

ГБУЗ «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ И  
ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
ГОРОДА МОСКВЫ»

## ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ ЛУЧЕВОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ



# ПОСМЕРТНАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ И МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДАВНОСТИ ВНУТРИУТРОБНОЙ ГИБЕЛИ МЕРТВороЖДЕННОГО

Москва  
2022



ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ  
И ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

**ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ  
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ**

**СОГЛАСОВАНО**

Главный внештатный специалист  
Департамента здравоохранения города  
Москвы по лучевой и  
инструментальной диагностике



Ю.А. Васильев  
2022 г.

**РЕКОМЕНДОВАНО**

Экспертным советом по науке  
Департамента здравоохранения  
города Москвы № 11



11 июля 2022 г.

**ПОСМЕРТНАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ  
И МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДАВНОСТИ  
ВНУТРИУТРОБНОЙ ГИБЕЛИ МЕРТВОРОЖДЕННОГО**

Методические рекомендации № 57

УДК 615.84 + 618.439  
ББК 53.6  
П 61

Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»

Основана в 2017 году

#### **Организации-разработчики:**

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»;

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации;

Межрегиональное Танаториодиагностическое Общество

#### **Составители:**

**Туманова У. Н.** – д.м.н., врач-рентгенолог, ведущий научный сотрудник 2-го патологоанатомического отделения ФГБУ «НМИЦ АГП имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России

**Щеголев А. И.** – д.м.н., профессор, заведующий 2-м патологоанатомическим отделением ФГБУ «НМИЦ АГП имени академика В.И. Кулакова» Минздрава России

П 61 Посмертная магнитно-резонансная томография и морфологическая оценка давности внутриутробной гибели мертворожденного: методические рекомендации / сост. У. Н. Туманова, А. И. Щеголев // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 108. – М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2022. – 36 с.

#### **Рецензенты:**

**Талалаев Александр Гаврилович** – д.м.н., профессор кафедры патологической анатомии и клинической патологической анатомии ФГАО ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» Минздрава России

**Буренчев Дмитрий Владимирович** – д.м.н., заведующий отделением рентгенодиагностических и радионуклидных методов исследования ГБУЗ «ГКБ им. А. К. Ерамишанцева ДЗМ»

Методические рекомендации предназначены для врачей-рентгенологов, патологоанатомов, судебно-медицинских экспертов, осуществляющих посмертные исследования тел мертворожденных и определение давности внутриутробной гибели.

Методические рекомендации разработаны в ходе выполнения научно-исследовательской работы  
«Посмертная виртуальная аутопсия в перинатологии»

*Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы,  
не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения*

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2022  
© ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2022  
© ФГБУ «НМИЦ АГП им. В.И. Кулакова» Минздрава России, 2022  
© МОО «МТО», 2022  
© Коллектив авторов, 2022

ISSN 2618-7124

## СОДЕРЖАНИЕ

Обозначения и сокращения.....	4
Нормативные ссылки.....	5
Введение.....	6
Макроскопическая оценка степени мацерации кожных покровов и давности гибели плода.....	7
Микроскопические критерии давности внутриутробной гибели.....	14
Посмертные лучевые исследования мацерированных мертворожденных.....	19
Порядок посмертной магнитно-резонансной томографии оценки давности внутриутробной гибели мертворожденного.....	30
Заключение.....	32
Список использованных источников.....	33

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

**ДВ-МРТ** – диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография.

**КТ** – компьютерная томография.

**МР** – магнитно-резонансный.

**МРТ** – магнитно-резонансная томография.

**ПМ** – показатель мацерации.

**СанПиН** – санитарные правила и нормы.

**СИС** – соотношение интенсивностей магнитно-резонансного сигнала.

**T1-ВИ** – T1-взвешенные изображения.

**T2-ВИ** – T2-взвешенные изображения.

**УЗИ** – ультразвуковое исследование.

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих методических рекомендациях использованы ссылки на следующие законодательные, нормативно-правовые акты, стандарты и методические документы:

1. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

2. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

3. Приказ от 06.06.2013 № 354-н Министерства здравоохранения Российской Федерации «О порядке проведения патологоанатомических вскрытий».

4. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 27.12.2011 № 1687н «О медицинских критериях рождения, форме документа о рождении и порядке его выдачи».

5. Информационно-методическое письмо Управления Роспотребнадзора по г. Москве от 01.08.2007 № 9-05/122-486 «Санитарно-гигиенические требования к магнитно-резонансным томографам и организации работы».

6. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.03.2019 № 160н «Об утверждении профессионального стандарта «Врач-рентгенолог».

7. СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований».

8. Методические рекомендации ГБУЗ «НПЦМР ДМЗ» от 15.05.2018 № 45 «Регламент работы отделений (кабинетов) компьютерной и магнитно-резонансной томографии».

9. Методические рекомендации ГБУЗ «НПЦМР ДМЗ» от 15.08.2018 № 63 «Основы безопасности при проведении магнитно-резонансной томографии».

10. Методические рекомендации ГБУЗ «НПЦМР ДМЗ» от 05.03.2020 № 15 «Методика оценки „Контроль безопасности и технического состояния оборудования кабинетов инструментальной, лучевой диагностики и лучевой терапии медицинских организаций“».

## ВВЕДЕНИЕ

Внутриутробная гибель плода с последующим мертворождением является самым неблагоприятным исходом беременности и родов, составляя во всем мире около 2,7 миллионов наблюдений в год [1].

Важно, что в 2010 – 2013 годах в странах с низким уровнем доходов показатели мертворождаемости (20 – 40 мертворождений на 1000 новорожденных) превышали аналогичные показатели стран с высокими доходами в 10 раз [2], [3]. В Российской Федерации, по данным Росстата за 2020 год, было зарегистрировано 12 142 мертворожденных, и показатель мертворождаемости составил 5,67 %. В качестве наиболее частой причины мертворождения в 2020 году фигурировала внутриутробная гипоксия, составившая 73,9 % от всех случаев мертворождения.

Основными факторами риска развития внутриутробной гибели плода являются патология самого плода, заболевания беременной, поражения плаценты, а также социально-экономические факторы [4], [5], [6], [7]. К сожалению, по мнению М. Амину и соавторов (M. Aminu et al.) [2], большинство случаев мертворождения относятся к предотвратимым потерям.

В связи с этим, согласно статье 67 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», все мертворожденные подлежат обязательному патологоанатомическому вскрытию, одной из задач которого является определение давности внутриутробной гибели наряду с установлением ее причины. Знание о давности наступления внутриутробной гибели плода крайне важно как для определения танатогенеза смерти плода, так и для описания и оценки медицинской помощи женщине и плоду, для статистического учета перинатальных потерь.

Используемым методом определения давности внутриутробной гибели плода традиционно считается макроскопическая и микроскопическая оценка выраженности процессов мацерации кожного покрова, внутренних органов и плаценты [8], [9] при патолого-анатомическом исследовании. Термин «мацерация» в общем значении обозначает размягчение и разрыхление плотных тканей вследствие длительного воздействия на них жидкости. В медицине мацерацией называют процесс внутриутробного размягчения и дегенеративных изменений тканей и органов плода под действием околоплодных вод после его гибели до родов [10].

Наряду с данными о морфологических изменениях органов и тканей в процессе мацерации в литературе также имеются отдельные публикации, отражающие применение посмертных лучевых методов исследования для визуализации процессов мацерации и, соответственно, оценки давности внутриутробной гибели [11], [12], [13], [14].

## МАКРОСКОПИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ МАЦЕРАЦИИ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ И ДАВНОСТИ ГИБЕЛИ ПЛОДА

Мацерация начинается практически сразу после гибели плода, находящегося в неповрежденном околоплодном пузыре. В этой связи основными макроскопическими признаками гибели плода и, соответственно, мацерации считаются исчезновение сыровидной смазки, отслойка эпидермиса (десквамация), развитие отечности, потемнение цвета органов и тканей, а также скопление красноватой геморрагической жидкости в серозных полостях. Одновременно уменьшается количество и меняется цвет амниотической жидкости, приобретающей коричневатый цвет (вид «табачного сока»).

Вышеуказанные признаки и используются для оценки выраженности процессов мацерации. Так, на основании цвета кожных покровов и тканей, а также выраженности десквамации кожи Х. Пинар и М. Айигун (H. Pinar, M. Iyigun) [15] предложили выделять пять степеней мацерации (таблица 1). Отсутствие признаков мацерации трактуется как степень 0. Выявление десквамации эпидермиса на площади не более 1 % от всей поверхности тела указывает на степень 1, на площади более 1 % и не более 5 % – степень 2. Десквамация на площади более 5 % от всей поверхности тела расценивается как степень 3. В случаях коричневатого цвета кожных покровов и внутренних органов говорят о степени 4, а выявление признаков мумификации тела трактуется как степень 5.

Таблица 1 – Изменения кожных покровов в зависимости от степени мацерации

Степень мацерации	Макроскопические характеристики
0	Кожные покровы и ткани обычного вида. Отсутствие десквамации
1	Кожные покровы красноватого/розоватого цвета с наличием бледных участков. Пуловина коричневато-красноватого цвета. Отслойка эпидермиса на площади не более 1 % общей поверхности тела
2	Кожные покровы красноватого /розоватого с наличием бледных участков и пузырей с серозной жидкостью. Отслойка эпидермиса в области лица, живота и ли спины на площади более 1%, но не более 5% общей поверхности тела
3	Кожные покровы красноватого/розоватого цвета с коричневатыми участками. Отслойка эпидермиса на площади более 5 % поверхности тела
4	Кожные покровы коричневатого цвета. Ткани коричневатого/сероватого цвета
5	Признаки мумификации. Ткани сероватого цвета

Подобная классификация, несомненно, направлена не только на выявление признаков мацерации, но и определение ее выраженности (степени).



Однако такое определение степени мацерации не позволяет оценить давность внутриутробной гибели.

Поскольку развитие мацерации сопровождается уменьшением массы тела погибшего плода [15], то для корректной оценки соответствия массы мертворожденного, измеренной во время вскрытия, сроку гестации в момент родов необходимо использовать нормативные значения массы не живорожденных, а специальные показатели для мертворожденных. В этой связи в качестве нормативных показателей массы тела и внутренних органов мацерированного плода рекомендуется использовать данные Л. Л. Марун и Н. Грэм (L. L. Maroun и N. Graem) [16], полученные при анализе 408 тел мертворожденных с различной степенью мацерации (таблица 2). Степень выраженности мацерации авторы оценивали только по макроскопическим признакам: слабая степень характеризовалась наличием булл на коже или небольшими участками десквамации на лице и/или туловище, умеренная – обширными участками десквамации и красным цветом кожных покровов, выраженная – коричневатым цветом кожи, перекрытием костей черепа и подвижностью суставов. В процессе исследования авторы установили, что увеличение степени мацерации сопровождается значимым уменьшением массы печени и селезенки и незначительным снижением массы легких и почек. Масса сердца и головного мозга практически не зависела от выраженности мацерации.

Возвращаясь к макроскопическим характеристикам, следует отметить ряд работ, в которых проведено сопоставление вышеописанных признаков мацерации с давностью внутриутробной гибели плода [17], [18], [19], [20], [21]. К сожалению, в результате проведенного анализа имеющихся данных литературы [22] можно сделать заключение об отсутствии четких однозначных временных значений длительности мацерации и, следовательно, публикаций о макроскопических характеристиках мацерации и давности внутриутробной гибели. Данный анализ представлен нами в виде сводной таблицы 2.

На основании синтеза полученных данных можно выстроить следующую хронологию развития признаков мацерации. Один из первых заметных ее признаков – появление примерно через 6 часов после внутриутробной гибели небольших, площадью не менее 1 см<sup>2</sup>, участков отслойки эпидермиса. Через 12 часов такие участки наблюдаются на лице, животе и спине, а через 18 часов участки отслойки эпидермиса составляют уже более 5 % поверхности тела [20].

В результате отслоения эпидермиса обнажается ярко-красная блестящая и влажная подлежащая поверхность (дерма), что наиболее заметно над костными выступами, в частности, в области суставов и крестца. Однако следует учитывать, что чем меньше срок гестации плода, тем более плотно эпидермис соединен с дермой и тем позднее будут проявляться признаки десквамации [9]. Тем не менее через 24 часа после гибели на коже начинают образовываться буллы,

заполненные жидкостью. Спустя 48 часов явления десквамации наблюдаются примерно на половине площади кожных покровов, а через 3 суток – более 75 % площади поверхности тела.

Другим признаком, развивающимся через 2 суток после внутриутробной гибели, является так называемая «разболтанность», выраженная подвижность суставов, обусловленная процессами аутолиза соединительной ткани. Спустя 4–5 суток после гибели наблюдается отделение твердой мозговой оболочки от костей свода черепа, приводящее к захождению костей черепа друг за друга.

Параллельно наружным изменениям процессы мацерации приводят к изменениям и внутренних органов. Так, в результате гемолиза и распада эритроцитов через 48 часов после смерти внутренние органы и ткани плода приобретают пурпурную окраску. В эти же сроки в серозных полостях накапливается темно-красная жидкость, которая при проведении аутопсии может быть ошибочно расценена как прижизненный экссудат или кровоизлияние.

Спустя 7–10 дней после гибели цвет внутренних органов становится коричневатым, а через 2–3 недели – серовато-желтоватым. Из-за прокрашивания желчью органы брюшной полости нередко приобретают зеленоватый оттенок.

Таким образом, отмечаемые при визуальном осмотре изменение цвета кожных покровов и отслойка эпидермиса тела мертворожденного отражают развитие мацерации, выраженность которых в определенной степени зависит от давности внутриутробной гибели. Однако рекомендуемые критерии определения давности антенатальной гибели, по заявлению самих исследователей, не всегда соответствуют действительности. Подобное заключение было сделано и нами при сравнении сроков внутриутробной гибели, указанных в медицинской документации (амбулаторной карте, истории родов) и установленных в результате анализа макроскопических признаков мацерации во время аутопсии [23]. Действительно, выраженность отслойки эпидермиса также зависит от способа родоразрешения, поскольку может возникать в результате механических воздействий как во время, так и после родоразрешения. Более того, при подготовке и проведении патологоанатомического вскрытия также возможно появление искусственных участков отслойки эпидермиса. В этой связи для более точного определения сроков внутриутробной гибели настоятельно рекомендуется анализ гистологических препаратов органов и тканей мертворожденного.

Таблица 2 – Масса тела и внутренних органов плода в зависимости от степени выраженности мацерации ( $M \pm SD$ ) [16]

Срок гестации	Масса тела	Головной мозг	Сердце	Легкие	
				0–1	2–3
Мацерация	0–3	0–3	0–3	0–1	2–3
30	1371	185	8,7	33,2	24,9
	244	26	2,3	10,2	10,2
31	1520	204	9,6	36,3	27,4
	264	28	2,4	11,0	11,0
32	1677	224	19,6	39,6	30,0
	285	29	2,6	11,8	11,8
33	1842	245	11,6	43,0	32,8
	306	31	2,7	12,6	12,6
34	2015	268	12,6	46,6	35,7
	328	32	2,9	13,5	13,5
35	2195	291	13,7	50,3	38,7
	350	33	3,0	14,3	14,3
36	2383	315	14,8	54,1	41,9
	373	35	3,2	15,2	15,2
37	2580	340	16,0	58,1	45,1
	397	36	3,3	16,1	16,1
38	2784	366	17,2	62,2	48,5
	421	38	3,4	17,0	17,0
39	2996	394	18,5	66,5	52,1
	446	39	3,6	18,0	18,0
40	3215	422	19,8	70,9	55,7
	471	41	3,7	18,9	18,9
41	3443	451	21,2	75,4	59,5
	497	42	3,9	19,9	19,9

Примечание: выраженность мацерации: 0 – отсутствие, 1 – слабая, 2 – умеренная, 3 – выраженная мацерация; в числителе среднее значение (M), в знаменателе – стандартное отклонение (SD)

Почки		Селезенка		Печень		
0–1	2–3	0–1	2–3	0–1	2	3
14,4	12,1	3,6	2,7	75,7	53,3	39,4
3,9	3,9	1,4	1,4	22,3	22,3	22,3
16,0	13,4	4,2	3,3	83,9	59,0	43,4
4,3	4,3	1,6	1,6	23,8	23,8	23,8
17,7	14,9	4,8	3,9	92,6	65,0	47,6
4,6	4,6	1,8	1,8	25,3	25,3	25,3
19,5	16,4	5,5	4,5	102	71,3	52,1
5,0	5,0	1,9	1,9	27	26,7	26,7
21,4	18,0	6,3	5,2	111	77,9	56,7
5,4	5,4	2,1	2,1	28	28,2	28,2
23,3	19,6	7,2	6,0	121	84,8	61,5
5,8	5,8	2,3	2,3	30	29,7	29,7
25,4	21,4	8,1	6,7	132	92,1	66,5
6,2	6,2	2,5	2,5	31	31,2	31,2
27,5	23,2	9,1	7,5	142	100	71,7
6,6	6,6	2,7	2,7	33	33	32,7
29,8	25,0	10,1	8,3	154	107	77,2
7,1	7,1	3,0	3,0	34	34	34,2
32,1	27,0	11,2	9,1	165	116	82,8
7,5	7,5	3,2	3,2	36	36	35,6
34,5	29,0	12,4	9,9	177	124	88,6
8,0	8,0	3,4	3,4	37	37	37,1
37,0	31,1	13,7	10,7	190	133	94,6
8,4	8,4	3,7	3,7	39	39	38,6

Таблица 3 – Макроскопические изменения тела плода после его внутриутробной гибели

Признак	[4]
Изменение цвета кожи (обожженная, загоревшая)	< 8 ч (стадия 0)
Изменение цвета пуповины (коричневая или красноватая)	
Десквамация эпидермиса:	
десквамация на площади не менее 1 см <sup>2</sup>	
десквамация в области лица, живота и спины	
десквамация не менее 5 % поверхности тела	
десквамация двух и более областей тела	
наличие десквамации эпидермиса	≥ 8 ч (стадия I)
десквамация умеренная или выраженная	
Наличие булл на коже	
Изменение цвета кожи (коричневая или рыжевато-коричневая)	
Изменение цвета внутренних органов вследствие гемолиза (темно-синюшный)	
Наличие кровянистого вида жидкости в серозных полостях	стадия II
Выраженная отслойка эпидермиса	стадия II
Отек мягких тканей черепа (при УЗИ – выявление признака гало)	
Отек толщиной до 5 мм в подкожной клетчатке при УЗИ	
Разрыхление и подвижность костей черепа (при УЗИ – выявление признака Spalding)	
Печень желтовато-коричневого цвета	стадия III
Наличие мутного вида жидкости в серозных полостях	стадия III
Выпячивание ткани мозга между костями черепа	
Признаки мумификации	стадия III
Очаги обызвествления в ткани печени	
Примечание: области тела: волосистая часть головы, лицо, шея, грудь, живот, спина, рука (плечо, предплечье), кисть, нога (бедро, голень), стопа, мошонка	

Источник литературы			
[5]	[6]	[7]	[8]
0–48 ч (незначительная)		≥ 6 ч	
		≥ 6 ч	
		≥ 12 ч	
		≥ 18 ч	
0–48 ч (незначительная)			6–12 ч
		≥ 24 ч	
	≥ 24 ч		≥ 24 ч
		≥ 24 ч	
			≥ 24 ч
2–7 дней (умеренная)			
2–7 дней (умеренная)			
	3–4 дня		
	≥ 5 дней		
	несколько дней – недели		5–7 дней
≥ 8 дней (выраженная)			≥ 1 недели
≥ 8 дней (выраженная)			
	недели		
≥ 8 дней (выраженная)		≥ 2 недель	
	несколько недель		

## МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ДАВНОСТИ ВНУТРИУТРОБНОЙ ГИБЕЛИ

Внутренние органы и ткани также видоизменяются вследствие процессов мацерации. При этом более заметные изменения происходят в структуре клеток паренхиматозных органов, в частности, в степени окрашивания их ядер при патологоанатомическом исследовании. В этой связи патологоанатомическое вскрытие тела мацерированного плода или мертворожденного всегда должно проводиться в полном объеме с обязательным взятием образцов тканей и органов для гистологического исследования.

Наиболее изученным и рекомендуемым микроскопическим критерием определения давности внутриутробной гибели считается снижение, вплоть до исчезновения, базофильной окраски ядер клеток внутренних органов (таблица 4). Под исчезновением базофилии на препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, понимается изменение цвета окраски ядер с синеватого на голубовато-розоватый, а также полное отсутствие окраски ядер [24].

Установлено, что раньше всего, через 4 часа после гибели, отмечается потеря базофилии в отдельных нефроцитах канальцев почек и экзокриноцитах поджелудочной железы (рис. 1а), а затем, через 8 часов, – эпителиоцитах слизистой оболочки кишечника (рис. 1б). Спустя 18 часов исчезает окрашивание ядер эпителиальных клеток бронхов (рис. 1в), через 24 часа отмечается отсутствие базофильного окрашивания ядер в части гепатоцитов, в клетках коркового слоя надпочечников и в кардиомиоцитах внутреннего слоя миокарда. Через 36 часов базофилия отсутствует во всех ядрах клеток поджелудочной железы, а спустя 2 суток – в ядрах клеток почечных клубочков, лимфоцитов в тимусе и кардиомиоцитах наружного слоя (рис. 1г). Спустя 4 суток – во всех гепатоцитах (рис. 1д), а спустя неделю – во всех эпителиоцитах кишечника и надпочечников и в хондроцитах бронхов. Через 2–4 недели отмечается отсутствие окраски ядер всех нефроцитов (рис. 1е).

Косвенным признаком, используемым для определения срока внутриутробной гибели плода, является микроскопическая оценка степени зрелости внутренних органов, в частности, легких и почек, при окрашивании гематоксилином и эозином. Установление степени зрелости органов и сопоставление ее со сроком гестации при мертворождении способствует определению времени внутриутробной гибели.

В качестве критериев стадии развития легких при микроскопическом исследовании гистологических препаратов следует учитывать следующие характеристики [25]:

– эмбриональная стадия (первые 7 недель гестации): примитивные бронхиальные почки, представляющие собой маленькие трубочки, расположенные в рыхлой строме и выстланные эндодермальным эпителием;

– псевдожелезистая (5–17 недель): большее количество простых трубочек, высланных псевдомногорядным призматическим эндодермальным эпителием, в конце псевдожелезистой стадии отмечаются признаки вакуолизации эпителия;

– каналикулярная (17–26 недель): увеличение ветвления трубочек, окруженных рыхлой стромой, исчезновение вакуолизации клеток;

– мешотчатая (саккулярная) (24–37 недель): волнообразные контуры просветов трубочек, уменьшение количества стромы, увеличение сети капилляров;

– альвеолярная (с 32 недель): зрелые альвеолы, высланные плотно расположенными (спинка к спинке) эпителиальными клетками.

В отношении ткани почек используют следующие морфологические признаки и соответствующие им сроки гестации [26]:

– менее 23 недель: наличие 3-х рядов клубочков, нефрогенной зоны и выраженной бластемы;

– 24 недели: наличие 5–7 рядов клубочков, нефрогенной зоны и выраженной бластемы;

– 28 недель: наличие 8–9 рядов клубочков и нефрогенной зоны, уменьшение бластемы;

– 32 недели: наличие 9–10 рядов клубочков и нефрогенной зоны;

– 36 недель: наличие 10–14 рядов клубочков, прерывистой нефрогенной зоны и отдельных фокусов незрелых нефронов.

Важным компонентом патологоанатомического вскрытия тела мертворожденного является обязательное комплексное морфологическое изучение плаценты, которая должна доставляться в патологоанатомическое отделение для аутопсии вместе с телом без отделения пуповины. Во-первых, проведение макроскопического и микроскопического исследования плаценты при мертворождении позволяет в большинстве случаев выявить патологические процессы, способствующие наступлению смерти [27]. Во-вторых, изменения плаценты после внутриутробной гибели плода зависят от длительности и выраженности процессов мацерации, что позволяет их использовать для определения давности антенатальной гибели (таблица 4) [28].

Установлено, что морфологические изменения плаценты, обусловленные мацерацией, можно выявить уже через 6 часов после внутриутробной гибели в виде кариорексиса в клетках капилляров ворсин. Основные же изменения начинают проявляться через 24 часа в виде так называемого пылевидного обызвествления в строме ворсин и спустя 48 часов в виде участков аутолиза Вартонова студня пуповины и мультифокальной облитерации просвета сосудов ствольных ворсин. Кроме того, отмечается увеличение размеров синцитиотрофобласта и синцитиальных почек, что необходимо дифференцировать с анало-



гичными, но истинными признаками преплацентарной гипоксии вообще и пре-эклампсии в частности [29].

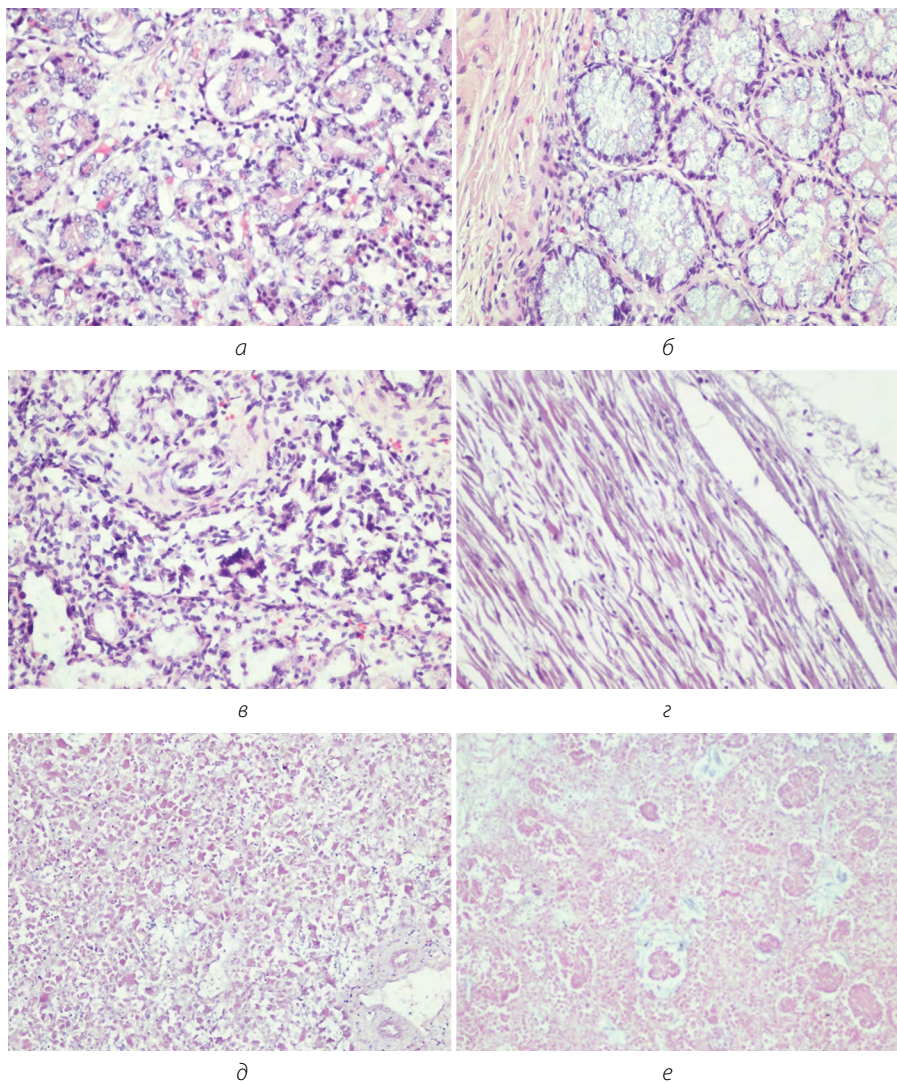


Рисунок 1 – Микроскопические изменения ткани поджелудочной железы (а), толстой кишки (б), легкого (в), наружного слоя миокарда (г), печени (д) и почки (е) тел мертворожденных. Давность внутриутробной гибели не менее 4 ч (а), 8 ч (б), 18 ч (в), 48 ч (г), 96 ч (д), 2 недели (е). Окраска гематоксилином и эозином, ув. 100 (а, е), ув. 200 (б–д)

Таблица 4 – Микроскопические изменения органов плода и плаценты после внутриутробной гибели

Давность гибели	Гистологические изменения внутренних органов	Гистологические изменения плаценты
≥ 4 ч	Отсутствие базофилии ядер в единичных нефроцитах	
≥ 6 ч		Кариорексис в капиллярах ворсин
≥ 8 ч	Отсутствие базофилии ядер в единичных эпителиоцитах кишечника	
≥ 24 ч	Отсутствие базофилии ядер в единичных гепатоцитах	Пылевидное обызвествление стромы ворсин
	Отсутствие базофилии ядер в единичных кардиомицитах внутреннего слоя миокарда	
	Отсутствие базофилии ядер в единичных клетках коркового вещества надпочечников	
≥ 36 ч	Отсутствие базофилии ядер во всех клетках поджелудочной железы	
≥ 48 ч	Отсутствие базофилии ядер в единичных кардиомицитах наружного слоя миокарда	Мультифокальная облитерация просвета сосудов ствольных ворсин
		Обызвествление базальной мембраны трофобласта
		Аутолиз Вартонова студня
≥ 72 ч	Отсутствие базофилии ядер в гладких миоцитах кишечника	
≥ 96 ч	Отсутствие базофилии ядер в единичных клетках эпителия бронхов	
	Отсутствие базофилии ядер во всех гепатоцитах	
≥1 недели	Отсутствие базофилии ядер во всем эпителии кишечника	Дегенерация клеток стенок сосудов пуповины
	Отсутствие базофилии ядер всех клеток надпочечников	
	Отсутствие базофилии ядер в единичных хондроцитах трахеи	
≥2 недель	Отсутствие базофилии ядер в альвеолици-тах	Выраженный фиброз терминальных ворсин
		Выраженная (тотальная) облитерация просвета сосудов ствольных ворсин
>4 недель	Отсутствие базофилии ядер во всех нефроцитах	

Спустя 1–2 недели наблюдается кариолизис клеток стенок сосудов пуповины с облитерацией просвета сосудов практически всех стволовых ворсин.

Следовательно, микроскопическое изучение гистологических препаратов внутренних органов мацерированного мертворожденного позволяет выявить нарушения окрашивания, главным образом, гематоксилином. Увеличение продолжительности времени с момента внутриутробной гибели до рождения сопровождается прогрессирующим снижением степени окрашивания ядер клеток в различных органах, что позволяет достаточно четко определять давность антенатальной гибели. В качестве дополнительных критериев давности гибели рекомендуется использовать морфологические изменения плаценты.

## ПОСМЕРТНЫЕ ЛУЧЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЦЕРИРОВАННЫХ МЕРТВОРОЖДЕННЫХ

Вышеописанные морфологические изменения органов и тканей находят свое отражение и при лучевых методах исследования. Примечательно, что последние годы характеризуются активным внедрением методов лучевой диагностики в практику патологоанатомических и судебно-медицинских исследований во многих зарубежных странах. При этом отмечается прогрессирующее увеличение количества посмертных лучевых исследований и даже частичная замена ими традиционного аутопсийного исследования в ряде стран, в частности, Австралии, Швейцарии, Японии.

Закономерно, что одним из объектов посмертных лучевых исследований явились и тела мертворожденных. Так, в результате пренатального УЗИ были установлены весьма специфические признаки мацерации, в частности, признак гало и спалдинга (spalding). Первый, признак гало, отражает выраженный отек мягких тканей свода черепа погибшего мацерированного плода с формированием двойного контура, развивающийся в течение 3–4 суток после внутриутробной гибели [30]. Однако выявление при пренатальном УЗИ утолщенной отечной подкожно-жировой клетчатки как проявления внутриутробной мацерации может быть ошибочно принято за признаки прижизненно развившейся водянки плода. Второй УЗ-признак – признак спалдинга, указывает на захождение костей черепа друг за друга, обусловленное отхождением твердой мозговой оболочки от костей черепа вследствие выраженной мацерации на 4–5 сутки после антенатальной гибели плода [31]. При этом более точных признаков мацерации при УЗИ, характеризующих меньшие промежутки времени наступления внутриутробной гибели, определено не было.

Итогом первоначальных посмертных лучевых исследований тел мацерированных мертворожденных явилось заключение исследователей об ухудшении визуализации органов и тканей в зависимости от давности смерти. Так, по мнению ряда исследователей [32], [33], наличие мацерации существенным образом нивелирует гетерогенность серого и белого вещества больших полушарий и мозжечка при посмертной МРТ головного мозга.

Целенаправленное изучение процессов мацерации при помощи посмертных лучевых исследований представлено лишь в нескольких публикациях. В результате посмертной МРТ и сопоставления полученных результатов с патоморфологическими данными П. Дж. Лалли с соавторами (P. J. Lally et al.) [34] установили, что значения медианы времени T2-релаксации в легких и печени при 3–4 степени мацерации плода превышали аналогичные показатели при 1–2 степени мацерации: 142 мс и 110 мс по сравнению с 82 мс и 50 мс соответственно. В другом своем исследовании эти же авторы [35] выявили отрицательные кор-

реляции показателей времени релаксации T2 в легких и печени с гестационным возрастом плода на момент гибели и сделали заключение, что плоды, погибшие на более ранних сроках гестации, в большей степени подвергаются процессам мацерации.

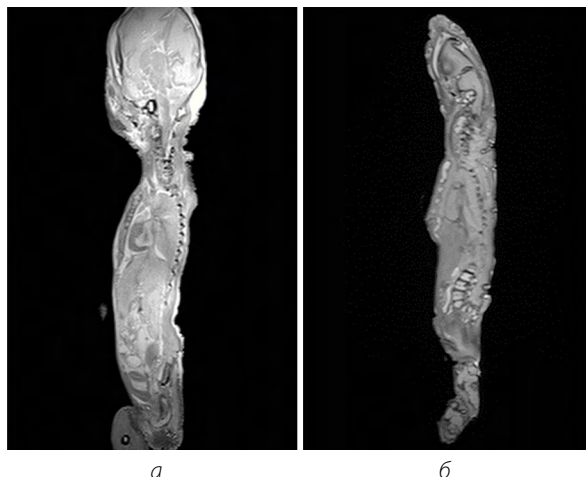
С. Аддисон и соавторы (S. Addison et al.) [36] при исследовании тел 75 погибших плодов отметили высокую корреляцию ( $R=0,93$ ) между посмертной МРТ-оценкой признаков мацерации и результатами аутопсии. Высокие значения коэффициентов корреляции наблюдались также между выраженностью мацерации и МРТ-показателями выраженности гидроторакса ( $R=0,93$ ), асцита ( $R=0,84$ ) и подкожных отеков ( $R=0,83$ ). Однако ни один из МРТ-показателей, по заключению авторов [36], не имел значимых корреляций с давностью внутриутробной гибели плода.

При этом в целях изучения эффективности посмертной МРТ для анализа тел погибших плодов и мертворожденных с признаками мацерации П. Монтальдо и соавторы (P. Montaldo et al.) [37] использовали оригинальную шкалу степени мацерации, учитывающую выраженность МРТ-изменений шести внутренних органов и областей тела: снижение градиента коры головного мозга, наличие отека подкожной клетчатки, гидроторакса, асцита, газа в просвете воротной вены и снижение четкости контура мягких тканей и органов брюшной полости. Дополнительно количественно оценивалось время релаксации МР-сигнала в области печени и легких в T2-режиме регистрации импульсных последовательностей. В результате авторами была установлена высокая корреляция ( $r=0,93$ ) между МРТ и морфологическими показателями степени мацерации. Значения МРТ-показателей степени мацерации (не менее 4,5 баллов) соответствовали морфологическим признакам умеренной и выраженной мацерации с чувствительностью 91 % и специфичностью 64 %. При этом средние значения времени релаксации в T2-режиме в ткани печени и легких при морфологических показателях III–IV степени мацерации были выше по сравнению с показателями мацерации I–II степени:  $110\pm 20$  мс против  $50\pm 4$  мс ( $p<0,03$ ) и  $142\pm 24$  мс против  $82\pm 14$  мс ( $p<0,02$ ) в печени и легких соответственно [37].

Использованию посмертной диффузионно-взвешенной МРТ (ДВ-МРТ) было посвящено исследование 80 тел мертворожденных со средним сроком гестации 32 недели С. С. Шелмердайн и соавторов (S. C. Shelmerdine et al.) [38]. Авторы провели корреляционно-регрессионный анализ установленных значений коэффициента диффузии при ДВ-МРТ с длительностью посмертного периода и выраженностью мацерации. В результате была установлена значимая связь степени мацерации со значениями измеряемого коэффициента диффузии в области миокарда, селезенки, коркового слоя почек, печени и поясничной мышцы, но не ткани легких. К сожалению, в данном исследовании выраженность мацерации подразделялась лишь на две группы, обозначенные авторами как слабую и выраженную.







*Рисунок 2.2 – Посмертная МРТ тел мертворожденных. T2-ВИ, сагиттальная проекция: а – тело мертворожденного, гестационный срок – 33 недели, давность внутриутробной гибели – 168 часов, б – тело мертворожденного, гестационный срок – 33 недели, давность внутриутробной гибели – 14 суток*

Посмертные магнитно-резонансные томографические исследования тел выполнены на аппарате 3T Siemens Magnetom Verio. Использованы следующие настройки: Field-of-view (FoV)=320 мм, Slice Thickness (ST)=1 мм. Для получения T1-ВИ: Repetition time (TR)=1900 мс, Echo Time (TE)=2,18 мс, количество усреднений – 1, матрица – 320x304, пространственное разрешение среза – 1,0x0,9x0,9 мм. Для получения T2-ВИ: TR=3200 мс, TE=490 мс, количество усреднений – 1, матрица – 384x326, пространственное разрешение среза – 1,0x0,8x1,0 мм. В МРТ-аппарате использована 32-канальная магнитная катушка для исследования головы.

На полученных T1- и T2-взвешенных изображениях в сагиттальной проекции определяли интенсивность МР-сигнала ткани печени (участок правой доли печени без магистральных сосудов), почки (паренхима почки), головного мозга (лобная область больших полушарий), бедренной мышцы (верхняя треть задней группы мышц бедра), легкого (участок легкого без наличия крупных сосудисто-бронхиальных элементов), кожи в области бедра, передней брюшной стенки и лобно-теменной области головы, а также интенсивность МР-сигнала жидкости в плевральной полости и воздуха вблизи передней брюшной стенки для выполнения математического анализа.

Установлено, что значения интенсивности МР-сигнала зависели от области измерения и давности внутриутробной гибели, а также варьировали

в различных наблюдениях, что связано с характеристиками изучаемой ткани и техническими особенностями МР-исследования. В этой связи рассчитывали соотношение интенсивностей МР-сигнала области интереса (СИС), полученных на T2-ВИ и T1-ВИ, по формуле:  $СИС = T2_{исТ} / T1_{исТ}$ , где T1<sub>исТ</sub> и T2<sub>исТ</sub> – значения интенсивности сигнала изученной ткани.

Полученные значения СИС также зависели от области исследования и давности гибели (таблица 5). В наблюдениях интранатальной (во время родов) гибели наиболее высокие средние значения СИС установлены в ткани легких, превышающие показатели СИС ткани печени в 8,8 раза. Значения СИС в области головного мозга и почек на 15,9 % и 51,7 % меньше показателей легких. Значения СИС кожи в трех различных областях (бедро, живота и черепа) занимали среднее положение между показателями головного мозга и печени и практически не отличались друг от друга.

В наблюдениях с антенатальной гибелью отмечался волнообразный характер изменений СИС в исследованных органах и тканях, что отражает совокупные изменения клеток и тканей в процессе мацерации и аутолиза. В наблюдениях с давностью внутриутробной гибели менее 4 ч по сравнению с показателями интранатально погибших плодов отмечалось, согласно данным посмертной МРТ, уменьшение значений СИС в ткани легких на 38,6 %, головном мозге – 12,1 %, почке – 11,8 % и кожных покровах в области черепа – 21,8 %. Значения СИС кожи в области бедра и живота, а также печени были меньше соответствующих показателей интранатально погибших. Значения СИС бедренной мышцы практически не изменились.



Таблица 5 – Значения СИС органов и тканей мертворожденных в зависимости от давности внутриутробной гибели ( $M \pm m$ )

Орган				
	1 (контроль)	2	3	4
Лёгкое	1,76±0,33	1,08±0,14	0,67±0,10*	0,95±0,29
Головной мозг	1,48±0,23	1,30±0,08	1,43±0,08	1,28±0,21
Печень	0,20±0,05	0,25±0,05	0,30±0,04	0,46±0,16
Почка	0,85±0,12	0,75±0,04	0,77±0,10	0,85±0,28
Мышца	0,54±0,08	0,57±0,06	0,83±0,08*	0,97±0,06*
Кожа бедра	0,85±0,12	1,20±0,12	1,23±0,12	1,38±0,06*
Кожа живота	0,88±0,14	0,92±0,10	0,83±0,21	0,45±0,11*
Кожа головы	0,87±0,13	0,68±0,07	0,98±0,23	0,61±0,33

Примечания: здесь и далее группа 1 – наблюдения интранатальной гибели, группа 2 – наблюдения антенатальной гибели давностью до 4 ч, группа 3 – 4–8 ч, группа 4 – 8–12 ч, группа 5 – 12–24 ч, группа 6 – 24–48 ч, группа 7 – 48–72 ч, группа 8 – 3–7 суток, группа 9 – от 7 суток до 1 месяца.

\*  $p < 0,05$  по сравнению с контрольной группой

Группа				
5	6	7	8	9
0,61±0,10*	0,51±0,09*	0,72±0,06*	0,70±0,09*	0,72±0,06
1,16±0,08	0,88±0,09*	1,10±0,05	0,85±0,10*	0,94±0,07
0,17±0,07	0,28±0,06	0,43±0,10	0,56±0,06*	0,54±0,04
0,81±0,18	0,55±0,06*	0,71±0,05	0,76±0,19	0,75±0,09
0,69±0,10	0,42±0,08	0,55±0,11	0,60±0,12	0,59±0,06
0,75±0,03	0,53±0,08*	0,66±0,07	0,47±0,11*	0,44±0,07
0,58±0,13	0,38±0,05*	0,61±0,18	0,51±0,06*	0,49±0,04
0,89±0,38	0,61±0,10	0,96±0,19	0,71±0,21	0,74±0,12

На МР-томограммах тел плодов с давностью гибели от 4 часов до 8 часов отмечено дальнейшее уменьшение значений СИС в ткани легких (на 37,9 % по сравнению с показателями группы 2) и небольшое снижение (на 9,8 %) в области кожи живота. В ткани головного мозга, печени, почки, бедренной мышцы, а также кожи в области бедра и головы зарегистрировано, наоборот, увеличение значений СИС, наиболее выраженное в бедренной мышце (на 45,6 %) и коже черепа (на 44,1 %).

При давности гибели 8–12 часов рассчитанные значения СИС превышали показатели интранатально погибших плодов в области печени и почки, в мышце и коже бедра в 1,6–2,3 раза, но были меньше в ткани легкого, головного мозга и кожи в области головы и живота, где они были снижены на 13,5–48,9 %.

В наблюдениях плодов с давностью внутриутробной гибели 3–7 суток значения СИС имели разнонаправленные изменения. В ткани головного мозга, легких и коже всех трех областей отмечалось снижение значений СИС от 2,8 % до 28,8 % по сравнению с показателями плодов, погибших 48–72 часов назад. А в ткани печени, почек и бедренной мышцы наблюдалось повышение значений СИС на 7,0–30,2 %.

Значения СИС при давности гибели от 7 суток до 1 месяца практически не разнились с соответствующими значениями наблюдений с давностью гибели 3–7 суток – отличия составляли не более 4 %, за исключением области головного мозга, значение СИС которого превышало соответствующее значение группы 8 на 10,6 %.

С целью объективизации полученных данных рассчитывают значения оригинального МРТ-показателя мацерации (ПМ) по формуле:  $ПМ = (T2исТ / T1исТ) \times (T1исЖ / T2исЖ) \times (T1исВ / T2исВ)$ , где:

- T1исТ и T2исТ – значения интенсивности сигнала изученной ткани на T1-ВИ и T2-ВИ соответственно;
- T1исЖ и T2исЖ – значения интенсивности сигнала жидкости в плевральной полости на T1-ВИ и T2-ВИ соответственно;
- T1исВ и T2исВ – значения интенсивности сигнала воздуха вблизи передней брюшной стенки на T1-ВИ и T2-ВИ соответственно.

При интранатальной гибели наиболее высокие средние значения ПМ наблюдались в ткани головного мозга, а наиболее низкие – в ткани печени. При этом значения ПМ кожи в области бедра и головы не отличались друг от друга, но были ниже показателей кожи живота на 8,8 % ( $p > 0,05$ ) (рис. 3).

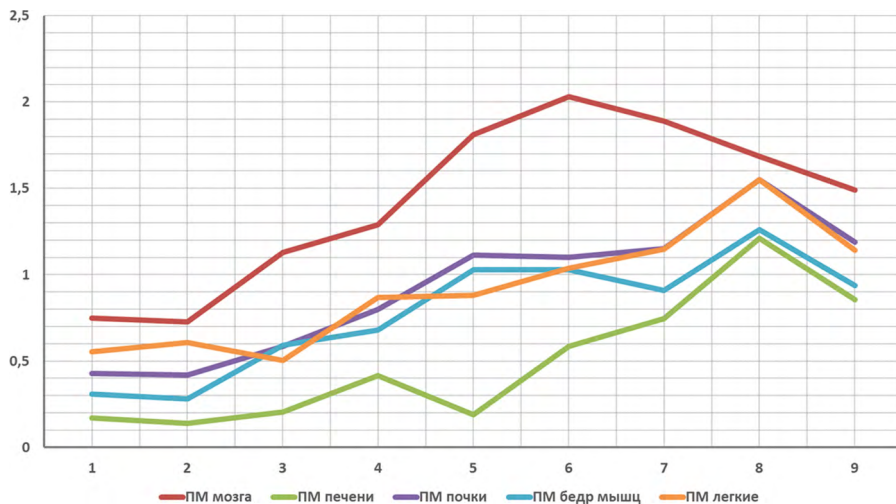


Рисунок 3 – Изменения МРТ-показателей мацерации (ПМ) внутренних органов в зависимости от давности внутриутробной гибели плода. Ось абсцисс – номер группы, ось ординат – значение ПМ исследуемого органа

В наблюдениях с давностью внутриутробной гибели до 4 часов средние значения ПМ во всех внутренних органах, за исключением легких, были на 2,3–12,5 % меньше соответствующих значений интранатально погибших плодов. В ткани легких значения ПМ превышали контрольные показатели на 10,9 % ( $p < 0,05$ ). В наблюдениях, где давность гибели составляла 4–8 часов, значения ПМ в ткани легких, наоборот, были ниже соответствующих показателей плодов с интранатальной гибелью и давностью до 2 часов, так и группы 2 на 9,1 % и 18,0 % соответственно. В других же внутренних органах значения ПМ превышали соответствующие показатели интранатально погибших плодов.

При дальнейшем увеличении длительности периода внутриутробной гибели плода отмечалось повышение средних значений ПМ в ткани внутренних органов. В ткани почки и легкого оно носило практически прогрессирующий характер с максимальным средним значением при давности внутриутробной гибели 3–7 суток, превышающим уровень интранатально погибших плодов в 3,6 раза ( $p < 0,05$ ). В головном мозге, печени и бедренной мышце изменения имели волнообразный характер. При этом максимальные значения ПМ головного мозга отмечались у плодов с давностью гибели 24–48 часов, а в печени и бедренной мышце – с давностью гибели 3–7 суток.

Средние значения рассчитанного МРТ-показателя мацерации кожных покровов также зависели от области исследования и длительности времени

внутриутробной гибели плода (рис. 4). При этом динамика их изменений носила колебательный характер. Максимальные значения ПМ кожи в области живота и головы наблюдались у плодов с давностью гибели 3–7 суток, превышающие показатели интранатально погибших в 1,9 и 2,7 раза соответственно ( $p < 0,05$ ). Наряду с этим наиболее высокие, в 3,4 раза больше уровня интранатально погибших плодов ( $p < 0,05$ ), средние значения ПМ кожи бедра отмечались при давности гибели 24–48 часов.

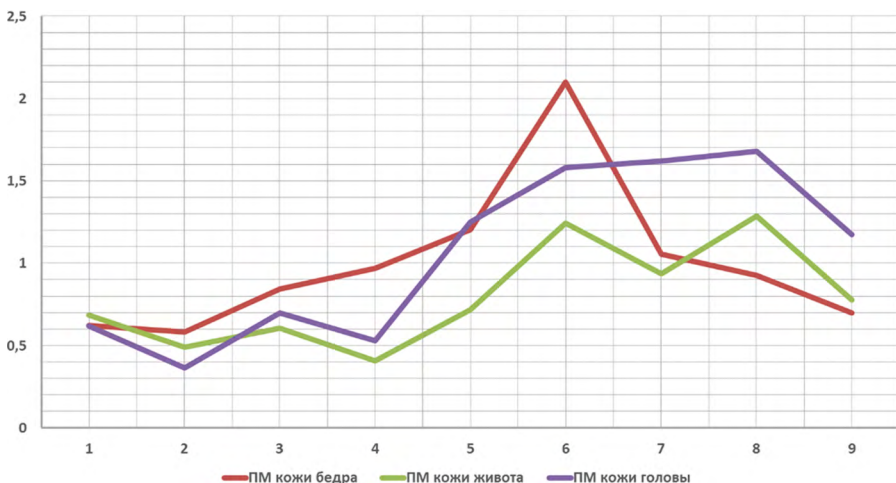


Рисунок 4 – Изменения МРТ-показателей мацерации (ПМ) кожных покровов в зависимости от давности внутриутробной гибели плода. Ось абсцисс – номер группы, ось ординат – значение ПМ исследуемой области

В результате корреляционного анализа установлено наличие прямых взаимосвязей между рассчитанными значениями МРТ-показателей мацерации и давностью внутриутробной гибели. При этом ПМ ткани почки имел сильную связь ( $r=0,7$ ,  $p=0,001$ ), а показатели других изученных органов – прямые умеренные связи: в ткани головного мозга ( $r=0,5$ ,  $p=0,001$ ), печени ( $r=0,6$ ,  $p=0,001$ ), легких ( $r=0,4$ ,  $p=0,004$ ) и бедренной мышцы ( $r=0,5$ ,  $p=0,002$ ). Среди изученных показателей мацерации кожных покровов только ПМ кожи лобно-теменной области головы имел прямую умеренную корреляцию ( $r=0,5$ ,  $p=0,001$ ) с морфологическими данными о давности гибели. Подобные изменения, указывающие на увеличение значений ПМ внутренних органов, однозначно свидетельствуют о едином механизме развивающихся изменений, в данном случае – прогрессировании процессов мацерации. Отсутствие же сильных и умеренных взаимосвязей давности внутриутробной гибели с МРТ ПМ кожных покровов в области

живота и бедра обусловлено особенностями эпидермиса при мацерации в виде его отслойки или отсутствия и соответственно невозможностью его объективного МРТ-исследования.

Таким образом, развитие мацерации закономерно сказывается на качестве посмертной визуализации тел мертворожденных, ухудшая дифференцировку внутренних органов и их структуру. Вместе с тем посмертные лучевые исследования позволяют оценить выраженность процессов мацерации кожи и внутренних органов. В результате проведенных посмертных МРТ-исследований тел мертворожденных установлено, что значения соотношений интенсивностей МРТ-сигнала зависят от области измерения сигнала (органа или ткани) и от давности внутриутробной гибели плода. Наиболее сильная прямая корреляция нами установлена для МРТ-показателя мацерации ткани почек, что явилось основанием для разработки алгоритма посмертной МРТ-оценки давности внутриутробной гибели.

## ПОРЯДОК ПОСМЕРТНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ОЦЕНКИ ДАВНОСТИ ВНУТРИУТРОБНОЙ ГИБЕЛИ МЕРТВороЖДЕННОГО

В основе посмертной МРТ-оценки давности внутриутробной гибели лежит проведение посмертной МРТ тела мертворожденного в положении лежа на спине до выполнения патологоанатомического вскрытия. Первоначально как можно скорее после рождения осуществляют внешний осмотр тела мертворожденного без дополнительных механических воздействий с первоначальной оценкой внешних признаков выраженности мацерации. Затем помещают тело в герметичный полиэтиленовый пакет и проводят посмертную МРТ. На полотне стола томографа тело располагают в положении лежа на спине по направлению головой к катушке магнитно-резонансного томографа, конечности располагают вдоль тела. Планирование зоны исследования проводят в диапазоне от макушки головы до кончиков пальцев ног. Посмертную МРТ проводят согласно стандартному протоколу исследования. Оценку результатов МРТ проводят на T1- и T2- взвешенных изображениях.

На полученных T1-ВИ и T2-ВИ в сагиттальной проекции определяют интенсивность МР-сигнала ткани почки, жидкости в плевральной полости (посмертное скопление жидкости в плевральных полостях) и воздуха вблизи передней брюшной стенки. На основании оцененных значений рассчитывают давность наступления внутриутробной гибели по формуле  $t = 16,87 + 95,38 \times M^2 - 75,32 \times M$ ,

где  $M = (T2_{исП}/T1_{исП}) \times (T1_{исЖ}/T2_{исЖ}) \times (T1_{исВ}/T2_{исВ})$ , где:

- T1<sub>исП</sub> и T2<sub>исП</sub> – значения интенсивности сигнала ткани почки на T1-ВИ и T2-ВИ соответственно,
- T1<sub>исЖ</sub> и T2<sub>исЖ</sub> – значения интенсивности сигнала жидкости в плевральной полости на T1-ВИ и T2-ВИ соответственно,
- T1<sub>исВ</sub> и T2<sub>исВ</sub> – значения интенсивности сигнала воздуха вблизи передней брюшной стенки на T1-ВИ и T2-ВИ соответственно.

Полученный результат выражается в часах и отражает давность внутриутробной гибели, то есть длительность периода с момента внутриутробной гибели до рождения.

Представленный порядок рекомендуется использовать для оценки давности внутриутробной гибели мертворожденного на сроках гестации 22 недели и более. В случае выявления при предварительном внешнем осмотре признаков мацерации, соответствующих давности гибели 7 суток и более (наличие одновременно таких признаков, как: десквамация кожных покровов на площади более 75 % поверхности тела, широко открытый рот, западение свода черепа,

значительная подвижность и вывихи суставов), проводить посмертную МРТ на предмет установления давности смерти по представленному алгоритму и расчет времени по представленной формуле не следует.

Таким образом, разработанный порядок посмертной МРТ-оценки давности внутриутробной гибели мертворожденного позволяет провести объективное исследование без дополнительных разрезов и вскрытия полостей тела и внутренних органов. Данный метод характеризуется высокой информативностью и позволяет существенно улучшить результаты постановки патологоанатомического диагноза, а, следовательно, способствовать выяснению обстоятельств и причины гибели плода. Порядок и формула расчета показателя мацерации, характеризующего время посмертного периода, защищены патентом на изобретение «Способ определения давности внутриутробной гибели мертворожденного» [40].



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внутриутробная гибель плода и мертворождение являются самыми трагичными исходами беременности. Все случаи мертворождения подлежат патологоанатомическому вскрытию с обязательным определением давности внутриутробной гибели. Определение давности гибели осуществляют путем визуальной макроскопической оценки кожных покровов и последующего микроскопического изучения гистологических препаратов органов и тканей мертворожденного. При этом точная оценка степени отслойки эпидермиса как основного показателя выраженности мацерации затруднена из-за развития аналогичных искусственных изменений кожных покровов во время родов, перемещения тела в патологоанатомическое отделение и во время аутопсии. Гистологическое же исследование препаратов возможно лишь через несколько дней после взятия образцов органов и тканей, необходимых для формалиновой фиксации кусочков и приготовления окрашенных микропрепаратов.

Эффективным методом определения состояния кожных покровов и внутренних органов может служить проведение посмертной лучевой визуализации. Предложен порядок определения давности внутриутробной гибели мертворожденного путем анализа интенсивностей МР-сигнала. Важно, что в настоящее время посмертное МРТ-исследование не может рассматриваться в качестве альтернативы патологоанатомическому и тем более судебно-медицинскому вскрытию. Вместе с тем посмертное МРТ-исследование позволяет проводить быструю неинвазивную оценку процессов мацерации органов и тканей, способствующую объективизации и улучшению патологоанатомической диагностики. Дополнительным достоинством посмертного МРТ-определения степени мацерации органов и тканей является возможность повторного неоднократного анализа полученных томограмм, в том числе дистанционного, а также возможность постобработки изображений и просмотра их в разных плоскостях и срезах в сопоставлении с результатами аутопсии.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Lawn J. E. , Unkels R., Mdegela M. et al. Stillbirths: Where? When? Why? How to make the data count? // *Lancet*. 2011. Vol. 377, №9775. P. 1448–1463. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)62187-3.
2. Aminu M. Unkels R., Mdegela M. et al. Causes of and factors associated with stillbirth in low- and middle-income countries: a systematic literature review // *BJOG*. 2014. Vol. 121 (Suppl 4). P. 141–1453. DOI: 10.1111/1471-0528.12995.
3. McClure E. M. , Saleem S., Goudar S.S. et al. Stillbirth rates in low-middle income countries 2010–2013: a population-based, multi-country study from the Global Network // *Reprod Health*. 2015. Vol. 12 (Suppl 2). P. S7. DOI: 10.1186/1742-4755-12-S2-S7.
4. Lawn J. E. , H. Blencowe, P. Waiswa et al. Stillbirths: rates, risk factors, and acceleration to-wards 2030 // *Lancet*. 2016. Vol. 387, (10018). P. 587–603. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00837-5.
5. Туманова У. Н., Щеголев А. И. Поражения плаценты в генезе мертворождения (обзор литературы) // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017. № 3–1. С. 77–81.
6. Туманова У. Н. , Шувалова М.П., Щеголев А. И. Болезни матери в генезе мертворождения // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017. № 10–1. С. 64–68.
7. Щеголев А.И., Серов В.Н. Клиническая значимость поражений плаценты // *Акушерство и гинекология*. 2019. № 3. С. 54–62. DOI: 10.18565/aig.2019.3.54-62.
8. Moore I. E. Macerated stillbirth // *Fetal and neonatal pathology*. 4 ed. Eds. J. W. Keeling, T. Y. Khong. Springer-Verlag London Limited, 2007. P. 224–239.
9. Valdes-Dapena M., Kalousek D.K., Huff D.S. Perinatal, fetal and embryonic autopsy // Gilbert-Barness E. (ed): *Potter's pathology of the fetus and infant*. St. Louis: Mosby, 1997. P. 483–524.
10. Павлов К. А. , Дубова Е. А., Бурдули Г.М. [и др.]. Мацерация плода // *Акушерство и гинекология*. 2012. № 1. С. 115–119.
11. Thali M. J., Yen K., Schweizeret W. et al. Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) a feasibility study // *J. Forensic Sci*. 2003. Vol. 48, №2. P. 386–403.
12. Addison S., Arthurs O. J., Thayyil S. Post-mortem MRI as an alternative to non-forensic autopsy in fetuses and children: from research into clinical practice // *Br. J. Radiol*. 2014. Vol. 87, №1036. DOI: 10.1259/bjr.20130621.
13. Туманова У. Н. , Щеголев А. И. Посмертная магнитно-резонансная томография плодов и новорожденных // *Медицинская визуализация*. 2015. № 5. С. 128–136.

14. Туманова У. Н., Щеголев А. И. Лучевая визуализация неспецифических посмертных изменений сердечно-сосудистой системы // Судебно-медицинская экспертиза. 2016. № 5. С. 59–63. DOI: 10.17116/sudmed2016595559-63.
15. Pinar H., luigun M. A comparison of stillborn birth weights and postmortem weights // *Pediatr. Dev. Pathol.* 2010. Vol. 13, №6. P. 442–446. DOI: 10.2350/09-07-0679-OA.1
16. Maroun L. L., Graem N. Autopsy standards of body parameters and fresh organ weights in nonmacerated and macerated human fetuses // *Pediatr. Dev. Pathol.* 2005. Vol. 8, №2. P. 204–217. DOI: 10.1007/s10024-004-7084-0.
17. Langley F. A. The perinatal postmortem examination // *J. Clin. Pathol.* 1971. Vol. 24, №2. P. 159–169. DOI: 10.4324/9781315721422.
18. Bain A. D. The perinatal autopsy / Eds. F. Cockburn, C. M. Drillien. *Neonatal medicine.* Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1974. P. 820–834.
19. Hill L. M., Macpherson T., Belfar H.L. et al. Role of the perinatal autopsy in evaluating unusual sonographic findings of intrauterine fetal death // *Am J Perinatol.* 1989. Vol. 6, №3. P. 331–333. DOI: 10.1055/s-2007-999607.
20. Genest D. R., Singer D. B. Estimating the time of death in stillborn fetuses: III. External fetal examination; a study of 86 stillborns // *Obstet. Gynecol.* 1992. Vol. 80, №4. P. 593–600.
21. Wigglesworth J. S. The macerated stillborn fetus / Ed. J. S. Wigglesworth. In: *Perinatal pathology*. 2 nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1996. P. 78–86.
22. Щеголев А. И., Туманова У.Н., Ляпин В.М. Патологоанатомическая оценка давности внутриутробной гибели плода // *Архив патологии.* 2017. № 6. С. 60–65. DOI: 10.17116/patol201779660-65.
23. Туманова У. Н., Быченко В. Г., Боровиков П. И. [и др.]. Посмертная МРТ: оценка давности внутриутробной гибели плода // *REJR.* 2020. № 2. С. 168–182. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-2-168-182.
24. Genest D. R. Estimating the time of death in stillborn foetuses: I. Histologic evaluation of fetal organs; an autopsy study of 150 stillborns // *Obstet. Gynecol.* 1992. Vol. 80, №4. P. 575–584.
25. Kreiger P. A., Pogoriler J.E. Lung // *Color Atlas of Human Fetal and Neonatal Histology* / Eds. L. M. Ernst, E. D. Ruchelli, C. K. Carreon, D. S. Huff. Springer Nature Switzerland AG, 2019. P. 35–48. DOI:10.1007/978-3-030-11425-1\_3.
26. Ruchelli E. D., Huff D. S. Kidney // *Color Atlas of Human Fetal and Neonatal Histology* / Eds. L. M. Ernst, E. D. Ruchelli, C. K. Carreon, D.S. Huff. Springer Nature Switzerland AG, 2019. P. 113–124. DOI:10.1007/978-3-030-11425-1\_8.
27. Щеголев А. И. Современная морфологическая классификация повреждений плаценты // *Акушерство и гинекология.* 2016. № 4. С. 16–23. DOI: 10.18565/aig.2016.4.16-23

28. Genest D. R. Estimating the time of death in stillborn foetuses: II. Histologic evaluation of the placenta; a study of 71 stillborns // *Obstet. Gynecol.* 1992. Vol. 80. P. 585–592.

29. Ляпин В. М., Туманова У. Н., Щеголев А. И. Синцитиальные узелки в ворсинах плаценты при преэклампсии // *Современные проблемы науки и образования.* 2015. № 4. С. 499.

30. Borell U., Fernstroem I., Ohlson I. The halo sign in the living and dead fetus // *Am J Obstet Gynecol.* 1963. Vol. 87. P. 906–911.

31. Thomson J. L. G. The differential diagnosis of spalding's sign // *Brit. J. Radiol.* 1950. Vol. 23, №266. P. 122–124.

32. Victoria T. M., Capilla E., Chauvin et al. MR evaluation of fetal demise // *Pediatr Radiol.* 2011. Vol. 41, №7. P. 884–889. DOI: 10.1007/s00247-011-1995-5.

33. Thayil S., De Vita E., Sebire N. J. Post-mortem cerebral magnetic resonance imaging T1 and T2 in fetuses, newborns and infants // *Eur. J. Radiol.* 2012. Vol. 81, №3. P. e232–e238. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.01.105

34. Lally P. J. Arthurs O., Addison S. Can we use T2 relaxometry MRI to assess post-mortem maceration in fetuses and neonates? // *J. Forens. Radiol. Imag.* 2014. Vol. 2, №1. P. 99. DOI: 10.1016/j.jofri.2014.02.017.

35. Lally P. J. Arthurs O., Addison S. Estimating maceration severity using whole body A magnetic resonance T2 relaxometry // *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal. Ed.* 2014. Vol. 99. P. A92–A93. DOI: 10.1136/archdischild-2014-306576.264.

36. Addison S., Arthurs O., Lally P. Assessment of fetal maceration at PMMR // *J. Forens. Radiol. Imag.* 2014. Vol. 2. P. 99. DOI:10.1016/j.jofri.2014.02.016.

37. Montaldo P., Addison S., Oliveira V. Quantification of maceration changes using post mortem MRI in fetuses // *BMC Med. Imag.* 2016. Vol. 16. 34. DOI:10.1186/s12880-016-0137-9.

38. Shelmerdine S. C., Main C., Hutchinson J. C. The use of whole body diffusion-weighted post-mortem magnetic resonance imaging in timing of perinatal deaths // *Int. J. Legal. Med.* 2018. Vol. 132, № 6. P. 1735–1741. DOI: 10.1007/s00414-018-1906-5.

39. Tumanova U. N., Lyapin V. M., Bychenko V. G. Postmortem MRI evaluation of maceration degree of deceased fetus // *Bull. Exp. Biol. Med.* 2020. Vol. 170, № 1. P. 106–111. DOI: 10.1007/s10517-020-05014-1.

40. Патент на изобретение № 2572157. Способ определения давности внутриутробной гибели мертворожденного: опубли. 27.12.2015 : бюлл. № 36 / У. Н. Туманова, В. Г. Быченко, В. М. Ляпин, С. М. Воеводин, А. И. Щеголев, Г. Т. Сухих.

---

Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»

Выпуск 108

**Составители:**

*Туманова Ульяна Николаевна  
Щеголев Александр Иванович*

# **ПОСМЕРТНАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ И МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДАВНОСТИ ВНУТРИУТРОБНОЙ ГИБЕЛИ МЕРТВОРОЖДЕННОГО**

Методические рекомендации

Отдел координации научной деятельности ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»  
Технический редактор А.И. Овчарова  
Компьютерная верстка Е.Д. Бугаенко

ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»  
127051, г. Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1



+7 (495) 276-04-36



[npcmr@zdrav.mos.ru](mailto:npcmr@zdrav.mos.ru)



[telemedai.ru](http://telemedai.ru)