

Выявление скоплений газа в телах плодов, мертворожденных и умерших новорожденных при посмертном компьютерно-томографическом исследовании

У.Н.Туманова[✉], В.К.Федосеева, В.М.Ляпин, А.И.Щеголев, Г.Т.Сухих

ФГБУ Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. акад. В.И.Кулакова Минздрава России. 117997, Россия, Москва, ул. Академика Опарина, д. 4
[✉]u.n.tumanova@gmail.com

Посмертная компьютерная томография (КТ) требует проведения дифференциальной диагностики посмертных и прижизненных патологических процессов. Наиболее актуально данный вопрос стоит в отношении выявления скоплений газа, поскольку традиционное патологоанатомическое исследование не позволяет в полной мере выявить наличие внутриorganного или внутрисосудистого газа за исключением выраженной воздушной эмболии.

Цель исследования. При помощи посмертной КТ изучить особенности локализации скоплений газа в органах и тканях погибших плодов, мертворожденных и умерших новорожденных.

Материалы и методы. Проведена посмертная КТ 110 плодов, мертворожденных и умерших новорожденных. Все наблюдения были разделены на пять групп. Две группы составили плоды после самопроизвольного (1-я группа, n=9) или индуцированного аборта (2-я группа, n=41) на 14–21-й неделе гестации. Две группы составили тела мертворожденных, погибших на гестационном сроке 25–39 нед антенатально (3-я группа, n=15) с давностью внутриутробной гибели от 14 ч до 2 нед или интранатально (4-я группа, n=3). В 5-ю группу вошли тела 42 новорожденных, рожденных на сроках 24–40 нед и умерших в возрасте от 6 ч до 166 дней. После КТ-исследования проводили патологоанатомическое вскрытие с последующим анализом гистологических препаратов тканей и органов.

Результаты. Реже всего скопления воздуха наблюдались при посмертной КТ тел плодов после индуцированных (14,6%) и самопроизвольных (11,1%) абортов. Чаще всего газ визуализировался в случаях интранатальной смерти и у умерших новорожденных. На томограммах тел новорожденных, погибших интранатально, газ визуализировался во всех 3 наблюдениях. Только у 5 (11,9%) умерших новорожденных скопления газа не определялись.

Выводы. Посмертная КТ является более эффективным методом выявления скоплений газа по сравнению с аутопсией, однако не может в полной мере являться альтернативой традиционному аутопсийному исследованию, позволяющему проводить комплексное макроскопическое и микроскопическое исследование органов и тканей.

Ключевые слова: аутопсия, воздух, газ, мертворожденный, новорожденный, посмертная компьютерная томография.

Для цитирования: Туманова У.Н., Федосеева В.К., Ляпин В.М. и др. Выявление скоплений газа в телах плодов, мертворожденных и умерших новорожденных при посмертном компьютерно-томографическом исследовании. Consilium Medicum. 2016; 18 (13): 26–33.

Original Article

Identification of gas accumulations in the bodies of fetuses, still-borns and dead newborns at postmortem computed tomography study

U.N.Tumanova[✉], V.K.Fedoseeva, V.M.Lyapin, A.I.Shchegolev, G.T.Sukhikh

V.I.Kulakov Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology of the Ministry of Health of the Russian Federation. 117997, Russian Federation, Moscow, ul. Akademika Oparina, d. 4
[✉]u.n.tumanova@gmail.com

Abstract

Posthumous computed tomography (CT) requires the differential diagnosis of postmortem and antemortem pathological processes. The most important is the issue with respect to detection of gas concentrations, as the traditional autopsy study does not allow to fully reveal the presence of intravascular intraorganic or gas except in severe air embolism.

Purpose of the study. To explore the features of gas accumulation in organs and tissues of the dead fetuses, stillbirths and deaths of newborns with the help of postmortem CT localization.

Materials and methods. Examined via postmortem CT 110 fetuses, stillbirths and deaths of newborns. All observations were divided into five groups. Two groups consisted of fetuses after spontaneous (group 1, n=9) or induced abortion (group 2, n=41) on 14–21 th week of gestation. The two groups accounted body still-born, died at gestational age 25–39 weeks prenatally (group 3, n=15) with the prescription of fetal death from 14 hours to 2 weeks or intrapartum (group 4, n=3). The 5th group included bodies of 42 infants born at 24–40 weeks and the timing of deaths between the ages of 6 hours to 166 days. After CT studies post mortem examination followed by an analysis of histological slides of tissue and organs was performed.

Results. Rarer air accumulations were observed at postmortem CT baby bodies after induced (14.6%) and spontaneous (11.1%) of abortions. The most common gas visualized in cases of intrapartum death and the dead babies. On tomograms of bodies of newborns who died intrapartum, gas was visualized in all 3 cases. Only 5 (11.9%) died of gas accumulations newborn have not been determined.

Conclusions. Posthumous CT is a more efficient method of detection of gas concentrations in comparison with the autopsy, however, cannot fully be an alternative to the traditional autopsy studies to carry out a comprehensive macroscopic and microscopic examination of organs and tissues.

Key words: autopsy, air, gas, stillborn, newborn, postmortem computed tomography.

For citation: Tumanova U.N., Fedoseeva V.K., Lyapin V.M. et al. Identification of gas accumulations in the bodies of fetuses, still-borns and dead newborns at postmortem computed tomography study. Consilium Medicum. 2016; 18 (13): 26–33.

Группа	Количество наблюдений	Пол (м:ж)	Срок гестации (M±SD)
1-я	9	2:7	18,9±1,9
2-я	41	22:19	18,4±2,1
3-я	15	4:11	34,7±4,8
4-я	3	3:0	28,7±7,2
5-я	42	24:18	34,7±5,1

Группа	Сердце		Сосуды				Кишка	Легкие	Желудок	Подкожная клетчатка	Пневмоторакс	Пневмоперитонеум
	сосуды	полость	печени	брюшной полости	головного мозга	аорта						
1-я	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-я	1	2	1	1	0	1	4	0	0	0	0	0
3-я	6	5	6	5	5	4	0	0	0	0	0	0
4-я	1	2	1	1	0	0	1	2	2	0	0	0
5-я	5	7	8	7	4	2	24	24	16	3	9	8

Введение

Основной задачей патологоанатомического вскрытия является определение первоначальной и непосредственной причины смерти, своевременности клинической диагностики и эффективности проведенного лечения. При этом патологоанатомическое заключение базируется на анализе данных макроскопического и микроскопического изучения тканей и органов, а также результатов дополнительных методов исследования.

Перспективным методом анализа трупа является лучевое исследование. Действительно, для посмертной диагностики заболеваний и их осложнений в последнее время все активнее и шире используются компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) [1, 2]. Даже появились новые термины: виртуальная аутопсия и виртопсия (virtopsy) [3, 4]. Виртопсия – методика посмертного исследования тела, объединяющая проведение классического патологоанатомического или судебно-медицинского вскрытия с предварительным использованием КТ- и/или МРТ-исследования всего тела без применения контрастных веществ [5]. В отличие от традиционного вскрытия трупа виртуальная аутопсия позволяет проводить неинвазивный незамедлительный анализ полученных томограмм, а также обеспечивает долговременное хранение изображений и их пересмотр в разных плоскостях и срезах с возможностью моделирования трехмерных изображений как всего тела, так и отдельных областей и органов [6–8].

Основными достоинствами посмертной КТ взрослых являются определение взаимоотношений и размеров органов грудной и брюшной полости [9], выявление патологических изменений и образований [10], четкая визуализация костного скелета и переломов костей [11], а также инородных предметов и раневого канала [12], что особенно важно при проведении судебно-медицинской экспертизы трупа.

Вместе с тем, анализ посмертных КТ- и МРТ-томограмм требует знания семиотики неспецифических посмертных изменений и, соответственно, проведения их дифференциальной диагностики с прижизненными патологическими процессами и заболеваниями [13]. Наиболее актуально данный вопрос стоит в отношении выявления воздуха и скоплений газа, поскольку традиционное патологоанатомическое исследование не позволяет в

полной мере выявить наличие внутриорганного или внутрисосудистого газа за исключением выраженной воздушной эмболии.

Цель: при помощи посмертной КТ изучить особенности локализации скоплений газа в органах и тканях погибших плодов, мертворожденных и умерших новорожденных.

Материалы и методы

В основу работы положены результаты посмертной КТ 110 погибших плодов и новорожденных. Все наблюдения были разделены на пять групп (табл. 1). Две группы составили плоды после самопроизвольного (1-я группа, n=9) или индуцированного аборта (2-я группа, n=41) на 14–21-й неделе гестации. Две группы составили тела мертворожденных, погибших на гестационном сроке 25–39 нед антенатально (3-я группа, n=15) с давностью внутриутробной гибели от 14 ч до 2 нед или интранатально (4-я группа, n=3). В 5-ю группу вошли тела 42 новорожденных, рожденных на сроках 24–40 нед и умерших в возрасте от 6 ч до 166 дней.

Через 4–15 ч после констатации смерти до аутопсии проводили КТ-исследование на аппарате Philips, GEMINTFTFO16 (Collimation 16×0,75 mm, Pitch 0,6×8 mm, Increment 0,5 mm, Rotationtime 0,75 sec, FOV 200 mm, kv 120). Анализ данных и постобработка КТ-изображений выполнены с использованием автоматизированного рабочего места Brilliance Workspace Portal. На полученных томограммах определяли локализацию скоплений газа в сосудах и полостях сердца, в просвете аорты, сосудах печени, сосудах брюшной полости, сосудах мозга, просвете кишки, легких, желудке, подкожной клетчатке, а также наличие пневмоперитонеума и пневмоторакса.

После КТ-исследования проводили патологоанатомическое вскрытие с последующим анализом гистологических препаратов тканей и органов, окрашенных гематоксилином и эозином.

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи программного пакета Statistica 8.0 (StatSoft, США). Рассчитали среднее значение и стандартное отклонение, достоверными считали различия при $p < 0,05$.

Исследование было одобрено Комитетом по этике биомедицинских исследований Научного центра акушерства, гинекологии и перинатологии им. акад. В.И.Кулакова (протокол №25 от 22.06.2012).

Рис. 1. КТ, фронтальная проекция: газ в просвете кишечника у плода, погибшего на сроке 20 нед гестации.

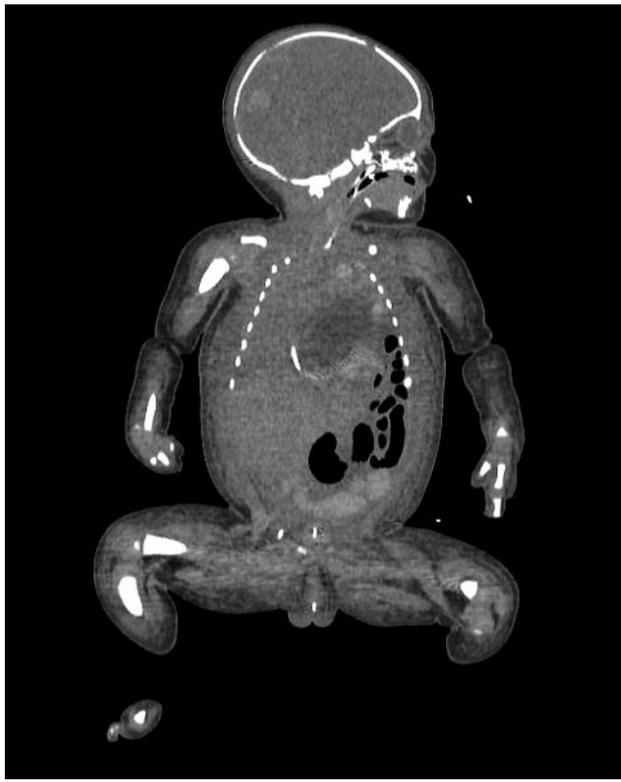
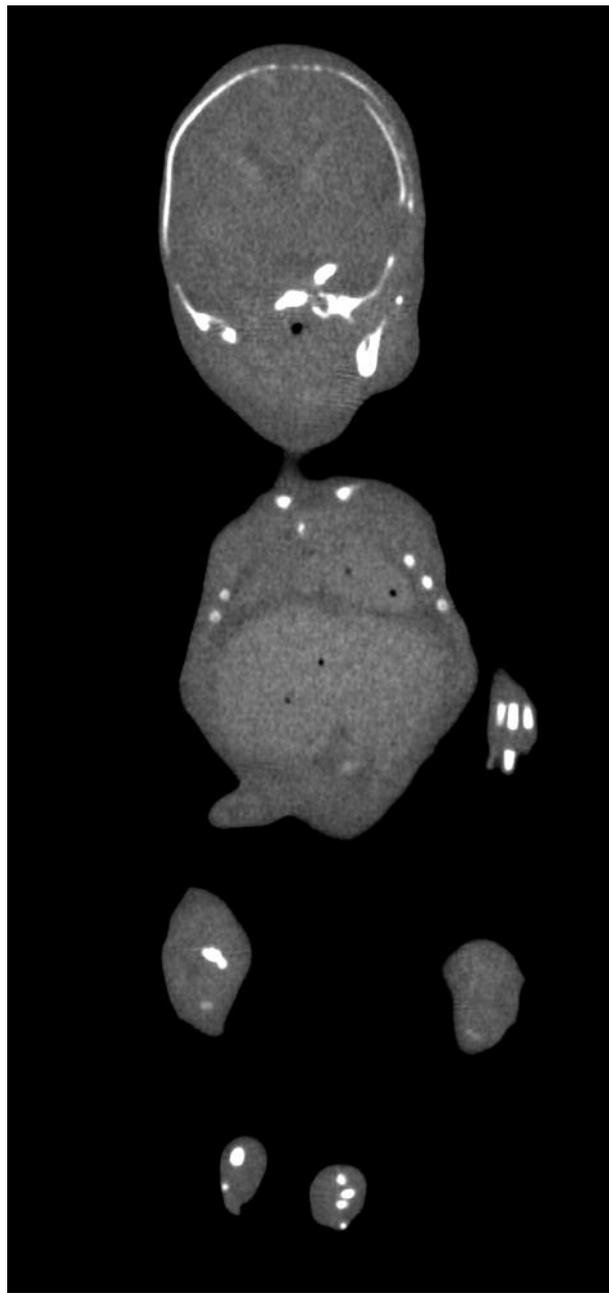


Рис. 2. КТ, фронтальная проекция: газ в сосудах сердца и печени у плода, погибшего на сроке 20 нед гестации.



Результаты исследования и их обсуждение

При анализе полученных томограмм практически во всех изученных группах отмечалось наличие скоплений газа, однако локализация и частота его выявления существенно отличались (табл. 2). В группе самопроизвольных выкидышей (1-я группа) лишь в 1 (11,1%) наблюдении (у плода мужского пола, погибшего на сроке гестации 21 нед) определялось небольшое количество воздуха в просвете крупных бронхов.

В группе аборт, выполненных по медицинским показаниям (2-я группа), скопления газа визуализировались в 6 (14,6%) наблюдениях. При этом в 4 наблюдениях газ локализовался в просвете кишки в виде круглых и овальных гиподенсных областей с КТ-плотностью, соответствующей воздуху (рис. 1). В одном из этих наблюдений дополнительно был выявлен пневмоторакс. В двух наблюдениях этой группы было выявлено наличие газа в полостях сердца в виде гиподенсных округлых областей, в одном из них газ также определялся в просвете аорты, сосудов сердца, печени (рис. 2) и брюшной полости в виде круглых и овальных гиподенсных областей со значениями КТ-плотности, соответствующими воздуху.

В случаях мертворождения, когда смерть наступила антенатально (3-я группа), газ определялся гораздо чаще. В 6 (40%) наблюдениях он визуализировался в сосудах сердца и печени, в 5 (33,3%) – в полостях сердца и сосудах головного мозга (рис. 3) и брюшной полости, в 4 (26,7%) – в просвете аорты (рис. 4). При этом следует уточнить, что скопления газа визуализировались лишь в наблюдениях, где давность внутриутробной смерти составляла 1–3 сут. В наблюдениях с давностью внутриутробной гибели более 3 сут скопления газа не определялись.

На томограммах тел новорожденных, погибших интранатально (4-я группа), газ визуализировался во всех 3 наблюдениях, однако локализация его отличалась. В одном наблюдении (плод мужского пола, погибший на сроке 37 нед гестации) газ локализовался в полостях сердца, желудка, петель кишечника (рис. 5), в просвете сосудов сердца, брюш-

ной полости и печени, а также в ткани легких. В другом наблюдении (плод мужского пола, погибший на сроке 25 нед гестации) газ отмечался в просвете сердца, желудка и кишки. И в 3-м случае (плод мужского пола, погибший на сроке 24 нед гестации) воздух наблюдался в легких и желудке.

При анализе томограмм тел умерших новорожденных также отмечалась значительная вариабельность в локализации воздуха. Чаще всего скопления воздуха наблюдались в легких (59,5%) и просвете петель кишечника (57,1%). В 38,1% наблюдений воздух визуализировался в просвете желудка. Реже воздух определялся в сосудах печени (19,0%), сосудах брюшной полости (16,7%); рис. 6, полостях сердца (16,7%), а также в сосудах сердца (11,9%) и головного мозга (9,5%). Следует также добавить, что в 21,4% наблюдений данной 5-й группы имелись признаки пневмоторакса (рис. 7) и в 19,0% – пневмоперитонеума (рис. 8), что подтвердилось во время аутопсии. Вместе с тем, у 5 (11,9%) умерших новорожденных, наоборот, скопления воздуха не определялись.

Рис. 3. КТ, фронтальная проекция: газ в полостях сердца и сосудах головного мозга и печени у мертворожденного на сроке гестации 38 нед (давность внутриутробной гибели 1 сут).

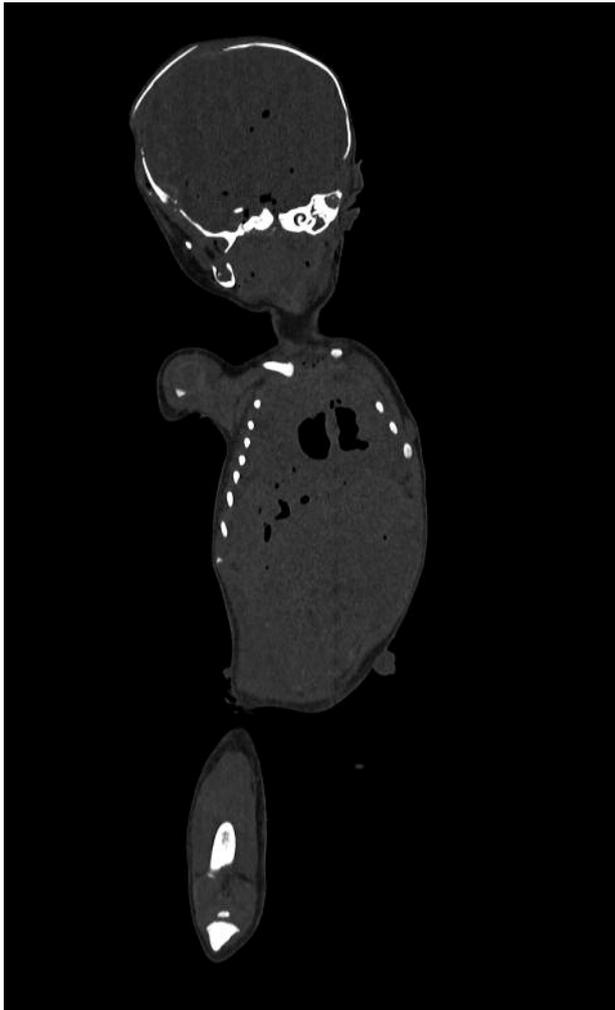


Рис. 4. КТ, сагиттальная проекция: газ в просвете грудного отдела аорты у мертворожденного на сроке гестации 36 нед (давность внутриутробной гибели 3 сут).



Таким образом, наличие и локализация скоплений газа отличались в разных изученных группах. Реже всего скопления воздуха наблюдались при посмертной КТ тел плодов после индуцированных (14,6%) и самопроизвольных (11,1%) абортов. Чаще всего воздух визуализировался в случаях интранатальной смерти и у умерших новорожденных, что в целом согласуется с данными литературы.

Действительно, основной причиной газообразования в трупе является прогрессирование процессов аутолиза и гниения. Наличие газа в просвете сосудов, желчном пузыре и желчных протоках, а также вдоль фасций и костей свидетельствует о поздних трупных изменениях (процессах гниения) [14]. Образование газа в результате посмертного разложения тканей обусловлено гнилостной микрофлорой и происходит, как правило, спустя 24–48 ч после смерти [15]. При этом время возникновения и выраженность процессов газообразования во многом зависят от условий хранения трупа, в частности окружающей температуры и влажности [16, 17]. Однако прижизненные состояния также могут влиять на скорость посмертного газообразования. Так, при сепсисе отмечается усиление процессов трупного разложения и имбибиции кровью [18]. Более медленно процессы гниения развиваются в телах с меньшей массой тела и более младшего возраста [19].

В нашем исследовании патологоанатомическое вскрытие тел погибших плодов, мертворожденных и умерших новорожденных проводилось через 5–15 ч после констатации смерти. До аутопсии тела хранились в специальной

холодильной камере, поэтому во всех изученных наблюдениях отсутствовали признаки гниения и разложения.

В группе умерших новорожденных сепсис по клиническим и патологоанатомическим данным диагностирован в 23,8% наблюдений, при этом частота посмертного КТ-выявления газа в сосудах у новорожденных с сепсисом и без него практически не отличалась (30 и 31,3% соответственно). Подобное обстоятельство, видимо, свидетельствует о том, что посмертные изменения у новорожденных, погибших от сепсиса, не влияют на внутрисосудистое образование газа при хранении тел в холодильной камере в течение 5–15 ч. Признаки гниения отсутствовали и в случаях антенатальной смерти (3-я группа). Хотя в этих наблюдениях отмечались признаки мацерации.

Термином «мацерация» (лат. *maceratio* – вымачивание, размягчение) обычно описывают эффект размягчения и

Рис. 5. КТ, фронтальная проекция: газ в легких и просвете желудка у новорожденного, погибшего интранатально на сроке гестации 24 нед.



Рис. 6. КТ, сагиттальная проекция: газ в просвете кишки и сосудах брюшной полости у новорожденного, умершего через 42 ч после рождения.



разрыхления плотных тканей вследствие длительного воздействия на них жидкости. В педиатрической патологии мацерация используется для описания дегенеративных изменений тканей плода после его антенатальной гибели, обусловленных действием околоплодных вод. Развитие процессов мацерации значительно затрудняет проведение традиционного аутопсийного исследования, в то же время морфологическая выраженность и лучевая семиотика этих процессов достаточно четко отражают давность внутриутробной гибели [20–22].

На основании выраженности признаков мацерации кожных покровов и внутренних органов при аутопсии нами установлено, что давность внутриутробной гибели плодов 3-й группы варьировала от 14 ч до 2 нед. При этом скопления воздуха визуализировались лишь в наблюдениях, где давность гибели составляла 1–3 сут. В наблюдениях с давностью внутриутробной гибели 1–2 нед скопления газа не определялись.

Выявленные нами скопления воздуха в легких, полости желудка и просвете сосудов у мертворожденных 4-й группы, видимо, обусловлены трудностями проведения дифференциальной диагностики внутриутробной гипоксии (P20, Международная классификация болезней 10-го пересмотра – МКБ-10) и асфиксии при рождении (P21, МКБ-10) и, соответственно, попытками проведения реанимационных мероприятий при рождении. Для справки, согласно данным Росстата за 2012 г., среди всех причин мертворождения доминировала (81,8% наблюдений) внутриутробная гипоксия, однако в 2,1% фигурировала асфиксия при рождении [23, 24].

Второй основной, но уже прижизненной причиной появления газов считается проведение сердечно-легочной

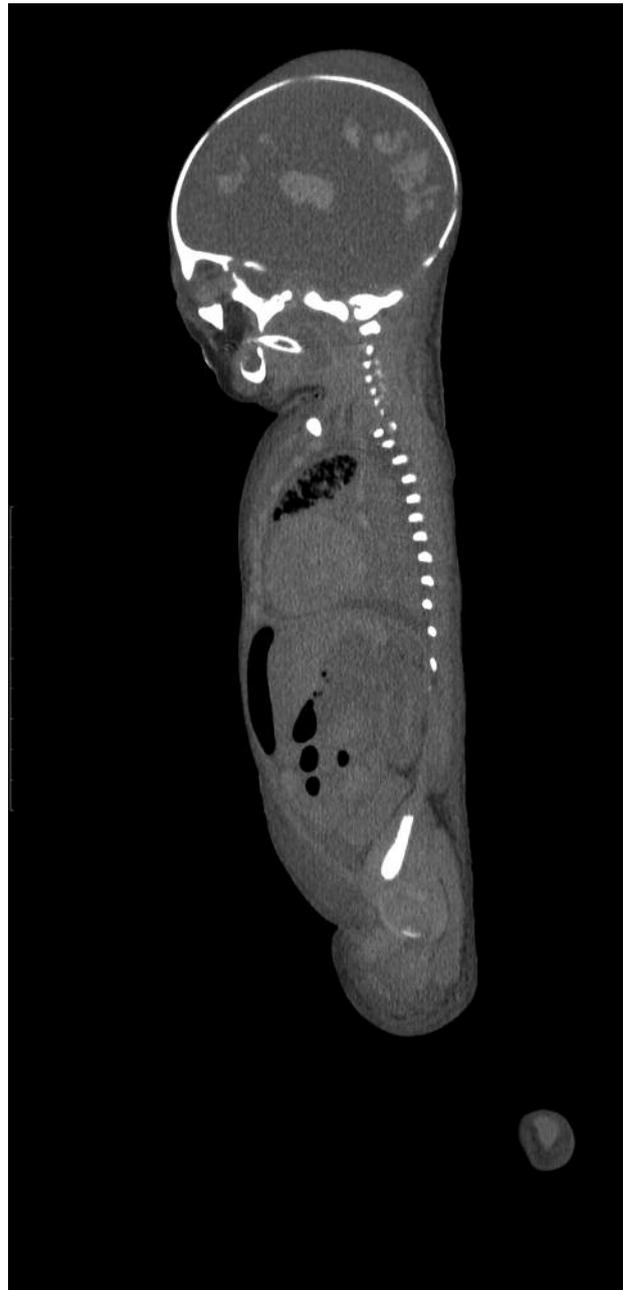
реанимации [25, 26]. Подтверждением сказанному служат выявленные нами скопления газа в 88,1% наблюдений в группе умерших новорожденных (5-я группа). Именно в данной группе отмечалась наибольшая вариабельность в локализации газа. Чаще всего воздух визуализировался в ткани легких, а также в просвете желудка и кишечника, что свидетельствовало о факте живорождения и/или проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ).

В 33,3% изученных нами наблюдений 5-й группы газ визуализировался в просвете различных кровеносных сосудов. Чаще всего он отмечался в просвете сосудов печени и брюшной полости, а также в полостях сердца. Согласно данным литературы [25, 27], проведение ИВЛ с положительным давлением нередко сопровождается баротравмой с разрывом стенок альвеол и повреждением внутрилегочных сосудов, что способствует поступлению воздуха в легочные вены и затем в большой круг кровообращения. В качестве дополнительного подтверждения можно привести наблю-

Рис. 7. КТ, сагиттальная проекция: пневмоторакс слева у новорожденного, родившегося на сроке гестации 38 нед и умершего в возрасте 18 сут и 12 ч.



Рис. 8. КТ, сагиттальная проекция: газ в легких, просвете кишки и свободной брюшной полости у новорожденного, родившегося на сроке гестации 33 недели и умершего в возрасте 18 дней и 12 ч.



дение посмертного КТ-выявления внутрисердечного газа у пациента с ИВЛ при помощи мешка Амбу, на основании которого авторы сделали вывод, что причиной воздушной эмболии явилась баротравма при механической вентиляции [28]. Сдавление грудной клетки при массаже сердца приводит к вапоризации растворенных в крови газов [16, 25]. При этом, по данным V.Adams и C.Guidi [29], эффективность выявления воздушной эмболии путем посмертной КТ намного выше, чем при традиционном вскрытии трупа.

Использование вентиляции с положительным давлением у новорожденных также может сопровождаться баротравмой с повреждением и попаданием газа в ветви легочных вен, перемещением его в левые отделы сердца и, соответственно, развитием системной газовой эмболии [30]. Кроме того, у новорожденных и детей младшего возраста развитие венозной воздушной эмболии возможно при катетеризации пупочной вены и эпидуральной пункции [31, 32]. По мнению M.Sowell и соавт. [28], венозная воздушная эмболия, вызванная катетеризацией периферических вен, у младенцев встречается гораздо чаще, чем она выявляется в клинике, и является нередкой причиной различных осложнений и даже летального исхода.

Согласно данным историй развития новорожденного, всем новорожденным (5-я группа) при жизни проводили

реанимационные мероприятия в соответствии с требованиями клинической ситуации: ИВЛ, включая высокочастотную осцилляционную, с различными параметрами жесткости режимов, ингаляции оксида азота, а также комплекс реанимационных мероприятий в агональном периоде. Трем новорожденным дополнительно была проведена экстракорпоральная мембранная оксигенация. Кроме того, по данным истории болезни и реанимации, у всех новорожденных в процессе лечения был установлен пупочный катетер. В 7 наблюдениях была проведена венсекция и катетеризация бедренной вены, в 1 – катетеризация подключичной вены и в 1 – постановка артериального катетера в сосуды кисти. Однако взаимосвязи между перечисленными манипуляциями и частотой посмертного КТ-выявления газа в сосудах и полостях сердца нами не выявлены.

К сожалению, выявление скоплений воздуха или газа в просвете кровеносных сосудов, полостях сердца и внут-

ренных органах характерно и для ряда патологических процессов, в частности кессонной (декомпрессионной) болезни, анаэробной инфекции [33]. В этой связи факт выявления внутрисосудистого и/или внутриорганного газа во время посмертной КТ обязательно должен сообщаться патологоанатому или судебно-медицинскому эксперту до проведения вскрытия.

Для полноценного анализа скоплений воздуха в теле умерших новорожденных необходимо учитывать и сведения о его локализации у живых младенцев, в частности, полученные Е.Б.Ольховой [34] при эхографическом исследовании феномена газа в портальной системе у 33 детей в возрасте от 1 сут до 24 мес. В большинстве (84%) наблюдений отмечался так называемый классический вариант в виде множественных мелкоочечных экзогенных включений, равномерно или неравномерно распределенных по всем отделам печени. В ряде случаев определялись множественные конгломераты и в единичных наблюдениях – включения в отдельных сегментах органа. Примечательно, что эхографические характеристики газа могли быстро меняться во времени, в том числе даже в процессе исследования, в виде перемещения пузырьков газа из просвета воротной вены в ткань печени или их исчезновения в паренхиме. Скорость движения пузырьков газа в ветвях воротной вены достигала 0,4 м/с. Характерной особенностью газа в портальной системе являлась также его кратковременность, поскольку при повторном осмотре через 1 сут газ был зафиксирован только у 1 ребенка, у остальных же 19 скопления газа уже не определялись. По нашему мнению, крайне необходимо проведение подобных исследований по всем органам и системам живых новорожденных для правильной верификации выявленного газа различной локализации и дифференциальной диагностики между прижизненным и посмертным его возникновением.

Важным моментом настоящего исследования явилось выявление почти у каждого пятого умершего новорожденного признаков пневмоторакса (19%) и пневмоперитонеума (21,4%), что позволило более тщательно подойти к проведению воздушной пробы во время последующего патологоанатомического вскрытия. При сопоставлении результатов посмертной КТ с данными историй болезни было установлено, что во всех случаях выявления пневмоторакса последний определялся и при жизни либо новорожденный перенес оперативное вмешательство на органах грудной полости. В 37,5% наблюдений выявления свободного газа в брюшной полости также имело место оперативное вмешательство. В этой связи причинами развития данных осложнений могли явиться как имевшиеся заболевания новорожденных, так и проведение операций и ИВЛ.

Заключение

КТ-выявление локализации и характера скоплений воздуха и газа способствует более точному определению патологических процессов, механизмов и давности наступления смерти, повышая тем самым диагностические возможности патологоанатомического вскрытия или судебно-медицинского исследования трупа. Однако посмертная КТ не может являться, на наш взгляд, в полной мере альтернативой традиционному аутопсийному исследованию, позволяющему проводить комплексное макроскопическое и микроскопическое исследование органов и тканей. Являясь более эффективным методом выявления скоплений газа по сравнению с аутопсией, она должна использоваться как дополнение. Учитывая существенные трудности клинической и патологоанатомической диагностики скоплений воздуха и газа, считаем целесообразным проведение обязательного посмертного КТ-исследования в случаях мертворождения и смерти новорожденного.

Литература/References

1. Roberts IS, Benamore RE, Benbow EW et al. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet* 2012; 379: 136–42.
2. Щеголев А.И., Туманова У.Н. Роль магнитно-резонансной томографии в определении танатогенеза. Криминалистика: прошлое, настоящее, будущее: достижения и перспективы развития. М.: Академия Следственного комитета Российской Федерации, 2014; 369–72. / Shchegolev A.I., Tumanova U.N. Rol' magnitno-rezonansnoi tomografii v opredelenii tanatogeneza. *Kriminalistika: proshloe, nastoiashchee, budushchee: dostizheniia i perspektivy razvitiia*. M.: Akademiia Sledstvennogo komiteta Rossiiskoi Federatsii, 2014; 369–72. [in Russian]
3. Thali MJ, Yen K, Schweizer W et al. Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) a feasibility study. *J Forensic Sci* 2003; 48: 386–403.
4. Dirnhofer R, Jackowski C, Vock P et al. VIRTopsy: minimally invasive, imaging guided virtual autopsy. *Radio Graphics* 2006; 26: 1305–33.
5. Thali MJ, Jackowski C, Oesterhelweg L et al. Virtopsy – the Swiss virtual autopsy approach. *Leg Med (Tokyo)* 2007; 9: 100–4.
6. Charlier P, Carlier R, Roffi F et al. Postmortem abdominal CT: assessing normal cadaveric modifications and pathological processes. *Eur J Radiol* 2011; 81 (4): 639–47.
7. Туманова У.Н., Федосеева В.К., Ляпин В.М. и др. Плод-акардиус: посмертная компьютерная и магнитно-резонансная томография. Диагностическая и интервенционная радиология. 2016; 2: 20–3. / Tumanova U.N., Fedoseeva V.K., Liapin V.M. i dr. Plod-akardius: posmertnaia komp'iuternaia i magnitno-rezonansnaia tomografiia. *Diagnosticheskaia i intervensionnaia radiologija*. 2016; 2: 20–3. [in Russian]
8. Коков Л.С., Кинле А.Ф., Синецын В.Е., Филимонов Б.А. Возможности компьютерной и магнитно-резонансной томографии в судебно-медицинской экспертизе механической травмы и скоропостижной смерти (обзор литературы). *Журн. им. Н.В.Склифосовского. Неотложная медицинская помощь*. 2015; 2: 16–26. / Kokov L.S., Kinle A.F., Sinitsyn V.E., Filimonov B.A. Vozmozhnosti komp'iuternoii i magnitno-rezonansnoi tomografii v sudebno-meditsinskoi ekspertize mekhanicheskoi travmy i skoropostizhnoi smerti (obzor literatury). *Zhurn. im. N.V.Sklifosovskogo. Neotlozhnaia meditsinskaia pomoshch'*. 2015; 2: 16–26. [in Russian]
9. Sogawa N, Michiue T, Kawamoto O et al. Postmortem virtual volumetry of the heart and lung in situ using CT data for investigating terminal cardiopulmonary pathophysiology in forensic autopsy. *Leg Med (Tokyo)* 2014; 16: 187–92.
10. Arthurs OJ, Guy A, Thayyil S et al. Comparison of diagnostic performance for perinatal and paediatric post-mortem imaging: CT versus MRI. *Eur Radiol* 2016; 26 (7): 2327–36.
11. Туманова У.Н., Федосеева В.К., Ляпин В.М. и др. Посмертная компьютерная томография мертворожденных с костной патологией. Медицинская визуализация. 2013; 5: 110–20. / Tumanova U.N., Fedoseeva V.K., Liapin V.M. i dr. Posmertnaia komp'iuternaia tomografiia mertvorozhdennykh s kostnoi patologiei. *Meditsinskaia vizualizatsiia*. 2013; 5: 110–20. [in Russian]
12. Фетисов В.А., Куприна Т.А., Синецын В.Е. и др. Зарубежный опыт использования современных методов лучевой диагностики в решении вопросов давности наступления смерти и причинения повреждений. Судебно-медицинская экспертиза. 2016; 2: 47–54. / Fetisov V.A., Kuprina T.A., Sinitsyn V.E. i dr. Zarubezhnyi opyt ispol'zovaniia sovremennykh metodov luchevoi diagnostiki v reshenii voprosov davnosti nastupleniia smerti i prichineniia povrezhdenii. *Sudebno-meditsinskaia ekspertiza*. 2016; 2: 47–54. [in Russian]
13. Туманова У.Н., Щеголев А.И. Лучевая визуализация неспецифических посмертных изменений сердечно-сосудистой системы. Судебно-медицинская экспертиза. 2016; 5: 59–63. / Tumanova U.N., Shchegolev A.I. Luchevaia vizualizatsiia nespetsificheskikh posmertnykh izmenenii serdechno-sosudistoi sistemy. *Sudebno-meditsinskaia ekspertiza*. 2016; 5: 59–63. [in Russian]
14. Pedal I, Moosmayer A, Mallach HJ et al. Air embolism or putrefaction? Gas analysis findings and their interpretation. *Z Rechtsmed* 1987; 99: 151–67.
15. Sakata M, Miki A, Kazama H et al. Studies on the composition of gases in the post-mortem body: animal experiments and two autopsy cases. *Forensic Sci Int* 1980; 15: 19–29.
16. Jackowski C, Sonnenschein M, Thali MJ et al. Intrahepatic gas at postmortem computed tomography: forensic experience as a potential guide for in vivo trauma imaging. *J Trauma* 2007; 62: 979–88.
17. Singh MK, O'Donnell C, Woodford NW. Progressive gas formation in a deceased person during mortuary storage demonstrated on computed tomography. *Forensic Sci Med Pathol* 2009; 5: 236–42.
18. Мишнев О.Д., Щеголев А.И., Трусов О.А. Патолого-анатомическая диагностика сепсиса. Сепсис в начале XXI века. Классификация, клинико-диагностическая концепция и лечение. Патолого-анатомическая диагностика. М.: Изд-во НЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН, 2004; с. 111–26. / Mishnev O.D., Shchegolev A.I., Trusov O.A. Patologo-anatomicheskaya diagnostika sepsisa. Sepsis v nachale XXI veka. Klassifikatsiia, kliniko-diagnosticheskaia konceptsiia i lechenie. *Patologo-anatomicheskaya diagnostika*. M.: Izd-vo NtSSKh im. A.N.Bakuleva RAMN, 2004; s. 111–26. [in Russian]

- agnosticheskaja kontsepsiia i lechenie. Patologo-anatomicheskaja diagnostika. M.: Izd-vo NTsSSKh im. A.N.Bakuleva RAMN, 2004; s. 111–26. [in Russian]
19. Perper JA. Time of death and changes after death: part 1. Anatomical considerations. In: Spitz WU, Spitz DJ (ed.). *Medicolegal investigation of death*. 4th ed. Springfield, IL: CC Thomas, 2005: 107–8.
 20. Павлов К.А., Дубова Е.А., Бурдули Г.М. и др. Мацерация плода. *Акушерство и гинекология*. 2012; 2: 115–9. / Pavlov K.A., Dubova E.A., Burduli G.M. i dr. *Matseratsiia ploda. Akusherstvo i ginekologija*. 2012; 2: 115–9. [in Russian]
 21. Tumanova UN, Lyapin VM, Voevodin SM et al. Postmortem MRI to determine the time of intrauterine fetal death. *Virchows Archiv* 2015; 467 (Suppl. 1): S27.
 22. Voevodin SM, Tumanova UN, Liapin VM et al. Postmortem MRI as a method of evaluating the degree of maceration at intrauterine fetal death. *Insights into Imaging* 2016; 7 (S1): 354.
 23. Щеголев А.И., Туманова У.Н., Шувалова М.П., Фролова О.Г. Гипоксия как причина мертворождаемости в Российской Федерации. *Здоровье, демография, экология финно-угорских народов*. 2014; 3: 96–8. / Shchegolev A.I., Tumanova U.N., Shuvalova M.P., Frolova O.G. *Gipoksiia kak prichina mertvorozhdaemosti v Rossiiskoi Federatsii. Zdorov'e, demografiia, ekologija finno-ugorskikh narodov*. 2014; 3: 96–8. [in Russian]
 24. Щеголев А.И., Туманова У.Н., Шувалова М.П., Фролова О.Г. Сравнительный анализ мертворождаемости в Российской Федерации в 2010 и 2012 годах. *Рос. вестн. перинатологии и педиатрии*. 2015; 3: 58–62. / Shchegolev A.I., Tumanova U.N., Shuvalova M.P., Frolova O.G. *Sravnitel'nyi analiz mertvorozhdaemosti v Rossiiskoi Federatsii v 2010 i 2012 godakh. Ros. vestn. perinatologii i pediatrii*. 2015; 3: 58–62. [in Russian]
 25. Atake S, Yamazaki K, Nakayama H. Cardiovascular gas on non-traumatic postmortem computed tomography (PMCT): the influence of cardiopulmonary resuscitation. *Radiat Med* 2005; 23: 225–9.
 26. Takahashi N, Higuchi T, Shiotani M et al. Intrahepatic gas at postmortem multislice computed tomography in cases of nontraumatic death. *Jpn J Radiol* 2009; 27: 264–8.
 27. Hwang SL, Lieu AS, Lin CL et al. Massive cerebral air embolism after cardiopulmonary resuscitation. *J Clin Neurosci* 2005; 12: 468–9.
 28. Sowell MW, Lovelady CL, Brogdon BG, Wecht CH. Infant death due to air embolism from peripheral venous infusion. *J Forensic Sci* 2007; 52: 183–8.
 29. Adams V, Guidi C. Venous air embolism in homicidal blunt impact head trauma. *Case reports. Am J Forensic Med Pathol* 2001; 22: 322–6.
 30. Brown ZA, Clark JM, Jurg AL. Systemic gas embolus. A discussion of its pathogenesis in the neonate with a review of the literature. *Am J Dis Chest* 1977; 131: 994–1005.
 31. Swartz N, Eisenkraft JB. Probable venous air embolism during epidural placement in an infant. *Anesth Analg* 1993; 76: 1136–8.
 32. Wald M, Kirchner L, Lawrenz K, Amann G. Fatal air embolism in an extremely low birth weight infant: can it be caused by intravenous injections during resuscitations? *Intensive Care Med* 2003; 29: 630–3.
 33. Туманова У.Н., Щеголев А.И. Неспецифические посмертные изменения, выявляемые при компьютерно-томографическом исследовании. *Криминалистическое сопровождение расследования преступлений: проблемы и пути их решения*. М.: Академия Следственного комитета Российской Федерации, 2016; с. 525–9. / Tumanova U.N., Shchegolev A.I. *Nespecifichekieskie posmertnye izmeneniia, vyivliaemye pri komp'iuterno-tomograficheskom issledovanii. Kriminialisticheskoe soprovozhdenie rassledovaniia prestuplenii: problemy i puti ikh resheniia*. М.: Akademiia Sledstvennogo komiteta Rossiiskoi Federatsii, 2016; s. 525–9. [in Russian]
 34. Ольхова Е.Б. Газ портальной системы у младенцев. *Медицинская визуализация*. 2014; 5: 34–44. / Ol'khova E.B. *Gaz portal'noi sistemy u mladentsev. Meditsinskaia vizualizatsiia*. 2014; 5: 34–44. [in Russian]

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Туманова Ульяна Николаевна – канд. мед. наук, науч. сотр. патологоанатомического отделения ФГБУ НЦАГИП им. акад. В.И.Кулакова. E-mail: u.n.tumanova@gmail.com

Федосеева Виктория Константиновна – мл. науч. сотр. отделения лучевой диагностики ФГБУ НЦАГИП им. акад. В.И.Кулакова

Ляпин Вячеслав Михайлович – врач-патологоанатом патологоанатомического отделения ФГБУ НЦАГИП им. акад. В.И.Кулакова

Щеголев Александр Иванович – д-р мед. наук, проф., зав. патологоанатомическим отделением ФГБУ НЦАГИП им. акад. В.И.Кулакова

Сухих Геннадий Тихонович – акад. РАН, д-р мед. наук, проф., дир. ФГБУ НЦАГИП им. акад. В.И.Кулакова