

На правах рукописи

НЕДОМОЛКИНА
Ирина Анатольевна

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ С ВОЛЮМЕТРИЕЙ В ДИАГНОСТИКЕ
ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛЕГКИХ И ОЦЕНКЕ РИСКА РАЗВИТИЯ ЛЕГОЧНЫХ
ОСЛОЖНЕНИЙ У ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ С ТЯЖЕЛОЙ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМОЙ

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург
2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном военном образовательном учреждении высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Научный руководитель:

Труфанов Геннадий Евгеньевич – доктор медицинских наук, профессор

Официальные оппоненты:

Савелло Виктор Евгеньевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой рентгенорадиологии факультета последипломного обучения ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Троян Владимир Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, начальник центра лучевой диагностики ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «__» _____ 2017 г. в __:__ часов на заседании Диссертационного совета Д 215.002.11 при ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (194044, г. Санкт-Петербург, ул. акад. Лебедева, 6).

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Автореферат разослан «__» _____ 2017 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета
доктор медицинских наук, доцент



Язенок Аркадий Витальевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Одновременное повреждение груди с другими анатомическими областями тела (голова, шея, живот, таз, позвоночник, конечности) определяется как сочетанная травма груди (Гуманенко Е.К., 2011). Предметом исследования является в основном закрытая травма, поскольку проникающие ранения груди и легких являются самостоятельным разделом торакальной хирургии (Супрун А.Ю., 2012). В последние десятилетия отмечается стойкая тенденция увеличения числа пострадавших с сочетанной травмой груди как у нас в стране, так и за рубежом. К этому приводят увеличение скорости и интенсивности движения автотранспорта, широкое распространение строительства высотных сооружений и ряд других причин (Ермолов А.С., 2008; Попова И.Е., 2011; Попова И.Е., Шарифуллин Ф.А., 2013; Шапкин Ю.Г., Селиверстов П.А., 2014; Omar H.R., 2011; Kea B., 2013).

Закрытая травма грудной клетки становится причиной смерти в 20-25% случаев и присутствует еще у 50% умерших от других причин (Freixinet G.J., 2011). Для определения оптимальной тактики лечения пациентов с закрытой травмой груди необходимо уточнение характера повреждения легкого. Социальная значимость этого вида травмы обусловлена также тем, что около 80% пострадавших являются людьми трудоспособного возраста (Гараев Д.А., 2007; Шарипов И.А., 2008; Соколов В.А., 2011).

Большие экономические затраты на лечение, уход и реабилитацию пациентов после сочетанных повреждений, длительные сроки временной нетрудоспособности, инвалидизация и высокая летальность выдвигают эту патологию в ряд актуальных проблем в медицинском и социально-экономическом аспектах (Соколов В.А., 2006; Кочесов В.А., 2007; Пронских А.А. и соавт., 2010).

Для определения оптимальной тактики лечения пострадавших с закрытой травмой груди необходимо уточнение характера повреждения грудной клетки. Решению этой задачи в значительной мере способствует неотложное лучевое исследование, в первую очередь включающее рентгеновскую компьютерную томографию (КТ) (Wanek S., 2004).

Биомеханика закрытой травмы груди включает быструю локальную вдавленную деформацию грудной клетки с непосредственной локальной травмой ближних органов со стороны удара и распространяющуюся деформацию всей грудной клетки с колебаниями ее стенки и органов (сотрясение), вызывающую обширные двусторонние травматические повреждения легких и других органов груди (патогенетический субстрат ОРДС) (Raghavendran K., 2009).

Таким образом, актуальность проблемы обусловлена как распространенностью и тяжестью повреждений груди в сочетании с повреждением других областей тела, неспецифичностью и разнообразием клинических проявлений, так и трудностями ранней диагностики ушибов легкого, в том числе с проведением рентгенологических и КТ-исследований у пострадавших, находящихся на искусственной вентиляции легких.

Степень разработанности темы исследования. Появление и внедрение в клиническую практику компьютерных томографов со спиральным типом

сканирования существенно повысило уровень диагностики различных патологических состояний в целом. Однако их использование в связи с методическими трудностями еще не нашло широкого применения (Кочергаев О.В., Карпухин М.А., 2011). В литературе практически отсутствуют сведения, отражающие эффективность спиральной КТ в определении повреждений груди, в частности ушиба легкого.

Ушиб легкого – это повреждение участка дыхательной паренхимы с геморрагическим пропитыванием ткани легкого, внутриальвеолярными и внутрибронхиальными кровоизлияниями, проявляющееся морфологическими и функциональными нарушениями, прогрессирующими в динамике. Характерной особенностью этого повреждения является формирование в паренхиме кровоизлияний различной степени распространенности, вплоть до внутрилегочных гематом, а также дольковых ателектазов и травматической эмфиземы легочной ткани (Бисенков Л.Н., 2005; Самохвалов И.М., 2011).

Отечественные и зарубежные исследования показывают, что существует корреляционная связь между тяжестью ушиба легких и развитием легочных инфекционных осложнений, пневмоний, дыхательной недостаточности, а также частотой острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) и летальностью (Самохвалов И.М., 2011; Michelet P., 2010). При развитии у пострадавших с обширным ушибом осложнений, инфекционных или ОРДС, уровень летальности может достигать 90% (Брюсов П.Г., 2009; Яблонский П.К., 2009; Gajic O., 2011).

До настоящего времени проблема ранней диагностики и лечения ушиба легких при тяжелой сочетанной травме груди остается далеко не решенной (Тахтамыш М.А., 2004; Самохвалов И.М., 2011). Не оценено влияние ушиба легких на течение травматической болезни при тяжелых сочетанных травмах. Так как ушиб легких повышает частоту развития синдрома острого повреждения легких и его наиболее тяжелой степени – ОРДС (Miller P.R. et. al., 2001), он может являться одной из основных причин развития полиорганной недостаточности, а значит оказывать существенное влияние на исход лечения (Брюсов П.Г., 2009).

Проведенный анализ литературных данных показал, что научных работ, посвященных изучению роли и места метода КТ, и особенно методики волюметрии, в диагностике повреждений легких у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой, немного (Черемисин В.М., Ищенко Б.И., 2003; Попова И.Е., 2011; Доровских Г.Н., 2012; Miller P.R., 2002; Wang S., 2011; Strumwasser A., 2011). В литературе практически отсутствуют исследования по определению взаимосвязи объема ушиба легких и развития ранних легочных осложнений.

Из обзора литературы вытекает острая актуальность решения вопросов диагностики ушиба легкого, его объема, динамики и роли в течение травматической болезни при сочетанных повреждениях, его значения в выборе тактики лечения. Исходя из биомеханики закрытой травмы, можно предположить, что распространенность (объем) ушиба легкого может рассматриваться как приближенный индикатор вероятной тяжести ОРДС.

Таким образом, недостаточная разработанность данной проблемы и обуславливает необходимость выполнения настоящего исследования.

Цель исследования. Целью работы явилось улучшение диагностики повреждений легких и ранних легочных осложнений у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой на основе научного обоснования применения рентгеновской компьютерной томографии с волюметрией и денситометрией.

Задачи исследования:

1. Усовершенствовать методику компьютерной томографии с волюметрией, применяемую для обследования пострадавших с тяжелой сочетанной травмой, находящихся на искусственной вентиляции легких.
2. Разработать компьютерно-томографическую семиотику повреждений легких и ранних легочных осложнений у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди.
3. Провести сравнительный анализ эффективности компьютерно-томографических и рентгенологических исследований в диагностике и характеристике повреждений легких у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди.
4. Определить зависимость между лучевой семиотикой и клиническими показателями у пострадавших с ушибом легкого при поступлении и в динамике течения травматической болезни.
5. Выявить взаимосвязь степени тяжести ушиба легкого с повреждением грудной стенки и органов средостения, а также с тяжестью течения и исходом поражения.

Научная новизна исследования. Усовершенствована методика обследования путем выполнения многосрезовой КТ с задержкой дыхания после предварительной преоксигенации пациента 100% кислородом, с дальнейшим выполнением КТ-волюметрии ушиба легочной ткани и денситометрии. Методика применима для пациентов, нуждающихся в искусственной вентиляции легких. Ее выполнение повышает диагностическую эффективность исследования.

Доказано, что при ушибах легкого в 1/3 случаев и более выявляются внутрилегочные разрывы паренхимы (гематоцеле и пневматоцеле, пневмато-гематоцеле) – ($p < 0,05$).

Большие объемы ушибов легких достоверно чаще встречаются в группах пострадавших с множественными двойными переломами ребер и при переломах первых двух ребер ($p < 0,05$). Также достоверно чаще встречается ушиб легкого объемом 30-39% при множественных двойных переломах ребер ($p < 0,05$). Чем больше ушиб легкого, тем чаще выявляются внутрилегочные гематомы ($p \leq 0,05$).

На основании общепринятых данных о рентгеновской плотности различных жидкостей можно предположительно судить о характере различных типов травматической инфильтрации. В соответствии с этим предположением по результатам работы выделено 3 типа травматической инфильтрации легочной ткани:

1 тип – интраальвеолярная инфильтрация с преимущественным пропитыванием легочной паренхимы кровью (рентгеновская плотность $-34 \div +90$ HU, $m=28$ HU);

2 тип – альвеолярная инфильтрация с преимущественным содержанием крупномолекулярной белковой жидкости (рентгеновская плотность $-250 \div +1$ НУ, $m = -51$ НУ);

3 тип – преимущественно интерстициальное (с незначительным альвеолярным компонентом) пропитывание (отек) паренхимы легкого жидкостью (рентгеновская плотность $-760 \div -230$ НУ, $m = -520$ НУ).

Чем ниже по плотностным показателям травматическая инфильтрация изначально, тем реже она подвергается консолидации ($p < 0,01$), т.е. исход благоприятнее.

Доказано, что наблюдается существенное ухудшение показателей функции внешнего дыхания и значительное увеличение количества осложнений при объеме ушиба легочной ткани у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди более 20% ($p < 0,05$), что важно для выбора лечебной тактики. Существенное различие в длительности лечения выявлено между пострадавшими с объемом ушиба легочной ткани меньше 20% и с объемом 20% и более ($p < 0,05$), что является важным фактором для определения прогноза течения болезни.

На основе полученных данных КТ-вольюметрии выявлена группа пострадавших с высоким риском развития легочных осложнений.

Теоретическая и практическая значимость. Обосновано применение усовершенствованной методики КТ с вольюметрией для более точной оценки патологических изменений структур груди, измерения их денситометрических показателей, количественного определения объема ушиба легкого, выявления осложнений и частоты их развития при динамическом обследовании пациентов с тяжелой сочетанной травмой груди.

Обобщена и дополнена лучевая семиотика сочетанных поражений груди. Определены рентгенологические характеристики трёх типов травматической инфильтрации легкого с соответствующими окнами рентгеновской плотности.

Определены объективные диагностические критерии ушиба лёгких, необходимые для их дифференциальной диагностики и планирования тактики лечения таких пострадавших.

Выделены основные компьютерно-томографические симптомы, характеризующие ушиб легкого: травматическая инфильтрация у всех пострадавших, травматические пневматоцеле (псевдокисты) ($n = 30$; 36,1%), гематоцеле и пневмато-гематоцеле (внутрилегочные гематомы) ($n = 28$; 33,7%).

Определена группа риска пострадавших с большой вероятностью развития ранних легочных осложнений (ушиб легкого более 20-29%), которым показана избирательная тактика интенсивной терапии респираторной поддержки для предупреждения развития осложнений.

Методология и методы исследования. Диссертационное исследование выполнялось в несколько этапов. На первом этапе изучалась литература, посвященная данной проблеме. Всего проанализировано 157 источников, из них 66 – отечественных, 91 – зарубежных.

На втором этапе были обследованы 83 пострадавших с тяжелой сочетанной травмой, сопровождавшейся ушибом легких, находящихся на ИВЛ, которым при

поступлении, одновременно с проведением противошоковых мероприятий, проводили рентгенографию и КТ груди.

Рентгенографию проводили с помощью палатного передвижного рентгенологического аппарата Mobilet (Siemens, Германия) сразу после поступления пострадавшего в клинику по стандартной методике.

КТ груди пострадавшим проводили на 16-срезовом томографе «Aquilion16» (Toshiba, Япония) не позднее 6 часов после травмы. Исследование выполняли при принудительной задержке дыхания на вдохе, с предшествующей преоксигенацией 100% кислородом в течение 5 мин. Время сканирования составляло 5-7 секунд. Технические условия сканирования были стандартными: напряжение генерируемого излучения – 140 кВт, экспозиция 250 мАс. В зону интереса включали все поперечные срезы области груди.

В областях изменения рентгеновской плотности легочной паренхимы, обусловленного ушибом легких (зоны консолидации, травматической инфильтрации, отека), денситметрические показатели определяли на 3-4 аксиальных срезах, расположенных на расстоянии 1-3 см друг от друга, в зависимости от общего объема патологических изменений. В зонах визуальной равномерности измеряли средние показатели площади ушиба легких по шкале Хаунсфилда, а в участках с неравномерной плотностью проводили измерения в нескольких точках с последующим вычислением средних значений.

Расчет объема ушиба легкого (КТ-вольюметрия) производили с помощью программного обеспечения компьютерного томографа «Volume calculation». Для расчета использовали «толстые» срезы, для этого проводили реконструкцию изображений с толщиной среза – 5, инкремент реконструкции соответственно был 5 мм. Принцип расчета основан на модифицированной формуле Симпсона. Для расчета объемов на аксиальных срезах обводили зону ушиба (травматических инфильтратов не менее 1,5 см в диаметре), выставляли окно плотностных характеристик интересующей зоны – 760...+90HU и определяли ее площадь. Далее определяли относительный суммарный объем всех зон повреждения паренхимы от общего объема легких по формуле:

$$X = V_u / V_o \times 100\%,$$

где X – суммарный объем ушиба, выраженный в процентах; V_u – объем ушиба обоих легких; V_o – общий объем легких.

Процентное отношение суммарного объема ушиба к общему объему легких позволяет оценить тяжесть поражения легочной ткани.

Всем пострадавшим проводили повторные КТ-исследования на 3-5-е сутки (период развития ранних легочных осложнений) после травмы. Части (n=34, 41%) пострадавшим проводили дополнительные исследования в конце 1-х и на 2-е сутки после травмы (в острый период).

На третьем этапе диссертационного исследования проводили сравнительный анализ результатов применения усовершенствованной методики КТ с вольюметрией и денситметрией в динамике травматической болезни с клиническими данными и статистическую обработку полученных результатов.

Определяли чувствительность, специфичность и точность рентгенографии в диагностике повреждений груди.

Клиническая характеристика пострадавших. Всего обследовано 83 пострадавших с тяжелой сочетанной травмой, сопровождавшейся ушибом легких. Все пострадавшие проходили стационарное обследование и лечение в клинике военно-полевой хирургии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ с 2010 по 2014 годы. В группу обследованных были включены пострадавшие с тяжелой сочетанной травмой при наличии тупого закрытого повреждения груди. Основным критерием включения пациентов в группу для научного исследования являлось наличие у них ушиба легкого.

В процессе лечения травматической болезни в динамике проводили КТ и другие лучевые, инструментальные и лабораторные исследования, а также мониторинг тяжести состояния пострадавших. В динамике рассчитывали интегральный показатель состояния системы внешнего дыхания – индекс оксигенации (PaO_2/FiO_2).

Большую часть пострадавших составили мужчины – 57 (68,7%) человек. Основная возрастная группа среди мужчин – 30-59 лет (78,9%) – лица трудоспособного возраста; среди женщин – 30-39 лет (30,8%). Средний возраст пострадавших составил – $51,1 \pm 14,0$ лет.

Наиболее часто встречался дорожно-транспортный травматизм ($n=69$); количество пострадавших в результате производственных травм ($n=9$), уличного ($n=3$) и бытового ($n=2$) травматизма было значительно меньше. Основной причиной травмы чаще было ДТП, при котором пострадавший находился внутри машины (32,5%), ДТП с наездом на пострадавшего (38,6%) и падение с высоты (24,1%).

В среднем при травме повреждалось три и более области тела ($3,5 \pm 0,1$). В структуре сочетанных травм наряду с травмой груди и ушибом легких преобладали повреждения головы (89,1%), живота (47,0%) и таза (30,1%). Доминирующей областью повреждения чаще всего были грудь (42,2%) и голова (27,7%). Далее следовали повреждения живота, таза и конечностей.

Все пострадавшие в зависимости от тяжести состояния при поступлении были разделены на 4 группы, согласно шкале ВПХ-СП (таблица 1).

Из таблицы 1 следует, что большинство пострадавших находились в тяжелом (48,2%) и крайне тяжелом (42,2%) состоянии, а средний балл тяжести повреждений составил $31,3 \pm 8,2$.

Таблица 1 – Характеристика пострадавших по тяжести состояния при поступлении по шкале ВПХ-СП (по классификации ВПХ, 1991)

Степень тяжести	Количество пострадавших	
	Абс.	%
Легкая	–	–
Средней тяжести	8	9,6
Тяжелая	40	48,2
Крайне тяжелая	35	42,2
Всего	83	100

Большинство пострадавших имели тяжелые и крайне тяжелые повреждения, а средний балл тяжести повреждений составил $11,9 \pm 0,9$ баллов. Основная часть пострадавших имела тяжелую степень повреждения груди – 60 (72,3%) человек. Меньшее количество пострадавших имели средние (21,7%) и крайне тяжелые (6%) повреждения груди.

Положения, выносимые на защиту:

1. Усовершенствованная методика многосрезовой КТ с волюметрией предназначена для пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди, находящихся на ИВЛ, и позволяет детально визуализировать повреждения легких, оценить их степень, объем, плотность и снизить количество артефактов.
2. По результатам выполнения КТ пострадавшим при поступлении выявлена взаимосвязь объемов ушибов легких с характером повреждений грудной стенки. Большие объемы ушибов легких достоверно чаще ($p < 0,05$) встречаются в группах пострадавших с множественными двойными переломами ребер и при переломах первых двух ребер. Чем больше по объему ушиб легкого, тем чаще выявляется пневмоторакс, особенно напряженный, и гемоторакс. Передний и переднебоковой реберные клапаны чаще сопровождаются наличием больших по объему ушибов легкого ($p < 0,05$).
3. Определены три типа рентгеновской плотности травматической инфильтрации легких:
 - а) с плотностью $-34 \div +90$ НУ, $m=28$ НУ; вероятно, интраальвеолярная инфильтрация с преимущественным пропитыванием легочной паренхимы кровью;
 - б) с плотностью $-250 \div +1$ НУ, $m=-51$ НУ; вероятно, альвеолярная инфильтрация с преимущественным содержанием крупномолекулярной белковой жидкости;
 - в) с плотностью $-760 \div -230$ НУ, $m=-520$ НУ; вероятно, преимущественно интерстициальное (с незначительным альвеолярным компонентом) пропитывание (отек) паренхимы легкого жидкостью.
4. При объеме ушиба легочной ткани у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди более 20% наблюдается значительное ухудшение показателей функции внешнего дыхания, увеличение количества осложнений, вероятности развития ОРДС, длительности ИВЛ, лечения в отделении реанимации и летальности.

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности результатов проведенного исследования определяется значительным и репрезентативным объемом выборки обследованных пострадавших ($n=83$), применением современных методов исследования (цифровая рентгенография, многосрезовая КТ), выполненных на сертифицированном оборудовании, а также обработкой полученных данных современными методами математической статистики.

Результаты диссертационного исследования используются в практической работе отделений лучевой диагностики кафедры (рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики) и клиники военно-полевой хирургии

Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова и внедрены в учебный процесс на соответствующих кафедрах.

Основные результаты работы доложены и обсуждены на: Невском радиологическом форуме (СПб., 2013, 2014; 2015); заседаниях Санкт-Петербургского радиологического общества (СПб., 2012, 2014); IX Всероссийском национальном конгрессе лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2015» (М., 2015).

Апробация работы. Апробация диссертационной работы проведена на межкафедральном заседании кафедр рентгенологии и радиологии (с курсом ультразвуковой диагностики) и военно-полевой хирургии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ (протокол № 8 от 23.12.2016 г).

Личный вклад автора. Тема и план диссертации, ее основные идеи и содержание разработаны совместно с научным руководителем на основе многолетних целенаправленных исследований.

Автор самостоятельно обосновал актуальность темы диссертации, цель, задачи и этапы научного исследования. Разработана формализованная карта и на ее основе создана электронная база данных.

Диссертант лично провел КТ-исследования 83 пациентов.

Личный вклад автора в изучении литературы, сборе, обобщении, анализе, статистической обработке клинических материалов и написании диссертации – 100%.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 9 научных работ, из них 2 статьи – в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ. Внедрены 3 рационализаторских предложения (№ 12469/9 от 17.11.10 г; № 12871/7 от 21.11.11 г; № 13266/6 от 29.10.12 г).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа содержит 50 рисунков и 55 таблиц. Список литературы включает 157 источников (66 отечественных и 91 зарубежный). Текст диссертации изложен на 164 листах машинописного текста.

Методы статистической обработки результатов исследования. Клинические материалы и результаты лучевых исследований заносили в специально разработанную формализованную карту, а затем в базу данных. Рассчитывали показатели чувствительности, специфичности и точности рентгенологической методики. За «золотой стандарт» принимали результаты КТ. Математическое обеспечение исследования выполнено с помощью табличного редактора Microsoft Excel и пакета прикладных программ по статистической обработке данных Statistica for Windows с использованием методов вариационной и непараметрической статистики для малых групп. Достоверность различий рассчитывали по t-критерию Стьюдента, критерию хи-квадрата Пирсона, точному критерию Фишера. В диссертации количественные переменные в таблицах и тексте представлены в виде M (среднее) $\pm m$ (стандартная ошибка среднего).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Результаты компьютерной томографии груди у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой. Диагностика, характеристика и волюметрия ушибов легких. Прямыми лучевыми признаками ушиба легкого считали: травматическую инфильтрацию легочной паренхимы различного объема и рентгеновской плотности, разрывы паренхимы с образованием, как правило, небольших полостей, заполненных воздухом (пневматоцеле), полностью или частично кровью (гематоцеле, пневмато-гематоцеле). Косвенные признаки: признаки повреждений стенки грудной полости, плевры, органов средостения, переломы ребер, грудины, разрывы диафрагмы; гематомы или эмфиземы мягких тканей грудной стенки; гемоторакс, гемо-пневмоторакс, пневмоторакс, гемоперикард, гемо- и пневмомедиастинум.

Правое легкое повреждалось чаще (односторонние и двусторонние повреждения) – у 71 (85,6%), чем левое – у 60 (72,3%). Всего было выявлено 205 зон травматической инфильтрации. Инфильтрация легочной ткани не имела четкой зональности по сегментам легких. Чаще встречалась субплевральная паракостальная локализация травматической инфильтрации (205 зон) в 47,8% (n=98), реже она локализовалась в центральных отделах легких (n=57; 27,8%).

Размеры инфильтрации варьировали от небольших (очаговых) до обширных зон. Преобладали обширные зоны травматической инфильтрации. Они были выявлены в 60,5% (n=123) случаев. Определены три типа травматической инфильтрации легких ($p < 0,01$):

1 тип – интральвеолярная инфильтрация с преимущественным пропитыванием легочной паренхимы кровью (26 зон; 12,7%) – среднее значение рентгеновской плотности $+28 \pm 9,5$ (электронное окно – от -34 до +90 НУ);

2 тип – альвеолярная инфильтрация с преимущественным содержанием крупномолекулярной белковой жидкости (46 зон; 22,4%) – среднее значение рентгеновской плотности $-51 \pm 7,4$ (электронное окно - от -250 до +1 НУ);

3 тип – преимущественно интерстициальное (с незначительным альвеолярным компонентом) пропитывание (отек) паренхимы легкого (133 зоны; 64,9%) – среднее значение рентгеновской плотности -520 ± 56 (электронное окно от -230 до -760 НУ).

Травматическая инфильтрация располагалась как в месте воздействия травмирующей силы (часто в области переломов ребер), так и в зонах, отдаленных от места приложения силы (парамедиастинально, в центральных отделах легких), имела неправильную форму.

В 22,8% (n=28) на фоне гомогенных зон инфильтрации (консолидации) 2 и 3 типа не было возможности дифференцировать просветы бронхов, а в 77,2% (n=95) был выявлен симптом «воздушной бронхографии». При полной закупорке воздухоносных путей, кроме инфильтрации и кровоизлияний, безвоздушность паренхимы усиливает ее консолидацию ЧТО, следовательно, что увеличивает рентгеновскую плотность.

Все пострадавшие в зависимости от объема поврежденной легочной ткани были разделены на пять групп: I группа – пациенты с суммарным объемом ушиба

<10% (n=13); II группа – 10-19% (n=13); III группа – 20-29% (n=21); IV группа – 30-39% (n=18); V группа – >40% (n=18).

Внутрилегочные травматические воздушные полости определили у 30 (36,1%) пострадавших. Они имели округлую или овальную форму, тонкую стенку (менее 1 мм) и были заполнены воздухом (-900...-1100 НУ).

Всего у 30 пострадавших было определено 589 пневматоцеле. Наиболее часто – в 37,0% (n=218) локализовались травматические пневматоцеле в верхних долях, справа чаще – в 20,5%, чем слева. В 32,8% (n=193) они располагались в средней доле. Реже, в 21,0% (n=124), в нижней доле справа, в 9,2% (n=54) – в нижней доле слева. В большинстве случаев (65,7%; n=387) определяли небольшие полости (размерами от 0,6 см до 1,0 см), а в 28% (n=165) – не превышающие в поперечном размере 0,5 см. Располагались они у большинства пострадавших (43,3%) на фоне травматической инфильтрации, у 26,7% – на фоне неинфильтрированной паренхимы. При разрыве легкого формировалась гематома, а если в ней присутствовали и воздух, и кровь, то на рентгенограмме и при КТ был виден горизонтальный уровень жидкости.

Внутрилегочные гематоцеле и пневмато-гематоцеле выявлены у 28 (33,7%) пострадавших. Они имели округлую или овальную форму, четкие контуры, тонкую стенку (менее 1 мм). У 25,0% (n=7) пострадавших определяли единичные, а у 75,0% (n=21) – множественные гематоцеле и пневмато-гематоцеле. Общее количество травматических гематоцеле и пневмато-гематоцеле у 28 пострадавших составило 165. Чаще они выявлялись на фоне инфильтрации легочной паренхимы – в 80,6% (n=133) и реже (19,4%; n=32) в неинфильтрированной легочной ткани. В 50,3% (n=83) были выявлены гематоцеле и пневмато-гематоцеле размерами от 1,0 см до 2,0 см, а от 0,5 см до 1,0 см обнаружены лишь у 26% (n=43). Расположение гематоцеле и пневмато-гематоцеле парамедиастинально отмечали в 47,9% (n=79). Локализацию гематоцеле и пневмато-гематоцеле вдоль костальной плевры определили в 34,5% (n=57). В 49,1% (n=81) встречалось нижнедолевое расположение внутрилегочных гематоцеле и пневмато-гематоцеле, чаще (27,3%) – справа. В 50,3% (n=83) были выявлены гематоцеле и пневмато-гематоцеле размерами от 1,1 см до 2,0 см, у 26% (n=43) размером от 0,5 см до 1,0 см.

Было достоверно доказано, что при ушибе легкого более 20-29% чаще выявляли внутрилегочные (гематоцеле и пневматоцеле, пневмато-гематоцеле) разрывы паренхимы ($p < 0,05$) – (рисунок 1).

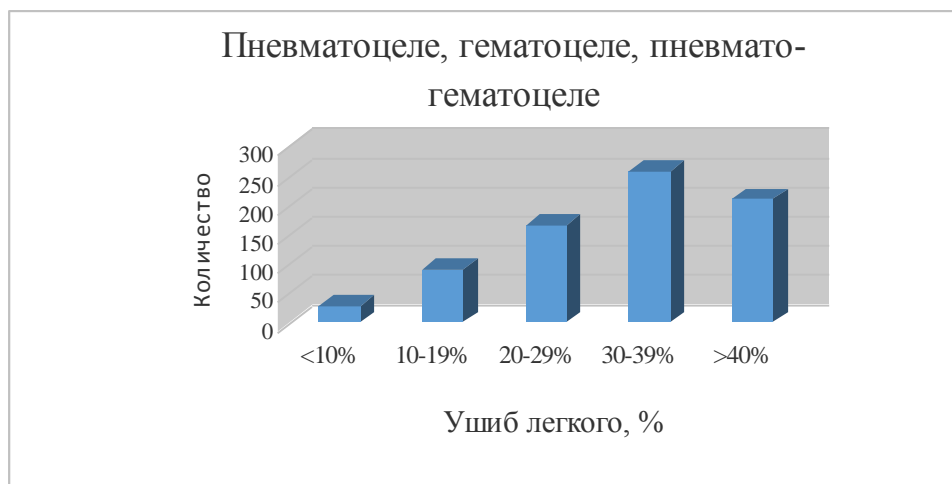


Рисунок 1 – Тенденция возрастания количества травматических пневматоцеле, внутрилегочных гематоцеле, пневмато-гематоцеле у пострадавших при ушибе легкого более 20-29%.

У 46% (n=76) пострадавших выявлены внутрилегочные гематомы с субтотальной степенью заполнения кровью, у 32,7% (n=54) внутрилегочные гематоцеле (пневмато-гематоцеле) были заполнены кровью менее чем на 1/10 объема. Реже, в 11,0% (n=18) и в 10,3% (n=17) они были полностью или наполовину заполнены кровью соответственно.

В единичных случаях размер разрывов легочной ткани («псевдокисты», заполненные воздухом или кровью) достигал 5 см, а в абсолютном большинстве наблюдений были небольшими (от 0,5 до 2 см).

Компьютерно-томографическая диагностика повреждений грудной стенки, плевры, органов средостения. Определение их взаимосвязи с ушибами легких. У всех пострадавших было выявлено повреждение грудной стенки с преобладанием двойных переломов ребер (42,2%), причем у 34,9% пациентов травма сопровождалась образованием реберного клапана. Из всех видов реберных клапанов заднебоковой встречался чаще – у 12 пострадавших (14,5%). В 9,6% (n=8) случаев был выявлен переднебоковой клапан, в 6 (7,2%) – передний. У 31 пациента (37,3%) был диагностирован перелом первых двух ребер.

Общее количество сломанных ребер составило 659, из них односторонних – 416 (63,1%), двусторонних – 243 (36,9%). Преобладали переломы ребер справа – 67,8% (n=345).

При сопоставлении полученных данных КТ выявлена взаимосвязь между характером повреждения костных структур, а также между объемом и повреждением легочной ткани.

Большие объемы ушибов легких достоверно чаще ($p<0,05$) встречались в группах пострадавших с множественными двойными переломами ребер (61,1%) и при переломах первых двух ребер (72,2%), что соответствует литературным данным (Wanek S., 2004). Ушиб легкого объемом 30-39% также достоверно чаще ($p<0,05$) встречался при множественных двойных переломах ребер (50,0%) (рисунок 2).

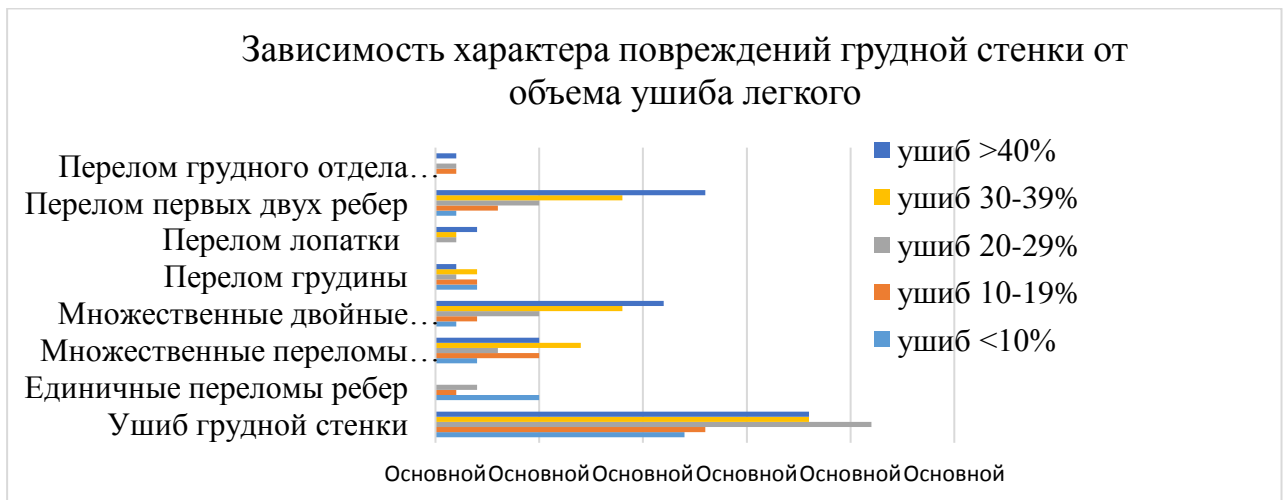


Рисунок 2 – Зависимость объема ушиба легкого от характера повреждений грудной стенки у пострадавших в различных группах

С наибольшей частотой ушиб легкого объемом более 40% происходил при переднебоковом реберном клапане (27,8%). Ушиб легкого объемом 30-39% чаще встречался при заднебоковом (22,2%), переднем и переднебоковом (по 11,1%) реберном клапане (рисунок 3).

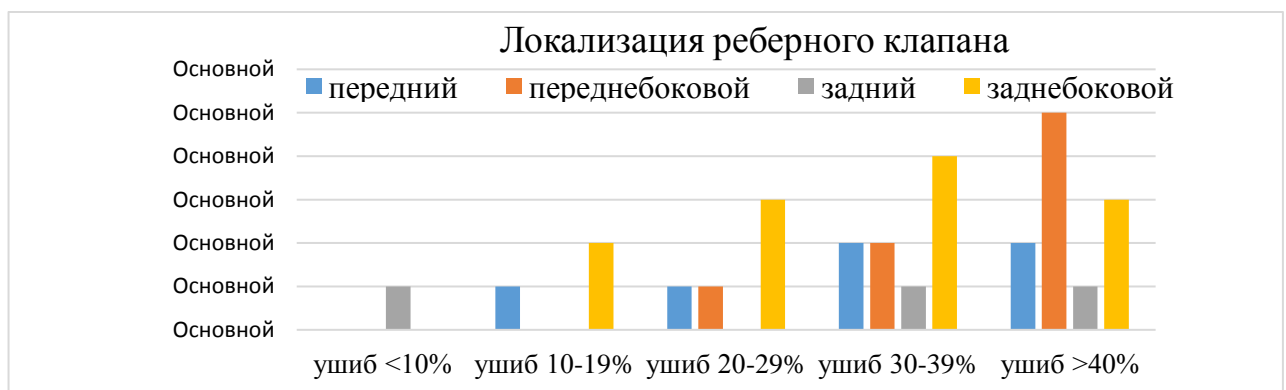


Рисунок 3 – Зависимость объема ушиба легкого от локализации реберного клапана у пострадавших

В структуре повреждений органов груди преобладал разрыв легкого (кроме ушиба легкого), который в 38,6% (n=32) случаев при первичном исследовании сопровождался пневмотораксом, чаще (34,9%) закрытым. У 21,7% (n=18) пациентов выявили пристеночный пневмоторакс, у 10,8% (n=9) – субтотальный, у 3,6% (n=3) – тотальный. Чаще, у 28,9% (n=24) пострадавших наблюдали односторонний пневмоторакс, двусторонний пневмоторакс был реже – у 9,6% (n=8). В 9,6% (n=8) случаев отмечалось наличие гемоторакса, в 6,0% (n=5) гемопневмоторакса.

Чем больше по объему был ушиб легкого, тем чаще выявляли пневмоторакс, особенно напряженный, и гемоторакс. Так, пневмоторакс чаще (n=12; 66,7%) встречался у пострадавших в группе с объемом ушиба легкого более 40%, реже – в 44,4% (n=8) у пострадавших в группе с ушибом легкого 30-39%. Напряженный пневмоторакс отметили только в группах с ушибом легкого более 40% и 30-39%.

Гемоторакс в 27,8% (n=5) наблюдали у пострадавших в группах с ушибом легкого более 40%.

С наибольшей частотой пневмоторакс выявляли при наличии у пострадавшего реберного клапана (18,1%), реже – при множественных переломах ребер со смещением (13,3%), и при множественных переломах ребер без выраженного смещения (6,0%). Эмфизема средостения чаще встречалась у пострадавших в группах с объемами ушиба легкого 30-39% и более 40%.

Результаты компьютерно-томографических и клинических исследований в мониторинге пострадавших с тяжелой сочетанной травмой и ушибами легких. КТ-исследования с волюметрией ушиба чаще (n=45) производили на четвертые сутки после получения травмы, реже (n=29) на третьи сутки и еще реже (n=15) через 18-24 часа после получения травмы. В последующем анализировали результаты рентгенологических, КТ-исследований и клинического мониторинга течения травматической болезни.

По данным КТ были выделены основные рентгенологические симптомы, характеризующие наиболее тяжелое осложнение ушиба легкого в течение травматической болезни – ОРДС, определены варианты его обратного развития.

Диагноз ОРДС определялся по совокупности клинических, лабораторных, физиологических и рентгенологических показателей. Рентгенологически, наряду с ушибом легких, выявляли двусторонние очаговые, сливные мультифокальные и диффузные (по типу «матового стекла») изменения с преимущественной локализацией в нижних и дорсальных отделах легких при относительно нормальной картине в вентральных отделах.

Выявляли как уплотнение, так и снижение плотности зон травматической инфильтрации. Чем ниже по плотностным показателям была травматическая инфильтрация изначально, тем достоверно ($p < 0,05$) реже она подвергалась консолидации.

Были выделены основные КТ-симптомы ранних легочных осложнений: адгезивные, компрессионные и обструктивные ателектазы. Адгезивные ателектазы на фоне организуемой травматической инфильтрации у пострадавших встречались часто (из 76 пациентов с ателектазами) – в 93,4% (n=71). У 28 пострадавших (36,8%) на фоне организуемой травматической инфильтрации, наблюдались компрессионные ателектазы, возникавшие вследствие накопления жидкости в плевральных полостях, и которые чаще – у 19 (67,9%) были двусторонними, и в 32,1% (n=9) – односторонними. У 21 (27,6%) человека компрессионные ателектазы, сочетались с адгезивными, и у 3 (0,4%), с обструктивными ателектазами.

Всего у 76 пострадавших было выявлено 378 ателектазов. Чаще (42,8%; n=162) в местах изначальной травматической инфильтрации выявляли адгезивные ателектазы, нередко в сочетании с компрессионными ателектазами (37,8%; n=143). Адгезивные необструктивные ателектазы, были выявлены в 162 (42,8%) случаях. Эти ателектазы по локализации были преимущественно заднелатеральные в 79,0% (n=128).

В зависимости от размеров первоначальной травматической инфильтрации 378 ателектазов подразделялись на: дольковые – 131 (34,7%), субсегментарные –

205 (54,2%) и долевые 42 (11,1%). Редко возникали обструктивные ателектазы – у 8 (9,6%) пострадавших, в результате внутрилегочного кровотечения, или скопления в бронхах содержимого (мокрота, свернувшаяся кровь).

У 7 пострадавших отмечалось увеличение кровенаполнения внутрилегочных пневмато-гематоцеле на 1-5-е сутки. В отдаленные сроки после травмы было обследовано 12 пострадавших, у которых по степени кровенаполнения пневмато-гематоцеле отмечалась динамика в сторону увеличения количества крови у 5 пострадавших (41,7%), ее уменьшения у 3 (25%), вплоть до полной эвакуации с формированием отдаленных пневматоцеле у 2 (16,6%) пострадавших. В большинстве случаев (80,5%; n=99) изменения размеров внутрилегочных гематоцеле у пострадавших не было.

Количество травматических пневматоцеле на 3-5 сутки увеличилось с 589 до 618, что связано с проведением ИВЛ. В 76,2% (n=471) случаев изменения размеров травматических псевдокист у пострадавших не было.

Чем больше ушиб, тем достоверно чаще ($p<0,05$) выявляли внутрилегочные гематомы.

При наличии переднего и переднебокового реберного клапана у пострадавших наблюдается ухудшение показателей функции внешнего дыхания и увеличение количества ранних легочных осложнений ($p<0,05$).

В 88,9% (n=24) случаев картина острого респираторного синдрома характеризовалась гетерогенным уплотнением с передне-задним градиентом и лишь в 11,1% (n=3) проявлялась как гомогенное уплотнение легочной ткани по типу «матового стекла».

Степень выраженности и тяжесть ОРДС отражалось в показателях тяжести клинического состояния пациентов, оксигенации, физиологических показателях системы дыхания и кровообращения, а также интегрально отражалась длительностью искусственной вентиляции легких и лечения пострадавших в отделении реанимации.

Значимое различие общей тяжести состояния и показателей внешнего дыхания на 3-5-е сутки течения травматической болезни было у пострадавших с ушибом легкого 20% и более ($p<0,05$). Большим был и уровень положительного давления в конце выдоха, применяемый при респираторной поддержке у данных пациентов ($p<0,05$) – (таблица 2).

Достоверно значимое ($p<0,05$) различие в длительности лечения выявлено между пострадавшими с объемом ушиба легочной ткани меньше 20% и с объемом 20% и более (таблица 3).

Анализ результатов, полученных при КТ в этих группах, не показал плавного увеличения частоты развития ОРДС в зависимости от объема ушиба. Однако резкое повышение наблюдалось при объеме ушиба $\geq 20\%$. Частота развития этого осложнения у пострадавших с объемом ушиба легких до 10% составила 12,5%; до 19% – 7,7%; до 29% – 38,1%; до 39% – 38,9%; свыше 40% – 50% (рисунок 4).

Это имеет не только прогностическое значение развития тяжелых осложнений ушиба легкого, длительности лечения и летальности, но и определяет возможность индивидуализации тактики лечения, в частности, при проведении респираторной поддержки (выбор уровня положительного давления в конце

выдоха), необходимости выполнения ранней трахеостомии у данного контингента пострадавших.

Таблица 2 – Показатели тяжести состояния, внешнего дыхания и центральной гемодинамики у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди (3-5-е сутки после травмы)

Показатель	Объем ушиба легкого, %				
	<10	10–19	20–29	30–39	40 и >
Шкала АРАСН II, балл	25,5±2,1	23,2±2,7	34,7±2,3*	37,2±3,1*	39,8±2,7*
Индекс оксигенации, у.е.	281±27	257±15	186±19*	173±25*	154±24*
Альвеолярное мертвое	15,2±2,1	18,3±2,5	29,2±2,1*	32,5±3,3*	34,7±1,9*
Растяжимость системы	48,3±4,3	43,7±2,7	32,1±2,2*	29,3±1,8*	25,1±2,5*
Используемое положительное	6,3±0,6	7,1±0,5	9,5±0,3*	10,8±0,4*	11,2±0,7*
Сердечный индекс, л/м ² /мин	3,82±0,26	3,36±0,15	3,41±0,21	3,31±0,22	2,53±0,15*

Примечание: * – статистически значимое различие между группами с разными объемами ушиба легкого, $p \leq 0,05$

Таблица 3 – Длительность искусственной вентиляции легких, лечения в отделении реанимации и летальность в зависимости от объема ушиба легкого

Показатель	Объем ушиба легкого, %				
	<10	10–19	20–29	30–39	>40
Длительность искусственной вентиляции легких, сут.	3,2±0,2	2,7±0,2	7,2±0,3*	8,3±0,4*	6,3±0,3*
Длительность лечения в отделении реанимации, сут.	4,3±0,3	4,1±0,4	8,1±0,7*	9,5±0,3*	8,7±0,4*
Летальность, %	12,5%	9,5%	25%	20%	25%

Примечание: * – статистически значимое различие между группами с разными объемами ушиба легкого, $p \leq 0,05$



Рисунок 4. – Тенденция возрастания частоты острого респираторного дистресс-синдрома в зависимости от увеличения объема ушиба легкого

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной научной работы была усовершенствована методика КТ груди с принудительной задержкой дыхания на вдохе при обследовании пострадавших с тяжелыми сочетанными травмами.

Установлено, что необходимо выполнять КТ-волюметрию для более точной оценки патологических изменений структур груди, количественного определения объема ушиба легкого, выявления осложнений и частоты их развития при динамическом обследовании пациентов, а также денситометрию пораженных участков легочной ткани.

На основе полученных результатов исследования определены рентгенологические характеристики трёх типов травматической инфильтрации легкого с соответствующими окнами рентгеновской плотности.

По данным КТ определены диагностические критерии ушиба лёгких, необходимые для их дифференциальной диагностики и планирования тактики лечения таких пострадавших.

Выделены основные компьютерно-томографические симптомы, характеризующие ушиб легкого: травматическая инфильтрация, травматические пневматоцеле (псевдокисты), гематоцеле (внутрилегочные гематомы). Кроме того, с помощью КТ-исследования возможно определить характер повреждения плевры, диафрагмы и органов средостения. Выявлена взаимосвязь между наличием пневмоторакса и гемоторакса, а также между характером повреждения костного каркаса груди.

Ушиб легкого является важным фактором риска развития ОРДС, но это исследование показало, что не выявлено линейной зависимости между размером ушиба и риском развития ОРДС, как можно было бы предположить. Риск его развития резко возрастает при объеме ушиба легкого более 20%. Пороговый характер частотных зависимостей нередок и связан с наличием функциональных резервов организма. Неучтенные различия между группами в исследовании были незначительными, тогда как повышение частоты ОРДС в группе с ушибом легкого более 20% более чем в три раза превышало частоту ОРДС в группе с ушибом легкого менее 20%. Вероятно, начиная с этой величины, ушиб легкого оказывает значительное влияние на патогенез ОРДС.

Таким образом, применение КТ позволяет более детально оценить интерстициальные структуры и выявить изменения на начальной стадии ОРДС, охарактеризовать характер, локализацию, выраженность и динамику патологических изменений легких при ушибе. Своевременная диагностика легочных осложнений при тяжелой сочетанной травме оказывает существенное влияние на выбор адекватной тактики лечения и улучшает прогноз для больного.

ВЫВОДЫ

1. Усовершенствованная методика компьютерной томографии груди для обследования пострадавших с тяжелыми сочетанными травмами включает предварительную преоксигенацию 100% кислородом, задержку дыхания в фазе вдоха, сканирование, анализ изображения с последующим выполнением волюметрии зоны ушиба легочной ткани и денситометрии.
2. Компьютерная томография является предпочтительным методом визуализации повреждений легких по диагностической информативности и переносимости у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди. Она позволяет получить информацию о локализации, объеме и степени тяжести повреждения паренхимы при ушибе легкого, определить сопутствующие изменения в плевре, костях, органах средостения, выявить ранние легочные осложнения и оценить их стадию.
3. По результатам работы выделено три типа рентгеновской плотности травматической инфильтрации легких: а) с плотностью $-34 \div +90$ НУ, $m=28$ НУ; б) с плотностью $-250 \div +1$ НУ, $m=-51$ НУ; в) с плотностью $-760 \div -230$ НУ, $m=-520$ НУ. Чем ниже по плотностным показателям травматическая инфильтрация изначально, тем реже она подвергается консолидации ($p < 0,05$), то есть исход благоприятнее.
4. Предложенный метод количественной оценки ушибов легких позволяет выделить группу пострадавших (с объемом ушиба более 20%) с высоким риском развития ранних легочных осложнений, а также проследить динамику их развития. С учетом биомеханики закрытой травмы груди и анализа результатов, величину объема ушиба легкого 20% можно рассматривать как пороговую оценку ушиба легкого, превышение которого резко увеличивает вероятность и тяжесть развития ОРДС при сочетанной травме.
5. Выявление зависимости объемов повреждений легких от характера повреждений грудной стенки и органов средостения позволяет оказывать специализированную помощь пострадавшим на раннем этапе после травмы. Большие объемы ушибов легких чаще ($p < 0,05$) встречаются в группах пострадавших с множественными двойными переломами ребер и при переломах первых двух ребер. Определена тенденция увеличения частоты пневмоторакса, особенно напряженного, и гемоторакса в зависимости от увеличения размеров ушиба легкого, а также частоты ушибов объемом более 40% при переднебоковом реберном клапане ($p < 0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Компьютерную томографию пострадавшим с тяжелой сочетанной травмой, включающую тупую травму груди с потребностью в ИВЛ, следует проводить на вдохе с предварительной преоксигенацией 100% кислородом в течение 5 мин, что обеспечивает неподвижность легочной ткани и диафрагмы, и улучшает визуализацию структуры и повреждений легочной паренхимы, органов средостения, верхнего этажа брюшной полости и костного каркаса.

2. Наряду с детальным изучением КТ-характеристик травматических изменений груди, целесообразно рассчитывать объем ушиба легкого с помощью программы томографа – КТ-волюметрии.
3. При организации помощи пострадавшим с сочетанной травмой рационально выделить две группы: с ушибами легкого до 20% от общего объема – нетяжелые ушибы и более 20% объёма – тяжелые ушибы легких, при которых наблюдается значительное ухудшение показателей функции внешнего дыхания и увеличение количества осложнений и ОРДС.
4. Для мониторинга изменений травмированного легкого необходимо проведение КТ в динамике в период развития ранних легочных осложнений (на 3-5 сутки после травмы) и в отдаленный период.

Перспективы дальнейшей разработки темы. При планировании научных исследований по настоящей теме наиболее перспективной представляется разработка и внедрение в клиническую практику новых методик постпроцессорной обработки с количественным определением выявленных изменений легочной ткани, например, КТ-сегментации или выявления зависимости развития легочных осложнений от линейных размеров ушиба легкого.

Целесообразно продолжить изучение места и роли многосрезовой КТ в выявлении признаков, характеризующих прогноз травматической болезни.

Перспективным направлением является изучение влияния ушиба легкого на развитие пневмоний у пострадавших с тяжелыми сочетанными травмами, а также повреждений костного каркаса груди во взаимосвязи с сопутствующими изменениями в легких и органах средостения.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Филиппова, И. А. Роль спиральной компьютерной томографии в выявлении острого респираторного дистресс-синдрома / И. А. Филиппова, С. Д. Рудь // Невский радиологический форум : сб. тез. докл. на конф., 02 - 05 апр., 2011 г., С.-Петербург / С.-Петерб. радиол. о-во. – Санкт-Петербург : Элби-СПб, 2011. – С. 248–249.

2. Филиппова, И. А. Спиральная компьютерная томография в определении разных стадий острого респираторного дистресс-синдрома / И. А. Филиппова, С. Д. Рудь // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2011. – Т. 5, № 2 : Материалы V Всерос. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2011», 25 – 27 мая 2011 г., Москва. – С. 455–456.

3. Филиппова, И. А. Возможности МСКТ с КТ-волюметрией груди в диагностике повреждений легких и оценке риска развития легочных осложнений у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой / И. А. Филиппова, Я. Е. Шорина // Рос. электрон. журн. лучевой диагностики = Rus. electronic j. of radiology : REJR. – 2012. – Т. 2, № 2 : Материалы VI Всерос. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2012», 30 мая – 1 июня 2012 г., Москва. – С. 621–622.

4. Филиппова, И. А. Роль КТ-волюметрии в диагностике ушибов легких и оценке риска развития легочных осложнений / И. А. Филиппова, Г. Е. Труфанов, С. Д. Рудь // Международный VI Невский радиологический форум : сб. тез. докл.

на конф., 05 – 07 апр., 2013 г., С.-Петербург / С.-Петерб. радиол. о-во. – Санкт-Петербург : Элби-СПб, 2013. – С. 74.

5. Филиппова, И. А. Усовершенствование методики компьютерной томографии груди у пострадавших с ушибом легких с тяжелой сочетанной травмой / И. А. Филиппова, С. Д. Рудь, Г. Е. Труфанов // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. – 2013. – Т. 44, № 2. – С. 114–118.

6. Филиппова, И. А. Определение взаимосвязи характера повреждения костного каркаса груди и объема повреждения легочной ткани у пострадавших с закрытой травмой груди при компьютерной томографии / И. А. Филиппова, С. Д. Рудь // Рос. электрон. журн. лучевой диагностики = Rus. electronic j. of radiology : REJR — 2014. – Т. 3, № 2 : Материалы VIII Всерос. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2014», 28 – 30 мая 2014 г., Москва, 2014. – С. 263–264.

7. Филиппова, И. А. Прогностическое значение компьютерно-томографической волюметрии в диагностике ушиба легких / И. А. Филиппова, С. Д. Рудь, Г. Е. Труфанов, С. В. Недомолкин // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. – 2014. – Т. 48, № 4. – С. 49–53.

8. Филиппова, И. А. Усовершенствованная методика КТ груди с принудительной задержкой дыхания на вдохе у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой, находящихся на ИВЛ / И. А. Филиппова, Г. Е. Труфанов, С. Д. Рудь // VIII Невский радиологический форум–2015 : сб. тр. конф., 10 - 12 апр., 2015 г., С.-Петербург / С.-Петерб. радиол. о-во. – Санкт-Петербург : Элби-СПб, 2015. – С. 737–738.

9. Гашина, М. И. Выявление зависимости объема повреждения легочной ткани от тяжести и характера повреждения грудной стенки и у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой методом КТ / М. И. Гашина, И. А. Филиппова, Г. Е. Труфанов, С. Д. Рудь // VIII Невский радиологический форум–2015 : сб. тр. конф., 10 – 12 апр., 2015 г., С.-Петербург / С.-Петерб. радиол. о-во. – Санкт-Петербург : Элби-СПб, 2015. – С. 149–150.

Список сокращений и условных обозначений

КТ – компьютерная томография

ОРДС – острый респираторный дистресс-синдром

НУ – диапазон единиц шкалы Хаунсфилда

ИВЛ – искусственная вентиляция легких