

УДК 616.712-001.4-06:612.181-001-073.756.8

DOI: 10.24884/1682-6655-2019-18-1-31-38

А. Ю. ВАСИЛЬЕВ<sup>1</sup>, И. С. ОБЕЛЬЧАК<sup>2</sup>

## Мультисрезовая компьютерная томография в диагностике повреждений магистральных сосудов при огнестрельной травме груди

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия  
127206, Россия, Москва, ул. Вучетича, д. 9а

<sup>2</sup> Федеральное государственное казенное учреждение здравоохранения «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации», Московский институт непрерывного образования, Москва, Россия  
143915, Россия, Московская область, г. Балашиха, Вишняковское шоссе, влад. 101  
e-mail: auv62@mail.ru

Статья поступила в редакцию 01.02.19; принята к печати 22.02.19

### Резюме

**Цель** – изучить возможности мультисрезовой компьютерной томоангиографии (МСКТА) при подозрении на повреждение магистральных сосудов при огнестрельной боевой травме грудной клетки.

**Материал и методы.** Проведено лучевое обследование 130 раненых с огнестрельными повреждениями грудной клетки для оценки характера, диагностики огнестрельных повреждений сосудистого русла.

**Результаты.** Из 130 раненых с огнестрельными ранениями груди у 41 (31,5 %) пострадавшего огнестрельные ранения груди носили непроникающий характер, у 89 (68,5 %) отмечались проникающие повреждения. У 76 (58,4 %) пациентов с огнестрельными повреждениями груди характер ранения был осколочный, у 54 (41,6 %) ранения были пулевыми.

В алгоритме лучевого обследования пациентов с огнестрельными ранениями грудной клетки для выявления характера повреждений органов средостения и сосудистых структур основным методом визуализации являлась МСКТ с контрастным усилением.

Повреждения костей костного каркаса грудной клетки (ребра, ключица, грудина, лопатки) методом МСКТ отмечались у 23 (17,6 %) пациентов. Почти у половины – 66 (50,1 %) – раненых с огнестрельными повреждениями при МСКТ-исследовании отмечался травматический ушиб (пульмонит) легкого. В 2 (1,5 %) случаях выявлено повреждение сердца, не распознанное на этапе квалифицированной хирургической помощи. У 2 раненых диагностирована ложная посттравматическая аневризма грудной аорты.

Точность, чувствительность, специфичность МСКТ-ангиографии при визуализации сосудистого русла и диагностике повреждений магистральных сосудов грудной полости составила 98, 97 и 97 % соответственно.

**Выводы.** МСКТ позволила достоверно оценить характер огнестрельных повреждений органов грудной клетки, выявить своевременно повреждение магистральных сосудов средостения, определить локализацию инородных ранящих тел вблизи сосудистых структур, определить хирургическую тактику.

**Ключевые слова:** мультисрезовая компьютерная томография, огнестрельные ранения груди, повреждения аорты, сердца

**Для цитирования:** Васильев А. Ю., Обельчак И. С. Мультисрезовая компьютерная томография в диагностике повреждений магистральных сосудов при огнестрельной травме груди. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2018;18(1):31–38. Doi: 10.24884/1682-6655-2019-18-1-31-38

UDC 616.712-001.4-06:612.181-001-073.756.8

DOI: 10.24884/1682-6655-2019-18-1-31-38

А. Yu. VASIL'EV<sup>1</sup>, I. S. OBELCHAK<sup>2</sup>

## Multidetector computed tomography in the diagnosis of lesions of the main vessels for gunshot injury of the chest

<sup>1</sup> Moscow State Medical and Dental University A. I. Evdokimova», Russia, Moscow  
127206, Russia, Moscow, Vucheticha street, 9a

<sup>2</sup> Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Moscow Institute of Continuing Education, Russia, Moscow  
143915, Russia, Moscow region, Balashikha, Vishnyakovskoe highway, vlad. 101  
e-mail: auv62@mail.ru

Received 01.02.19; accepted 22.02.19

**Summary**

**Purpose** – examine the possibilities of multislice computed tomography (MSCT) in case of suspected damage to the great vessels in a chest gunshot fighting injury.

**Material and methods.** A radiation survey of 130 wounded with gunshot injuries of the chest to assess the nature, diagnosis of gunshot injuries of the vascular bed.

**Results.** Of the 130 wounded with gunshot wounds to the chest, 41 (31.5 %) of the injured had gunshot wounds to the chest were non-penetrating, and 89 (68.5 %) had penetrating injuries. In 76 (58.4 %) patients with gunshot chest injuries, the nature of the wound was fragmentation, in 54 (41.6 %), wounds were bullet wounds. In the algorithm of radiation examination of patients with gunshot wounds of the chest to identify the nature of damage to the organs of the mediastinum and vascular structures, the main method of visualization was MSCT with contrast enhancement.

Damage to the bone skeleton of the chest (ribs, collarbone, sternum, scapula) by MSCT was observed in 23 (17.6 %) patients. Almost half – 66 (50.1 %) of the wounded with gunshot injuries during MSCT examination, traumatic injury (pneumonitis) of the lung was observed. In 2 (1.5 %) cases, damage to the heart was detected that was not recognized at the stage of skilled surgical care. False post-traumatic aneurysm of the thoracic aorta was diagnosed in two wounded. Accuracy, sensitivity, specificity of MSCT angiography in imaging of the vascular bed and diagnosis of damage to the great vessels of the chest cavity was 98, 97 and 97 %, respectively.

**Conclusions.** MSCT made it possible to reliably assess the nature of the gunshot injuries of the chest, identify timely damage to the great vessels of the mediastinum, determine the localization of the foreign injuring bodies near the vascular structures, and determine the surgical tactics.

**Keywords:** multislice computed tomography, gunshot wounds to the chest, damage to the aorta, heart

**For citation:** Vasil'ev A. Yu., Obelchak I. S. Multidetector computed tomography in the diagnosis of lesions of the main vessels for gunshot injury of the chest. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2019;18(1):31–38. Doi: 10.24884/1682-6655-2019-18-1-31-38

**Введение**

В современном мире отмечается постоянное увеличение числа локальных вооруженных войн и контртеррористических операций, а также террористических актов в решении межэтнических, религиозных, политических конфликтов, которые сопровождаются большим числом пострадавших от огнестрельных ранений [1–5].

Частота боевой огнестрельной травмы груди в современных локальных войнах и вооруженных конфликтах остается высокой и составляет от 4 до 11,6 % боевых повреждений [1, 3]. Со времен Великой Отечественной войны (ВОВ) частота боевой травмы груди существенно не изменилась. В общей структуре боевой хирургической травмы травма груди в ВОВ составляла 7–12 %, среди военнослужащих США во время войны во Вьетнаме – 7 %, в Афганистане – 6–12 %, во время вооруженного конфликта в Чеченской Республике – 4,0–11,3 % [1, 3].

Несмотря на совершенствование индивидуальных средств защиты, отмечается относительное увеличение числа проникающих огнестрельных ранений груди, которые в современных локальных войнах и вооруженных конфликтах достигают 51,2–75,5 % от всех ранений груди [1, 3]. Огнестрельная боевая травма груди занимает 3-е место в структуре санитарных потерь после ранений конечностей и головы [1, 3].

При огнестрельных проникающих ранениях грудной клетки, которые сопровождаются коллапсом легкого и внутриплевральным кровотечением, на первых этапах оказания медицинской помощи основным доступным первичным методом лучевой диагностики остается рентгенография грудной клетки, которая позволяет определить степень гемоторакса (малый, средний, большой), но не обладает высокой специфичностью, так как не позволяет выявить источник кровотечения [6].

При критическом состоянии и проведении реанимационных мероприятий раненые могут поступать в

операционную, минуя диагностические обследования для остановки продолжающегося внутриплеврального кровотечения [2, 5].

На этапах оказания специализированной хирургической помощи при стабильной гемодинамике раненых, при нарастании внутриплеврального кровотечения, необходимо проводить лучевые методы диагностики для выявления источника кровотечения (ультразвуковую доплерографию, мультисрезовую компьютерную ангиографию (МСКТ), селективную ангиографию) [2–4]. Динамическое контрольное лучевое обследование может выполняться в рамках «damage contro 1», когда результаты исследований сомнительные, «пограничные», когда дальнейшая хирургическая тактика еще не определена [1, 4].

Первичное лучевое исследование при повреждении грудной полости включает выполнение рентгенографии в двух проекциях (прямой и боковой), лучше при вертикальном положении пострадавшего. Если же пострадавший может находиться только в горизонтальном положении, то снимки в боковой проекции должны выполняться без изменения положения раненого (латерография). Рентгенограммы грудной клетки в большинстве случаев позволяют диагностировать травматические изменения легких, пневмо- и гемоторакс, большие медиастинальные гематомы, переломы ребер, позвоночника.

Для первичной ургентной диагностики повреждений при огнестрельных ранениях туловища был предложен клинический алгоритм, включающий FAST-исследование (Focused assessment with sonography for trauma) при первичном обследовании пациента с торакальной травмой, использующийся более чем в 50 странах. Так, G. S. Rozycki (1999) одним из первых показал высокую специфичность и чувствительность FAST-исследования – 95,6 и 79 % соответственно в выявлении гемоперикарда и гемоперитонеума у пациентов с огнестрельными ранениями. Авторы считают, что ультразвуковой метод должен быть первичным вспомогательным

методом у пациентов с огнестрельными ранениями (G. S. Rozyski, 1998 г.). Но ультразвуковые исследования (УЗИ) имеют существенный недостаток у пострадавших с огнестрельными ранениями груди – недостаточная чувствительность в определении показаний к оперативному вмешательству при огнестрельных ранениях 63–65 % [8, 9, 14].

Показания для неотложной МСКТ возникают, когда необходимо диагностировать скрытые, нераспознанные повреждения, которые не выявлены при рентгенографии и ультразвуковых исследованиях, которые обуславливают тяжелое состояние пострадавшего. МСКТ выполняется для достоверной оценки характера повреждений средостения, при подозрении на повреждение магистральных сосудов средостения, для анатомо-топографической локализации инородных тел, располагающихся вблизи магистральных сосудов груди.

На сегодняшний день основным достоверным методом диагностики повреждений магистральных сосудов и визуализации сосудистого русла средостения является МСКТ-ангиография [10–12].

### Материал и методы исследования

В исследование были включены 130 пациентов с огнестрельными ранениями грудной клетки, что составило 29,9 % от общего числа обследованных пострадавших (n=435). Все раненые были мужчинами в возрасте от 18 до 52 лет. Средний возраст пострадавших составлял (22,3±2,1) года.

Основным методом лучевой диагностики на первичных этапах оказания хирургической помощи являлось рентгенологическое исследование грудной клетки, которое выполняли всем раненым при поступлении при наличии технических возможностей. Раненым, поступившим в удовлетворительном состоянии, выполняли обзорную рентгенографию в вертикальном положении, при необходимости дополняли ее рентгенографией в боковой проекции. Тяжелораненым и раненым средней степени тяжести выполняли обзорную прямую рентгенографию в горизонтальном положении, чаще в условиях операционной или реанимационного отделения передвижным рентгеновским аппаратом.

Ультразвуковые исследования проводили на цифровых аппаратах Toshiba Aplio XG, Toshiba Nemio XG (Япония) по стандартной методике с использованием линейных мультисрезовых датчиков в диапазоне 5–14 МГц.

Мультисрезовую компьютерную томографию проводили с толщиной скана 1,0–1,5 мм, питч – 0,75–1,0; время ротации рентгеновской трубки – от 0,4 до 0,79 с, при напряжении 100–120 кВ, силе тока 180–350 мА, с интервалом реконструкции 1 мм.

При подозрении на повреждение сосудистых структур проводили исследование грудной клетки на фоне внутривенного болюсного контрастирования с использованием автоматического иньектора, с введением неионных рентгеноконтрастных препаратов. Рентгеноконтрастный препарат вводили через двухколбовый иньектор со скоростью 4,5–6,0 мл/с через кубитальную вену.

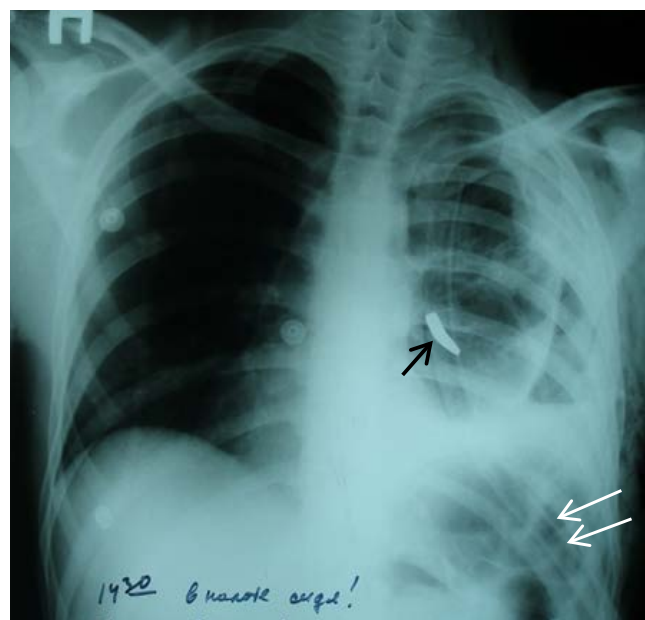


Рис. 1. Рентгенография органов грудной клетки. В левом гемитораксе визуализируется инородное тело (пуля) (черная стрелка), средний гемиторакс, установлен дренаж (белая стрелка)

Fig. 1. Radiography of the chest. In the left hemithorax, a foreign body (bullet) is visualized (black arrow), hemothorax are medium size, a drainage is installed (white arrow)

### Результаты исследования и их обсуждение

На этапе оказания специализированной хирургической помощи в госпитале было проведено комплексное обследование с использованием лучевых методов визуализации 130 (29,9 %) раненым с огнестрельными повреждениями грудной клетки (n=435). У 41 (31,5 %) раненого огнестрельные ранения груди носили непроникающий характер, у 89 (68,5 %) раненых отмечались проникающие повреждения грудной клетки. У 36 (40,4 %) раненых ранения были проникающими сквозными, у 53 (59,6 %) – слепыми.

У 76 (58,4 %) пациентов с огнестрельными повреждениями груди характер ранения был осколочный, у 54 (41,6 %) ранения были пулевыми. Из 130 пострадавших в этой группе у 36 (27,6 %) отмечались сочетанные повреждения – торакоабдоминальные ранения. Торакоабдоминальные ранения проявлялись сочетанными повреждениями груди и живота и отличались наиболее тяжелым течением, частыми осложнениями и высокой летальностью.

Рентгенологические исследования проводили в палате интенсивной терапии, в положении пациента лежа или в положении латеропозиции. Обзорные рентгенограммы органов грудной полости выполняли при подозрении на пневмоторакс, гемоторакс, для оценки состояния костного каркаса груди, определения локализации и топографии инородных тел (рис. 1).

Применение ультразвуковых исследований органов грудной полости у пациентов с огнестрельными ранениями ограничивалось особенностями и характером ранений пациентов. Отсутствие ультразвукового окна, наличие при этих ранениях подкожной эмфиземы грудной стенки, дренажей, тактильное воздействие на поврежденные ткани делали ультра-



## Структура повреждений, выявленных при мультисрезовой компьютерной томографии

## The structure of damage identified by multislice computed tomography

| Характер повреждений                | Число раненых |              |                  |
|-------------------------------------|---------------|--------------|------------------|
|                                     | всего         | подтверждено | впервые выявлено |
| Пневмоторакс                        | 20            | 17           | 3                |
| Гемоторакс                          | 31            | 31           | –                |
| Пневмогемоторакс                    | 33            | 30           | 3                |
| Эмфизема средостения                | 6             | 4            | 2                |
| Гематома средостения                | 2             | 2            | 1                |
| Повреждение сердца                  | 2             | 1            | 1                |
| Повреждение грудной аорты           | 2             | 1            | 1                |
| Повреждение ребер, лопатки, грудины | 23            | 18           | 5                |
| Повреждение позвоночника            | 3             | 2            | 1                |
| Пневмония                           | 66            | 45           | 21               |
| Осумкованный гемоторакс             | 7             | 5            | 2                |
| Эмпиема плевры                      | 6             | 5            | 1                |

звуковые исследования грудной полости зачастую неинформативными, недоступными и трудоемкими. Таким образом, проведение УЗИ у этой категории раненых в ранний посттравматический и послеоперационный период считали нецелесообразным. У 13 пациентов исследование проводилось на фоне искусственной вентиляции легких (ИВЛ), соответственно, без задержки дыхания.

У 130 раненых с огнестрельными ранениями грудной клетки было выполнено 142 МСКТ-ангиографических исследований, в том числе для исключения повреждений сосудистых структур, выявления источника продолжающегося кровотечения. При подозрении на повреждение магистральных сосудов грудной полости проводили МСКТ-ангиографию грудной клетки на фоне болюсного внутривенного контрастирования (таблица).



Рис. 2. Огнестрельное слепое осколочное проникающее ранение левого гемоторакса. При МСКТ (аксиальные срезы) определяется гемоторакс с травматическим пульмонитом (плотность легочной ткани в зоне повреждения до +78 HU), в левой плевральной полости визуализируется дренаж (белая стрелка)

Fig. 2. Gunshot blind fragmentation penetrating wound of the left hemithorax. MSCT (axial sections) determine hemothorax with traumatic pulmonitis (lung tissue density in the area of damage up to +78 HU), drainage is visualized in the left pleural cavity (white arrow)

Анализ данных таблицы показывает, что методом МСКТ впервые выявлены 20,0 % всех повреждений внутренних органов грудной полости при огнестрельных ранениях.

Кроме того, МСКТ позволила диагностировать повреждения костей костного каркаса грудной клетки (ребра, ключица, грудина, лопатки) у 23 (17,6 %) пациентов. У 5 (21,7 %) из них переломы костей грудной клетки были дополнительно или впервые выявлены методом МСКТ после проведенной ранее рентгенографии.

В 31 (23,8 %) случае при огнестрельных ранениях были выявлены признаки гемоторакса, и в 2 (1,5 %) случаях – гематомы средостения при выполнении МСКТ. Плотностные показатели выявленной патологической жидкости в плевральной полости и средостении в пределах +60...+90 HU расценивали как свежую свободную кровь (рис. 2). Плотностные показатели свободной жидкости в +30...+50 HU, признаки седиментации позволяли предполагать наличие свертка крови при формировании свернувшегося гемоторакса.

В 2 (1,5 %) случаях выявлено повреждение сердца, не распознанное на этапе квалифицированной хирургической помощи. Локализацию инородных тел средостения по данным рентгенологического, УЗИ-исследования точно определить не удалось. Органная принадлежность была верифицирована только после проведения МСКТ-ангиографии на этапе специализированной хирургической помощи (рис. 3).

Непосредственное прилегание инородного тела (ранящего снаряда) к стенке магистрального сосуда было выявлено при МСКТ у 21 (16,1 %) раненых (рис. 4; 6). У 8 пострадавших отмечалась парааортальная локализация осколка – между стенкой аорты, БЦА, передними отделами тел грудных позвонков или грудины, без видимой компрессии сосуда (рис. 6). У 6 пациентов визуализировались мелкие осколки в непосредственной близости от подключичных сосудов (рис. 4).

По рекомендациям военно-полевой хирургии обязательному удалению подлежат инородные тела любого размера, находящиеся вблизи сердца, крупных сосудов средостения и корня легкого, а также инородные тела (размерами более 10 мм) в паренхиме легкого или свободно расположенные в плевральной полости (рис. 5).

У 7 раненых определялись инородные тела (пули, осколки) в непосредственной близости к легочным артериям и/или венам (рис. 6).

При огнестрельных ранениях груди диагностические мероприятия с использованием традиционных методов рентгенографии, ультразвуковых методов, селективной ангиографии на этапе оказания специализированной хирургической помощи могут быть смещены в пользу одного метода визуализации, который позволит оценить характер повреждений, определить лечебную хирургическую тактику. Таким методом лучевой диагностики огнестрельных повреждений становится МСКТ-ангиография.

Диагностика повреждений магистральных сосудов средостения, грудной полости с использованием МСКТ-ангиографии была достаточно достоверной. Точность, чувствительность, специфичность МСКТ-ангиографии при визуализации сосудистого русла и диагностике повреждений магистральных сосудов грудной полости составила 98, 97 и 97 % соответственно.

Первичным методом лучевой диагностики повреждений при огнестрельных ранениях грудной полости остается традиционная рентгенография грудной клетки, которая позволяет выявить важные основные повреждения легких, костного каркаса груди, органов средостения, определяющих тяжелое состояние пациента.

Ультразвуковые методы исследования органов грудной полости у пациентов с огнестрельными ранениями груди ограничены в применении в связи характером ранений, наличием подкожной эмфиземы грудной стенки, дренажей.

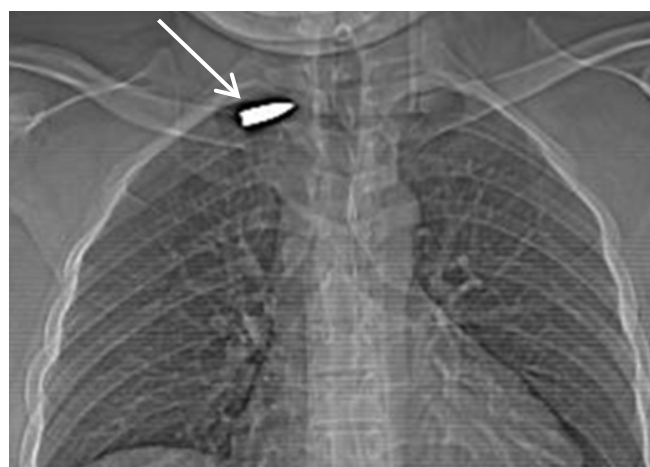


Рис. 3. МСКТ-ангиография грудной полости при огнестрельном проникающем осколочном ранении грудной клетки. На изображениях МИП-реконструкции визуализируется инородное тело (осколок) в проекции базального сегмента на уровне межжелудочковой перегородки, без нарушения целостности внутренней стенки миокарда

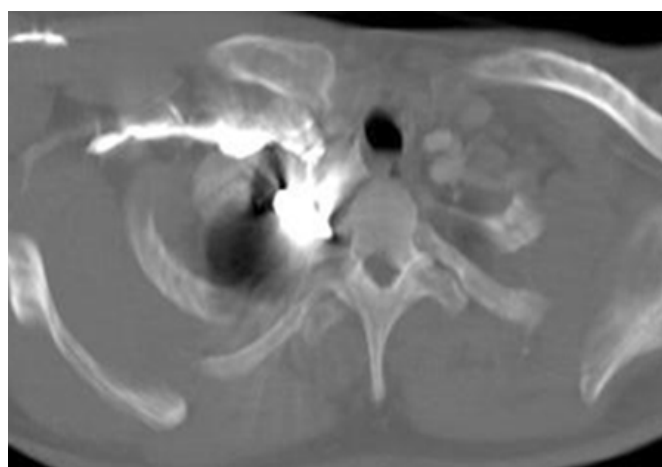
Fig. 3. MSCT angiography of the chest cavity in a gunshot penetrating shrapnel wound to the chest. On the MIP reconstruction images, a foreign body (fragment) is visualized in the projection of the basal segment at the level of the ventricular septum, without disturbing the integrity of the inner wall of the myocardium

В диагностике повреждений и визуализации сосудистого русла ни один из вышеперечисленных методов не может соперничать с МСКТ-ангиографией, которая позволяет оценить характер повреждений органов средостения, магистральных сосудов, сердца [9, 11, 13].

По результатам исследований зарубежных авторов (N. A. Stassen, J. K. Lukan, D. A. Spain, 2003, 2010 гг.) при обследовании гемодинамически стабильных па-



а



б

Рис. 4. Огнестрельное пулевое слепое проникающее ранение правой половины грудной клетки:

а – МСКТ-сканограмма. В прямой проекции визуализируется ранящий снаряд (пуля) в области верхушки правого легкого (стрелка); б – МСКТ-ангиография грудной полости. Визуализируется ранящий снаряд (пуля) в непосредственной близости от правой подключичной вены, без повреждения брахиоцефальных сосудов

Fig. 4. Gunshot gunshot blind penetrating wound of the right half of the chest:

а – MSCT scan. On the scanogram in a direct projection, a wounding projectile (bullet) in the apex of the right lung (arrow) is visualized; б – MSCT angiography of the chest cavity. A injuring projectile (bullet) is visualized in the immediate vicinity of the right subclavian vein, without damaging the brachiocephalic vessels



Рис. 5. Видеоторакоскопия справа: визуализируется краевое повреждение легкого (ушиб, геморрагическое пропитывание), инородное тело (пуля), фиксированное зажимом

Fig. 5. Right-sided video-assisted thoracoscopic examination: visualization of marginal lung damage (contusion, hemorrhagic soaking), foreign body (bullet), fixed with a clamp

циентов с огнестрельными ранениями груди, применив МСКТ-ангиографию, в 68 % случаев удалось избежать неоправданных хирургических вмешательств.

При проникающих огнестрельных ранениях грудной клетки повреждения венозных сосудов встречаются не так редко, как описывается в литературе. Это может быть связано с высоким процентом летальности при проникающей травме груди с массивным кровотечением, поэтому существуют ограниченные единичные сообщения в литературе о повреждениях венозного русла. Широкое использование МСКТ-ангиографии увеличивает частоту обнаружения повреждений венозного русла у пациентов с огнестрельными ранениями грудной полости [11].

Результаты нативной МСКТ позволяют выявить средостенную гематому, пневмомедиастинум, локализацию ранящих инородных тел. А выполнение

МСКТ-ангиографии позволяет точно определить взаимоотношение инородных тел и сосудистых структур, диагностировать повреждения сосудов и сердца. МСКТ-ангиография является безопасным, эффективным и экономным методом скрининга для оценки характера повреждений у гемодинамически стабильных пациентов, уменьшая затраты на обследование этой категории раненых [6, 8, 12].

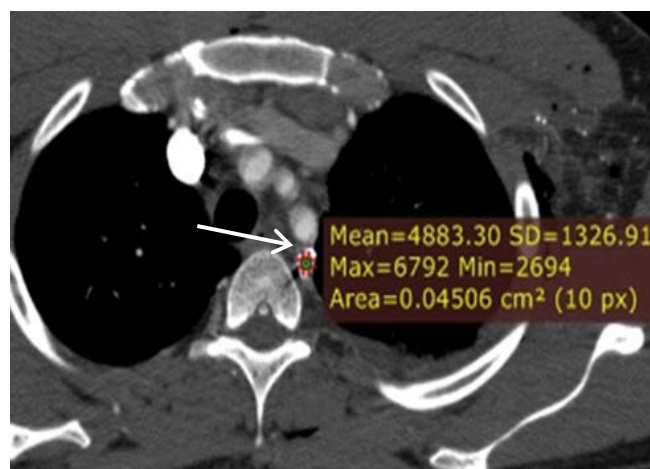
Еще несколько десятилетий назад оценка прекардиальных повреждений при огнестрельных торакальных ранениях осуществлялась традиционно, включая рентгенологические исследования, селективную катетерную ангиографию, бронхоскопию, эзофагоскопию-графию, что было не всегда возможно выполнить на этапах оказания хирургической помощи. Это приводило к удлинению диагностического периода и отсрочиванию принятия лечебной тактики. Внедрение и использование МСКТ при проникающих ранениях груди привело к модификации протокола лучевого обследования (N. A. Stassen, J. K. Lukan, D. A. Spain, 2003, 2010 гг.). Предложенный алгоритм лучевого исследования включал в себя рентгенографию грудной клетки, абдоминальное УЗИ, МСКТ-ангиографию для оценки потенциальных медиастинальных повреждений, сосудов, по результатам которых определялась дальнейшая лечебная тактика: или оперативные вмешательства, или динамическое наблюдение.

В зарубежной литературе приводятся единичные случаи диагностики редких осложнений при огнестрельных повреждениях магистральных сосудов средостения – ложных аневризм грудной аорты, легочной артерии, которые визуализируются при МСКТ-ангиографии, МСКТ-ангиопульмонографии [10, 12].

Если раньше стандартная диагностика повреждений при огнестрельных ранениях грудной полости обычно включала проведение селективной ангиографии, эзофагоскопии или эзофагографии, в настоя-



а



б

Рис. 6. МСКТ-ангиография. Огнестрельное проникающее слепое ранение груди:

а – на аксиальных томограммах визуализируется инородное тело (пуля) в непосредственной близости к легочным сосудам (стрелка); б – на аксиальных томограммах визуализируется инородное тело (осколок) в непосредственной близости к брахиоцефальным артериям (левой подключичной артерии, без нарушения целостности сосудистой стенки) (стрелка)

Fig. 6. MSCT-angiography. Gunshot penetrating blind wound to the chest:

а – a foreign body (bullet) is visualized on axial tomograms in close proximity to the pulmonary vessels (arrow); б – on the axial tomograms a foreign body (fragment) is visualized in close proximity to the brachiocephalic arteries (left subclavian artery, without disturbing the integrity of the vascular wall) (arrow)



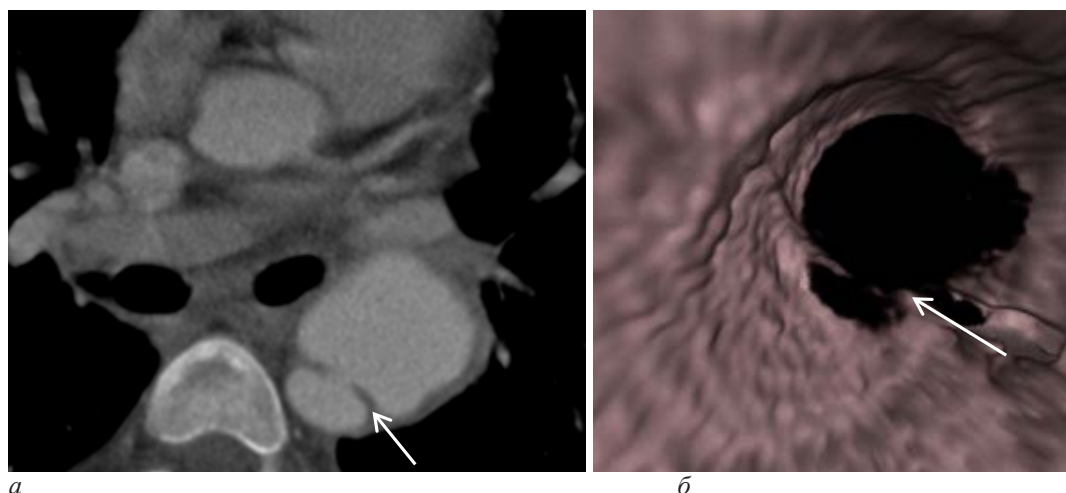


Рис. 7. МСКТ-ангиография грудной аорты:

*a* – на аксиальных изображениях визуализируется дефект стенки аорты, с заполнением аневризматической чаши ложной аневризмы (стрелка); *б* – на изображениях VRT определяется также дефект стенки аорты, просвет аорты и аневризмы (стрелка)

Fig. 7. MSCT angiography of the thoracic aorta:

*a* – an aortic wall defect is visualized on axial images, with filling of the aneurysmal cup of the false aneurysm (arrow); *b* – on the images of the VRT is also determined by the defect of the aortic wall, the lumen of the aorta and aneurysm (arrow)

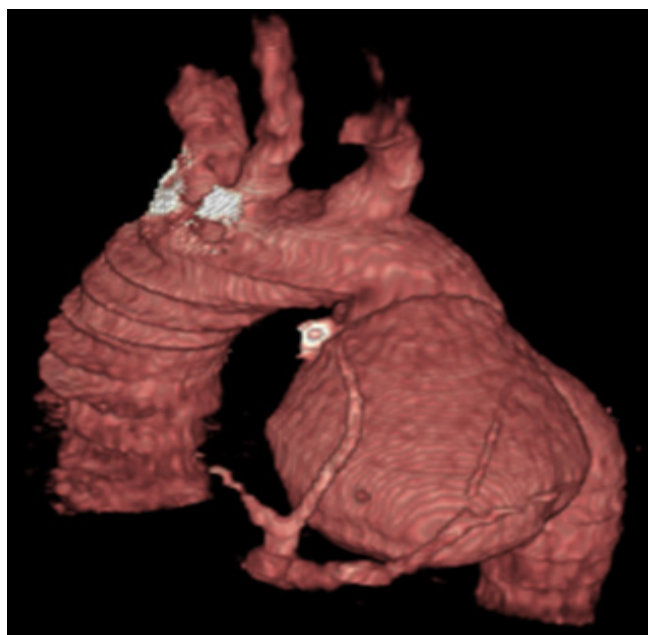


Рис. 8. МСКТ-ангиография грудной аорты.

На 3D-изображениях визуализируется дуга аорты с брахиоцефальными артериями, ложная мешотчатая аневризма аорты (после огнестрельного проникающего ранения груди)

Fig. 8. MSCT angiography of the thoracic aorta. On 3D-images, the aortic arch with brachiocephalic arteries, a false aortic aneurysm (after a gunshot wound to the chest) are visualized



Рис. 9. МСКТ-ангиография (изображения МИП, 3D-изображения) после резекции ложной посттравматической аневризмы и протезирования грудной аорты. Визуализируется дуга аорты, перешеек аорты с протезом, нисходящая аорта достаточного просвета

Fig. 9. MSCT angiography (MIP images, 3D images) after resection of a false posttraumatic aneurysm and prosthetics of the thoracic aorta. The aortic arch, the aortic isthmus with the prosthesis, the descending aorta of sufficient lumen are visualized

щее время приводятся данные, что использование МСКТ приводит к снижению частоты применения селективной ангиографии и традиционных рентгенологических исследований пищевода (эзофагографии, эзофагоскопии). МСКТ-ангиография была более точной в определении траектории ранящего снаряда и определения взаимоотношения инородного тела с аортой, легочной артерией, магистрального сосуда (D. E. Hanpeter, D. Demetriades, J. A. Asensio, 2000 г.).

Приводятся многочисленные наблюдения в зарубежной литературе, когда МСКТ использовали для неинвазивной визуализации хода и направления раневого канала при огнестрельных проникающих ранениях груди. При этом сообщается, что метод позволяет точно оценить потенциальные повреждения средостения, снижая число рутинных селективных ангиографических исследований и исследований пищевода [9, 12].

**Выводы**

1. Традиционные рентгенологические методы исследования у пациентов с огнестрельными ранениями грудной полости являются первичным обследованием для диагностики повреждений легких, костного каркаса грудной клетки, позволяют выявить признаки пневмоторакса, гемоторакса, но не позволяют оценить потенциальные повреждения и визуализировать магистральные сосуды средостения.

2. МСКТ-ангиография в настоящее время является малотравматичным, быстрым методом диагностики сосудистых повреждений при огнестрельных повреждениях грудной полости; для послеоперационной оценки состояния сосудистого русла; для выявления посттравматических осложнений.

3. У пациентов с огнестрельными ранениями грудной полости на этапе оказания специализированной помощи основным методом визуализации сосудистого русла и травматических повреждений становится МСКТ с болюсным контрастным усилением. Кроме того, МСКТ позволяет оценить и характер повреждений смежных анатомических структур.

**Конфликт интересов / Conflict of interest**

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

**Литература / References**

1. Войновский А. Е., Шабалин А. Ю., Ивченко Д. Р. Структура огнестрельных проникающих ранений груди в современных внутренних вооруженных конфликтах // Мед. вестн. МВД. – 2012. – № 3 (58). – С. 14–16. [Voinovsky AE, Shabalin AY, Ivchenko DR. The structure of gunshot penetrating wounds of the chest in modern internal armed conflicts. *Medical Bulletin of the Ministry of Internal Affairs*. 2012;3:14–16. (In Russ.)].
2. Young VS, Eggesbo HB, Gaarder C, Næss PA, Ender T. Radiology response in the emergency department during a mass casualty incident: a retrospective study of the two terrorist attacks on 22 July 2011 in Norway. *J. Eur. Radiol.* 2017;27(7):2828–2834. Doi: 10.1007/s00330-016-4677-8.
3. Ивченко Д. Р., Колтович А. П. Факторы танато-генеза при огнестрельных ранениях груди // Мед. вестн. МВД. – 2013. – № 2 (63). – С. 31–35. [Ivchenko DR, Koltovich AP. Thanatogenesis factors for gunshot wounds to the chest. *Medical Bulletin of the Ministry of Internal Affairs*. 2013;2(63):31–35. (In Russ.)].
4. Boddaert G, Mordant P, Le Pimpec-Barthes F, Martinot E, Aguir S et al. Surgical management of penetrating thoracic injuries during the Paris attacks on 13 November 2015. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2017;51(6):1195–1202. Doi:10.1093/ejcts/ezx036.
5. Дадаев А. Я., Керимов А. З., Юсупова М. М., Хасиханов С. С. Медицинская помощь при огнестрельных ранениях груди, живота: обзор литературы // Медицина катастроф. – 2013. – № 2. – С. 36–43. [Dadaev AY, Kerimov AZ, Yusupova MM, Khasikhanov SS. Medical care

for gunshot wounds to the chest, abdomen: a review of the literature. *Disaster Medicine*. 2013;2:36–43. (In Russ.)].

6. Chardoli M, Hasan-Ghaliade T, Akbari H, Rahimi-Movaghar V. Accuracy of chest radiography versus chest computed tomography in hemodynamically stable patients with blunt chest trauma. *Chin. J. Traumatol.* 2013;16(6):351–354. Doi: 10.16/j.amjsurg.2011.01.022.

7. Зяблова Е. И., Расулова Е. В., Ясакова Е. П., Завражнов А. А. Компьютерная томография в диагностике травматических повреждений аорты // Лучевая диагностика и терапия. – 2013. – № 2 (4). – С. 29–33. [Zyablova EI, Rasulova EV, Yasakova EP, Zavrazhnov AA. Computed tomography in the diagnosis of traumatic injuries of the aorta // *Radiological diagnosis and therapy*. 2013;2(4):29–33. (In Russ.)].

8. Clark KR. Imaging assessment of gunshot injuries. *Radiol. Technol.* 2016;87(6):627–644.

9. Durso AM, Caban K, Munera F. Penetrating Thoracic Injury. *J. Radiol. Clin. North Am.* 2015;53(4):675–693. Doi: Doi.org/10.1016/j.rcl.2015.02.010.

10. Fox CJ, Patel B, Clouse WD. Update on Wartime Vascular Injury. *J. Perspect. Vasc. Surg. Endovasc. Ther.* 2011;23(1):13–25. Doi: Doi.org/10.1177/1531003511400625.

11. Haq AA, Restrepo CS, Lamus D, Ocazonez-Trujillo D, Vargas D. Thoracic venous injuries: an imaging and management overview. *Emerg. Radiol.* 2016;23(3):291–301. Doi: Doi.org/10.1007/s10140-016-1386-1.

12. Lozano JD, Munera F, Anderson SW, et al. Penetrating Wounds to the Torso: Evaluation with Triple-Contrast Multidetector CT. *RadioGraphics*. 2013;33:341–359. Doi: Doi.org/10.1148/rq.332125006.

13. Okoye OT, Talving P, Teixeira PG, Chervonski M, Smith JA, et al. Transmediastinal gunshot wounds in a mature trauma centre: changing perspectives. *J. Injury*. 2013;44(9):1198–1203. Doi: Doi.org/10.1016/j.injury.2012.12.014.

14. Smith ZA, Wood D. Emergency focussed assessment with sonography in trauma (FAST) and haemodynamic stability. *Emerg. Med J.* 2014;31(4):273–277. Doi: Doi.org/10.1136/emmermed-2012-202268.

**Информация об авторах**

**Васильев Александр Юрьевич** – д-р мед. наук, член-корреспондент РАН, директор ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики», профессор кафедры лучевой диагностики Московского государственного медико-стоматологического университета им. А. И. Евдокимова, e-mail: auv62@mail.ru.

**Обельчак Игорь Семенович** – канд. мед. наук, начальник центра лучевой диагностики Главного военного клинического госпиталя войск национальной гвардии РФ, e-mail: obelchak2007@mail.ru.

**Authors information**

**Vasil'ev Alexander Yu.** – M. D. Med., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of Central Radiology Institute, Professor of the Department of Radiology of Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, e-mail: auv62@mail.ru.

**Obelchak Igor S.** – MD, Head of the Center for Radiation Diagnostics of Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, e-mail: obelchak2007@mail.ru.