

И.А. Филиппова, С.Д. Рудь,
Г.Е. Труфанов, С.В. Недомолкин

Прогностическое значение компьютерно-томографической волюметрии в диагностике ушиба легких

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Обследовано 46 пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди. Все пострадавшие были разбиты на 5 групп в зависимости от объема ушиба легочной ткани, вычисленного с помощью программного обеспечения компьютерного томографа «Volume calculation». В I группу вошли 8 пострадавших с объемом ушиба легких до 10%, во II – 21 пострадавший с объемом ушиба от 10 до 20%, в III – 8 пострадавших с объемом ушиба от 21 до 30%, в IV – 5 пострадавших с объемом ушиба от 31 до 40%, в V – 4 пострадавших с объемом ушиба более 41%. Группы не различались по тяжести повреждений, тяжести общего состояния и неврологическому дефициту при поступлении. Также не было существенных различий между сравниваемыми группами показателей гемодинамики и внешнего дыхания.

Компьютерную томографию выполняли на 16-срезовом компьютерном томографе «Aquilion16» фирмы «Toshiba» (Япония) при поступлении (в первые 24 ч после травмы), на 5-е сутки (период развития осложнений травматической болезни). Плавного увеличения частоты развития острого респираторного дистресс-синдрома в зависимости от объема ушиба не отмечалось. 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 20% – 9,5%; до 30% – 37,5%; до 40% – 40%; свыше 40% – 50%.

Значимое различие общей тяжести состояния и показателей внешнего дыхания у пострадавших с ушибом легких было 20% и более, по сравнению с меньшим ушибом легочной ткани. Полагаем, что все ушибы легочной ткани у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди рационально разделить на 2 группы: до 20% от общего объема легких – нетяжелые ушибы легких, и более 20% – тяжелые ушибы легких.

Ключевые слова: ушиб легкого, острый респираторный дистресс-синдром, легочная паренхима, тяжелая сочетанная травма, компьютерная томография груди, травматическая болезнь, дыхательная функция, объем ушиба, легочные осложнения.

Введение. Ушиб легкого (УЛ) – это повреждение участка дыхательной паренхимы, с геморрагическим пропитыванием ткани легкого, внутриальвеолярными и внутрибронхиальными кровоизлияниями, проявляющееся морфологическими и функциональными нарушениями, прогрессирующими в динамике [1–3]. Характерной особенностью этого повреждения является сохранение целостности висцеральной плеврой с формированием в паренхиме кровоизлияний различной степени распространенности, вплоть до внутрилегочных гематом, а также дольковых ателектазов и даже травматической эмфиземы.

При закрытых травмах груди УЛ встречаются в 40–90% случаев. Ушибы нескольких сегментов или доли легкого ведут к таким нарушениям, как гиповентиляция пораженного участка, его перфузионные нарушения, внутрилегочное шунтирование крови в малом круге кровообращения через зону ушиба, отек поврежденной паренхимы легкого и прилежащих тканей. Клинически это проявляется нарушениями газообмена и напряжением системы внешнего дыхания. При этом из дыхательной функции исключаются значительные участки легкого, с шунтированием неоксигенированной крови справа налево [1].

Отечественные и зарубежные исследования показывают, что существует корреляционная связь между тяжестью УЛ и развитием легочных инфекционных осложнений, дыхательной недостаточности, частотой респираторного дистресс-синдрома взрослых (РДСВ) и летальностью [3, 7]. При развитии у пострадавших с обширным ушибом осложнений уровень летальности может достигать 90% [4].

Одно из первых описаний УЛ в медицинской литературе встречается в 1761 г., когда Morgagni сообщил о травме легкого без повреждения грудной стенки [5]. Из этого и других сообщений стало понятно, что повреждение паренхимы легкого может привести к развитию легочной недостаточности и смерти. Хотя успехи в лечении легочной недостаточности снизили заболеваемость и летальность от УЛ, он остается существенной проблемой, являясь самым частым внутригрудным повреждением с которым сталкиваются хирурги при закрытой травме груди. [4, 6]

Существует четкая связь между площадью поврежденной легочной паренхимы, по данным рентгенографии, и тяжестью клинических проявлений, а также с исходами лечения [11]. Однако выявляемый при рентгенографии размер ушиба часто не соответствует

истинному объему поврежденной легочной ткани, определяемому уже при секционном исследовании. Спустя 6 ч после травмы УЛ при рентгенографии не выявлялся в 21% случаев [9]. Это послужило поводом для сравнения эффективности рентгенографии и спиральной компьютерной томографии (СКТ) в диагностике УЛ в эксперименте. Результаты исследования показали, что две трети УЛ не были диагностированы при выполнении первичной рентгенографии, тогда как при использовании СКТ повреждения легких были описаны в 100% случаев.

Недооценка объема поврежденной легочной паренхимы в другом исследовании более часто наблюдалась по данным рентгенографии, чем при СКТ (58 и 8% соответственно) [10].

Таким образом, складывается впечатление, что СКТ является оптимальной методикой исследования для раннего выявления УЛ. Хотя методики по измерению УЛ были предложены на основе оценки размеров ушиба по данным компьютерной томографии (КТ), они требуют визуальной оценки и могут не отражать настоящий объем ушиба. Программное обеспечение для точного измерения повреждения паренхимы легких, и выявления участков уплотнения легочной ткани стало доступным лишь недавно. С появлением этой технологии стало возможным точное измерение УЛ и уточнение степени влияния объема ушиба на клинические проявления и исход. В доступных анализах исследований эти сопоставления не приводятся, не описаны морфологические особенности УЛ и их классификация по данным СКТ.

Цель исследования. Изучение морфологических особенностей УЛ у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди с применением методики определения объема поврежденной паренхимы легкого по данным КТ, установление закономерностей между вычисленным объемом и развитием осложнений у этих пациентов.

Материалы и методы. Обследованы 46 пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди, поступивших в клинику военно-полевой хирургии Военно-

медицинской академии им. С.М. Кирова в период с 2010 по 2012 г. Причиной травмы всех пациентов были дорожно-транспортные происшествия. 28 пациентов получили травму будучи водителями или пассажирами автомобилей, 3 – при управлении мотоциклами и 15 – пешеходы, сбитые автомобилем. Распределение повреждений по областям тела у пострадавших показано в таблице 1.

Таблица 1

Распределение сочетанной травмы по областям

Область повреждения	Пострадавшие, %	
Черепно-мозговая травма	39	84,7
Переломы длинных трубчатых костей	9	19,6
Переломы костей таза	6	13
Переломы ребер	33	71,7
Множественные переломы ребер с образованием реберного клапана	3	6,5
Травма живота	11	24

КТ выполняли на 16-срезовом томографе «Aquilion16» фирмы «Toshiba» (Япония). Реконструкцию изображений производили с толщиной среза 5 и 1 мм, инкремент реконструкции, соответственно, был 5 и 1 мм. Зона сканирования выбиралась от верхушек легких до задних диафрагмальных синусов. Сканирование производилось с задержкой дыхания на вдохе в течение 10–15 с после предварительной преоксигенации пациента 100% кислородом в течение 5 мин.

Непосредственно после травмы ушибы легких визуализировались в виде зоны консолидации легочной ткани без четкой зональности по сегментам легких, чаще прилежащие широким основанием к костальной плевре в месте воздействия травмирующей силы, но наиболее часто по заднебазальным отделам легких. Степень консолидации различалась от уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» до формирования зон однородной мягкотканной плотности без возможности дифференцировать отдельные анатомические структуры легких внутри этих зон (рис. 1.)

Расчет объема УЛ (КТ-волюметрия) производился с помощью программного обеспечения компьютерно-

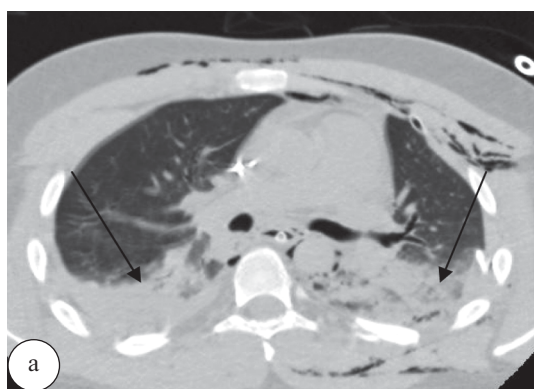


Рис. 1. КТ-груди, аксиальные срезы, легочный режим: а – двухсторонний УЛ, б – правосторонний УЛ. Зоны консолидации легочной ткани с частичной визуализацией на их фоне просветов деформированных бронхов (стрелка)

го томографа «Volume calculation». Принцип расчета основан на модифицированной формуле Симпсона. Для расчета объемов на аксиальных срезах обводили зону ушиба и определяли ее площадь (рис. 2). В дальнейшем объемы, вычисленные на каждом аксиальном срезе, суммировались для вычисления общего объема зоны поражения.

Далее определяли относительный объем повреждения от общего объема легких. В зависимости от объема ушиба все пациенты были ранжированы на группы. В I группу вошли 8 пострадавших с объемом УЛ до 10%, во II – 21 пострадавший с объемом ушиба от 10 до 20%, в III – 8 пострадавших с объемом ушиба от 21 до 30%, в IV – 5 пострадавших с объемом ушиба от 31 до 40%, в V – 4 пострадавших с объемом ушиба более 41%.

Эти группы не различались по тяжести повреждений, тяжести общего состояния, степени утраты сознания при поступлении. Также не было существенных различий между сравниваемыми группами по показателям гемодинамики и внешнего дыхания (табл. 2). Повторное исследование выполнялось всем пострадавшим на 5-е сутки.

Полученные значения объема повреждения легочной ткани сравнивали с клиническими данными в течение травматической болезни (3-й период – период развития осложнений) – показателями гемодинамики (сердечный индекс, артериальное давление); показателями внешнего дыхания (ИО, альвеолярное мертвое пространство, растяжимость легочной ткани); тяжестью течения травматической болезни (баллы шкалы acute physiology and health evaluation – APACHE II). Также изучали взаимосвязь объема повреждения легочной ткани с длительностью искусственной вентиляции легких (ИВЛ), необходимостью использования режима положительного давления в конце выдоха (ПДКВ) и его максимальных значений, факт развития острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС).

При повторном выполнении КТ-исследования органов груди обращали внимание на развитие рентгенологической картины отека (ОРДС), как наиболее грозного осложнения, развивающегося при ушибе легких.

Результаты и их обсуждение. Анализ КТ-данных в исследуемых группах не выявил плавного увеличе-

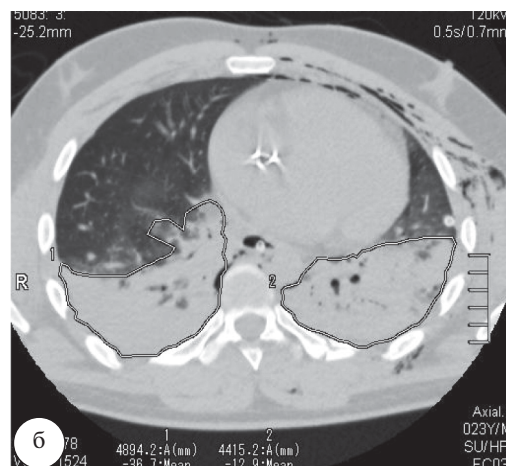
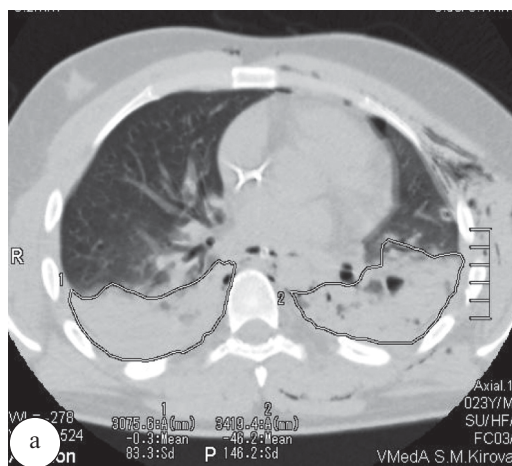


Рис. 2. КТ-груди, аксиальные срезы, легочный режим. Двухсторонний УЛ обведен замкнутой криволинейной линией

Характеристики групп с УЛ при поступлении

Таблица 2

Показатель	Объем УЛ, %				
	<10	10–20	21–30	31–40	41 и >
Возраст, лет	43,5±5,2	39,2±3,7	42,1±2,3	42,2±3,1	40,8±2,7
ISS, балл	36,5±3,2	34,5±2,7	32,3±1,1	34,8±2,1	33,7±3,2
AIS грудь, балл	3,41±0,25	3,52±0,12	3,17±0,16	3,63±0,2	3,24±0,17
Шкала ком Глазго, балл	12,1±1,1	13,2±0,7	11,7±0,9	12,3±1,2	11,9±1,1
ИО, у.е.	241±21	255±15	247±12	234±23	239±14
Систолическое АД, мм рт. ст.	117±12	129±21	131±15	107±11	112±16

Примечание: ISS – injury severity score (методика оценки тяжести травм, включающих повреждения нескольких областей тела); AIS – abbreviated injury scale (сокращенная шкала оценки тяжести повреждения одной области); ИО – индекс оксигенации (отношение парциального давления кислорода в артериальной крови и содержания кислорода во вдыхаемом воздухе); АД – артериальное давление; шкала ком Глазго – предназначена для оценки степени нарушения сознания и комы детей старше 4-х лет и взрослых.

Таблица 3

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

Показатель	Объем УЛ, %				
	<10	10–20	21–30	31–40	41 и >
Шкала APACH II, балл	25,5±2,1	23,2±2,7	34,7±2,3*	37,2±3,1*	39,8±2,7*
ИО, у.е.	281±27	257±15	186±19*	173±25*	154±24*
Альвеолярное мертвое пространство, %	15,2±2,1	18,3±2,5	29,2±2,1*	32,5±3,3*	34,7±1,9*
Растяжимость системы дыхания, мл/см вод. ст.	48,3±4,3	43,7±2,7	32,1±2,2*	29,3±1,8*	25,1±2,5*
Используемое ПДКВ, см вод. ст.	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: * – различие между показателями 1-й и 3–5-й группами и 2-й и 3–5 группами, $p \leq 0,05$.

Таблица 4

Длительность ИВЛ, лечения в ОРИТ и летальность в зависимости от объема УЛ

Показатель	Объем УЛ, %				
	<10	10–20	21–30	31–40	>41
Длительность ИВЛ, сут.	3,2±0,2	2,7±0,2	7,2±0,3*	8,3±0,4*	6,3±0,3*
Длительность лечения в ОРИТ, 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: ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии; * – различие между показателями 1-й и 3–5-й группами и 2-й и 3–5 группами, $p \leq 0,05$.

ния развития ОРДС в зависимости от объема ушиба. Однако резкое повышение наблюдалось при объеме ушиба >20%. Частота развития этого осложнения у пострадавших с объемом УЛ до 10% составила 12,5%; до 20% – 9,5%; до 30% – 37,5%; до 40% – 40%; свыше 40% – 50%.

Показано, что значимое различие общей тяжести состояния и показателей внешнего дыхания на 5-е сутки течения травматической болезни у пострадавших с УЛ было 20% и более. Значимо большим был и уровень положительного давления в конце выдоха, применяемый при респираторной поддержке у данных пациентов. Сердечный индекс значимо меньшим был лишь у пациентов с УЛ более 40% легочной ткани (табл. 3).

По результатам лечения данных пациентов была составлена сводная таблица эффективности и длительности лечения пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди во всех группах (табл. 4).

Из данных таблицы 4 видно, что значимое различие в длительности лечения и летальности выявлено между пострадавшими с объемом ушиба легочной ткани меньше 20% и с объемом 20% и более.

Заключение. Полагаем, что все ушибы легочной ткани у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди рационально разделить на две группы: до 20% от общего объема легких – нетяжелые ушибы и более 20% – тяжелые УЛ. Это имеет не только прогностическое значение развития осложнений УЛ, длительности лечения и летальности, но и определяет возможность

индивидуализации тактики лечения, в частности при проведении респираторной поддержки (выбор уровня ПДКВ), необходимости выполнения ранней трахеостомии у данного контингента пострадавших.

Литература

- Бисенков, Л.Н. Неотложная хирургия груди / Л.Н. Бисенков, О.В. Кочергаев. – Самара: Изд-во СамВМИ, 2005. – 74 с.
- Гуманенко, Е.К. Роль бронхофиброскопии в диагностике и лечении тяжелой механической травмы / Е.К. Гуманенко, А.М. Фахрутдинов // Вестн. хирургии. – 2001. – Т. 160, № 5. – С. 94–101.
- Самохвалов, И.М. Боевая хирургическая травма груди / Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов: рук-во для врачей / под ред. Е.К. Гуманенко, И.М. Самохвалова. – М., 2011. – С. 383–385.
- Allen, G.S. Pulmonary contusion: a collective review / G.S. Allen, N.E. Coates // Am. surg. – 1996. – Vol. 62 – P. 895–900.
- Fallon, M. Lung Injury in the intact thorax from report of a case / M. Fallon // Br. j. surg. – 1940. – Vol. 28 – P. 39.
- Hamrick, M.C. Critical evaluation of pulmonary contusion in the early post-traumatic period: risk of assisted ventilation / M.C. Hamrick [et al.] // Am surg. – 2009. – Vol. 75 – P. 1054–1058.
- Michelet, P. Early onset pneumonia in severe chest trauma: a risk factor analysis / P. Michelet [et al.] // J. Trauma. 2010. – Vol. 68 – № 2 – P. 395–400.
- Miller, P.R. Acute respiratory distress syndrome in blunt trauma: identification of independent risk factors / P.R. Miller [et al.] // Am. surg. – 2002. – Vol. 68 – P. 845–851.
- Schild, H.H. Pulmonary contusion: CT vs. plain radiograms / H.H. Schild [et al.] // J. comput assist tomogr. – 1989. – Vol. 13 – P. 417–420.
- Thies, S.D. Thromboxane receptor blockade improves oxygenation in an experimental model of acute lung injury /

S.D. Thies [et al.] // Ann thorac surg. – 1996. – Vol. 61 – P. 1453–1457.

11. Kaewlai, R. Multidetector CT of blunt thoracic trauma / R. Kaewlai [et al.] // Radiographics. – 2008. – Vol. 28 – P. 1555–1570.

I.A. Filippova, S.D. Rud, G.E. Trufanov, S.V. Nedomolkin

Role of computer tomography volumetry in diagnosis of lung injury

Abstract. 46 patients with severe combined chest trauma were included in this study. Patients were classified using contusion volume into groups depending on the contusion volume, calculated using the software of the computer tomographer «Volume calculation». In the group I we included 8 patients with the volume of injury to 10%, in II – 21 patients with the volume of injury from 10 to 20%, III – 8 patients with the volume of injury 21 to 30%, in IV – 5 patients with the volume of injury from 31 to 40%, in V – 5 patients with the volume of injury more than 40% of the lung tissue. These groups did not differ in the severity of injuries, the severity of the general condition, and neurological deficits on admission. There were also no significant differences between treatment groups hemodynamic and respiratory systems.

Computed tomography scans were performed on 16-slice computed tomography scanner «Aquilion16» made by the firm «Toshiba» (Japan) on admission (in the first 24 hours after the injury), on the 5th day (period of complications of traumatic disease). Analysis of acute respiratory distress syndrome incidence at progressive levels of contusion showed not a smooth increase in acute respiratory distress syndrome with worsening contusion, but a sharp increase at $\geq 20\%$ contusion. The frequency of this complication in patients with pulmonary contusion volume less than 10% was 12,5%, up to (more than) 20% – 9,5% to 30% – 37,5% to 40% – 40% over 40% – 50%. Significant difference in overall severity and external respiration had suffered a pulmonary contusion 20% or more compared with less lung injury. Believed, all injuries lung tissue in patients with severe combined chest trauma rationally were divide up 2 group: to 20% of light – not heavy bruises lungs, and 20% by volume, and more – severe bruising of the lungs.

Key words: lung injury, acute respiratory distress syndrome, pulmonary parenchyma, severe concomitant injury, chest computer tomography, traumatic illness, respiratory function, amount of injury, pulmonary complications.

Контактный телефон: +7-911-289-74-24; e-mail: ifilippova1985@mail.ru