В редких случаях, когда беременным было не комфортно в таком положении, исследование проводили «лежа на боку». Это вызывало необходимость расширять поле обзора и сопровождалось увеличением времени сканирования. Такое положение использовали как вынужденное в тех случаях, когда проявление синдрома аортоковальной компрессии сохранялось в положении «лежа на спине».

В литературе также имеются публикации, посвященные применению данной методики в клинической практике (Шмедьк Н.Ю., 2015, Franz, M., 2018, Li. J. et al., 2023).

При выполнении исследования всем беременным проводилась МР-пельвио- и фетометрия по стандартному и оптимизированному протоколу.

Стандартный протокол включал использование двух отдельных блоков программ: для МР-пельвиометрии и для МР-фетометрии. Оптимизированный протокол включал использование одной программы T1 Dixon Vibe.

Нами предложено использование оптимизированного протокола, состоящего из одной тонкосрезовой программы T1 Dixon Vibe, который применяли после выполнения стандартного протокола для МР-пельвио- и фетометрии. Комбинация T1 Vibe и Dixon обеспечивают импульсную последовательность такими характеристиками, которые обладают преимуществом над стандартными программами и над каждой из этих программ в отдельности.

T1 Dixon Vibe – это 3D импульсная последовательность градиентного эхо с быстрым временем сбора данных. Данная импульсная последовательность за короткое время позволяет получить данные, сопоставимые со стандартной методикой МР-пельвио- и фетометрии, высоким контрастом между костью и мягкими тканями, и без потери качества производить реконструкцию в любой плоскости.

Уменьшение времени сканирования влияет не только на комфорт беременной, но и на такой параметр как удельная скорость поглощения SAR.

Высокий индекс массы тела беременной, использование «горячих» импульсных последовательностей TSE и длительное время сканирования способствуют повышению SAR. Применение одной «холодной» GRE-последовательности T1 Dixon Vibe с низким уровнем SAR и временем сканирования менее 2 минут характеризуется меньшим термогенезом тканей беременной и плода по сравнению с использованием стандартного протокола.

Кроме того, использование 3D реконструкции позволяет исследователю самостоятельно получить необходимые плоскости таза и головки плода, уменьшив фактор операторозависимости и шевеления плода, которые при использовании стандартной методики могут сопровождаться получением неправильных косых срезов.

При анализе томограмм, полученных при стандартной методике, для МР-пельвиометрии определяли прямые и поперечные размеры таза по общепринятым костным ориентирам (Савельева Г.М. и соавт., 2018).

На томограммах в сагиттальной плоскости определяли 4 прямых размера, которые соответствуют акушерским плоскостям: прямой размер входа, прямой размер широкой части полости, прямой размер узкой части полости, прямой размер выхода.

На томограммах в косо-аксиальной плоскости определяли 4 поперечных размера полости малого таза: поперечный размер входа, поперечный размер широкой части полости, межкостный размер, битуберозный размер

Целью МР-фетометрии явилось определение основных фетометрических показателей для оценки риска возможной диспропорции между тазом матери и головкой плода. Объем исследования для МР-фетометрии включал определение бипариетального, лобно-затылочного размеров головки, малого косоугольного, среднего косоугольного, большого косоугольного, вертикального размеров, окружности головки.

При анализе изображений, полученных по оптимизированному протоколу, использовали многоплоскостную реконструкцию.

Благодаря трехмерности программы T1 Dixon Vibe, получали изображения костей таза и головки плода в любой необходимой плоскости, а также при необходимости корректировали сагиттальную плоскость.

Для оценки толщины нижнего сегмента матки в протокол сканирования беременных с рубцом включали использование импульсных последовательностей Trufi и TSE в сагиттальной и аксиальной плоскостях.

Для диагностики риска диспропорции между тазом матери и головкой плода при условии родов в переднем виде затылочного вставления использовался индекс «тазово-плодового соответствия» (Шмедьк Н.Ю., 2015).

Далее сравнивали величину окружностей полости малого таза в каждой плоскости с окружностью головки плода с учетом ее сгибания (в плоскости малого косоугольного размера). При положительных значениях индекса (>0 см, норма) – окружности таза матери должны быть больше окружности головки плода с

учетом ее сгибания. В таком случае риск клинически узкого таза при физиологических родах в переднем виде затылочного вставления считали не выше средних значений в популяции. Если окружность головки плода была равна или превышала хотя бы одну из окружностей малого таза (индекс отрицательный или равен нулю), риск клинически значимого несоответствия оценивался как высокий.

Необходимость проведения МРТ-пельвио- и фетометрии была обусловлена потребностью в объективной оценке соответствия или несоответствия размеров таза матери и головки плода.

Однако следует учитывать, что данный метод не позволяет оценить другие факторы, которые могут оказать негативное влияние на течение родов, такие как: неправильные вставления головки, аномалии родовой деятельности, не связанные с диспропорцией, осложнения со стороны матери и плода в родах. Были проанализированы размеры малого таза беременных по данным МРТ в исследуемых группах.

При сравнительном анализе измерений, полученных при МР-пельвио- и фетометрии в группе I (крупный плод) и группе IV (группа нормы) было выявлено отсутствие статистически значимых межгрупповых различий в размерах малого таза беременных между группами I и IV.

Однако, несмотря на отсутствие межгрупповых различий, в обеих группах были выявлены беременные с уменьшением размеров малого таза по данным МРТ, у которых по данным наружной антропометрии размеры большого таза были нормальными. Так, в группе I отмечались уменьшения размеров малого таза у 4 женщин: от одного до трех размеров были меньше нормы не более, чем 2,0 см. В группе IV имелось уменьшение размеров малого таза у 3 женщин: от одного до четырех размеров были меньше нормальных значений, но не более, чем на 2,0 см.

В обеих группах имелись женщины с сужением малого таза I и II степени, согласно классификации Т.К. Пучко и соавт., (2005).

При этом, у 7 из 9 вышеописанных женщин с уменьшенными размерами таза отмечался высокий ИМТ - от 28.3 до 33.1.

По результатам МР-пельвио- и фетометрии было выявлено увеличение размеров головки плода в группе с крупным плодом по сравнению с группой нормы.

В группе с крупным плодом отмечается статистически значимое увеличение измеряемых размеров головки плода – бипариетального размера и окружности головки по малому косому размеру.

Поскольку в IV группу с нормой вошли беременные, которым в большинстве случаев МРТ было выполнено по различным причинам, в список находок, выявленных при МРТ, входит большое количество патологий: у 5 - были выявлены крупные миоматозные узлы, у 4 - были выявлены признаки симфизита, у 5 была диафрагмальная грыжа плода, у 2 - единственная артерия пуповины, у 10 – низкое расположение плаценты, у 5 – краевое расположение плаценты, у 4 – патологические образования яичников.

У 10 беременных из группы I при МРТ были выявлены следующие дополнительные находки: у 3 – мелкие миоматозные узлы, у 3 -имелись МР-признаки сакроилеита, у 2 - признаки симфизита, у 2 определялись признаки субаниотической гематомы.

Был произведен сравнительный анализ измерений, полученных при МР-пельвио- и фетометрии в группе I (крупный плод) и группе IV (группа нормы). Выявлено отсутствие статистически значимых межгрупповых различий в размерах малого таза беременных и головки плода между группами II и IV.

У 11 беременных из группы с рубцом на матке были выявлены дополнительные находки при МРТ: у 4 имелись признаки плотного прикрепления плаценты в области рубца, у 2 выявлены миоматозные узлы, у 2 были выявлены МР-признаки сакроилеита, у 3 имелись признаки симфизита.

Публикации по применению МР-пельвио- и фетометрии у беременных с рубцом отсутствуют.

По результатам МР-фетометрии были выявлены статистически значимые межгрупповые различия в размерах головки плода в группе с суженным тазом по сравнению с группой нормы.

При анализе степеней сужения таза и его формы по данным МРТ мы применяли классификации, разработанные отечественными авторами и созданные на основании данных рентгенографии, компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии (Чернуха Е.А., 2005; Пучко Т.К., 2005; Васильева Э.Н., 2009; Савельева Г.М., 2011).

В настоящее время отмечается преобладание так называемых «стертых» форм таза I и II степени, при которых имеется сужение одного-пяти размеров, не более, чем на 1,0 и 2, см, соответственно.

По результатам нашего исследования «чистых» форм суженных тазов выявлено не было, что согласуется с данными литературы (Шмедьк Н.Ю., 2015).

Во всех группах был произведен расчет тазово-плодового индекса на основании данных МРТ и были получены следующие результаты.

В первой группе (крупный плод), включавшей 49 беременных, у 9 женщин был выявлен риск тазово-плодовой диспропорции, который во всех случаях сопровождался I или II степенью сужения таза. Анализ формы таза в этой подгруппе показал следующее распределение: у трех женщин наблюдалась тенденция к равномерно суженному тазу (сужение 5 и более размеров), у четырех – тенденция к поперечно суженному тазу (сужение 3 поперечных и 1 прямого размера), а у двух – тенденция к плоскому тазу (уменьшение 2 прямых размеров). Предполагаемая масса плода по УЗИ варьировала от 4250 г. до 4670г. У всех плодов отмечалось значимое увеличение бипариетального размера головки: от 10,5 см до 11,0 см, что влияло на размер окружности головки. Тазово-плодовый индекс был отрицательным, разница между окружностью головки в плоскости малого косога размера и минимальной окружностью таза составляла от 0,2 см до 2,5 см.

Во II группе с рубцом на матке по результатам МРТ риск диспропорции при родах в переднем виде затылочного вставления был выявлен в 2х случаях - тазово-плодовый индекс был равен 0.

В III группе с узким тазом в 5 случаях по результатам МРТ был прогнозирован риск диспропорции. В 3 случаях был диагностирован анатомически узкий таз: в одном случае акушерская конъюгата составляла 10,1 см, и наблюдалось уменьшение прямых размеров более чем на 2,0 см; в двух случаях было зафиксировано уменьшение трех поперечных размеров более чем на 2,0 см, при этом акушерская конъюгата составила 11,1 см. В других 2 случаях определялась II степень сужения таза, при этом размер головки плода больше средних значений, бипариетальный размер составил 10,5 и 10,7 см. Тазово-плодовый индекс был отрицательным, разница между окружностью головки в плоскости малого косога размера и минимальной окружностью таза составляла от 0,5 см до 2,2 см.

По результатам родоразрешений, у 17 беременных, у которых по данным МРТ был диагностирован риск тазово-плодовой диспропорции, роды закончились кесаревым сечением. Но именно тазово-плодовая диспропорция имела в 16 случаях среди всех женщин. Из прогнозируемых по МРТ 17 диспропорций реализовалось 15. В двух случаях результаты МРТ были ложноположительными, в одном случае ложноотрицательными.

Редким осложнением родов с рубцом на матке является разрыв матки. Однако, несмотря на его низкую частоту - (0,4-1%), оно имеет разрушительный исход, и стратификация риска с помощью пренатальной оценки нижнего сегмента матки является актуальной проблемой (Desta M et al., 2022; Laikemariam M. et al., 2023).

Анализ толщины переднего отдела нижнего сегмента матки (НСМ) по данным МРТ у беременных с рубцом и без рубца на матке выявил статистически значимые различия. У пациенток с рубцом НСМ был тоньше ($1,9 \pm 0,7$ мм), чем у беременных без рубца из контрольной группы ($2,7 \pm 1,3$ мм).

Истончение НСМ до 1,0 мм наблюдалось у 23% женщин без предшествующего кесарева сечения и у 34% женщин с рубцом на матке.

Важно отметить, что истончение НСМ до 1,0 мм может быть вариантом нормы как у беременных без рубца, так и у беременных с рубцом.

Также было установлено, что толщина переднего отдела НСМ у беременных без рубца коррелировала с количеством родов в анамнезе. У первородящих толщина переднего отдела НСМ была больше ($3,1 \pm 0,9$ мм), чем у повторнородящих ($2,1 \pm 1,0$ мм).

Аналогичные данные были получены и другими авторами (Hoffmann. J. et al. 2019)

Были проанализированы исходы родов в исследуемых группах. Наибольшее количество оперативных родов произошло в группе I (крупный плод). Общее количество экстренных кесаревых составило 31,4%, что согласуется с данными литературы (Аязбеков А.К. и соавт., 2022; Баева И. Ю. 2024; Beta J. et. al. 2019; Pahlitzsch T.M.J. et al., 2019; Ye. W. et al., 2022;)

Диагностированный клинически узкий таз был чаще в группе беременных с крупным плодом.

Тазово-плодовая диспропорция была установлена в 16 случаях: 7 в группе I, 4 в группе II, 5 в группе III. Было установлено, что в группе с крупным плодом в 57,1% случаев тазово-плодовая диспропорция наблюдалась при уменьшенных размерах таза матери и классическом варианте вставления головки (передний вид затылочного вставления), в 42,9% при неблагоприятном вставлении головки; в группе с рубцом на матке в 100% случаев по причине неблагоприятных вставлений головки; в группе с суженным тазом в 60% при родах в переднем виде затылочного вставления, в 40% при неблагоприятных вставлениях головки плода. Отсутствие диспропорции в группе II при родах в переднем виде затылочного вставления обусловлено, вероятнее всего, отсутствием предрасполагающих факторов в этой группе, таких как значительно уменьшенные размеры малого таза или же увеличенные размеры плода, которые могли бы быть выявлены при МР-исследовании. В том время, как

неблагоприятное вставление головки является в настоящее время непрогнозируемым фактором (Василенко Л. В. 2022; Алексеева А. Ю. и соавт., 2022). Наибольшее количество случаев клинически узкого таза в группе с крупным плодом подтверждает данные литературы, и наиболее часто связано с сочетанием крупных размеров плода с уменьшенными размерами таза беременной (Мудров В.А. и соавт., 2019; Баева И. Ю. 2024; Beta J. et. al. 2019) .

Наиболее часто среди неблагоприятных вариантов положения головки встречался задний вид затылочного вставления; редко – разгибательные вставления, что согласуется с данными литературы и составляет 0,5-1% всех родов (Айламазян Э.К., 2019).

Вторичная слабость родовой деятельности возникла у 8 женщин, которая не поддавалась медикаментозной коррекции, что послужило показанием к экстренному кесареву сечению. Во всех случаях определялся передний вид затылочного вставления.

Согласно литературным данным, вторичная слабость встречается в 27-45% случаев клинически узкого таза, и определить, какое из этих состояний первично, крайне затруднительно (Савицкий А.Г., 2011; Савельева Г. М. и соавт., 2018; Айламазян Э.К., 2019).

Клинически узкий таз по причине тазово-плодовой диспропорции был диагностирован в 16 случаях, в 7 из них он был обусловлен неблагоприятными вставлениями головки. Методом МРТ в одном случае не было выявлено диспропорции при родах в заднем виде затылочного вставления, «запас» между наименьшей окружностью малого таза и окружностью головки в плоскости среднего косога размера составлял 0,8 см, но в родах эта диспропорция реализовалась, что можно объяснить особенностями формы таза и связанными с этим особенностями биомеханизма родов – у женщины определялся таз I степени сужения с преимущественным сужением поперечных размеров. При заднем виде затылочного предлежания у беременных с поперечносуженным тазом нередко имеются признаки клинического несоответствия (Савельева Г.М. и соавт., 2018; Айламазян Э.К., 2019).

Результаты сравнительного анализа данных, полученных при использовании стандартной методики МР-пельвио- и фетометрии и оптимизированной методики. Сравнительный статистический анализ проведен между группами с помощью T-test. Проверялась нулевая гипотеза (H_0) об отсутствии различий в группах против альтернативной (H_1) о существовании различий в группах. При уровне значимости $p < 0,064$ отвергается нулевая гипотеза об отсутствии различий в группах. Проверка нормальности и гомогенности распределения данных перед использованием T-test производилась при помощи Shapiro–Wilk test и Bartlett's test, соответственно.

Согласно полученным данным, погрупповое p-значение выходит за рамки установленного порога статистической значимости ($p > 0,064$), что не позволяет отвергнуть нулевую гипотезу (H_0) и указывает на равнозначность измерений, полученных в результате стандартной и оптимизированной методике.

Таким образом, полученные результаты указывают на отсутствие статистически значимой разницы между измерениями при применении оптимизированного протокола для МР-пельвио- и фетометрии.

Предложенная методика МР-пельвио- и фетометрии, основанная на применении нейросетевого моделирования, позволяет объективно оценить анатомическое соответствие или несоответствие размеров головки плода и таза матери. Автоматизация процесса расчета необходимых измерений способствует сокращению времени, затрачиваемого на формирование заключения и проведение самого сканирования. Использование импульсной последовательности T1 Vibe Dixon, обеспечивающей высокую скорость сбора данных, также сокращает время исследования.

Предложенная методика обладает значительной практической ценностью, так как дает возможность с высокой точностью прогнозировать вероятность тазово-плодовой диспропорции по результатам одного исследования. Установленные в ходе статистического анализа пороговые значения размеров малого таза, ниже которых увеличивается риск кесарева сечения, позволяют

акушерам-гинекологам своевременно определить оптимальную тактику родоразрешения и тем самым снизить частоту перинатальных осложнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном этапе развития медицинской науки с каждым годом увеличивается частота оперативного родоразрешения, что сопряжено с повышением материнской заболеваемостью. Основной вклад в увеличение количества оперативных родов вносят беременные высокого риска. Поэтому в литературе появились публикации, посвященные данной проблеме, в которых авторы предлагают разработать или обобщить факторы, которые могут приводить к снижению выполнения кесаревых сечений.

Разработка критериев для планового кесарева сечения в группах высокого перинатального риска позволяет снизить количество осложнений, связанных с экстренным кесаревым сечением. Среди причин экстренного оперативного родоразрешения является диагностированный в родах клинический узкий таз – несоответствие размеров малого таза матери и предлежащей части плода. Своевременная диагностика данного состояния позволяет сократить количество перинатальных осложнений.

Наиболее информативным методом для определения размеров малого таза матери и головки плода в настоящее время, по данным большинства авторов, признается магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия.

Целью данного исследования явилось улучшение прогнозирования исходов родов у беременных высокого риска путем выполнения магнитно-резонансной пельвио- фетометрии с применением нейросетевого моделирования для определения тактики родоразрешения.

Было выполнено МР-исследование 181 беременной с применением разработанного протокола, который включал использование стандартных программ и одной тонкосрезовой ИП T1 Dixon Vibe.

Все беременные были разделены на 4 группы:

- группа I – беременные с крупным плодом (n=49; 27,1 %);
- группа II – беременные с одним рубцом на матке (n=44; 24,3 %);
- группа III – беременные с уменьшенными размерами большого таза

(n=49; 27,1 %),

- группа IV – группа условной нормы (n=39; 21,5%).

В ходе анализа МРТ-изображений производились измерения размеров малого таза матери и головки плода по общепринятым анатомическим ориентирам. Также оценивалась толщина переднего отдела нижнего сегмента матки у беременных с рубцом и без рубца на матке.

Был проведен сравнительный анализ полученных данных в исследуемых группах и контрольной группе с нормальными размерами таза.

Выполнен статистический анализ взаимосвязи между размерами таза беременной и головки плода со способом родоразрешения.

Проведено сравнение толщины переднего отдела нижнего сегмента матки у беременных с рубцом на матке и без него.

Определена чувствительность и специфичность разработанной методики МР-пельвио- и фетометрии с нейросетевым моделированием в прогнозировании способа родоразрешения.

Результаты диссертационной работы не только не противоречат опубликованным ранее мировым исследованиям, но также являются новыми в своем роде. Разработана методика МР-пельвио- и фетометрии, в которой впервые применяется нейросетевое моделирование.

Усовершенствован протокол сканирования, который основан на использовании одной импульсной последовательности T1 Dixon Vibe, которая является 3D последовательностью, позволяя произвести реконструкцию таза матери и головки плода в любой необходимой плоскости. Кроме того, T1 Dixon Vibe характеризуется быстрым временем сбора данных и длится менее 2х минут, что значительно сокращает время сканирования.

При проведении сравнительного анализа данных, полученных при использовании стандартного протокола сканирования, который длится более 10 минут и включает получение различных T1- и T2-ВИ, с данными разработанного протокола, содержащего только одну программу T1 Dixon Vibe, не было выявлено статистически значимых различий между измерениями при МР-

пельвио- и фетометрии, что говорит о том, что предложенный нами протокол может использоваться вместо стандартного, сохранив информативность, но сократив продолжительность исследования.

В настоящее время алгоритмы машинного обучения внедряются во все области медицины, в том числе в лучевую диагностику, что способствует увеличению скорости работы врачей и повышению точности и информативности исследования.

В результате нашей работы была оптимизирован протокол сканирования, а именно, вместо стандартных T1- и T2- импульсных последовательностей турбоспинового эха TSE и HASTE с толщиной среза 3,5 – 4,5 мм и временем сбора данных до 10-12 минут, мы использовали ИП T1 Dixon Vibe с толщиной среза 1,5 мм и длительностью 1,5 минуты, что позволило сократить время сканирования и получить высококачественные МР-изображения, которые в дальнейшем использовались для разработанной нами нейронной сети. Нейронная сеть была обучена сегментировать костные структуры таза и головки плода, где в качестве входных данных использовалась вышеописанная импульсная последовательность T1 Dixon Vibe. На костных ориентирах таза беременной и головки плода были размечены точки для измерения. Разработанное нейросетевое моделирование позволяет автоматически определить размеры таза беременной и головки плода по заданным нами костным ориентирам, а также произвести расчет риска тазово-плодовой диспропорции при различных вариантах вставления головки. Автоматизация измерения размеров таза беременной и головки плода позволяет многократно сократить время написания заключения, снижая нагрузку на врача.

При сопоставлении данных МРТ и результатов родоразрешений, МР-пельвио- и фетометрия продемонстрировала высокую информативность в прогнозировании тазово-головной диспропорции.

Результаты анализа переднего нижнего сегмента матки у беременных с рубцом и без рубца на матке не противоречат данным литературы. Истончение переднего нижнего сегмента матки может быть нормальным явлением у

беременных без рубца, что позволяет сделать вывод о низкой прогностической ценности данного параметра в оценки рисков такого акушерского осложнения, как разрыв матки у беременных с рубцом на матке. При этом, МРТ является информативным методом в визуализации рубца, позволяя оценить его морфологию и толщину у беременных на любом сроке гестации. Случаев разрывов матки в нашем исследовании выявлено не было.

В современной литературе приводится небольшое число исследований, в которых оцениваются результаты МР-пельвио- и фетометрии не только в ключе оценки риска тазово-плодовой диспропорции, но и с целью общего анализа исхода родов (естественные роды или оперативные) в зависимости от размеров таза и плода.

Применение МР-пельвио- и фетометрии позволило определить прогностические критерии высокого риска кесарева сечения у беременных трех групп. С помощью построения прогностических моделей нам удалось выявить корреляции между размерами таза беременных и исходами родов внутри каждой группы.

В группе с крупным плодом статистически достоверными были получены Наибольшей чувствительностью и специфичностью в группе с крупным плодом обладало значение межостного размера (72,7% и 92,6%, соответственно).

В группе с рубцом на матке значимыми размерами таза являлись прямой размер входа таза, прямой размер выхода таза и окружность головки плода.

В группе с суженным тазом значение имели прямой размер входа таза, прямой размер широкой части полости малого таза.

Таким образом, результаты исследования были направлены на изучение информативности МР-пельвио- и фетометрии с использованием современных технологий в прогнозировании исхода родов у беременных высоко риска.

Межгрупповой анализ МР-пельвио- и фетометрии в трех исследуемых группах показал значимые различия в размерах плодов и размерах таза беременных. При этом не было выявлено значимых различий в продолжительности родов и количестве перинатальных осложнений.

Исследование исходов родов выявило некоторое увеличение частоты тазово-плодовой диспропорции в группах с крупным плодом и суженным тазом по сравнению с группой женщин с рубцом на матке. В случаях крупного плода, тазово-плодовая диспропорция развивалась либо при сочетании крупного плода с уменьшенными размерами таза матери, либо при неблагоприятном вставлении головки плода. Случаев клинически узкого таза при нормальных размерах таза беременной не зарегистрировано.

В группе с суженным тазом тазово-плодовая диспропорция случалась либо при выраженной степени сужения таза и нормальных размерах плода, либо при неблагоприятных вставлениях головки.

В группе с рубцом на матке диспропорция возникала при неблагоприятных вставлениях головки плода с нормальной массой.

Таким образом, наибольший вклад в развитие тазово-плодовой диспропорции вносят беременные, имеющие уменьшенные размеры таза, в сочетании с увеличенной массой плода. В нашем исследовании роды крупным плодом при нормальных размерах таза беременной не были связаны с высокой частотой тазово-плодовой диспропорции.

Таким образом, в результате проведенного научного исследования выявлены критерии прогнозирования исхода родов в различных группах риска, включающие пороговые значения некоторых размеров малого таза беременных в исследуемых группах, при которых определяется высокая вероятность кесарева сечения. Доказано, что МР-пельвио- и фетометрия в прогнозировании риска тазово-плодовой диспропорции обладает высокой чувствительностью и специфичностью.

Полученные данные позволяют повысить безопасность родов и сократить количество экстренных кесаревых сечений, и на пренатальном этапе спланировать тактику и способ родоразрешения.

ВЫВОДЫ

1. Методика МР-пельвио- и фетометрии с нейросетевым моделированием, выполненная по разработанному протоколу с использованием тонкосрезовой программы T1 Dixon Vibe, позволяющему сократить время сканирования до двух минут, является высокоточным методом определения размеров таза беременной и головки плода и не имеет достоверных различий при сравнении с измерениями, полученными при использовании стандартного протокола ($p > 0,064$).

2. Разработанная прогностическая модель логистической регрессии позволила выделить статистически достоверные факторы риска экстренного кесарева сечения на основании размеров малого таза беременных по данным МРТ. Кесарево сечение прогнозировалось: в группе I - при значении наибольшего поперечного размера входа ниже 12,2 см ($p = 0,005$), межостного размера ниже 11,3 см ($p < 0,001$), битуберозного размера ниже 12,2 см ($p = 0,002$), прямого размера входа таза ниже 9,0 см ($p = 0,024$); в группе II кесарево - при значении прямого размера входа таза ниже 11,4 см ($p = 0,041$), прямого размера выхода таза ниже 9,1 см ($p = 0,012$); в группе III - при значении прямого размера входа таза ниже 10,8 см ($p = 0,001$), прямого размера широкой части полости малого таза ниже 11,8 см ($p = 0,025$).

3. При выполнении МРТ у беременных с рубцом на матке выявлено, что толщина переднего нижнего сегмента матки меньше, чем у беременных без рубца ($1,94 \pm 0,49$ мм и $2,49 \pm 1,03$ мм, соответственно), $p = 0,017$. Истончение переднего нижнего сегмента до 1,0 мм может наблюдаться как у беременных с рубцом на матке, так и у беременных без рубца, что свидетельствует о низкой информативности этого параметра в прогнозировании риска акушерских осложнений у беременных с рубцом на матке.

4. МР-пельвио- и фетометрия с нейросетевым моделированием является достоверным методом для прогнозирования исхода родов. Чувствительность и специфичность МР-пельвио- и фетометрии в прогнозировании риска тазово-плодовой диспропорции составила 87,0 и 97,7%, соответственно.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. МР-пельвио- и фетометрию с нейросетевым моделированием целесообразно применять в специализированных Перинатальных центрах III уровня, оснащенных высокопольными томографами, при обследовании беременных в группах рисках (беременность крупным плодом, наличие рубца на матке, беременные с уменьшенными размерами таза).

2. Рекомендуется использовать оптимизированный протокол МРТ, состоящий из одной тонкосрезовой программы T1 Dixon Vibe для снижения сокращения время сканирования, снижения уровня нагревания тканей беременной и плода (SAR), а также минимизации риска развития синдрома сдавления нижней полой вены.

3. Для планирования способа родоразрешения по данным МРТ целесообразно использовать разработанный нейросетевой алгоритм, который позволяет автоматически рассчитать риск тазово-плодовой диспропорции при различных вариантах вставления головки плода.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Дальнейшая разработка темы и данного направления научного исследования связана с более широким внедрением данной методики исследования в Перинатальных центрах страны.

Актуальным является значительное увеличение количества проводимых исследований и использование больших данных (Big data) для машинного обучения с последующим применением искусственного интеллекта. Применение искусственного интеллекта позволит автоматически проводить все измерения, извлекать новую медицинскую информацию для оказания помощи врачам лучевой диагностики, а также акушерам-гинекологам при прогнозировании исходов родов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамченко, В.В. Беременность и роды высокого риска / В.В. Абрамченко. - М.: МИА, 2004. – 400с.
2. Абрамченко, В.В. Кесарево сечение в перинатальной медицине: руководство для врачей / В.В. Абрамченко, И.А. Шамхалова, Е.А. Ланцев. – СПб.: ЭЛБИ, 2005. – 226 с.
3. Агабабян, Л. Р. Кесарево сечение в современном акушерстве / Л. Р. Агабабян, З. С. Насимова // International journal of scientific researchers (IJSR) INDEXING. – 2024. – Т. 5, №. 2. – С. 853-858.
4. Айламазян, Э.К. Акушерство: учебник / Э.К. Айламазян. – Москва:ГЭОТАР-медиа, 2019. – 786с.
5. Акушерские пособия при различных предлежаниях плода : учебное пособие / Л. В. Василенко, Е. И. Новиков, И. Б. Каплун. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. — 80 с.
6. Акушерство: национальное руководство / под ред. Г. М. Савельевой, Г. Т. Сухих, В. Н. Серова, В. Е. Радзинского. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 1080 с.
7. Алгоритмы и тактика ведения патологических родов: методические рекомендации / Е.В. Мозговая, В.В. Абрамченко, Т.У. Кузьминых, Н.Л. Крамарева; под ред. Э.К. Айламазяна. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010 – 60с.
8. Атласов, В. О. Современные технологии абдоминального родоразрешения в профилактике перинатальной смертности и заболеваемости родильниц / В. О. Атласов // Журнал акушерства и женских болезней. – 2008. – Т. 57, №. 1. – С. 80-85.
9. Ахмаджонова, М. Н. Акушерские и перинатальные исходы у женщин с рубцом на матке в зависимости от способа родоразрешения / М. Н. Ахмаджонова, А. С. Юлдашева // Экономика и социум. – 2024. – №. 1 (116). – С. 765-768.

10. Баева, И. Ю. Актуальные вопросы ведения беременности и родов при крупном плоде (обзор литературы) / И. Ю. Баева // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2024. – Т. 18, №. 2. – С. 56-63.
11. Баева, И.Ю. Крупный плод: тактика ведения родов / И.Ю. Баева, О.Д. Константинова // Российский вестник акушера-гинеколога. – 2015. – Т. 15, № 3. – С. 44-47.
12. Беженарь, В.Ф. Беременность «высокого риска» и перинатальные потери / В.Ф. Беженарь, Л.А. Иванова, С.Г. Григорьев // Акушерство и гинекология. – 2020. – №3. – С.42-47.
13. Бекетов, С. Н. Ионизирующее излучение в медицине: баланс между инновациями и безопасностью / С. Н. Бекетов // Вестник науки. – 2024. – Т. 1, №. 5 (74). – С. 643-646.
14. Возможности магнитно-резонансной томографии при выборе метода родоразрешения / А.П. Мягков, КС. Луценко [и др.] // Материалы III Российского форума «Мать и дитя». – 2001. – С. 127-128.
15. Возможность прогнозирования исхода естественных родов у женщин с рубцом на матке / А.Ю. Алексеева, М.Н. Мочалова, Е.С. Ахметова, В.А. Мудров // Материалы I Ежегодной научной сессии ФГБОУ ВО ЧГМА. – 2022. - С. 5-11.
16. Волкова, Т. И. Кесарево сечение–реальная необходимость и последствия для здоровья матери и ребенка / Т.И. Волкова, Э.К. Журавлева, Е.Д. Стёпина // Редакционная коллегия. – 2021. – С. 596.
17. Выборных, В. А. Перинатальные потери как актуальная проблема акушерства и перинатологии / В. А. Выборных // Бюллетень науки и практики. – 2023. – Т. 9, №. 3. – С. 222-232.
18. Добрынина, О. В. Физические основы ультразвуковой диагностики / О. В. Добрынина // Школа молодых ученых. – 2020. – С. 68-71.
19. Железнов, Л. М. Фетометрия и индивидуальная анатомическая изменчивость плода / Л. М. Железнов, О. А. Леванова, С. А. Никифорова // Морфология. – 2018. – Т. 153, №. 3. – С. 105.

20. Задорожная, Е. А., Применение нейросетей в медицине / Е. А. Задорожная, К. А. Мороз // Молодой исследователь Дона. – 2024. – Т. 9, №. 2. – С. 10-12.
21. Зиганшин, А. М. Прогнозирование клинически узкого таза с помощью нейросетевого анализа данных / А. М. Зиганшин, Г. Б. Дикке, В. А. Мудров // Акушерство, гинекология и репродукция. – 2023. – Т. 17, №. 2. – С. 211-220.
22. Зильбер, А. П. Акушерство глазами анестезиолога / А. П. Зильбер, Е. М. Шифман. – Петрозаводск: Издательство ПГУ, 1997. - 397 с.
23. Ившин, А.А. Искусственный интеллект на страже репродуктивного здоровья / А.А. Ившин, Т.З. Багаудин, А.В. Гусев // Акушерство и гинекология. – 2021. – Т. 5. – С. 17-24.
24. Калганова, Р. И. Узкий таз в современном акушерстве / Р. И. Калганова. М., 1965. - 179 с.
25. Калганова, Р.И. Клинически узкий таз: дис. ... д-ра. мед. наук. / Калганова Р.И. — М., 1959. – 399с.
26. Кандили, А. И. Экстренное кесарево сечение / А. И. Кандили // Наука и образование: от теории к практике. – 2023. – С. 210-215.
27. Кесарево сечение при первой беременности / А. Ахмедова, Н. Сайфиева, С. Холмирзаева, М. Рахматуллаева // Евразийский журнал медицинских и естественных наук. – 2024. – Т. 4, №. 1 Part 2. – С. 45-52.
28. Кесарево сечение. Выбор метода родоразрешения / О. Г. Иванова, Р. И. Шалина, М. А. Курцер [и др.] // Акуш. и гин. – 2003. - №2. – С. 29-32.
29. Киселевич, М. Ф. Течение беременности и родов у женщин с крупным плодом / М. Ф. Киселевич, М. М. Киселевич, В. М. Киселевич // Сборник материалов VII Междисциплинарного медицинского форума с международным участием «Актуальные вопросы совершенствования медицинской помощи и медицинского образования». – 2022. – С. 42-44.

30. Кулаков, В.И. Магнитно-резонансная пельвиметрия в акушерстве / В.И. Кулаков, А.И. Волобуев // Акушерство и гинекология. – 2001. – № 4. – С. 19–25.
31. Кулаков, В.И. Отраслевые стандарты объемов обследования и лечения в акушерстве, гинекологии и неонатологии / В.И. Кулаков. – М. : изд-во «Триада-Х», 2001. – 250 с.
32. Кулаков, В.И. Рентгенопельвиометрия / В.И. Кулаков, А.И. Волобуев, П.И. Денисов // Акушерство и гинекология. — 1998. — № 2. — С. 46–52.
33. Кулаков, В.И. Цифровая рентгенопельвиометрия / В.И. Кулаков, А.И. Волобуев, А.Г. Хабахпашев // Вестник акушера-гинеколога. — 1997. — № 1. — С. 10–12.
34. Кулаков, В.И. Национальное руководство по акушерству и гинекологии / под. ред. акад. В.И. Кулакова. – М. : изд-во «ГЭОТАР-Медиа», 2009. – 1000 с.
35. Лысова, М. Е. Нейронные сети в медицине. Автоматизация при помощи искусственного интеллекта / М. Е. Лысова, М. Е. Кузнецов // Достижения науки и технологий-ДНиТ-11-2023. – 2023. – С. 581-586.
36. Магнитно-резонансная пельвиометрия / В.И. Кулаков, А.И. Волобуев, В. О. Панов, С.Б. Куринов // Материалы II Российского форума «Мать и дитя». —М., 2000. — С. 68–71.
37. Магнитно-резонансная томография при беременности: актуальные вопросы безопасности / Е.С. Семенова, И.А. Мащенко, Г.Е. Труфанов [и др.] // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2020. – Т. 10, №. 1. – С. 216-230.
38. Макросомия плода: Акушерские и перинатальные исходы / А.К. Аязбеков, Р.Г. Нурхасимова, А.М. Курманова [и др.] // Вестник Казахского Национального медицинского университета. – 2022. – №. 1. – С. 37-42.
39. Макросомия плода: современный взгляд на проблему / Т. И. Мурадова, Д. Юлдашева, Г. Ахмедова, Г. Чориева // Educational Research in Universal Sciences. – 2022. – Т. 1, №. 5. – С. 348-351.

40. Матевосян, И. Э. Критерии отбора беременных с рубцом на матке для естественных родов / И. Э. Матевосян // Global Reproduction. – 2021. – №. S1. – С. 12-14.

41. Медицинская помощь матери при установленном или предполагаемом несоответствии размеров таза и плода. Лицевое, лобное или подбородочное предлежание плода, требующее предоставления медицинской помощи матери. Клинические рекомендации / Российское общество акушеров-гинекологов. – 2023. – 33с.

42. Мерц, Э. Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии. В 2-х томах. Том 1: Акушерство: пер. с англ. / Э. Мерц; под ред. А.И. Гуса. - М.: МЕДпресс-информ, 2011. - 720 с.

43. Мерц, Э. Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии: перевод с английского: В 2 т. / Э. Мерц; Под ред. А.И. Гуса. – М.: МЕДпресс-информ, 2016.

44. Методические основы магнитно-резонансной томографии у беременных / Н. Н. Руденко, А. В. Фокин, И А. Машенко [и др.] //Современные проблемы науки и образования. – 2020. – №. 3. – С. 149-149.

45. Митькова, М. Д. Ультразвуковая диагностика в рутинной практике / М. Д. Митькова, С. Л. Швырев, В. В. Митьков // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2022. – №. 1. – С. 44-50.

46. 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.

47. Набиева, Е. С. Возможность определения значения истинном конъюгаты путем анализа данных пельвиометрии / Е. С. Набиева, А. И. Плоткина, А. П. Свалов //Медицина завтрашнего дня. – 2020. – С. 154-155.

48. Оказание медицинской помощи при анатомически и клинически узком тазе. Клинические рекомендации (протокол лечения). – 2017. – 30с.

49. Олизарович, М. Ю. Проблема безопасности персонала и пациентов при медицинских процедурах, связанных с воздействием ионизирующего

излучения / М. Ю. Олизарович // Актуальные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии. – 2021. – С. 288-292.

50. Оценка поглощённых доз в плоде у беременных при компьютерной томографии: систематический обзор / А.В. Водоватов, О.А. Гольченко, И.А. Мащенко [и др.] // Digital Diagnostics. – 2023. – Т. 4, №. 2. – С. 170-184.

51. Показания, ограничения и возможности применения методов лучевой диагностики у беременных женщин / Е.А. Павловская, С.С. Багненко, И.А. Буровик [и др.] // Медицинская визуализация. – 2024. – Т. 28, № 2. – С. 95-107.

52. Пучко, Т.К. Возможности прогнозирования родов при анатомически узком тазе / Т.К. Пучко, Е.А. Чернуха, С.Б. Куринов // Материалы X юбилейного Всероссийского научного форума. — М., 2009. — С. 167.

53. Пучко, Т.К. Узкий таз (диагностика, ведение родов и прогнозирование их исхода для матери и плода): дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.01 / Пучко Т.К. — М., 2003. — 340с.

54. 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.

55. Савицкий, А.Г. Дискоординация родовой деятельности – долгоживущий паранаучный миф или объективная акушерская реальность / А.Г. Савицкий // Детская медицина Северо-Запада. – 2011. – Т. 2, № 1. – С. 6–16.

56. Садриддинова, М. Статистическое изучение структуры кесарево сечения / М. Садриддинова, И. Зиёдуллаева, Г. Б. Арзиева // Инновационные исследования в современном мире: теория и практика. – 2024. – Т. 3, №. 1. – С. 69-73.

57. Состояние и перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в акушерско-гинекологическую практику / Г.Т. Сухих, Д.Г. Давыдов, В.В. Логинов [и др.] // Акушерство и гинекология. – 2021. – Т. 2. – С. 5-12.

58. Способ ранней диагностики крупного плода / И.Ю. Баева, О.Д. Константинова, И.И. Каган, Ю.С. Щетинина // *Мать и дитя в Кузбассе*. – 2023. – Т. 94, № 3. – С. 74-79.
59. Терновой, С.К. Магнитно-резонансная пельвиометрия / С.К. Терновой, А.И. Волобуев, С.Б. Куринов // *Мед. визуал.* – 2001. – № 4. – С. 6–12.
60. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024)
61. Фролова, О.Г. Основные показатели деятельности акушерско-гинекологической службы и репродуктивного здоровья / О.Г. Фролова // *Акушерство и гинекология*. – 2005. – № 1. – С. 3–6.
62. Хофер, М. Компьютерная томография. Базовое руководство. Т. 2. / М. Хофер. - Медицинская литература, 2008. – 232с.
63. Цифровая рентгенодиагностика в перинатальных центрах / Т.В. Руднева, С.В. Руднев, Ю.Г. Украинцев, А.П. Борисенко // *Акушерство, гинекология и репродукция*. – 2009. – №. 5. – С. 6-7.
64. Чернуха, Е.А. Анатомически и клинически узкий таз / Е.А. Чернуха, А.И. Волобуев, Т.К. Пучко. - Триада-Х, 2005. - 253с.
65. Чернуха, Е.А. Родовой блок. Руководство для врачей / Е.А. Чернуха Москва: Триада Х, 2005. - 712с.
66. Шираева, А. Х. Применение метода магнитно-резонансной томографии во время беременности / А. Х. Шираева, А. М. Свирава // *Столыпинский вестник*. – 2022. – Т. 4, №. 4. – С. 2304-2318.
67. Шмедьк, Н.Ю. Магнитно-резонансная пельвиметрия в диагностике анатомически и клинически узкого таза: дис. ... канд.мед.наук: 14.01.13 / Шмедьк Н.Ю. – Санкт-Петербург, 2015. – 202с.
68. Abraham, W. Predictors of labor abnormalities in university hospital: unmatched case control study / W. Abraham, Y. Berhan // *BMC Pregnancy Childbirth*. – 2014. – Vol. 14. – P. 256.

69. Abramowicz, J. S. Obstetric ultrasound: where are we and where are we going? / J. S. Abramowicz // *Ultrasonography*. – 2021. – Vol. 40, №. 1. – P. 57.
70. Adverse neonatal outcomes and associated factors among mothers who gave birth through induced and spontaneous labor in public hospitals of Awi zone, Northwest Ethiopia: a comparative cross-sectional study / M. Laikemariam, A. Aklilu, F. Waltengus [et al.] // *BMC Pregnancy Childbirth*. – 2023. – Vol. 23, N 1. – P. 307.
71. Allen, K. Fetal macrosomia / K. Allen, S. V. F. Wallace // *Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine*. - 2013. – Vol. 23, N 6. – P. 185–188.
72. Antepartum evaluation of the obstetric conjugate at transabdominal 2D ultrasound: A feasibility study / E. Di Pasquo, N. Volpe, C. Labadini [et al.] // *Acta Obstet Gynecol Scand*. – 2021. – Vol. 100, N 10. – P. 1917-1923.
73. Antepartum sonographic prediction of cephalopelvic disproportion: are we getting any closer? / R.R. Zegarra, A. Dall'Asta, E. di Pasquo, T. Ghi // *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*. – 2023. – Vol. 5, № 2. – P. 100828.
74. Association between MRI exposure during pregnancy and fetal and childhood outcomes / J.G. Ray, M. J. Vermeulen, A. Bharatha [et al.] // *Jama*. – 2016. – Vol. 316, №. 9. – P. 952-961.
75. Ayenew, AA. Incidence, causes, and maternofetal outcomes of obstructed labor in Ethiopia: systematic review and meta-analysis / AA. Ayenew // *Reprod Health*. – 2021. – Vol. 18, N 1. – P. 61.
76. Bansal, S. Evaluation of Sacral Rhomboid Dimensions to Predict Contracted Pelvis: A Pilot Study of Indian Primigravidae / S. Bansal, K. Guleria, N. Agarwal // *J Obstet Gynecol India*. – 2011. – Vol. 61, N 5. – P. 523–527.
77. Berhan, Y. The risks of planned vaginal breech delivery versus planned caesarean section for term breech birth: a meta-analysis including observational studies / Y. Berhan, A. Haileamlak // *BJOG*. – 2016. – Vol. 123, N 1. – P. 49-57.
78. Can three-dimensional pelvimetry using low-dose stereoradiography replace low-dose CT pelvimetry? / S. Aubry, P. Padoin, Y. Petegnief [et al.] // *Diagn Interv Imaging*. – 2018. – Vol. 99, N 9. – P. 569-576.

79. Cephalopelvic disproportion as primary diagnosis for cesarean section: Role of neonatal birthweight in relation to maternal height at a Hospital in Merida, Mexico / N. Mendez-Dominguez, G.G. Vazquez-Vazquez, H.A. Laviada-Molina [et al.] // *American Journal of Human Biology*. – 2021. – Vol. 33, №. 2. – P. e23463.

80. Comparison of the lower uterine segment in pregnant women with and without previous cesarean section in 3 T MRI / J. Hoffmann, M. Exner, K. Bremicker [et al.] // *BMC Pregnancy Childbirth*. – 2019. – Vol. 19, N 1. – P. 160.

81. Connolly, G. Maternal height and external pelvimetry to predict cephalopelvic disproportion in nulliparous African women / G. Connolly, P. McKenna // *BJOG An Int J Obstet Gynaecol*. – 2001. – Vol. 108, N 3. – P. 338–338.

82. Contemporary patterns of spontaneous labor with normal neonatal outcomes / J. Zhang, HJ. Landy, D. Ware Branch [et al.] // *Obstet Gynecol*. – 2010. – Vol. 116, N 6. – P. 1281-1287.

83. Craig, CJ. A clinical classification of cephalopelvic disproportion / CJ. Craig // *S Afr Med J*. – 1961. – Vol. 35. – P. 878–879.

84. Dahlquist, K. Planned cesarean section vs planned vaginal delivery among women without formal medical indication for planned cesarean section: A retrospective cohort study of maternal short-term complications / K. Dahlquist, A. Stuart, K. Källén // *Acta Obstet Gynecol Scand*. – 2022. – Vol. 101, N 9. – P. 1026-1032.

85. Deep Learning–based Reconstruction for Lower-Dose Pediatric CT: Technical Principles, Image Characteristics, and Clinical Implementations / Y. Nagayama, D. Sakabe, M. Goto [et al.] // *HiraiRadioGraphics*. – 2021. – Vol. 41, N 7. – P. 1936-1953.

86. Deep learning-based segmentation of the placenta and uterus on MR images / M. Shahedi, C.Y. Spong, J.D. Dormer [et al.] // *Journal of Medical Imaging*. – 2021. – Vol. 8, №. 5. – P. 054001.

87. Determinants of obstructed labour and its adverse outcomes among women who gave birth in Hawassa University referral Hospital: A case-control study / M. Desta, Z. Mekonen, AA. Alemu [et al.] // *PLoS One*. – 2022. – Vol. 24, 17(6). -

e0268938.

88. Developmental evidence for obstetric adaptation of the human female pelvis / A. Huseynov, C.P.E. Zollikofer, W. Coudyzer [et al.] // Proc Natl Acad Sci. – 2016. – Vol. 113, N 19. – P. 5227–5232.

89. Effects of ionizing radiation exposure during pregnancy / J.G. Mainprize, M.J. Yaffe, T. Chawla, P. Glanc // Abdominal Radiology. – 2023. – Vol. 48, №. 5. – P. 1564-1578.

90. El-Sayed, Y.Y. Diagnosis and Management of Arrest Disorders: Duration to Wait / Y.Y. El-Sayed // Seminars in Perinatol. – Vol. 36, № 5. – P. 374–378

91. Ergo, A. Strengthening Health Systems to Improve Maternal, Neonatal and Child Health Outcomes: A Framework; A “How To” Guide / A. Ergo, R. Eichler // Maternal and Child Health Integrated Program. - 2011. – 38p.

92. Étude anthropométrique et pelvimétrique externe chez les nullipares de Lubumbashi: facteurs de risque et score prédictif de la dystocie mécanique / F.K. Malonga, O. Mukuku, M.T. Ngalula [et al.] // Pan Afr Med J. – 2018. – Vol. 31. – P. 69.

93. Étude de la variabilité inter-observateur de la décision de la voie d'accouchement en cas d'utérus uni-cicatriciel et bassin anormal / M. Bourdon, P. F. Ceccaldi, G. Girard [et al.] // Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de La Reproduction. - 2016. – Vol. 45, N 9. – P. 1172–1178.

94. Evaluating fetal head dimension changes during labor using open magnetic resonance imaging / C. Bamberg, J. Deprest, N. Sindhvani [et al.] // Journal of Perinatal Medicine. – 2017. – Vol. 45, N 3. – P. 305-308.

95. Evaluation of the link between pelvimetry based on computed tomography and predicting status' delivery / S. Mirgalobayat, L. Ghahari, L. Allahqoli [et al.] // J Contemp Med Sci| Vol. – 2019. – Vol. 5, №. 6. – P. 313-316.

96. Fetal macrosomia in Lubumbashi: risk factors and maternal and perinatal prognosis / PK. Luhete, O. Mukuku, PM. Kiopin [et al.] // Pan Afr Med J. – 2016. – Vol. 23. – P. 166.

97. Frequency of fetal macrosomia and the associated risk factors in

pregnancies without gestational diabetes mellitus / A. Usta, C. S. Usta, A. Yildiz [et al.] // Pan African Medical Journal. – 2017. – Vol. 26. – P. 62.

98. Garg, R. Labour and Delivery: An Updated Guide / R. Garg. – Springer Nature, 2023. – 720p.

99. Gestational diabetes mellitus and adverse pregnancy outcomes: systematic review and meta-analysis / W. Ye, C. Luo, J. Huang [et al.] // BMJ. – 2022. – Vol. 377. – P. e067946.

100. Hannah, W.J. Management of relative fetopelvic disproportion / W.J. Hannah. - Problems of the Pelvic Passageway. Springer, Berlin, Heidelberg. - 1987. – P. 92-101.

101. Head circumference, as predictor of cephalopelvic disproportion: A prospective analysis of cases of spontaneous vaginal delivery and caesarean section in Ekiti State, Nigeria / B.T. Adeyanju, O. P. Aduloju, T.O. Okunola, I.O. Ojo // African Journal of Reproductive Health. – 2023. – Vol. 27, № 6s. – P. 154-159.

102. Henriksen, T. The macrosomic fetus: a challenge in current obstetrics / T. Henriksen // Acta Obstet Gynecol Scand. – 2008. – Vol. 87, 2. – P. 134-145.

103. Human birth observed in real-time open magnetic resonance imaging / C. Bamberg, G. Rademacher, F. Güttler [et al.] // American Journal of Obstetrics and Gynecology. - 2012. – Vol. 206, N 6. – P. 505.

104. Influence of Foetal Macrosomia on the Neonatal and Maternal Birth Outcome / TMJ. Pahlitzsch, L. Hanne, W. Henrich, A. Weichert // Geburtshilfe Frauenheilkd. – 2019. – Vol. 79, N 11. – P. 1191-1198.

105. Intrapartum sonography and devices used in obstetric practice: current trends and future perspectives / A. Malvasi, B. Loco, V. M. Malvasi [et al.] // Intrapartum Ultrasonography for Labor Management: Labor, Delivery and Puerperium. – 2021. – P. 751-765.

106. Jumaevich, T. S. Fetometry as a modern method of assessing fetal development / T. S. Jumaevich, K. M. Tukhtasinovna, R. S. Nasritdinovich // Biology and integrative medicine. – 2021. – №. 2 (49). – P. 84-93.

107. Kamalovna, S. M. Fetometry of the fetus / S. M. Kamalovna, I. S. Abdurahimovna, T. Ruzibek // American journal of biomedical science & pharmaceutical innovation– 2023. – Vol. 3, N 2. – P. 24-29.
108. Kim, E. Diagnostic imaging of pregnant women and fetuses: literature review / E. Kim, B. Boyd // Bioengineering. – 2022. – Vol. 9, №. 6. – P. 236.
109. Kissler, K. The pathophysiology of labor dystocia: theme with variations / K. Kissler, K. J. Hurt // Reproductive sciences. – 2023. – Vol. 30, №. 3. – P. 729-742.
110. Kitai, T. Development of CT Pelvimetry Using Deep Learning Based Reconstruction / T. Kitai, Y. Hyodo, H. Morikawa // Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi. – 2020. – Vol. 76, N 1. – P. 16-25.
111. Kodali, B. S. High-Risk Pregnancy: Pregnancy-Related Problems / B. S. Kodali, S. Segal. - Datta's Obstetric Anesthesia Handbook. – Cham : Springer International Publishing, 2024. – P. 321-375.
112. LeFevre, N. M. Labor dystocia in nulliparous patients / N. M. LeFevre, E. Krumm, W. J. Cobb // American family physician. – 2021. – Vol. 103, №. 2. – P. 90-96.
113. Leung, K. Y. Applications of advanced ultrasound technology in obstetrics / K. Y. Leung // Diagnostics. – 2021. – Vol. 11, №. 7. – P. 1217.
114. Levine, D. Timing of MRI in pregnancy, repeat exams, access, and physician qualifications / D. Levine // Seminars in perinatology. – WB Saunders, 2013. – Vol. 37, №. 5. – P. 340-344.
115. Liselele, H.B. Association between external pelvimetry and vertex delivery complications in African women / H.B. Liselele, C.K. Tshibangu, S. Meuris // Acta Obstet necol Scand. – 2000. – Vol. 79, N 8. – P. 673–678.
116. Lower uterine segment thickness to prevent uterine rupture and adverse perinatal outcomes: a multicenter prospective study / N. Jastrow, S. Demers, N. Chaillet [et al.] // Am J Obstet Gynecol. – 2016. – Vol. 215, N 5. – P. 604.
117. Lum, M. MRI safety considerations during pregnancy / M. Lum, A.J. Tsiouris // Clinical imaging. – 2020. – Vol. 62. – P. 69-75.

118. Magnetic resonance imaging in late pregnancy to improve labour and delivery outcomes - a systematic literature review / S. Jaufuraully, B. Dromey, L. Story [et al.] // BMC Pregnancy Childbirth. – 2022. – Vol. 22, N 1. – P. 949.

119. Magnetic resonance imaging pelvimetric measurements as predictors for emergent cesarean delivery in obstructed labor / R. Shimaoka, Y. Takahashi, H. Ono [et al.] // Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol X. – 2023. – Vol. 19. – P. 100216.

120. Maharaj, D. Assessing Cephalopelvic Disproportion: Back to the Basics / D. Maharaj // Obstetrical & Gynecological Survey. - 2010. – Vol. 65, N 6. – P. 387–395.

121. Malani IV, S. N. A comprehensive review of the role of artificial intelligence in obstetrics and gynecology / S. N. Malani IV, D. Shrivastava, M.S. Raka // Cureus. – 2023. – Vol. 15. – №. 2. – P. e34891.

122. Manandhar, B. Gynaecoid Pelvis among Female Patients Attending Department of Radiology of a Tertiary Care Centre: A Descriptive Cross-sectional Study / B. Manandhar, E. Shrestha // JNMA J Nepal Med Assoc. – 2023. – Vol. 61, N 260. – P. 366-369.

123. Maternal and fetal risks of planned vaginal breech delivery vs planned caesarean section for term breech birth: A systematic review and meta-analysis / FJ. Fernández-Carrasco, D. Cristóbal-Cañadas, J. Gómez-Salgado [et al.] // J Glob Health. – 2022. – Vol. 12. – P. 04055.

124. Maternal and neonatal complications of fetal macrosomia: systematic review and meta-analysis / J. Beta, N. Khan, A. Khalil [et al.] // Ultrasound Obstet Gynecol. – 2019. – Vol. 54, N 3. – P. 308-318.

125. Maternal height and xternal pelvimetry to predict cephalopelvic disproportion in nulliparous African women: a cohort study / H.B. Liselele, M. Boulvain, K.C. Tshibangu, S. Meuris // BJOG An Int J Obstet Gynaecol. – 2000. – Vol. 107, N 8. – P. 947–952.

126. Mayer, C. Fetal Growth: A review of terms, concepts and issues relevant to obstetrics / C. Mayer, K.S. Joseph // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 2013. – Vol. 41, № 2. – P. 136–145.

127. Melchert, F. The prevention of mechanical birth trauma by means of computer aided simulation of delivery by means of nuclear magnetic resonance imaging and finite element analysis / F. Melchert, A. Wischnik, E. Nalera // *J Obstet Gynaecol.* – 1995. – Vol. 21, N 2. – P. 195-207.

128. Miseljic, N. Health Implications of Increased Cesarean Section Rates / N. Miseljic, S. Ibrahimovic // *Mater Sociomed.* – 2020. – Vol. 32, N 2. – P. 123-126.

129. Morgan, MA. Efficacy of the fetal-pelvic index in nulliparous women at high risk for fetal-pelvic disproportion / MA. Morgan, GR. Thunau // *Am J Obstet Gynecol.* – 1992. – Vol. 166. – P. 810-814.

130. Morris, CW. Computed tomography pelvimetry: accuracy and radiation dose compared with conventional pelvimetry / CW. Morris, JC. Heggie, CM. Acton // *Australas Radiol.* – 1993. – Vol. 37, N 2. – P. 186-191.

131. MR pelvimetry: prognosis for successful vaginal delivery in patients with suspected fetopelvic disproportion or breech presentation at term / M. Franz, A. von Bismarck, M. Delius [et al.] // *Archives of Gynecology and Obstetrics.* – 2017. – Vol. 295, N 2. – P. 351–359.

132. MRI in Pregnancy and Precision Medicine: A Review from Literature / G. Gatta, G. Di Grezia, V. Cuccurullo [et al.] // *J Pers Med.* – 2021. – Vol. 12, N 1. – P. 9.

133. MRI in pregnancy: Indications and practical considerations / B.M. Mervak, E. Altun, K.A. McGinty // *Journal of Magnetic Resonance Imaging.* – 2019. – Vol. 49, №. 3. – P. 621-631.

134. MRI-based pelvimetric measurements as predictors for a successful vaginal breech delivery in the Frankfurt Breech at term cohort (FRABAT) / A.-S. Klemm, S. Schulze, D. Brüggmann, F. Louwen // *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology.* – 2018. – Vol. 232. – P. 10-17.

135. Labor dystocia / E. R. Myers, G.D. Sanders, R. R. Coeytaux [et al.] // Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality, 2020. – 380p.

136. New MRI Criteria for Successful Vaginal Breech Delivery in Primiparae / J. Hoffmann, K. Thomassen, P. Stumpp [et al.] // *PLOS ONE.* - 2016. – Vol. 11, N 8.

– P. e0161028.

137. Non-diabetic fetal macrosomia: outcomes of elective delivery versus expectant management / G. A. Corbett, S. Hunter, A. Javaid [et al.] // *Irish Journal of Medical Science* (1971-). – 2023. – Vol. 192, №. 3. – P. 1249-1257.

138. Obstetric pelvimetry by three-dimensional computed tomography in non-pregnant Japanese women: a retrospective single-center study / S. Nishikawa, M. Miki, Y. Chigusa [et al.] // *J Matern Fetal Neonatal Med.* – 2023. – Vol. 36, N 1. – P. 2190444.

139. Obstructed labour / JP. Neilson, T. Lavender, S. Quenby [et al.] // *Br Med Bull.* – 2003. – Vol. 67. – P. 191–204.

140. Ouies, S. Pelvimetry among normal, healthy females using three-dimensional computed tomography in Sohag population: A retrospective Morphometric study regarding age / S. Ouies, N. A. E. M. R. Fouda // *SVU-International Journal of Medical Sciences.* – 2023. – Vol. 6, №. 2. – P. 612-621.

141. Pattinson, RC. Pelvimetry for fetal cephalic presentations at or near term for deciding on mode of delivery / RC. Pattinson, A. Cuthbert, V. Vannevel // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2017. – Vol. 3, N 3. - CD000161.

142. Pavličev, M. Evolution of the human pelvis and obstructed labor: new explanations of an old obstetrical dilemma / M. Pavličev, R. Romero, P. Mitteroecker // *Am J Obstet Gynecol.* – 2020. – Vol. 222, N 1. – P. 3–16.

143. Pavličev, M. Evolution of the human pelvis and obstructed labor: new explanations of an old obstetrical dilemma / M. Pavličev, R. Romero, P. Mitteroecker // *Am J Obstet Gynecol.* – 2020. – Vol. 222, N 1. – P. 3–16.

144. Pelvic capacity in pregnant women, identified using magnetic resonance imaging / LL. Kjeldsen, AD. Blankholm, AG. Jurik [et al.] // *Acta Obstet Gynecol Scand.* – 2021. – Vol. 100, N 8. – P. 1454-1462.

145. Pelvimetry by Three-Dimensional Computed Tomography in Non-Pregnant Multiparous Women Who Delivered Vaginally / I. Salk, A. Cetin, S. Salk, M. Cetin // *Polish journal of radiology.* – 2016. – Vol. 81. – P. 219–227.

146. Pelvimetry revisited: analyzing cephalopelvic disproportion / MS.

Lenhard, TR. Johnson, S. Weckbach [et al.] // *Eur J Radiol.* – 2010. – Vol. 74, N 3. – P. 107-111.

147. Philpott, RH. Obstructed labour / RH. Philpott // *Clin Obstet Gynaecol.* – 1982. – Vol. 9, N 3. – P. 625-640.

148. Planned cesarean delivery vs planned vaginal delivery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / V. Adewale, D. Varotsis, N. Iyer [et al.] // *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM.* – 2023. – Vol. 5, №. 12. – P. 101186.

149. Planned elective repeat caesarean section versus planned vaginal birth for women with a previous caesarean birth / JM. Dodd, CA. Crowther, E. Huertas [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2004. – Vol. 4. - CD004224.

150. Planned vaginal delivery versus elective caesarean section in singleton term breech presentation: a study of 1116 cases / F. Golfier, F. Vaudoyer, R. Ecochard [et al.] // *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* – 2001. – Vol. 98, N 2. – P. 186-192.

151. Predictive Value of MRI Pelvimetry in Vaginal Delivery and Its Practicability in Prolonged Labour-A Prospective Cohort Study / J. Li, Y. Lou, C. Chen [et al.] // *J Clin Med.* – 2023. – Vol. 12, N 2. – P. 442.

152. Rajinikanth, V. Magnetic resonance imaging: recording, reconstruction and assessment / V. Rajinikanth, N. Dey. – Academic Press, 2022. – 188p.

153. Recker, F. Clinical Ultrasound Applications in Obstetrics and Gynecology in the Year 2024 / F. Recker, U. Gembruch, B. Strizek // *Journal of Clinical Medicine.* – 2024. – Vol. 13, №. 5. – P. 1244.

154. Roy, P. Cephalopelvic Disproportion / P. Roy, R. Parvat, A. Shajan // *Labour and Delivery: An Updated Guide.* – Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. – P. 35-53.

155. Sera, T. Computed tomography / T. Sera // *Transparency in Biology: Making the Invisible Visible.* – 2021. – P. 167-187.

156. Shimelis, F. Incidence, causes and outcome of obstructed labor in jimma university specialized hospital / F. Shimelis, F. Hailemariam Segni // *Ethiop J Heal Sci.* – 2010. – Vol. 20, N 3. – P. 145–151

157. Simpson, K. R. Labor dystocia / K. R. Simpson // MCN: The American Journal of Maternal/Child Nursing. – 2020. – Vol. 45, №. 6. – P. 380.

158. Stansfield, S. Fetal-pelvic disproportion and pelvic asymmetry as a potential cause for high maternal mortality in archaeological population / S. Stansfield. - Dissertations for the degree of Master of Arts in the Department of Anthropology in the College of Sciences at the University of Central Florida, 2013. – 100p.

159. Steer, CM. Evaluation of the pelvis in obstetrics. 4th ed. / CM. Steer NY: Plenum Press, 1975. – 591p.

160. Strategies for safeguarding high-risk pregnancies from preterm birth: a narrative review / H.A. Al Hussaini, R. K. Almughathawi, R. M. Alsaedi [et al.] // Cureus. – 2024. – Vol. 16, №. 3. - e55737.

161. Study on the cephalopelvic relationship with cephalic presentation in nulliparous full-term Chinese pregnant women by MRI with three-dimensional reconstruction / Y.-G. Li, C.-L. Chen, K.-D. Liao [et al.] // Archives of Gynecology and Obstetrics. - 2018. – Vol. 298, N 2. – P. 433–441.

162. Temporal changes in key maternal and fetal factors affecting birth outcomes: A 32-year population-based study in an industrial city / S.V. Glinianaia, J. Rankin, T. Pless-Mulloli [et al.] // BMC Pregnancy Childbirth. – 2008. – Vol. 8, N 39. Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/1471-2393-8-39>

163. The diagnostic accuracy of external pelvimetry and maternal height to predict dystocia in nulliparous women: a study in Cameroon / A. Rozenholc, S. Ako, R. Leke, M. Boulvain // BJOG An Int J Obstet Gynaecol. – 2007. – Vol. 114, N 5. – P. 630–635.

164. The relation between head circumference and mid-pelvic circumference: a simple index for cephalopelvic disproportion evaluation / G. Liberty, O. Gerner, I. Siyanov [et al.] // Fetal Diagnosis and Therapy. – 2022. – Vol. 48, №. 11-12. – P. 840-848.

165. Three-dimensional magnetic resonance imaging of fetal head molding and brain shape changes during the second stage of labor / O. Ami, JC. Maran, P. Gabor [et al.] // PLoS One. – 2019. – Vol. 14, N 5. - e0215721.

166. Three-dimensional magnetic resonance pelvimetry: A new technique for evaluating the female pelvis in pregnancy / KD. Liao, YH. Yu, YG. Li [et al.] // *Eur J Radiol.* – 2018. – Vol. 102. – P. 208-212.

167. Three-dimensional pelvimetry by computed tomography / M. Lenhard, T. Johnson, S. Weckbach [et al.] // *Radiol Med.* – 2009. – Vol. 114, N 5. – P. 827-834.

168. Thunau, GR. Efficacy of the fetal-pelvic index as a predictor of fetal-pelvic disproportion in women with abnormal labor patterns that require labor augmentations / GR. Thunau, MA. Morgan // *Am J Obstet Gynecol.* – 1988. – Vol. 159, N 5. – P. 1168-1172.

169. Tsvieli, O. Risk factors and perinatal outcome of pregnancies complicated with cephalopelvic disproportion: a population-based study / O. Tsvieli, R. Sergienko, E. Sheiner // *Archives of Gynecology and Obstetrics.* – 2011. – Vol. 285, N 4. – P. 931–936.

170. Use of fetal-pelvic index in the prediction of vaginal birth following previous cesarean section / K. S. Wong, A. Y. K. Wong, L. H. Y. Tse, L. C. H. Tang // *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research.* – 2003. – Vol. 29, N 2. – P. 104–108.

171. Value of MRI in medicine: More than just another test? / EJR. van Beek, C. Kuhl, Y. Anzai [et al.] // *J Magn Reson Imaging.* – 2019. – Vol. 49, N 7. – P. 14–25.

172. Vieira, M. C. Fetal macrosomia / M. C. Vieira, S. Sankaran, D. Pasupathy // *Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine.* – 2020. – Vol. 30, №. 5. – P. 146-151.

173. Vinturache, AE. Pre-pregnancy body mass index (BMI) and macrosomia in a Canadian birth cohort / AE. Vinturache, KH. Chaput, SC. Tough // *J Matern-Fetal Neonatal Med Off J Eur Assoc Perinat Med Fed Asia Ocean Perinat Soc Int Soc Perinat Obstet.* – 2016. – P. 1- 8.

174. MR Pelvimetry for Breech Presentation at Term– Interobserver Reliability, Incidental Findings and Reference Values / A. Von Bismarck, B. Ertl-Wagner, S. Stöcklein [et al.] // *RöFo.* – 2019. – Vol. 191, N 5. – P. 424-432.

175. Wang, K. Comparison of Diagnostic Efficacy among Transvaginal Sonography, Transabdominal Sonography, and 3.0 T Magnetic Resonance Imaging in Early Cesarean Scar Pregnancy / K. Wang, F. Jing // *J Healthc Eng.* – 2022. -Vol. 2022. – P. 9714369.

176. Wilkins, P. A. The High-Risk Pregnancy / P. A. Wilkins, D. Wong // *Equine Neonatal Medicine.* – 2024. – P. 1439-1447.

177. Wiznitzer, A. Obstructed labor and shoulder dystocia / A. Wiznitzer // *Curr Opin Obstet Gynecol.* – 1995. – Vol. 7, N 6. – P. 486-491.

178. Wonde, T.E. Maternofetal outcomes of obstructed labor among women who gave birth at general hospital in Ethiopia / T.E. Wonde, A. Mihretie // *BMC Res Notes.* – 2019. – Vol. 12, N 1. – P. 128.

179. Woodward, P. J. *Diagnostic Imaging: Obstetrics* / P. J. Woodward. – Elsevier Health Sciences, 2021. – 1250p.

180. X-ray computed tomography / P.J. Withers, C. Bouman, S. Carmignato [et al.] // *Nature Reviews Methods Primers.* – 2021. – Vol. 1, №. 1. – P. 18.

181. X-ray Pelvimetry Has No Impact on the Outcomes of Trial of Labor after Cesarean Delivery: A Retrospective Single-center Study / M. Komatsu, Y. Chigusa, R. Murakami [et al.] // *Kobe J Med Sci.* – 2024. – Vol. 70. N 2. – P. 70-76.

182. X-ray pelvimetry--which is the best technique? / I. Badr, SM. Thomas, AD. Cotterill [et al.] // *Clin Radiol.* – 1997. – Vol. 52, N 2. – P. 136-141.

ПРИЛОЖЕНИЕ

N	№ И/б	ФИО	Год	N	№ И/б	ФИО	Год
1	63/АК2022	Б-ва К.	2022	92	201/АК2022	К-ль М.Ш.	2022
2	267/АК2022	Л-ва А.М.	2022	93	2489/АК2021	С-ва Н.В.	2021
3	305/АК2022	М-ва В.В.	2022	94	6868/АК2023	А-на В.В.	2023
4	379/АК2022	Д-ва Ж.М.	2022	95	838/АК2023	Ш-ва М.Ю.	2023
5	519/АК2022	М-ова Е.А.	2022	96	3122/АК2022	Ж-ва Н.С.	2022
6	691/АК2022	П-ва М.В.	2022	97	9065\АК2022	У-ва Р.Р.	2022
7	738/АК2022	Л-ая Э.С.	2022	98	6697/АК2022	Х-ва Т.М.	2022
8	834/АК2022	К-юк М.В.	2022	99	5866/АК2022	В-ар Т.З.	2022
9	1011/АК2022	Т-ва О.А.	2022	100	7580/АК2022	Ц-ва А.Д.	2022
10	1141/АК2022	В-ва Т.О.	2022	101	8083/АК2023	Х-ко М.В.	2023
11	1418/АК2022	Ш-ва С.З.	2022	102	685/АК2023	В-ва И.Е.	2023
12	1454/АК2022	А-на К.А.	2022	103	898/АК2023	К-ан Х.С.	2023
13	1455/АК2022	С-ва М.С.	2022	104	2159/АК2021	Л-ва Э.А.	2021
14	1409/АК2022	Я-ая И.А.	2022	105	2288/АК2021	П-ва З.И.	2021
15	1397/АК2022	Н-ва Г.А.	2022	106	2367/АК2022	П-ва А.Б.	2022
16	1586/АК2022	Б-на Е.С.	2022	107	1229/АК2022	Г-ян Е.В.	2022
17	1585/АК2022	К-ва О.В.	2022	108	2379/АК2022	С-ая Ю.О.	2022
18	2101/АК2022	А-на А.Ю.	2022	109	1351/АК2023	С-ва Э.Ф.	2023
19	2166/АК2022	Я-ая И.П.	2022	110	1793/АК2023	Ш-ая О.Г.	2023
20	825/АК2023	Р-кая О.С.	2023	111	1772/АК2023	К-ая Т.Р.	2023
21	998/АК2023	А-ва Е.А.	2023	112	1996/АК2023	Н-на О.Е.	2023
22	823/АК2023	К-ль М.Ш.	2023	113	8424/А2022	У-ал Н.С.	2022
23	784/АК2023	С-ва Н.В.	2023	114	2321/АК2023	К-ич И.С	2023
24	686/АК2023	А-на В.В.	2023	115	2524/АК2023	М-ев Г.Ю.	2023
25	500/АК2023	Д-ва А.Ю.	2023	116	2432/АК2023	Н-ва В.А.	2023
26	406/АК2023	К-ва Н.С.	2023	117	2516/АК2023	Б-ва Ж.О.	2023
27	2257/АК2022	Г-ва Г.Р.	2022	118	1086/АК2022	И-ва Г.И.	2022
28	1540/АК2022	Е-ва Т.М.	2022	119	119/АК2024	Х-ич А.Н.	2024
29	393/АК2023	З-ар К.З.	2023	120	1459/АК2022	К-ва Б.С.	2022
30	366/АК2022	С-ва Е.Д.	2022	121	6455/АК2023	Ч-на Д.Г.	2023
31	2256/АК2022	Х-ко Л.В.	2022	122	2409/АК2023	И-ко К.Р.	2023
32	1746/АК2023	В-ва Е.Е.	2023	123	2397/АК2022	З-ич Т.В.	2022
33	1545/АК2023	К-ан М.С.	2023	124	2586/АК2022	Э-ва Е.О.	2022
34	1416/АК2023	Л-ва М.Ю.	2023	125	1985/АК2022	В-ва Е.Д.	2022
35	1807/АК2023	П-ва А.П.	2023	126	2401/АК2022	Ж-ва Ю.В.	2022
36	1866/АК2023	П-ва А.А.	2023	127	2466/АК2022	О-ня И.И.	2022
37	1110/АК2021	Г-ян М.Г.	2021	128	875/АК2023	В-ич О.Д.	2023
38	2293/АК2023	Ж-ая Ю.В.	2023	129	918/АК2022	П-ва К.О.	2022

39	2183/АК2023	М-ва Э.Ф.	2023	130	829/АК2023	С-ко Н.Н.	2023
40	1934/АК2021	Т-ая О.Г.	2021	131	785/АК2022	С-ва З.Р.	2022
41	31/АК2024	К-ич В.Р.	2024	132	986/АК2023	М-ва Е.Ю.	2023
42	85/АК2024	К-на О.Е.	2024	133	501/АК2022	М-ко Ю.А.	2022
43	206/АК2022	Ш-ал С.С.	2022	134	419/АК2023	Ф-ко Ю.Ю.	2023
44	2482/АК2021	К-ая А.С	2021	135	2757/АК2022	Ф-ва П.К.	2022
45	618/АК2023	М-на Е.Ю.	2023	136	1940/АК2022	С-то Ю.Ю.	2022
46	828/АК2023	Э-ва Д.А.	2023	137	394/АК2023	П-ая Ш.А.	2023
47	352/АК2022	Б-ва У.А.	2022	138	3691/АК2022	Р-ва В.С.	2022
48	1065/АК2022	С-ва Г.М.	2022	139	2259/АК2022	Б-ва Д.Е.	2022
49	1657/АК2022	Х-ич А.Н.	2022	140	1748/АК2023	Д-ко Т.Т.	2023
50	1866/АК2022	К-ва М.А.	2022	141	2445/АК2023	В-ль К. Т.	2023
51	1580/АК2022	Ч-ва М.Г.	2022	142	838/АК2022	Д-ко А.М.	2022
52	1083/АК2023	К-ко И.Р.	2023	143	721/АК2023	М-ва Ц.Х.	2023
53	785/АК2023	З-ая А.В.	2023	144	611/АК2023	М-ва О.М.	2023
54	828/АК2023	Э-ва Д.А.	2023	145	507/АК2023	В-ва Е.И.	2023
55	2299/АК2021	М-ва Е.В.	2021	146	3216/АК2023	П-ва Ш.И.	2023
56	2299/АК2021	Г-ва Ю.В.	2021	147	2658/АК2022	Э-ая Е.И.	2022
57	2344/АК2022	З-ня А.И.	2022	148	1631/АК2023	Р-юк А.Р.	2023
58	1227/АК2022	Ш-ия О.Д.	2022	149	694/АК2022	Ж-ва К.Е.	2022
59	2375/АК2022	П-ва Е.А.	2022	150	3906/АК2022	И-ва Х.О.	2022
60	1356/АК2023	С-ва К.Н.	2023	151	2426/АК2021	К-ва П.Т.	2021
61	1719/АК2023	С-ва А.Р.	2023	152	648/АК2021	Ш-на Х.К.	2021
62	1712/АК2023	М-ва А.Ю.	2023	153	6454/АК2022	В-ва И.В.	2022
63	1916/АК2023	М-ва Ю.А.	2023	154	4455/АК2022	Е-ая И.А.	2022
64	84674/А2022	Ф-ко О.Ю.	2022	155	1409/АК2022	П-ва Г.Е.	2022
65	2371/АК2023	Ф-ва Г.А.К.	2023	156	2397/АК2021	Р-на У.С.	2021
66	2504/АК2023	Л-то А.Ю.	2023	157	1596/АК2021	Ф-вич В.А.	2021
67	2462/АК2023	П-ая М.А.	2023	158	1586/АК2022	Е-на Е.Е.	2022
68	2506/АК2023	Р-ва В.С.	2023	159	2181/АК2022	Т-ая Н.П.	2022
69	1046/АК2022	Б-ва М.В.	2022	160	2160/АК2021	Р-ва О.М.	2021
70	116/АК2024	Д-ва Т.Т.	2024	161	2714/АК2023	Д-ва У.А.	2023
71	511/АК2023	В-ва К.	2023	162	520/АК2022	М-вич С.В.	2022
72	416/АК2023	Д-ва А.М.	2023	163	693/АК2022	Г-ва О.В.	2022
73	2265/АК2022	М-ва Д.Д.	2022	164	739/АК2021	Л-ня И.И.	2021
74	1530/АК2022	М-ва И.М.	2022	165	844/АК2023	М-ия О.Д.	2023
75	389/АК2023	В-ова Е.С.	2023	166	1211/АК2022	Н-ва Е.А.	2022
76	566/АК2022	П-ва Л.И.	2022	167	1241/АК2022	Н-ва К.Н.	2022
77	1256/АК2021	Э-ая А.С.	2021	168	1718/АК2022	И-ва А.Р.	2022
78	1896/АК2021	Р-юк А.В.	2021	169	1674/АК2022	К-ва О.Ю.	2022
79	1986/АК2022	Ж-ва О.Е.	2022	170	1445/АК2022	М-ич Ю.А.	2022
80	2281/АК2021	И-ва Т.О.	2021	171	1407/АК2022	М-ко О.Ю.	2022
81	2169/АК2021	К-ва С.Т.	2021	172	1390/АК2021	Е-ва Г.А.К.	2021
82	1548/АК2022	Ш-на Х.А.	2022	173	1580/АК2022	С-то А.Ю.	2022

83	1465/АК2023	В-ва О.В.	2023	174	1586/АК2022	К-ая М.А.	2022
84	1887/АК2023	Е-ая И.А.	2023	175	2121/АК2022	Ж-ва В.С.	2022
85	7966/АК2023	П-ва Г.А.	2023	176	2169/АК2022	Ц-ва М.В.	2022
86	5510/АК2021	Р-на И.С.	2021	177	826/АК2023	Д-ва Т.Т.	2023
87	3593/АК2023	Ф-ва В.А.	2021	178	999/АК2022	О-ва К.У.	2022
88	2383/АК2023	Е-на А.Ю.	2023	179	883/АК2023	Д-ва А.М.	2023
89	2134/АК2021	Т-ая И.П.	2021	180	744/АК2023	М-ва У.Д.	2023
90	37/АК2024	Р-кая О.М.	2024	181	696/АК2022	М-ва Г.М.	2022
91	97/АК2024	Д-ва Е.А.	2024				

Акт о внедрении результатов научно-квалификационной работы

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Института медицинского образования
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава
России

«19» 04 2024г.

Пармон Е.В.

**АКТ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

1. Наименование предложения: проведение лекций, практических занятий и семинаров по теме: Магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия с применением нейросетевого моделирования в группах высокого риска.
2. Краткая аннотация: Магнитно-резонансная пельвиофетометрия с применением нейросетевого моделирования, включающая применение тонкосрезовой программы T1 Dixon vbe с последующим 3D моделированием, является высокоэффективным и достоверным методом для оценки размеров таза и головки плода с последующим прогнозированием риска тазово-головной диспропорции и исхода родов.
3. Эффект от внедрения: получение новых данных о применении магнитно-резонансной пельвиофетометрии с нейросетевым моделированием в группа риска и прогнозирования исхода родов.
4. Место и время использования предложения: кафедра лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой ИМО ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.
5. Форма внедрения: внедрение результатов в образовательную деятельность.
6. Название темы научно-квалификационной работы (диссертации): «Магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия с применением нейросетевого моделирования в группах высокого риска».

Очный аспирант кафедры лучевой диагностики
и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»
Минздрава России

Вышедкевич Е.Д.

Руководитель базы внедрения:

Профессор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с
клиникой ИМО ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России
Д.м.н., профессор

Фокин В.А.

Семья Савоши:

Ведомый методический материал

Кутрофеев Г.А.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель Генерального директора по научной работе
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России
академик РАН

Копрапи А.О.

«18» 04 2024 г.



А К Т

О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНОЙ РАБОТЫ В КЛИНИЧЕСКУЮ ПРАКТИКУ

1. Наименование предложения: Разработка методики магнитно-резонансной пельвиофетометрии с нейросетевым моделированием.
2. Краткая аннотация: Предоставление оптимизированной методики МРТ-протокола для пельвиофетометрии при обследовании беременных, включающей использование тонкосрезовой программы T1 Dixon vibe с быстрым временем сбора данных.
3. Эффект от внедрения: Данные, полученные в результате настоящего исследования, позволяют прогнозировать риск тазово-головной диспропорции в родах и исход родов в группах высокого риска.
4. Место и время использования предложения: Отделение магнитно-резонансной томографии Перинатального центра ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.
5. Форма внедрения: Разработана методика МРТ-протокола для обследования беременных из группы высокого риска.
6. Название темы научно-квалификационной работы (диссертации): «Магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия с применением нейросетевого моделирования в группах высокого риска».

Автор: Вышедкевич Е.Д. – очный аспирант
кафедры лучевой диагностики и медицинской
визуализации с клиникой ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»
Минздрава России

Руководитель подразделения – базы внедрения:
Заведующий отделением магнитно-резонансной
томографии ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»
Минздрава России, врач-рентгенолог Рыжков А.В.



МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России)
194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2,
Тел.: (812)2950646,
E-mail: spb@spbmj.org; <http://www.spbmj.org>
ОКПО 01963226, ОГРН 1037804002389
ИНН/КПП 7802010020/780201001

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский
государственный педиатрический
медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации
д.м.н. профессор _____ В.И. Орел

18 09 2024 № 02-10-4431/24
на № _____ от _____ 20 _____

«18» сентября 2024 года

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в учебный процесс кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии им. профессора С.А. Рейнберга федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации результатов научной работы аспиранта Вышедкевич Елены Дмитриевны на тему: «Магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия с применением нейросетевого моделирования в группах высокого риска».

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

- заведующий кафедрой: д.м.н., профессор Рязанов В.В.
- профессор кафедры: д.м.н. Марченко Н.В.
- доцент кафедры, к.м.н. Садыкова Г.К.:

удостоверяем, что результаты диссертационного исследования на тему: «Магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия с применением нейросетевого моделирования в группах высокого риска» Вышедкевич Елены Дмитриевны аспиранта кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой ИМО ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России внедрены. Материалы из диссертационной работы используются в лекциях и практических занятиях для ординаторов 1 и 2 года обучения, а также в цикле профессиональной переподготовки по специальности «Рентгенология» (990 часов) на кафедре современных методов диагностики и радиолучевой терапии С.А. Рейнберга, в лекции «Магнитно-резонансная пельвиофетометрия в прогнозировании клинически узкого таза», а также в практическом занятии «Методики МРТ при обследовании беременных».

Заведующий кафедрой
д.м.н., профессор

Рязанов В.В.

Профессор кафедры, д.м.н.

Марченко Н.В.

Доцент кафедры, к.м.н.

Садыкова Г.К.



МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России)
194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2,
Тел.: (812)2950646,
E-mail: sfb@spbm.org; <http://www.spbm.org>
ОКПО 01963226, ОГРН 1037804002389
ИНН/КПП 7802010020/780201001

18 09 20 24 № 02-10-4432/24
на № _____ от _____ 20 _____

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по лечебной работе федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский
государственный педиатрический
медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации



Ю.В. Петренко

...2024 года

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

в лечебно-диагностический процесс клиники и отделения функциональной и лучевой диагностики с кабинетами компьютерной томографии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации результатов научной работы кандидатской диссертации на тему: «Магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия с применением нейросетевого моделирования в группах высокого риска» аспиранта Вышедкевич Елены Дмитриевны

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:
заведующий отделением функциональной и лучевой диагностики с кабинетами компьютерной томографии, врач-рентгенолог: Малек Д.А.;
врач-рентгенолог отделения к.м.н.: Дубицкий Д.Л.;
врач-рентгенолог отделения: Шевченко Е.Ю.,
врио главного врача клиники ФГБОУ ВО СПбГПМУ МЗ РФ, к.м.н.: Денисов А.А.;
удостоверяем, что результаты диссертационного исследования на тему: «Магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия с применением нейросетевого моделирования в группах высокого риска» аспиранта Вышедкевич Елены Дмитриевны кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой ИМО ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России внедрены в лечебно-диагностический процесс отделения функциональной и лучевой диагностики с кабинетами компьютерной томографии.

Заведующий отделением функциональной
и лучевой диагностики с кабинетами
компьютерной томографии клиники, врач-рентгенолог:

Врач-рентгенолог отделения, к.м.н.:

Врач-рентгенолог отделения:

Врио главного врача клиники
ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, к.м.н.:

Малек Д.А.

Дубицкий Д.Л.

Шевченко Е.Ю.

Денисов А.А.

«УТВЕРЖДАЮ»

Главный врач управления клиники
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ
им. И.П. Павлова Минздрава России
Е.А. Карпова
09 сентября 2024г.

Зам. главного врача клиники
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им.И.П.
В.Н.Ермаков



**АКТ О ВНЕДРЕНИИ
РЕЗУЛЬТАТОВ НИР В ПРАКТИКУ ЛЕЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

№ 615

1. Наименование предложения:

Выполнение магнитно - резонансного исследования органов малого таза с применением методики магнитно-резонансной пельвиофетометрии у беременных с применением нейросетевого моделирования.

2. Краткая аннотация:

Применение усовершенствованной методики магнитно-резонансной пельвиофетометрии с нейросетевым моделированием позволяет сократить время сканирования и прогнозировать развитие тазово-плодовой диспропорции у беременных высокого перинатального риска. Пациентки с патологией органов брюшной полости, поступающие в клиники также нуждаются как в одномоментной оценке как плода и его развития, так и в детальной оценки органов малого таза, его формы и размеров. Магнитно-резонансная томография выполнена 59 беременным пациенткам, с соматической и акушерской патологией.

3. Эффект от внедрения:

Оптимизированный протокол сканирования позволяет сократить время исследования; данные, полученные в результате настоящего исследования, позволяют прогнозировать риск тазово-плодовой диспропорции у беременных из группы высокого перинатального риска.

4. Место и время использования предложения:

Используется в отделениях ОРКТ№1, ОРКТ№2 научно-клинического центра лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России с 01.09.2022 г.

5. Форма внедрения:

Лечебно-диагностический процесс.

Внедрено в клиническую практику научно-клинического центра лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России

6. Название и шифр темы:

«Магнитно-резонансная пельвио- и фетометрия с применением нейросетевого моделирования в группах высокого риска»

3.1.25. Лучевая диагностика

Автор

Соискатель ученой степени:

Вышедкевич Е.Д. – аспирант кафедры
лучевой диагностики и медицинской
визуализации с клиникой
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»
Минздрава России


Руководитель подразделения – базы внедрения:

Руководитель научно-клинического центра лучевой диагностики

ФГБОУ ВО ПСПбГМУ

им. И.П. Павлова Минздрава России,

д.м.н. доцент



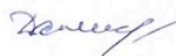
О.В. Лукина

№0 Начальник

организационно-методического отдела УНИ

ФГБОУ ВО ПСПбГМУ

им. И.П. Павлова Минздрава России



М.Б. Хрусталев

С.А. Демкина