

**ОБЕЛЬЧАК ИГОРЬ СЕМЕНОВИЧ**

**ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ СОСУДОВ ПРИ БОЕВОЙ  
ОГНЕСТРЕЛЬНОЙ ТРАВМЕ**

14.01.13 — Лучевая диагностика, лучевая терапия

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

Москва - 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный медико - стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И.Евдокимова Минздрава России).

**Научный консультант:**

Заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАН,  
доктор медицинских наук, профессор **ВАСИЛЬЕВ Александр Юрьевич**

**Официальные оппоненты:**

**ДОРОВСКИХ Галина Николаевна** — доктор медицинских наук, доцент, бюджетное учреждение здравоохранения Омской области «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи №1», рентгенологическое отделение, заведующая отделением

**ХОВРИН Валерий Владиславович** — доктор медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, отделение рентгенодиагностики и компьютерной томографии, главный научный сотрудник

**ВИШНЯКОВА Мария Валентиновна** — доктор медицинских наук, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М. Ф. Владимирского» Министерства здравоохранения Московской области, рентгенологическое отделение, заведующая отделением

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно - медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Защита состоится «03» февраля 2021 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д208.041.04, созданного на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный медико - стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, по адресу: 125006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4, стр. 7 (помещение кафедры истории медицины).

Почтовый адрес: 127473, г. Москва, ул. Делегатская, 20/1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России (127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 10а) и на сайте: <http://dissov.msmsu.ru>

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**Ученый секретарь**  
диссертационного совета Д208.041.04  
докцент, кандидат медицинских наук

**ХОХЛОВА Татьяна Юрьевна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность проблемы

Среди ранений, возникающих при вооруженных локальных конфликтах, огнестрельная боевая травма занимает одно из ведущих мест, как по частоте встречаемости, так и по тяжести полученных повреждений. Но, несмотря на имеющиеся успехи, проблема своевременной диагностики и лечения огнестрельной травмы в условиях вооруженных конфликтов и локальных войн продолжает оставаться актуальной (Гуманенко Е. К., Самохвалов И. М., 2011; Масляков В. В. с соавт., 2013; Гаибов А. Д. с соавт., 2015; Гаракави А. В., Шабанов В. Э., 2015; Schellenberg M., Inaba K., Heindel P., et al., 2019; Swiech A., Boddaert G., Daban J.L. et al., 2019).

Основной причиной летальности при огнестрельных ранениях являются повреждения сердца, магистральных сосудов. Опыт Великой Отечественной войны указывал, что кровотечение было причиной смерти у 35–50 % от общего числа раненых на поле боя. При этом в 61 % случаев причиной смерти были ранения сосудов грудной и брюшной полостей, в 36,1 % — сосудов конечностей и в 2,9 % — сосудов прочих анатомических областей (Кохан Е. П., Глянцев С. П., Галик Н. И., 2015). В последних локальных войнах в Афганистане и на Северном Кавказе летальность в структуре санитарных потерь снизилась до 32,4 и 11 % соответственно. Вместе с тем при сочетанных огнестрельных ранениях (грудной и брюшной полостей) в локальных вооруженных конфликтах на Северном Кавказе летальность продолжает оставаться высокой — до 39 % за счет повреждения магистральных сосудов и острой кровопотери (Гуманенко Е. К., 2011, 2015).

Недиагностированные огнестрельные повреждения сосуда зачастую приводят к образованию посттравматических, артериовенозных аневризм или артериовенозных фистул. Во время Великой Отечественной войны травматические аневризмы сосудов встречались в 7,3 % случаев, в современных локальных войнах — до 6 % (Гуманенко Е. К., Самохвалов И. М., 2011; Иванов В. А. с соавт., 2015; Рева В. А., 2015; Abidi A. I., Krishnam M. S. et al., 2014; Lang N. W., Joestl J. B., Platzer P. et al., 2015). Поэтому вопросы своевременной диагностики повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях остаются актуальными до настоящего времени на фоне увеличения количества вооруженных локальных конфликтов в мире.

Традиционная рентгенография, ультразвуковые методы исследования у раненых с огнестрельными ранениями не позволяют точно и достоверно определить характер, вид повреждения магистральных сосудов различных анатомических областей, определить оптимальную тактику лечения пострадавших (Жианну К., Балдан М., Молде А., 2015; Гаибов А. Д., Белов Ю. В., Султанов Д. Д. с соавт., 2015; Гуманенко Е. К., 2015; Karaca M. A., Kartal N.D., Erbil B. et al., 2015, Mansor S., Bendardaf R., Issa Y. et al., 2018).

Использование в последние десятилетия современных лучевых методов визуализации (МСКТ-ангиографии и селективной ангиографии) в комплексной диагностике повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях шеи,

грудной и брюшной полостей, таза, конечностей позволяет своевременно диагностировать изменения сосудистого русла и определить оптимальную хирургическую тактику (Гуманенко Е. К., Самохвалов И. М., 2011; Иванов В. А. с соавт., 2015; Mansor S., Bendardaf R., Issa Y. et al., 2018).

### **Степень разработанности темы**

Вопросы своевременной диагностики огнестрельных повреждений магистральных сосудов остаются актуальными в настоящее время не только для военной хирургии, но и для неотложной «военно-городской» огнестрельной травмы. Не определена роль, возможность и последовательность лучевых методов визуализации в диагностике огнестрельных повреждений магистральных сосудов при огнестрельной травме. Не разработана лучевая семиотика различных повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях различных анатомических областей (шеи, грудной и брюшной полостей, таза, верхних и нижних конечностей). Не оптимизированы протоколы МСКТ-ангиографии в визуализации повреждений магистральных сосудов.

**Цель исследования:** совершенствование лучевой диагностики повреждений магистральных сосудов при огнестрельной боевой травме у раненых.

### **Задачи исследования:**

1. Разработать основные рациональные принципы лучевой диагностики боевой огнестрельной травмы магистральных сосудов различных анатомических областей у раненых.

2. На основе принципов доказательной медицины сопоставить результаты клинических исследований, данных рентгенографии, УЗДГ, МСКТ-ангиографии, селективной ангиографии в комплексном анализе характера, степени огнестрельных сосудистых повреждений.

3. Оптимизировать МСКТ-ангиографические протоколы при сосудистых повреждениях для определения тактики и объема хирургических вмешательств на сосудистом русле и своевременной диагностики сосудистых осложнений.

4. Изучить возможности МСКТА в лучевой диагностике повреждений и изменений сосудистого русла, органов и тканей при огнестрельных ранениях шеи, грудной и брюшной полостей, органов таза и забрюшинного пространства, конечностей.

5. Провести оценку эффективности реконструктивных сосудистых вмешательств в послеоперационном периоде при повреждении магистральных сосудов различных анатомических областей у раненых с помощью лучевых методов диагностики.

6. Определить роль и место, последовательность лучевых методов исследования (рентгенографии, ультразвуковой диагностики, мультисрезовой компьютерной томографии, селективной ангиографии) в диагностическом ряду при огнестрельной боевой травме шеи, грудной клетки, брюшной полости, таза, конечностей с подозрением на повреждение магистральных сосудов.

7. Разработать семиотику огнестрельных повреждений магистральных сосудов различных анатомических областей (шеи, грудной и брюшной полостей, таза и конечностей).

### **Научная новизна исследования**

Впервые, используя современные методы лучевой диагностики, было изучено состояние сосудистого русла у раненых с боевой огнестрельной травмой различных анатомических областей (шея, конечности, брюшная, грудная полости, забрюшинное пространство, таз, конечности).

Усовершенствован и оптимизирован алгоритм лучевой диагностики (рентгенография, ультразвуковые методы исследования, МСКТ-ангиография, селективная ангиография) у пациентов в визуализации сосудистых повреждений различных анатомических областей.

Были разработаны оптимальные протоколы МСКТ-ангиографии для диагностики сосудистых повреждений при огнестрельных ранениях шеи, грудной и брюшной полостей, таза, верхних и нижних конечностей.

Разработанные алгоритмы лучевой диагностики огнестрельных повреждений магистральных сосудов внедрены в учреждениях оказания специализированной хирургической помощи (госпиталь, муниципальные городские медицинские учреждения).

Была впервые определена лучевая семиотика огнестрельных повреждений магистральных сосудов при боевой травме различных анатомических областей (шея, грудная полость, брюшная полость и таз, конечности).

Впервые проведен анализ характера огнестрельных повреждений магистральных сосудов различных анатомических зон, составлена и зарегистрирована база данных 435 пациентов с огнестрельными ранениями.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Разработанный алгоритм лучевой диагностики повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях у пострадавших позволил практическим врачам клинического профиля и специалистам лучевой диагностики на этапах оказания специализированной помощи в условиях не только ведомственных учреждений (госпиталя), но и в медицинских учреждениях гражданского здравоохранения при поступлении пациентов с огнестрельными ранениями своевременно диагностировать сосудистые повреждения.

Предложенный оптимальный подход в лучевой диагностике огнестрельных повреждений магистральных сосудов при боевой травме, когда «диагностический ряд исследований» смещался в сторону более информативного метода, позволил определить хирургическую тактику (операционный доступ, объем вмешательства) не только для военно-полевой хирургии, но и для «военно-городской» неотложной травмы.

Внедрение разработанных протоколов МСКТ-ангиографии для визуализации сосудистого русла у раненых поможет повысить эффективность диагностики повреждений магистральных сосудов, своевременной диагностики сосудистых осложнений (кровоотечения, аневризмы, артериовенозные соустья).

Применение МСКТ-ангиографии для визуализации сосудистых повреждений при огнестрельных ранениях стало первичным и окончательным методом лучевой диагностики на этапе специализированной помощи.

Разработанные методические рекомендации помогли в изучении и освоении данной проблемы на этапе последипломного образования врачей лучевой диагностики, хирургов, сосудистых хирургов, травматологов, торакальных хирургов.

### **Методология и методы исследования**

Диссертационное исследование выполнялось в несколько этапов. На первом этапе был выполнен анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной вопросам лучевой диагностики, лечения огнестрельной травмы в вооруженных конфликтах и локальных войнах.

Всего было изучено 286 литературных источников: 91 — в отечественных, 195 — в зарубежных изданиях.

На втором этапе были обследованы 435 пациентов с огнестрельными ранениями шеи, грудной полости, брюшной полости и таза, конечностей с подозрением на повреждение магистральных сосудов, а также после реконструктивных сосудистых вмешательств. Наряду с традиционной рентгенографией, пострадавшим проводилось комплексное обследование с использованием современных методов лучевой диагностики (ультразвуковая диагностика, мультисрезовая компьютерная ангиография, селективная ангиография) для визуализации сосудистого русла и выявления характера сосудистых повреждений.

На третьем этапе проводили статистическую обработку полученных данных и обобщение результатов работы.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. При подозрении на повреждение сосудистого русла при огнестрельных ранениях шеи, грудной, брюшной полости и таза, конечностей целесообразно сокращать количество лучевых методов обследования и смещать их в сторону более информативного для данного характера повреждений.

2. Определена роль и место, последовательность лучевых методов исследования (рентгенографии, ультразвуковой диагностики, мультисрезовой компьютерной томографии, селективной ангиографии) в диагностическом ряду при огнестрельной боевой травме шеи, грудной клетки, брюшной полости, таза, конечностей с подозрением на повреждение магистральных сосудов.

3. Разработанные оптимальные протоколы МСКТ-ангиографии для диагностики сосудистых повреждений при огнестрельных ранениях шеи, грудной и брюшной полостей, таза, верхних и нижних конечностей позволили определить рациональную хирургическую тактику (операционный доступ, объем вмешательства).

4. Разработанная лучевая семиотика огнестрельных повреждений магистральных сосудов позволяет повысить эффективность точной диагностики и оказания специализированной ангиологической помощи.

5. На этапах течения раневой болезни, в послеоперационном периоде при damage control (динамическом наблюдении) МСКТ-ангиография является основным

оптимальным методом лучевой диагностики огнестрельной травмы сосудов, который может быть использован у раненых при тяжелых повреждениях.

### **Соответствие диссертации паспорту специальности**

Научные положения диссертации соответствуют специальности 14.01.13 — Лучевая диагностика, лучевая терапия (медицинские науки).

### **Личный вклад автора**

Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления исследования, цели, задач работы. Автором лично разработан дизайн исследования, методологический подход к выполнению диссертационного исследования, положения, выносимые на защиту. Автор неоднократно непосредственно принимал участие в диагностике повреждений и оказании хирургической помощи пострадавшим с огнестрельными ранениями в районах вооруженных локальных конфликтов. Самостоятельно систематизированы и статистически обработаны полученные в ходе исследования результаты. Автором лично проводилась селективная ангиография, МСКТ-исследования, а также постпроцессинговая обработка полученных данных с построением МИП-, 3D-изображений объемного рендеринга.

### **Степень достоверности и обработки результатов работы**

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом клинического материала (435 пострадавших с огнестрельными ранениями шеи, грудной полости, брюшной полости и таза, верхних и нижних конечностей), результатами реконструктивных сосудистых вмешательств, динамическим наблюдением за пациентами на различных этапах течения раневой болезни и хирургической помощи (damage control). Всем 435 пациентам были выполнены оперативные вмешательства. В работе использованы современные методы лучевой диагностики (традиционная рентгенография, ультразвуковая доплерография, мультисрезовая компьютерная томография, селективная ангиография), постпроцессинговая обработка МСКТ-результатов, современные методы статистического анализа. Результаты диссертационной работы были доложены, обсуждены и одобрены на 32 научных конференциях и получили отражение в 56 научных публикациях, 18 из которых опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

### **Связь работы с научными программами и планами**

Диссертационная работа была выполнена в соответствии с научно-исследовательской программой кафедры лучевой диагностики стоматологического факультета ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России «Инновационные и традиционные лучевые технологии в клинической практике» (государственная регистрация № 114112840044).

Работа проводилась в соответствии с этическими нормами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных исследований с участием человека», с поправками 2013 г., «Правилами клинической практики Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266. Исследования по теме диссертации были одобрены **этическим**

**комитетом** ФКУ «Главный военный клинический госпиталь внутренних войск МВД РФ» (протокол № 2 от 11 февраля 2010 г.).

Тема диссертационного исследования рекомендована к выполнению Межведомственным научным советом по медицинской радиологии и радиационной медицине РАН (28.04.2016) и утверждена на заседании ученого совета МГМСУ имени А.И. Евдокимова (протокол № 9 от 28.03.2017).

### **Внедрение результатов исследования**

Полученные в диссертационном исследовании выводы, практические рекомендации внедрены и используются в ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии РФ», ФГКУЗ «5-й Военный клинический госпиталь войск национальной гвардии РФ» (г. Екатеринбург), ФГКУЗ «1-й Военный клинический госпиталь войск национальной гвардии» (г. Новочеркасск), ФГКУЗ «Главный клинический госпиталь МВД РФ» (г. Москва), ФГБУ «Центральная клиническая больница № 1» (МО, г. Реутов). Основные научно-практические положения и рекомендации диссертации внедрены в научно-практическую деятельность кафедры лучевых методов диагностики и лечения Медицинского института непрерывного образования МГУПП, кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» МЗ РФ.

### **Апробация работы**

Диссертация была апробирована на совместном заседании кафедры лучевой диагностики стоматологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико - стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, кафедры лучевых методов диагностики и лечения Медицинского института непрерывного образования ФГБОУ «Московский государственный университет пищевых производств», центра лучевой диагностики ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации» (протокол № 182 от 12.03.2019).

**Основные положения диссертации доложены и обсуждены на:** всероссийском симпозиуме «Современные методы визуализации в сердечно-сосудистой хирургии» (Москва, 2001), VI Ежегодной сессии Научного центра сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева РАМН со Всероссийской конференцией молодых ученых (Москва, 2002), XIII Ежегодной сессии Научного центра сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева РАМН со Всероссийской конференцией молодых ученых (Москва, 2009), IX Научно-практической конференции с международным участием «Лучевая диагностика и научно-технический прогресс в неотложной абдоминальной хирургии» (Москва, 2013), на Европейском съезде радиологов ECR (Австрия, Вена, 2014), на Европейском съезде радиологов ECR (Австрия, Вена, 2015), Конгрессе радиологов Азии и Океании (Китай, Пекин, 2016), Общероссийской межведомственной научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы диагностики тяжести сочетанной травмы» (Балашиха, 2017), VII Евразийском радиологическом форуме (Казахстан, Астана, 2017), Невском радиологическом форуме

(Санкт-Петербург, 2017), XIV Научно-практической конференции с международным участием «Лучевая диагностика и научно-технический прогресс в неотложной абдоминальной хирургии» (Москва, 2018), Общероссийской межведомственной научно-практической конференции «Актуальные вопросы современной военной медицины» (Балашиха, 2018), Конгрессе Российского общества рентгенологов и радиологов (Москва, 2018), на Европейском съезде радиологов ECR (Австрия, Вена, 2019).

### **Публикации по теме диссертации**

По материалам диссертационного исследования опубликовано **56** печатных работ в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе **18** — в рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов по докторским диссертациям. Оформлено 5 свидетельств о регистрации электронных ресурсов в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Институт управления образованием Российской академии образования» Министерства образования и науки РФ ОФЭРНиО.

### **Объем и структура диссертации**

Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и литературы, приложения; изложена на 281 странице машинописного текста, содержит 15 таблиц, 105 рисунков. Список литературы насчитывает 286 работ, из них отечественных — 91, зарубежных — 195.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Диссертационная работа выполнена на кафедре лучевой диагностики стоматологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России.

Материалами анализа, клинических наблюдений были 435 раненых с огнестрельной боевой травмой, имевших подозрение на повреждения сосудистого русла, которые были выявлены в результате лучевого обследования, оперативного вмешательства, находившихся на лечении в ОМедСБ 46 ОБРОН (г. Грозный), МОСН ГВКГ ВВ МВД России (г. Грозный), ГВКГ ВВ МВД России (г. Балашиха), ГКГ МВД России (г. Москва).

В распределении по гендерному составу 435 раненых отмечалось преобладание пострадавших мужского пола от 18 до 49 лет — 429 пациентов и всего 6 (0,44 %) женщин в возрасте 24–40 лет. Все пострадавшие до огнестрельного ранения были практически здоровы. Преобладала возрастная группа от 18 до 30 лет — 235 (54 %) пострадавших.

Первая группа пострадавших включала в себя 30 (7 %) пациентов с огнестрельными цервикальными ранениями шеи.

Раненые с огнестрельными ранениями грудной клетки составляли вторую группу пострадавших — 130 (30 %) от общего числа раненых.

Третья группа включала в себя 163 (37 %) пострадавших с огнестрельными ранениями органов брюшной полости и таза.

В четвертой группе было 112 пострадавших с огнестрельными ранениями верхних и нижних конечностей. При этом огнестрельные повреждения нижних конечностей преобладали — у 79 (61,6 %) раненых, ранение верхних конечностей отмечалось у 43 (38,4 %) раненых.

В работе использовались стандартные методы клинико-лабораторного обследования раненых с изучением жалоб, анамнеза полученной травмы, физикального осмотра пациента; общеклинические и биохимические исследования крови.

Лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов у пациентов с огнестрельными ранениями включала в себя традиционные рентгенологические методы, ультразвуковые методы исследования: доплерографию и дуплексное сканирование — для оценки состояния сосудистого русла, мультисрезовую компьютерную томографию с контрастным усилением (МСКТ-ангиография), селективную ангиографию.

Рентгеновские исследования раненым на этапе оказания квалифицированной хирургической помощи выполняли на передвижном рентгеновском аппарате АРА-110/160-02, стационарных аналоговых или цифровых аппаратах: Italray Clinomat, Italray Omega, Italray Clinodigit, Duo Diagnost (фирмы Siemens).

Ультразвуковые исследования проводились на этапе оказания квалифицированной и специализированной помощи на цифровых аппаратах Toshiba Aplio XG, Toshiba Nemio XG (Япония) по стандартной методике с использованием линейных мультисрезовых датчиков в диапазоне 5–14 МГц. Прицельная ультразвуковая оценка повреждений у пострадавших с огнестрельными ранениями (FAST) использовалась как скрининговый метод, который позволял своевременно диагностировать внутриполостное кровотечение при травме магистральных сосудов.

Ультразвуковые исследования магистральных сосудов выполняли при наличии ультразвукового окна и доступа к проекции сосудисто-нервного пучка. Наличие огнестрельных ран, послеоперационных ран, дренажей, тампонов, металлических иммобилизирующих конструкций, металлических ранящих снарядов у раненых сразу ограничивало визуализацию сосудистого русла.

МСКТ-ангиография проводилась на 16-срезовом рентгеновском компьютерном томографе Aquilion 16 (Toshiba, Япония) и 128-срезовом рентгеновском компьютерном томографе Ingenuity (Philips, Голландия) с использованием автоматических инъекторов Medrad и Optivantig с последующей обработкой данных на рабочей станции Vitrea 2 и рабочей станции «Леонардо». Применяли неионные рентгенконтрастные препараты: йоверсол (оптирей), йогексол (омнипак), йопромид (ультравист), йодиксанол (визипак) с высокой концентрацией йода (320–370 мг/мл).

При огнестрельных цервикальных повреждениях МСКТ-исследование начинали с проведения нативного (бесконтрастного) исследования. МСКТ-ангиография экстракраниальных брахиоцефальных сосудов проводилась в каудо-краниальном направлении на фоне болюсного внутривенного контрастирования (соответствовала артериальной фазе для визуализации позвоночных, сонных артерий).

При огнестрельных повреждениях грудной клетки МСКТ-исследование начинали с нативного исследования после сканограммы в двух плоскостях (корональной и

сагиттальной), которая захватывала всю область интереса — выше верхней апертуры грудной клетки до уровня ниже косто-диафрагмальных синусов грудной клетки с захватом верхнего этажа брюшной полости, с учетом локализации входных, выходных огнестрельных отверстий. Показаниями к МСКТ с контрастным усилением служили: признаки гемоторакса, локализация инородных тел вблизи магистральных сосудов, грудной аорты, сердца.

Зона сканирования при МСКТ-ангиографии грудной полости соответствовала протяженности нативного сканирования. МСКТ-ангиографию выполняли в этом случае двухфазную (для оценки артериального и венозного русла). При этом первая фаза МСКТ-ангиографии соответствовала ангиопульмографии для визуализации легочной артерии и ее ветвей. В этом случае болюс-трекинг выставляли на уровень ствола легочной артерии и сканирование начинали в каудо-краниальном направлении при достижении  $\Delta$  150–170 HU. Второй блок сканирования начинали через 6–8 секунд, эта фаза контрастирования соответствовала артериальной фазе, в которую наступало плотное контрастирование грудной аорты и ее ветвей.

При огнестрельных ранениях брюшной полости и таза выполняли нативное (бесконтрастное) МСКТ-исследование с уровня нижней трети грудной клетки до уровня крыльев подвздошных костей, а при повреждении таза оно продолжалось до уровня малого вертела бедренных костей. При этом также учитывалась локализация входных, выходных огнестрельных отверстий.

После анализа результатов нативного МСКТ-исследования органов брюшной полости при подозрении на повреждение паренхиматозных органов, магистральных сосудов проводили трехфазное МСКТ-исследование на фоне внутривенного болюсного контрастирования с использованием автоматического иньектора с введением неионных рентгенконтрастных препаратов. Первые две фазы контрастирования были необходимы для диагностики повреждений артериального и венозного русла брюшной полости и забрюшинного пространства, отсроченная фаза — для дополнительной оценки состояния мочевыделительной системы.

При торакоабдоминальных ранениях зона сканирования расширялась и включала в себя одномоментное сканирование грудной и брюшной полости с учетом локализации входного и выходного огнестрельных отверстий. В дальнейшем МСКТ-исследование выполнялось по протоколам МСКТ-ангиографии для грудной клетки и органов брюшной полости.

Показаниями к лучевому исследованию магистральных сосудов при травмах конечностей являлись огнестрельные ранения с массивным разрушением тканей, множественные ранения (осколочные, минно-взрывные), ранения, по локализации подозрительные на возможную травму магистральных сосудов. Обязательной являлась визуализация сосудистого русла после выполненных на этапах оказания хирургической помощи реконструктивных сосудистых операций в случаях отсутствия периферического пульса на конечности, отсутствия положительной динамики или прогрессирования ишемии конечности.

МСКТ-ангиография верхней конечности при подозрении на повреждение сосудов проводилась в положении раненого на спине, с поднятой вверх конечностью (при возможности). Если конечность была иммобилизована гипсовой лонгетой или был наложен аппарат внеочаговой фиксации, то верхняя конечность находилась вдоль туловища с приведенным кнутри локтевым суставом. Область исследования начиналась с уровня восходящей грудной аорты в дистальном направлении (по направлению движения артериальной крови) до лучезапястного сустава на фоне внутривенного контрастирования через кубитальную вену контрлатеральной верхней конечности (для исключения артефактов от плотного контрастирования венозного русла) с помощью двухколбового автоматического инъектора.

МСКТ-ангиография нижних конечностей выполнялась в кранио-каудальном направлении с уровня чревного ствола до тыла стопы на фоне болюсного внутривенного введения рентгенконтрастного препарата с помощью двухколбового автоматического инъектора. Наличие средств иммобилизации конечностей в этом случае не являлось препятствием для проведения мультисрезового сканирования.

МСКТ-ангиографию нижних конечностей для визуализации сосудистого русла у раненых проводили с использованием низкодозового протокола в нашей модификации. Так, радиационный фон во время сканирования в стандартном протоколе, предоставленном в пакете программ от фирмы-производителя, составляет  $22,0 \pm 3,7$  мЗв; в нашем протоколе с использованием программы iDose и сниженными параметрами для рентгеновской трубки он составляет  $4,8 \pm 0,4$  мЗв, что соответствует допустимой годовой дозе облучения.

Использование данного протокола исследования у пострадавших с огнестрельными ранениями нижних конечностей позволяет снизить лучевую нагрузку более чем в 4 раза, что немаловажно, так как у этой категории пациентов лучевые исследования могут проводиться неоднократно (табл. 1).

**Таблица 1— Сравнение параметров МСКТ-сканирования конечностей**

<b>Параметры сканирования</b>	<b>Стандартный протокол</b>	<b>Низкодозовый протокол</b>
Напряжение на рентгеновской трубке (kV)	120	<b>80–100</b>
Сила электрического тока, подаваемого на рентгеновскую трубку (mAs)	800	<b>250–500</b>
Время ротации трубки (с)	0,75	<b>0,4–0,75</b>
Pitch	0,797	<b>0,9</b>
Суммарная эквивалентная доза облучения (мЗв)	$22,0 \pm 5,7$	<b><math>4,8 \pm 0,4</math></b>

При подозрении на повреждение венозного русла нижних конечностей использовали методику восходящей дистальной МСКТ-флебографии. Через установленный венозный катетер в вену тыла стопы поврежденной конечности вводился

рентгенконтрастный препарат в разведении 2:1 с физиологическим раствором общим объемом 100–130 мл — автоматическим иньектором со скоростью 1,7–2,0 мл/с. Сканирование проводилось на высоте пробы Вальсальвы — в каудо-краниальном направлении от уровня нижней трети голени до уровня крыльев подвздошных костей (до конfluence подвздошных вен и бифуркации нижней полой вены) и вторым блоком — в обратном (кранио-каудальном) направлении с параметрами, указанными в таблице 2.

**Таблица 2 — Протокол дистальной МСКТ-флебографии нижних конечностей**

<b>Параметры сканирования</b>	<b>МСКТ-флебография</b>
Напряжение на рентгеновской трубке (kV)	<b>80–100</b>
Сила электрического тока, подаваемого на рентгеновскую трубку (mAs)	<b>250–400</b>
Время ротации трубки (с)	<b>0,4–0,75</b>
Pitch	<b>0,9</b>

Анализ полученных данных и реконструированных изображений выполняли на рабочих станциях компьютерных томографов по алгоритмам Volume-Rendering Techniques (VRT) (трехмерная объемная визуализация) и Curved Multiplanar Reformations (MPRs) по алгоритму Maximum Intensity Projections (MIPs) (плоскостная визуализация сосудов). По мультипланарным смоделированным изображениям оценивали просвет сосуда, степень тромбоза, проводили расчет степени стеноза сосуда по диаметру и по площади.

Селективная артериография артерий верхних и нижних конечностей, брахиоцефальных артерий выполнялась из трансфеморального или трансаксиллярного доступа по традиционному методу Сельдингера.

Всем пострадавшим с огнестрельными ранениями (n = 435) на этапах оказания квалифицированной и специализированной помощи выполнены оперативные вмешательства, основной целью которых была ревизия ран, оценка огнестрельных повреждений и остановка кровотечения.

При выборе метода лучевого исследования у пациентов с огнестрельной боевой травмой стремились минимизировать количество методов визуализации сосудистого русла для диагностики повреждений магистральных сосудов.

Точность, чувствительность и специфичность диагностических методов рассчитывались по формулам:  $Se = PS/PS + NS$ ,  $Sp = NH/NH + PH$ ,  $Ac = PS + NH/PS + NH + PH + NS$ ,  $PVP = PS/PS + PH$ ,  $PVN = NH/NH + NS$ , где Se — чувствительность; Sp — специфичность; Ac — точность. Для сравнения частот выявления патологических изменений различными диагностическими методиками использовали критерий Пирсона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Огнестрельные ранения шеи наблюдались у 30 пациентов, что составило 6,9 % от общего количества обследованных пострадавших ( $n = 435$ ). Все раненые были мужчинами в возрасте от 18 до 35 лет. Средний возраст составил  $22,3 \pm 0,9$  года. Средний срок доставки раненых на этап квалифицированной помощи составлял  $1,7 \pm 0,4$  часа.

При огнестрельных ранениях шеи сбор анамнеза и характерных жалоб был затруднен в связи с особенностями ранения и трудностями вербального контакта с пациентом. Основное значение в клиническом обследовании этой категории пострадавших имели данные физикального осмотра и обследования.

При поступлении на этап оказания КХП основные жалобы и симптомы при физикальном осмотре у раненых в шею определялись характером, локализацией повреждений органов шеи (табл. 3).

Таблица 3 — Симптоматология огнестрельных ранений шеи

Симптом	(n = 30)	
	абс. ч.	%
Боль в области раны	10	<b>33,3</b>
Одышка	2	<b>6,6</b>
Асфиксия	7	<b>23,3</b>
Кровохарканье	3	<b>10</b>
Ротоглоточное кровотечение	7	<b>23,3</b>
Локальная подкожная эмфизема в области раны	15	<b>50</b>
Афазия	2	<b>6,6</b>
Кровотечение из раны	11	<b>36,6</b>
Снижение АД	7	<b>23,3</b>
Тахикардия	7	<b>23,3</b>

Распределение по этиологии огнестрельных ранений шеи было следующим: осколочные ранения встречались в 56,6 % случаев ( $n = 17$ ), пулевые ранения — в 33,4 % ( $n = 13$ ). Сочетанные цервикоторакальные огнестрельные ранения встречались у 16 раненых (53,3 %). Наряду с симптомами наружного кровотечения из ран шеи имели место симптомы повреждения органов грудной клетки у 13 пострадавших, обусловленные пневмотораксом, гемопневмотораксом.

По характеру повреждений огнестрельные ранения шеи были слепыми у 13 пациентов (43,3 %), сквозными — у 3 (10 %), трансцервикальными — у 2 (28,5 %), касательными — у 12 (40 %). По характеру раневого канала огнестрельные повреждения шеи были глубокими слепыми у 16 пациентов (53,3 %) и сквозными сегментарными — у 14 (46,7 %). Согласно делению анатомических зон шеи и локализации раневого канала, ранение I зоны (от верхней апертуры груди до уровня перстневидного хряща) встречалось у 6 пострадавших (20 %), II зоны (от уровня перстневидного хряща до

линии, соединяющей углы нижней челюсти) — у 19 (63,3 %), III зоны (располагается выше углов нижней челюсти до верхней границы шеи) — у 5 (16,7 %).

Глубокие слепые огнестрельные ранения шеи ( $n = 16$ ) сопровождались повреждением глуболежащих структур: сонных, позвоночных артерий, яремных вен, трахеи, пищевода (табл. 4).

**Таблица 4 — Структура огнестрельных повреждений шеи**

Анатомические органы и структуры	(n = 30)	
	абс. ч.	%
Сонные артерии	4	<b>13,3</b>
Позвоночные артерии	3	<b>10,0</b>
Ложная аневризма позвоночной артерии	1	<b>3,3</b>
Яремные вены	4	<b>13,3</b>
Гортань, трахея	2	<b>6,6</b>
Пищевод	1	<b>3,3</b>
Шейный отдел позвоночника и спинной мозг	2	<b>6,6</b>
Нижняя челюсть, подъязычная кость	2	<b>6,6</b>

Отмечалась высокая корреляция частоты встречаемости повреждений магистральных сосудов шеи ( $n = 10$ ) при глубоких слепых ранениях ( $n = 16$ ) по отношению к сквозным сегментарным ранениям шеи ( $n = 14$ ), при которых повреждения сосудов наблюдались всего в 2 случаях.

Всем пострадавшим с огнестрельными ранениями шеи ( $n = 30$ ) на этапах оказания хирургической помощи выполнялась рентгенография шеи в двух проекциях. У **первой группы** раненых при стандартной рентгенографии можно было только определить локализацию ранящих тел по отношению к костным структурам, без возможности отношения их к магистральным сосудам. Кроме того, стандартная рентгенография не позволила нам детально охарактеризовать степень и характер повреждений мягких тканей. Для диагностики сосудистых повреждений у пострадавших с огнестрельными ранениями шеи этот метод был неинформативен.

На госпитальном этапе всем пациентам ( $n = 30$ ) в разные сроки после травмы в послеоперационном периоде после реконструктивных сосудистых вмешательств и верификации сосудистых повреждений применяли ультразвуковые методы исследования (УЗДГ, ДС).

При слепых огнестрельных ранениях шеи наличие ранящих инородных тел при проведении ультразвуковых исследований значительно искажало визуализацию сосудистых структур из-за артефактов.

Тем не менее при выполнении ультразвуковой доплерографии и ДС у 30 пациентов определялись достоверные или косвенные признаки тех или иных повреждений магистральных артерий (посттравматический тромбоз, ложная аневризма) ( $n = 7$ ). При УЗДГ у 2 пострадавших отмечались истинно положительные результаты, у 2 — ложноположительные результаты и в 5 случаях — ложноотрицательные. Чувствительность УЗДГ, ДС в выявлении повреждений магистральных артерий у этой категории пациентов составляла 29 %, специфичность — 92 % и точность — 78 %; прогностичность положительного результата — 50 %, прогностичность отрицательного результата — 82 %.

При проведении УЗДГ и ДС при тромбозе магистрального сосуда, сосудистого протеза, шунта отмечались следующие признаки, характерные для повреждения:

- наличие в просвете однородной, низкой эхогенности структуры (тромботических масс);
- локальное отсутствие кровотока в зоне поврежденного сосуда;
- высокоамплитудный кровоток в проксимальном отделе сосуда (перед тромбом) с возможным турбулентным характером кровотока;
- низкоамплитудный монофазный кровоток или его отсутствие дистальнее тромба, возможный турбулентный характер кровотока;
- высокоскоростной кровоток в коллатералях.

В лучевом обследовании пациентов с огнестрельными ранениями шеи для определения характера, локализации повреждений органов и магистральных сосудов предпочтение отдавалось МСКТ с контрастным усилением.

При проведении МСКТ-ангиографии шеи повреждения магистральных сосудов были диагностированы во всех 12 случаях (у 7 пациентов — повреждения артерий, у 5 — яремных вен) (40 %) ( $n = 30$ ). При проведении селективной ангиографии и интраоперационно у всех 12 раненых травматические повреждения сосудов были подтверждены.

Основным видом повреждения магистральных сосудов при огнестрельных ранениях были тромбозы, которые были выявлены при МСКТ-ангиографии в 6 (50 %) случаях из 12 повреждений сосудов.

Характерными признаками тромбоза при МСКТ-ангиографии являются:

- симптом «обтекания», когда контрастированная кровь омывает тромботические массы и распределяется между внутренней поверхностью стенки сосуда и тромбом;
- отсутствие контрастирования дистального отдела поврежденного сосуда или сужение его просвета за счет наличия тромботических масс, при этом определяется характерное кольцевидное контрастирование просвета сосуда.

У 5 пострадавших (41,6 %) из 12 с сосудистыми повреждениями брахиоцефальных сосудов были выполнены реконструктивные сосудистые

вмешательства. При выполнении УЗДГ, ДС в послеоперационном периоде для оценки проходимости протеза/шунта сонных артерий, выявления стенозирующего поражения в 2 случаях из 5 отмечались истинно положительные результаты, подтвержденные МСКТ-АГ, селективной ангиографией или интраоперационно; в 3 случаях — ложноположительные и в 3 — ложноотрицательные результаты. Чувствительность ультразвуковых методов составляла 40 %, специфичность — 89 %, точность — 82 %; прогностичность положительного результата — 40 %, прогностичность отрицательного результата — 89 %. У 2 (40 %) из 5 раненых при УЗДГ, ДС отмечались признаки сужения в зоне наложения протеза/шунта, сосудистого шва.

При наличии стеноза в зоне хирургического вмешательства при выполнении УЗ-исследований определялись характерные признаки нарушения кровотока в БЦА в виде:

- наличия локального сужения просвета сосуда (по типу «песочных часов») в проекции сосудистого шва или наложения сосудистого анастомоза;

- высокоскоростного амплитудного кровотока в области сужения (линейная скорость кровотока более 150 см/с);

- турбулентного кровотока в зоне сужения артерии (в зависимости от степени стеноза).

При проведении ультразвуковых методов визуализации сосудистого русла УЗ-признаки нормофункционирующих протезов/шунтов были следующие:

- неизменный кровоток в просвете сосуда, протеза на уровне выполненного вмешательства (линейная скорость кровотока в сонных и позвоночных артериях регистрировалась в пределах  $40 \pm 20$  см/с);

- отсутствие сужения просвета сосуда в области наложения сосудистого шва или анастомоза;

- уплотнение сосудистой стенки в проекции наложения швов в виде повышенной эхогенности.

При проведении же МСКТ-ангиографии у этих же 5 пострадавших после сосудистых вмешательств на сонных и позвоночных артериях у 4 достоверно визуализировались нормофункционирующие протезы и шунты и в одном случае отмечен ложноотрицательный результат.

Чувствительность МСКТ-АГ в этом случае составила 80 %, специфичность — 100 %, точность — 97 %; прогностичность положительного результата — 100 %, прогностичность отрицательного результата — 96 %.

У одного (3,3 %) пациента ( $n = 30$ ) с огнестрельным ранением шеи диагностировано повреждение правой ОСА с формированием артериовенозного патологического соустья (фистулы) между артерией и внутренней яремной веной. УЗ-признаками, характерными для данного вида повреждения, при УЗДГ и ДС были:

- визуализируемое соединение между артерией и веной («шейка» соустья);

- определение пульсирующего кровотока в вене дистальнее фистулы;

- монофазный кровоток в артерии дистальнее фистулы;

- высокоскоростной турбулентный характер кровотока в области патологического соединения сосудов.

У одного (3,3 %) раненого из 30 пострадавших с огнестрельными ранениями шеи отмечалось повреждение ОСА и в одном (3,3 %) случае — повреждение позвоночной артерии с формированием посттравматических ложных аневризм, потребовавших оперативного лечения. При формировании посттравматической ложной аневризмы артерии на УЗДГ, ДС в проекции поврежденного сосуда определялись следующие характерные признаки:

— визуализация пульсирующего объемного сосудистого образования в проекции сосудисто-нервного пучка в зоне огнестрельной раны;

— наличие патологического кровотока (турбулентного) в полости сосудистого образования;

— определение внутрисосудистых гетерогенных эхосигналов при наличии тромботических масс в полости аневризмы;

— наличие дефекта стенки сосуда, через который заполняется аневризма.

При проведении МСКТ-ангиографии у пострадавших с огнестрельными ранениями шеи определялись признаки, характерные для ложной аневризмы брахиоцефальных артерий:

— наличие объемного сосудистого образования в проекции сосудисто-нервного пучка, связанного с просветом сосуда, с плотностью контрастирования более чем +60 НУ в нативную фазу;

— повышение плотности контрастирования объемного образования (полости аневризмы) в артериальную фазу на 30–40 НУ;

— наличие инородных ранящих тел вблизи поврежденного сосудистого сегмента;

— неравномерная толщина стенки ложной аневризмы («аневризматической чаши») за счет отложения тромботических масс, участков обызвествления.

Важным преимуществом МСКТ-ангиографии для пострадавших с подозрением на огнестрельные повреждения магистральных сосудов шеи была не только одномоментная визуализация магистральных сосудов, но и точное определение локализации ранящих снарядов.

У 11 (36,6 %) пострадавших с огнестрельными ранениями шеи ( $n = 30$ ) было выполнено удаление инородных тел (ранящих снарядов), прилежащих менее чем в 0,5 см к сосудистой стенке, что служило показанием к удалению инородного тела, которое могло привести к пролежню в стенке сосуда и аррозивному кровотечению.

У 2 (6,6 %) пациентов с огнестрельными ранениями шеи при МСКТ-ангиографии визуализировалась травматическая окклюзия позвоночной артерии (2-й сегмент позвоночной артерии), обусловленная огнестрельным оскольчатым переломом поперечных отростков шейных позвонков. Только в одном случае при огнестрельном переломе поперечного отростка шейного позвонка целостность позвоночной артерии не была нарушена.

При выполнении УЗДГ, ДС у пациентов с огнестрельными ранениями шеи с повреждениями магистральных вен, которые были представлены тромбозами ( $n = 4$ ), только у одного пострадавшего повреждение было выявлено (истинно положительный результат), в 3 случаях отмечали ложноотрицательный результат, в одном случае —

ложноположительный. Таким образом, УЗДГ, ДС в распознавании огнестрельных повреждений магистральных вен шеи имели низкую чувствительность метода — 25 %, специфичность составила 97 %, точность — 88 %; прогностичность положительного результата была 50 %, прогностичность отрицательного результата — 91 %.

По результатам МСКТ-ангиографии у этих 4 (13,3 %) раненых с тромбозом яремных вен отмечалось отсутствие контрастирования яремных вен на уровне огнестрельной раны во всех случаях. При данном виде повреждения магистральных вен чувствительность, специфичность и точность МСКТ-ангиографии, а также прогностичность положительного и отрицательного результатов составляла 100 %.

**Во второй группе** у 130 пострадавших с огнестрельными ранениями грудной клетки выполнено комплексное лучевое обследование с визуализацией сосудистого русла для диагностики повреждений магистральных сосудов грудной полости. Преобладали проникающие ранения грудной клетки: у 41 раненого (31,5 %) огнестрельные ранения носили непроникающий характер, у 89 (68,5 %) раненых отмечались проникающие повреждения груди. У 36 пациентов ранения были проникающими сквозными (40,4 %), у 53 (59,6 %) — слепыми.

По виду ранящего снаряда в этой группе пострадавших преобладали огнестрельные осколочные повреждения — у 76 (58,4 %) пациентов, пулевые ранения отмечались у 54 (41,6 %) пациентов.

Симптоматология огнестрельных ранений груди была разнообразна и определялась характером и тяжестью полученных повреждений, сроками поступления пострадавших в стационар, сочетанным повреждением других областей тела и степенью кровотечения, наличием жизнеугрожающих осложнений.

Ведущим и наиболее частым симптомом у раненых была боль в груди, в месте переломов ребер, усиливающаяся при дыхании; одышка и слабость (табл. 5).

**Таблица 5 — Симптоматология огнестрельных ранений грудной клетки**

Клинические симптомы	Количество раненых (n = 130)	
	абс. ч.	%
Боль в груди на стороне огнестрельного ранения	111	<b>85,3</b>
Одышка	112	<b>86,1</b>
Общая слабость	109	<b>83,8</b>
«Присасывание» воздуха раной	35	<b>26,9</b>
Локальная подкожная эмфизема в области раны	37	<b>41,5</b>

Распространенная подкожная эмфизема на стороне ранения	29	<b>32,5</b>
Кровотечение из раны	45	<b>34,6</b>
Снижение АД	98	<b>75,3</b>
Тахикардия	101	<b>77,6</b>
Кровохарканье	12	<b>9,2</b>
Ослабление дыхания на стороне ранения	97	<b>74,6</b>
Тимпанит	66	<b>50,7</b>
Набухание шейных вен	2	<b>1,5</b>

Всем 130 раненым с огнестрельными ранениями грудной клетки была выполнена обзорная рентгенография в прямой и боковой проекции. Тяжелораненым и раненым средней тяжести ( $n = 98$ ) обзорная прямая рентгенография производилась в горизонтальном положении в условиях операционного или реанимационного отделения.

На рентгенограммах у 77 (59,2 %) раненых с огнестрельными повреждениями грудной клетки ( $n = 130$ ) выявлялись следующие рентгенологические признаки внутриплеврального кровотечения, что косвенно указывало на повреждение магистральных сосудов: частичное или полное затемнение легочного поля, которое характерно для скопления крови, жидкости, травматического пульмонита.

Применение ультразвуковых исследований органов грудной полости пациентов с огнестрельными ранениями для диагностики повреждений магистральных сосудов, сердца у этой категории пострадавших ограничено. Отсутствие ультразвукового окна, наличие подкожной эмфиземы грудной стенки, дренажей делали ультразвуковые исследования грудной полости неинформативными и недоступными. Данный метод использовался лишь у 15 (11,5 %) пострадавших для контроля течения воспалительного раневого процесса в плевральных полостях, для оценки объема выпота или гемоторакса.

Аналізу были подвергнуты результаты 192 МСКТ-исследований, выполненных 130 пациентам с ранениями грудной клетки. В 142 случаях проводилась МСКТ-ангиография на фоне болюсного внутривенного контрастирования для исключения продолжающегося кровотечения при гемотораксе, повреждения магистральных сосудов средостения, сердца.

У 13 пациентов исследование проводилось на фоне искусственной вентиляции легких (ИВЛ). При МСКТ-ангиографии впервые выявлены 8 (10,3 %) повреждений, указывающих на травму сосудов грудной полости, средостения при огнестрельных ранениях. Повреждения костей костного каркаса грудной клетки (ребра, ключица, грудина, лопатки) методом МСКТ выявлены у 27 пострадавших, что составило 20,7 % из общего числа раненых (табл. 6). В большинстве случаев имели место повреждения ребер — у 16 раненых (12,3 %).

**Таблица 6 — Структура повреждений магистральных сосудов, выявленных при мультисрезовой компьютерной томографии**

Характер повреждений	МСКТ-ангиография		
	всего	подтверждено	впервые выявлено
Гемоторакс	31	31	-
Пневмогемоторакс	33	30	3
Гематома средостения	3	2	1
Повреждение сердца	2	1	1
Повреждение грудной аорты	2	1	1
Осумкованный гемоторакс	7	5	2
<b>Всего</b>	<b>78</b>	<b>70</b>	<b>8</b>

В 31 (23,8 %) случае при огнестрельных ранениях грудной клетки в ходе выполнения МСКТ-ангиографии выявлены признаки гемоторакса и в 3 (2,3 %) случаях — гематомы средостения. Показатели плотности выявленной патологической жидкости в плевральной полости и средостении в этих случаях в диапазоне +60...+90 НУ расценивали как свежую свободную кровь. Плотностные показатели свободной жидкости в +30...+50 НУ и признаки седиментации позволяли предполагать наличие сгустка крови при формировании свернувшегося гемоторакса.

Повышение плотностных показателей в артериальную фазу при МСКТ-ангиографии на десятки единиц (от 10–20 НУ и более) указывало на продолжающееся кровотечение.

Из 71 пострадавшего с внутривнутриплевральным кровотечением при огнестрельных проникающих ранениях грудной клетки в ходе выполнения МСКТ-ангиографии у 41 (53,2 %) пациента определялись признаки продолжающегося, повторного кровотечения или свернувшегося гемоторакса, которые требовали повторной торакотомии, редренирования плевральной полости или торакоскопии (истинно положительные результаты); в 6 случаях отмечались ложноотрицательные результаты и в 2 случаях — ложноположительные. Чувствительность данных МСКТ, которые были подтверждены интраоперационно при этом виде повреждений, составляла 100 %, специфичность — 98 %, точность — 98 %; прогностичность положительного результата — 95 %, прогностичность отрицательного результата — 100 %.

При традиционной рентгенографии только у 9 пациентов из 71 были получены истинно положительные результаты в диагностике внутривнутриплеврального кровотечения; ложноположительные результаты отмечены у 5 пострадавших и ложноотрицательные — в 32 случаях. Чувствительность метода составила при этом 22 %, специфичность — 95 %, точность — 73 %; прогностичность положительных результатов — 64 %, прогностичность отрицательного результата — 74 %.

У 130 раненых с огнестрельными ранениями грудной клетки при подозрении на повреждение магистральных сосудов грудной полости в ходе проведения МСКТ-ангиографии в 2 случаях выявлено повреждение сердца и в 2 случаях — повреждение грудной аорты.

Непосредственное прилежание ранящего снаряда к стенке магистрального сосуда при МСКТ-ангиографии выявили у 21 (16,1 %) раненого. У 7 раненых определялись инородные тела (пули, осколки) в непосредственной близости к легочным артериям и/или венам. У 8 пострадавших отмечалась парааортальная локализация осколка — между стенкой аорты, БЦА, передней колонной тел грудных позвонков или грудины, без видимой компрессии сосуда. У 6 пациентов визуализировались мелкие осколки в непосредственной близости от подключичных сосудов. В 10 случаях выполнены оперативные вмешательства и удаление ранящих снарядов.

Чувствительность, специфичность и точность МСКТ-ангиографии в диагностике повреждений сердца и аорты ( $n = 4$ ) при огнестрельных ранениях груди составили 100 %; прогностичность положительного и отрицательного результата — 100 %. Информативность рентгенографических методов исследования в диагностике огнестрельных повреждений сердца, грудной аорты в нашем исследовании уступает МСКТ-ангиографии: чувствительность составила 50 %, специфичность — 99 %, точность — 98 %; прогностичность положительного результата — 67 %, прогностичность отрицательного результата — 98 %.

Из 130 пациентов с огнестрельными ранениями груди у 36 (27,6 %) отмечались сочетанные повреждения — торакоабдоминальные ранения. Таким пострадавшим проводили МСКТ-ангиографию грудной и брюшной полостей в один этап мультисрезового сканирования. Применяя МСКТ-ангиографию, у этой категории пациентов удалось визуализировать магистральные сосуды и грудной, и брюшной полости у всех 36 пациентов и исключить повреждение магистральных артерий и вен.

**В третьей группе** 163 пациентам с огнестрельными ранениями органов брюшной полости и таза выполнялось обследование с использованием различных лучевых методов для диагностики повреждений внутренних органов, магистральных сосудов.

У 131 (80,3 %) пострадавшего огнестрельные ранения брюшной полости носили проникающий характер, у 32 — непроникающий (19,7 %). При этом проникающие слепые ранения встречались в 71 случае (54,2 %), сквозные — в 60 (45,8 %) случаях. По виду ранящего снаряда у 92 (56,4 %) пострадавших ранения были осколочные, у 71 (43,6 %) — пулевые.

На этап специализированной хирургической помощи раненые поступали в основном в тяжелом и крайне тяжелом состоянии. Травматический и геморрагический шок отмечался у 128 (78,5 %) раненых.

У всех 163 пациентов с огнестрельными ранениями брюшной полости, таза на этапах оказания хирургической помощи выполнялась традиционная обзорная рентгенография. Рентгенографические исследования позволяли выявить признаки перфорации полых органов, травматические повреждения костных структур, определить

локализацию и топографию ранящих снарядов, но в диагностике повреждений магистральных сосудов брюшной полости и таза были не информативны.

У 98 (60,1 %) раненых УЗ-исследования (в том числе УЗДГ и ДС для оценки сосудистых повреждений) не выполнялись, что было обусловлено у этой категории пациентов особенностями и характером огнестрельных ранений, состоянием пострадавших, наличием дренажей, тампонов, лапаротомной раны после оперативных вмешательств. Проведение УЗ-исследований у остальных 65 (39,9 %) пациентов было ограничено и сопровождалось техническими трудностями при наличии открытой раны передней брюшной полости после лапаротомии — в 47 (28,8 %) случаях, лапаростомии для продленной санации брюшной полости — в 18 (11 %) случаях, кишечных наружных стом, дренажей и тампонов в раннем послеоперационном периоде. Дренажи, стомы, тампоны приводили к отсутствию «ультразвукового окна», затруднению выполнения УЗ-исследований для оценки сосудистого русла у этой категории пациентов.

Этим 65 пациентам, которым провели ультразвуковые исследования, была также выполнена МСКТ-ангиография брюшной полости, забрюшинного пространства и таза для визуализации сосудистого русла и исключения повреждений магистральных сосудов, уточнения и детализации выявленных УЗ-изменений. Сравнительная характеристика полученных результатов представлена в таблице 7.

**Таблица 7 — Сравнительная характеристика полученных результатов УЗИ и МСКТ (n = 65)**

Выявленные повреждения и изменения	Количество выявленных изменений			
	УЗИ (n = 65)	МСКТ (n = 65)		
		всего	впервые	подтверждены
Гемоперитонеум	5	18	<b>13</b>	5
Забрюшинная гематома	10	10	-	10
Гематома, разрыв печени	30	37	<b>7</b>	30
Разрыв селезенки	6	8	<b>2</b>	6
Свободный газ в брюшной полости	5	23	<b>18</b>	5
Абсцесс брюшной полости	4	9	<b>5</b>	4
Инородные тела в брюшной полости, тазу	65	104	<b>39</b>	65
Гиперпневматоз петель	35	35	-	35
Травматический панкреатит	6	12	<b>6</b>	6
Ушиб, разрыв почки	11	15	<b>4</b>	11
Наличие дренажей, катетеров	15	23	<b>8</b>	15

Всего, абс. (%)	193	294	<b>102 (34,7 %)</b>	193 (65,3%)
-----------------	-----	-----	---------------------	-------------

Примечание: при сравнении диагностической значимости результатов УЗИ и МСКТ при огнестрельных повреждениях критерий Пирсона составил ( $\chi^2=18,561$ ,  $p<0,001$ )

Впервые диагностированные повреждения органов брюшной полости, таза при проведении МСКТ составили 34,7 %. Чувствительность МСКТ в определении малого объема свободной жидкости в плевральной, брюшной полостях, тазу превосходила возможности ультразвуковых исследований. Объем свободной жидкости в брюшной полости, тазу в количестве 40–50 мл достоверно определялся при МСКТ у 38 пациентов.

В ходе проведения МСКТ-ангиографии при обнаружении свободной жидкости в брюшной полости, забрюшинном пространстве, полости малого таза, подозрительной на гематому, проводили измерение ее плотности в нативном исследовании и на фоне контрастирования. В нативную фазу МСКТ-исследования плотность экссудативного выпота составляла +10...+20 НУ и на фоне контрастирования не меняла своих показателей. Выявление жидкостных образований с плотностью в +60...+90 НУ расценивали как свежую свободную кровь. Плотностные показатели свободной жидкости в +30...+50 НУ позволяли предположить лизированную гематому.

Повышение плотностных показателей образования в артериальную фазу МСКТ-исследования на десятки единиц (10–20 НУ и более) указывало на продолжающееся артериальное кровотечение. Неоднородность показателей плотности гематомы при МСКТ-исследовании, а также наличие пузырьков воздуха расценивались как инфицирование и нагноение.

При выполнении у 163 пациентов с огнестрельными ранениями брюшной полости, таза у 18 (11 %) определялась свободная жидкость (гематома) в подпеченочном пространстве, поддиафрагмальном пространстве, латеральных боковых каналах брюшной полости или забрюшинном пространстве. Так, у 8 (4,5 %) пациентов отмечался гемоперитонеум; у 5 (3 %) раненых — гематома в забрюшинном пространстве, у 5 (2,4 %) раненых — тазовая гематома (при огнестрельных повреждениях тазовых костей).

Результаты МСКТ-ангиографии у 163 раненых показали точную локализацию инородных тел (ранящих снарядов) брюшной полости, забрюшинного пространства, таза у 104 (63,8 %) пациентов по отношению к прилежащим анатомическим структурам и в первую очередь — магистральным сосудам. У 11 раненых инородные тела располагались менее чем в 1 см от просвета сосуда или прилежали к стенке и были удалены из-за опасности возникновения вторичного кровотечения при возможном инфицировании или пролежне.

Из 163 пациентов с огнестрельными ранениями брюшной полости и таза у 128 пострадавших (78,5 %) отмечались проявления геморрагического шока I–III степени, обусловленные массивной острой кровопотерей. При проведении УЗИ у 65 раненых в 5 случаях были выявлены истинные признаки гемоперитонеума (истинно положительные результаты), в 2 случаях — ложноположительные результаты, в 13 случаях —

ложноотрицательные. Чувствительность УЗИ при этом виде повреждений составила 28 %, специфичность — 96 %, точность — 78 %; прогностичность положительного результата — 71 %, прогностичность отрицательного результата — 78 %.

При МСКТ-ангиографии в 17 случаях были получены истинно положительные результаты гемоперитонеума, в одном случае — ложноположительный результат, в одном случае — ложноотрицательный результат. Чувствительность МСКТ-ангиографии в диагностике этих повреждений составила 94 %, специфичность — 98 %, точность — 97 %; прогностичность положительного результата — 94 %, прогностичность отрицательного результата — 98 %.

У 12 пациентов с повреждениями подвздошных артерий УЗДГ, ДС, МСКТ-ангиография проводились на этапе диагностики повреждений магистральных сосудов, а также после проведения реконструктивных сосудистых вмешательств для оценки состояния функционирующего протеза или АВ-шунта. При УЗДГ, ДС у 4 раненых был выявлен характер сосудистого повреждения — истинно положительные результаты, в 2 случаях получены ложноотрицательные и в 8 случаях — ложноположительные результаты. Чувствительность УЗДГ, ДС при этом виде повреждений составила 33 %, специфичность — 98 %, точность — 86 %; прогностичность положительного результата — 80 %, прогностичность отрицательного результата — 87 %.

При МСКТ-ангиографии чувствительность, специфичность, точность, прогностичность положительного результата, прогностичность отрицательного результата в диагностике повреждений подвздошных сосудов составляли 100 %.

У одного из пациентов отмечался кинкинг АВ-шунта левой подвздошной артерии.

При кинкинге протеза/шунта по результатам МСКТ-ангиографии основными характерными симптомами являлись:

- непрямолинейный ход шунта/протеза в виде патологического изгиба;
- однородность и отсутствие дефекта контрастирования шунта/протеза;
- «избыток» шунта/протеза.

У одного пациента после огнестрельного ранения брюшной полости сформировалось патологическое артериовенозное соустье между верхней брыжеечной артерией и левой почечной веной.

При повреждении стенок прилежащих сосудов таза, в основном подвздошных артерий и вен, формируется патологическое артериовенозное соустье, при котором происходит артериализация венозного русла из-за разницы системного артериального давления и венозного. При МСКТ-ангиографии у одного (0,6 %) пострадавшего с огнестрельным ранением таза диагностировали АВ-фистулу между подвздошными артерией и веной.

При проведении УЗИ у пациентов с огнестрельными ранениями брюшной полости с повреждением магистральных сосудов забрюшинного пространства, брюшной полости и формированием аневризмы или АВ-соустья (n = 3) в одном случае было диагностировано АВ-соустье между ЛПВ и ВБА, в 2 случаях был получен ложноотрицательный результат. Чувствительность УЗИ при этом виде повреждений составляла 33 %, специфичность — 98 %, точность — 95 %; прогностичность

положительного результата — 50 %, прогностичность отрицательного результата — 97 %.

При МСКТ-ангиографии чувствительность, специфичность, точность, прогностичность положительного результата, прогностичность отрицательного результата в диагностике посттравматических аневризм, АВ-фистул магистральных сосудов брюшной полости, забрюшинного пространства составляли 100 %.

У одного пострадавшего диагностировано внутрибрюшное кровотечение, развившееся в первые сутки после ранения и проведения экстренной лапаротомии по поводу огнестрельного слепого проникающего ранения брюшной полости с повреждением толстой кишки и позвоночника. При экстренной МСКТ-ангиографии брюшной полости визуализирована паракавальная гематома высокой неоднородной плотности (+65...+92 НУ), компремирующая просвет нижней полой вены, с повышением плотности в артериальную фазу до +90...+105 НУ на фоне внутривенного контрастирования, что было расценено как продолжающееся кровотечение.

МСКТ-ангиография позволила достоверно определить локализацию и топографию металлических инородных тел, прилегающих к стенке магистральных сосудов у раненых с проникающими ранениями.

Непосредственное прилегание инородного тела металлической плотности к стенке брюшной аорты, магистральных сосудов было выявлено у 11 (8,3 %) раненых с проникающими ранениями брюшной полости и таза. В 3 случаях положение осколка определялось парааортально между стенкой аорты и передними отделами тел поясничных позвонков. У 3 пострадавших выявлялись осколки в непосредственной близости от просвета нижней полой вены. У 4 раненых при МСКТ-ангиографии были выявлены осколки в непосредственной близости с подвздошными артериями и венами. При УЗИ же в 5 случаях не удалось точно оценить взаимоотношение ранящих инородных тел с сосудистыми структурами из-за выраженных артефактов. Полученные результаты УЗИ и МСКТ были сопоставлены с интраоперационными данными в 11 случаях и в 4 случаях — с данными селективной ангиографии.

При УЗИ брюшной полости и таза непосредственное прилегание инородных ранящих снарядов к стенке брюшной аорты, подвздошных сосудов ( $n = 7$ ) было выявлено у 5 раненых (истинно положительные результаты), в 4 случаях были получены ложноотрицательные результаты и в одном случае — ложноположительные. На достоверность УЗИ-результатов влияли артефакты от металлических ранящих снарядов. Чувствительность УЗИ при этом виде повреждений составила 60 %, специфичность — 95 %, точность — 90 %; прогностичность положительного результата — 67 %, прогностичность отрицательного результата — 93 %. При МСКТ-ангиографии таза, брюшной полости при визуализации инородных ранящих тел и точном определении соотношения к просвету магистральных сосудов чувствительность, специфичность, точность, прогностичность положительного результата, прогностичность отрицательного результата составляли 100 %.

У одного раненого отмечалась миграция осколка из просвета нижней полой вены после ее ушивания в ветвь печеночной вены на этапе квалифицированной хирургической помощи, которая была выявлена при МСКТ-ангиографии.

При выполнении у 65 пострадавших с огнестрельными ранениями брюшной полости УЗИ гемобилома была диагностирована у 2 пациентов (истинно положительные результаты), в одном случае отмечался ложноположительный результат и в одном случае — ложноположительный. Чувствительность УЗИ при этом виде сосудистого повреждения составила 50 %, специфичность — 98 %, точность — 95 %; прогностичность положительного результата — 67 %, прогностичность отрицательного результата — 97 %. При МСКТ-ангиографии таза, брюшной полости в диагностике гемобиломы чувствительность, специфичность, точность, прогностичность положительного результата, прогностичность отрицательного результата составили 100 %.

При огнестрельных проникающих ранениях брюшной полости у 37 (22,6 %) из 163 пациентов при МСКТ-исследовании были подтверждены и/или выявлены повреждения печени, которые были источником внутрибрюшного кровотечения. При УЗИ-исследованиях на этапах квалифицированной и специализированной помощи в 7 случаях эти повреждения не были верифицированы.

Повреждение печени сопровождалось внутрибрюшным кровотечением, и пострадавшие требовали динамического контроля для своевременного выявления тяжелых осложнений. Распределение МСКТ-признаков при повреждении печени, выявленных при МСКТ, представлено в таблице 8.

**Таблица 8 — Признаки повреждения печени, выявленные при МСКТ**

<b>МСКТ-признаки повреждений</b>	<b>Абс. количество (%)</b>
Краевое повреждение печени	11 (8,4)
Разрыв паренхимы	26 (19,8)
Свободная кровь в правом поддиафрагмальном пространстве, гемоперитонеум	4 (3,0)
Гемобилома	4 (2,4)
Рентгеноконтрастные инородные тела в паренхиме печени	12 (9,1)

Преобладали повреждения правой доли печени — у 27 (72,9 %) пациентов. Левая доля печени повреждалась реже — в 9 (24,7 %) случаях, совсем редко — квадратная доля — у одного раненого (2,7 %). Более глубокие огнестрельные повреждения печени сопровождалось образованием интрапаренхиматозной гематомы — у 26 (15,9 %) раненых от общего количества проникающих ранений брюшной полости (n = 163).

В ходе проведения УЗИ у раненых при подозрении на повреждение печени и с внутрибрюшным кровотечением ( $n = 37$ ) в 15 случаях получены истинно положительные результаты, подтвержденные интраоперационно, в 12 случаях были ложноположительные результаты и в 10 случаях — ложноотрицательные. Чувствительность УЗИ при этом виде огнестрельного повреждения составила 81 %, специфичность — 88 %, точность — 84 %; прогностичность положительного результата — 88 %, прогностичность отрицательного результата — 80 %. В ходе проведения МСКТ-ангиографии при огнестрельном повреждении у 36 пациентов получен истинно положительный результат и в одном случае — ложноположительный результат. Чувствительность МСКТ-ангиографии в этом случае составила 100 %, специфичность — 97 %, точность — 98 %, прогностичность положительного результата — 97 %, прогностичность отрицательного результата — 100 %.

Учитывая полученные результаты лучевого обследования пациентов с огнестрельными ранениями брюшной полости и таза, можно говорить, что на этапе оказания специализированной хирургической помощи основным методом малоинвазивной, быстрой, информативной диагностики повреждений магистральных сосудов и их осложнений является МСКТ-ангиография.

**В четвертой группе** пострадавших огнестрельные ранения верхних и нижних конечностей с повреждением магистральных сосудов встречались у 112 пациентов, к которым применили лучевые методы визуализации сосудистого русла на различных этапах оказания хирургической помощи.

У 69 (61,6 %) пострадавших отмечались огнестрельные ранения нижних конечностей, у 43 (38,4 %) — верхних конечностей. Из всех пострадавших этой группы 109 раненых были мужчинами, 3 — женщинами. Средний возраст пациентов составлял  $22,7 \pm 1,2$  года.

По виду ранящего снаряда у 66 (58,9 %) обследованных пострадавших ранения были осколочные, у 46 (41,1 %) — пулевые.

На этапах оказания квалифицированной хирургической помощи, в связи с тяжелым состоянием пациентов, рентгенологические исследования у раненых с огнестрельными переломами выполняли в двух проекциях для более точной визуализации травматических повреждений костных структур, для определения анатомической локализации рентгенконтрастных инородных тел (пули, осколки) в проекции сосудисто-нервного пучка. При данных исследованиях невозможно было предположить характер потенциальных повреждений магистральных сосудов.

В отдаленном послеоперационном периоде у 105 (66,9 %) раненых с повреждениями сосудов конечностей ( $n = 112$ ) на различных этапах оказания хирургической помощи выполняли ультразвуковую доплерографию для визуализации послеоперационных изменений сосудистого русла и диагностики осложнений.

Характер выявленных повреждений и изменений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях конечностей приведен в таблице 9.

**Таблица 9 — Сравнительная характеристика результатов УЗИ и МСКТ-ангиографии при огнестрельных ранениях конечностей**

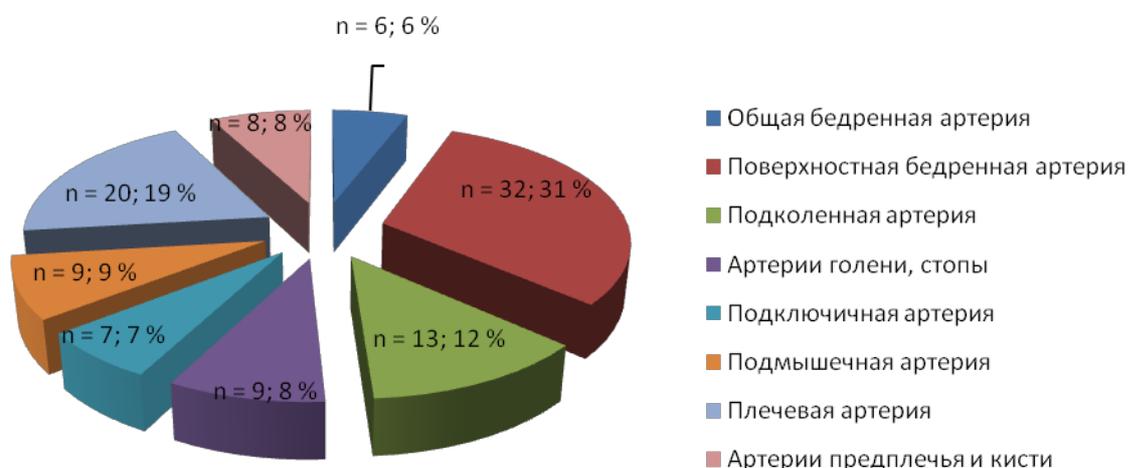
Признаки повреждений	Количество выявленных изменений сосудов			
	УЗИ (n =105)	МСКТ (n = 105)		
		всего	впервые	подтвержде но
Экстравазация (продолжающееся кровотечение)	1	3	2	1
Функционирующие АВ-шунты, протезы	51	53	2	51
Стеноз сосудистых анастомозов, АВ-шунтов, протезов	9	13	4	9
Тромбоз АВ-шунтов, протезов	8	9	1	8
Кинкинг АВ-шунта	3	5	2	3
Ложная аневризма	10	10	-	10
Артериовенозное соустье (фистула)	5	8	3	5
Пульсирующая гематома	1	1	-	1
Послеоперационная гематома	3	3	-	3
Инородные тела в зоне исследуемого сегмента конечности	63	63	-	63
<b>Всего, абс. (%)</b>	<b>154</b>	<b>168</b>	<b>14 (8,3)</b>	<b>154 (91,7)</b>

Примечание: при сопоставлении данных УЗИ и МСКТ в диагностике повреждений сосудов определяется статистическая достоверность различий в сравниваемых совокупностях; критерий Пирсона составил ( $\chi^2 = 19,002$ ,  $p < 0,001$ ).

При выполнении МСКТ-ангиографии после УЗДГ и ДС у 105 (93,7 %) (n = 112) пострадавших впервые диагностированы повреждения сосудов, послеоперационные изменения, осложнения травм сосудов — в 9,1 % случаев.

При огнестрельных ранениях конечностей превалировало повреждение нижних конечностей — у 69 (61,6 %), повреждение верхних конечностей отмечалось у 43 (38,4 %) пациентов. Повреждение магистральных артерий верхних конечностей

диагностировано у 44 (32,6 %) человек при МСКТ-ангиографии, нижних конечностей — у 60 (67,4 %) (рис. 1).



**Рис. 1. Диаграмма распределения поврежденных магистральных артерий по анатомической локализации при огнестрельных ранениях конечностей (n = 104)**

**Продолжающееся кровотечение** при огнестрельном повреждении магистрального сосуда конечностей при проведении ультразвуковых исследований (УЗДГ, ДС) имело характерные признаки:

- нарушение нормальной анатомии исследуемого сосуда;
- нарушение целостности стенки сосуда;
- прерывистость/отсутствие при локации дистального просвета сосуда;
- турбулентный тип кровотока за пределами просвета сосуда за счет экстравазации крови в окружающие ткани и образование гематомы.

Характерными признаками активного продолжающегося артериального кровотечения при проведении МСКТ-ангиографии были:

- определяемое внесосудистое образование гиперденсной плотности в нативном исследовании (+40...+60 НУ) с повышением плотности в фазу контрастирования до +70...+90 НУ;
- в артериальную фазу контрастирования определяемое скопление контрастированной крови за пределами сосудистого русла (экстравазация), вне просвета артерии в виде «лужиц», «озер» неправильной формы;
- объемное воздействие на окружающие ткани.

Продолжающееся артериальное кровотечение (экстравазация) было диагностировано при МСКТ-ангиографии у всех 3 (2,6 %) раненых (подтверждено у одного пациента, которому ранее была выполнена УЗДГ и впервые диагностировано у

2). Во всех 3 случаях раненым были выполнены неотложные хирургические вмешательства для остановки кровотечения.

У 49 пострадавших (истинно положительные результаты) из 105 раненых, которым выполнены вмешательства на магистральных артериях, при УЗДГ, ДС удалось достоверно визуализировать нормофункционирующие сосудистые шунты/протезы магистральных артерий. В 4 случаях были получены ложноотрицательные результаты, в 2 случаях — ложноположительные. Чувствительность УЗДГ, ДС при оценке функционирующих сосудистых шунтов/протезов составила 92 %, специфичность — 96 %, точность — 94 %; прогностичность положительного результата — 96 %, прогностичность отрицательного результата — 93 %.

Характерными основными признаками нормофункционирующего сосудистого протеза/шунта или оперированной магистральной артерии при ультразвуковом исследовании были:

- неизменный кровоток на протяжении протеза/шунта или ушитой артерии;
- отсутствие сужения просвета сосуда в области наложения сосудистого шва или анастомоза.

**Нормально функционирующий** просвет АВ-шунта/протеза, артерии у 53 пострадавших визуализировался на МСКТ-ангиографии (при моделировании и реконструкции МР-, 3D-изображений).

При МСКТ-ангиографии определялись характерные признаки, указывающие на нормофункцию протеза/шунта или оперированной артерии:

- просвет артерии, протеза/шунта визуализировался без дефектов контрастирования на всем протяжении;
- просвет артерии, протеза/шунта визуализировался одинакового диаметра на всем протяжении, равномерного однородного наполнения.

При проведении МСКТ-ангиографии пациентам после реконструктивных сосудистых вмешательств (n = 83) при повреждении магистральных артерий у 52 раненых получен истинно положительный результат, в одном случае — ложноотрицательный результат. Чувствительность МСКТ-ангиографии в оценке проходимости функционирующих сосудистых шунтов/протезов составила 98 %, специфичность — 100 %, точность — 99 %, прогностичность положительного результата — 100 %, прогностичность отрицательного результата — 98 %.

Из 13 пациентов с огнестрельными повреждениями магистральных артерий, которым был наложен циркулярный сосудистый шов, в ходе проведения УЗ-исследований сосудистого русла у 7 пострадавших достоверно определялось гемодинамически значимое **сужение просвета** (50–75 %) (истинно положительные результаты). У 3 пациентов результаты были ложноположительными и у 6 пациентов — ложноотрицательными.

Чувствительность УЗДГ, ДС при оценке стенозирующего поражения в зоне выполнения сосудистых вмешательств составила 54 %, специфичность — 97 %, точность — 92 %; прогностичность положительного результата — 70 %, прогностичность отрицательного результата — 94 %.

Характерными признаками, указывающими на гемодинамическое сужение просвета артерии, области наложения анастомоза протеза/шунта, при УЗДГ, ДС были:

— наличие локального сужения просвета сосуда в проекции сосудистого шва или наложения сосудистого анастомоза по отношению к нормальному (афферентному и эфферентному) просвету сосуда;

— высокоскоростной амплитудный кровоток в проекции сужения артерии;

— низкоскоростной амплитудный кровоток в дистальных сегментах поврежденного сосуда;

— турбулентный кровоток в зоне гемодинамически значимого сужения артерии (стеноз более 50 %).

При проведении МСКТ-ангиографии у 83 пациентов с огнестрельными повреждениями магистральных артерий конечностей после реконструктивных сосудистых вмешательств в 13 случаях были диагностированы гемодинамически значимые сужения просвета артерии (50–75 % и более). Выявленные изменения были подтверждены при селективной ангиографии или интраоперационно.

Чувствительность МСКТ-ангиографии в оценке стенозирующих изменений сосудистых шунтов/протезов составила 92 %, специфичность — 100 %, точность — 99 %, прогностичность положительного результата — 100 %, прогностичность отрицательного результата — 99 %.

При проведении МСКТ-ангиографии определялись характерные признаки гемодинамически значимого сужения сосуда, проявляющиеся в виде:

— локального сужения просвета артерии на фоне контрастирования в форме «песочных часов»;

— гиподенсной зоны линейной формы, перпендикулярной оси сосуда (проекция наложения сосудистого шва, анастомоза протеза/шунта);

— пристеночного дефекта контрастирования просвета артерии (зона частичного тромбирования в проекции наложения сосудистых швов).

При проведении УЗ-исследований из 105 пациентов с огнестрельными повреждениями магистральных сосудов или после выполненных реконструктивных сосудистых вмешательств у 4 пострадавших достоверно отмечались признаки **тромбоза артерии** (истинно положительные результаты), в 2 случаях получены ложноположительные результаты, в 5 случаях — ложноотрицательные. Чувствительность УЗДГ, ДС при оценке тромбоза поврежденной артерии, протеза/шунта в зоне выполнения сосудистых вмешательств составила 44 %, специфичность — 98 %, точность — 93 %; прогностичность положительного результата — 67 %, прогностичность отрицательного результата — 95 %.

При УЗДГ, ДС определялись следующие характерные для тромбоза артерии признаки:

— наличие в просвете сосуда однородной, низкой эхогенности структуры (тромботических масс, частично или полностью окклюзирующих просвет);

— локальное отсутствие кровотока на протяжении (при окклюзирующем тромбозе);

- высокоамплитудный кровоток в сосуде в проксимальном отделе (перед тромбом) с возможным турбулентным характером;
- низкоамплитудный монофазный кровоток или его отсутствие дистальнее тромба;
- высокоскоростной кровоток в сосудистых коллатералях.

В ходе МСКТ-ангиографии, проведенной 105 раненым с целью оценки эффективности выполненных реконструктивных вмешательств, ушивания поврежденных магистральных артерий, у 9 пациентов были диагностированы тромбозы артерий, протезов/шунтов.

Чувствительность, специфичность, точность, прогностичность положительного и отрицательного результатов МСКТ-ангиографии в диагностике тромбозов поврежденной артерии, протеза/шунта составляли 100 %.

При частичном тромбировании артерии, АВ-шунта/протеза при МСКТ-ангиографии на аксиальных сканах, ремоделированных изображениях МIP, 3D отмечали:

- дефекты контрастирования просвета сосуда;
- пристеночные тромботические наложения;
- неровность внутренних контуров протеза/ шунта, артерии.

При полном тромбировании просвета поврежденной артерии, АВ-шунта/протеза при МСКТ-ангиографии определялось:

- полное отсутствие контрастирования просвета шунта/протеза или артерии;
- выраженные коллатерали, через которые заполнялось дистальное сосудистое русло поврежденной конечности.

**Патологические артериовенозные соустья** при огнестрельных ранениях конечностей в ходе обследования 112 пострадавших были диагностированы у 8 (16 %) пациентов.

Характерными признаками при проведении УЗДГ, ДС в случае формирования АВ-соустья при огнестрельном повреждении артерии и вены являлись:

- сброс артериальной крови в венозное русло;
- дефект стенки артерии и вены;
- наличие сообщения между поврежденными сосудами через «шейку» соустья с патологическим кровотоком;
- турбулентный характер кровотока в «шейке» АВ-соустья.

При ультразвуковой доплерографии, дуплексном сканировании у 4 из 8 пациентов с АВ-соустьями получены истинно положительные результаты, в 4 случаях — ложноотрицательные результаты, в 2 случаях — ложноположительные. Чувствительность УЗДГ, ДС в диагностике патологического АВ-соустья при огнестрельных повреждениях сосудов составляла 50 %, специфичность — 98 %, точность — 94 %; прогностичность положительного результата — 67 %, прогностичность отрицательного результата — 96 %.

Трудность диагностики была связана с наличием обширных раневых поверхностей, ограничением доступа для исследования и визуализации, в первую

очередь подключичной артерии, которая имеет анатомические особенности расположения и хода.

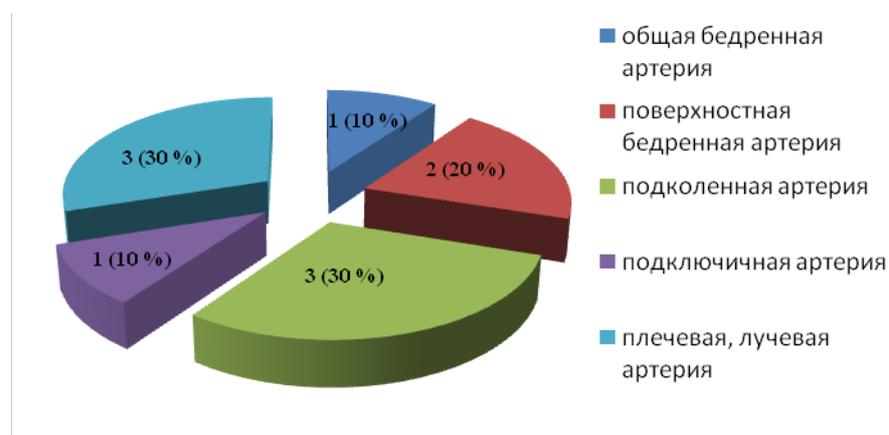
Основными признаками патологического АВ-соустья при огнестрельных повреждениях магистральных сосудов (артерии и вены) конечностей при МСКТ-ангиографии следует считать наличие:

- одновременного контрастирования артериального и венозного сосуда на уровне поврежденного сосудистого сегмента;
- дефекта стенки артерии и вены на одном уровне (прилежащие стенки);
- сброса контрастированной крови из артерии в венозное русло через дефект сосудистой стенки.

Чувствительность, специфичность, точность, прогностичность положительного и отрицательного результатов МСКТ-ангиографии в диагностике АВ-соусть при огнестрельном повреждении магистральных сосудов конечностей составляли 100 %.

Селективная ангиография выполнена у всех 8 раненых для подтверждения результатов МСКТ-ангиографии и определения возможности рентгенэндоваскулярного вмешательства (имплантации графт-стента для разобщения АВ-соустья).

При огнестрельных ранениях конечностей у 10 пострадавших при УЗДГ, МСКТ-ангиографии, селективной ангиографии диагностировались посттравматические аневризмы артерий при их повреждении (рис. 2).



**Рис. 2. Распределение по анатомической локализации посттравматических ложных аневризм при огнестрельных повреждениях магистральных артерий**

При выполнении УЗДГ, ДС у пациентов при огнестрельном повреждении магистральных артерий с формированием **посттравматической ложной аневризмы** отмечались характерные УЗ-признаки при этом виде травмы:

- при УЗИ в проекции поврежденного сосуда — объемное сосудистое образование;
- наличие патологического кровотока (турбулентного) в полости образования;
- наличие дефекта стенки сосуда, через который заполняется полость аневризмы.

В 8 случаях (истинно положительные результаты) при УЗ-исследовании диагностированы ложные аневризмы ( $n = 10$ ); в 2 случаях был получен ложноотрицательный результат, в одном случае — ложноположительный. Чувствительность УЗДГ, ДС в диагностике ложных аневризм при огнестрельных повреждениях магистральных артерий конечностей составляла 80 %, специфичность — 99 %, точность — 97 %; прогностичность положительного результата — 89 %, прогностичность отрицательного результата — 98 %.

При МСКТ-ангиографии у пациентов с посттравматической ложной аневризмой определялись характерные признаки огнестрельного повреждения сосуда:

— при контрастировании в проекции поврежденного сосуда визуализируется объемное сосудистое образование, связанное с ним;

— определяется дефект стенки сосуда, через который заполняется аневризматическая полость с плотностью контрастирования, аналогичной просвету поврежденного сосуда;

— наличие инородных тел на уровне повреждения сосуда.

Чувствительность, специфичность, точность, прогностичность положительного и отрицательного результатов МСКТ-ангиографии в диагностике посттравматических ложных аневризм при огнестрельном повреждении магистральных артерий конечностей составляли 100 %.

У 15 пациентов с подозрением на осложненные повреждения вен конечностей проводили исследование с использованием методики дистальной восходящей МСКТ-флебографии. У 9 (60 %) пациентов из 15 пострадавших с огнестрельными ранениями нижних конечностей на МСКТ-флебографии были выявлены признаки окклюдированного/неокклюдированного тромбоза глубоких вен (берцовых, подколенных, бедренных вен) на стороне повреждения конечности.

При огнестрельных повреждениях магистральных сосудов конечностей для первичной диагностики при возможности широко использовали ультразвуковые методы визуализации (УЗДГ, ДС). При наличии обширных ран в проекции сосудисто-нервного пучка, наличии множественных или крупных (более 1 см) ранящих снарядов, огнестрельных переломов трубчатых костей с металлоостеофиксацией использование УЗ-исследований для оценки сосудистого русла было невозможно, и в этих случаях первичным методом диагностики повреждений магистральных сосудов становилась МСКТ-ангиография, по результатам которой определялась дальнейшая хирургическая тактика. При повреждении сосудистого русла с формированием посттравматических АВ-соустий, ложных аневризм выполняли селективную катетерную ангиографию, которая подтверждала данные МСКТ-АГ и переходила в лечебный этап проведения рентгенэндоваскулярного вмешательства.

## **ВЫВОДЫ:**

1. У пострадавших с огнестрельной боевой травмой (шеи, грудной клетки, брюшной полости и таза, конечностей) для диагностики травм магистральных сосудов

необходимо включить в алгоритм лучевого обследования МСКТ-ангиографию для визуализации и определения повреждений сосудистого русла, для выбора оптимальной хирургической тактики лечения.

2. По сравнению с рентгенографией, УЗ-исследованиями МСКТ-ангиография в диагностике огнестрельных повреждений магистральных сосудов любой анатомической области является более чувствительным, специфичным и точным методом визуализации.

3. Предложенные протоколы МСКТ-ангиографии для диагностики огнестрельных повреждений магистральных сосудов конечностей позволяют достоверно и точно определить характер сосудистых повреждений, минимизировать травматизацию пострадавшего и снизить лучевую нагрузку.

4. МСКТ-ангиография при огнестрельных ранениях шеи, грудной, брюшной полостей, таза, верхних и нижних конечностей во всех случаях позволила визуализировать сосудистое русло (артериальное и венозное), выявить сосудистые повреждения. Кроме того, при МСКТ диагностированы огнестрельные повреждения органов и структур соответствующих анатомических областей, которые определяли дальнейшую хирургическую тактику лечения пострадавших.

5. МСКТ-ангиография при огнестрельных повреждениях магистральных артерий различных анатомических областей позволяет малоинвазивно оценить эффективность выполненных реконструктивных сосудистых вмешательств, выявить сосудистые послеоперационные осложнения.

6. При симптомах огнестрельных повреждений магистральных сосудов целесообразно отказаться от некоторых методов визуализации в пользу более информативного. Для диагностики повреждений магистральных сосудов шеи, грудной клетки традиционная рентгенография, УЗДГ, ДС могут быть заменены МСКТ-ангиографией. Традиционная рентгенография, УЗИ в диагностике огнестрельных повреждений магистральных сосудов брюшной полости и таза не информативны, и для визуализации сосудистого русла лучевую диагностику необходимо сместить в сторону выполнения МСКТ-ангиографии.

Для диагностики, оценки послеоперационных изменений при огнестрельных повреждениях магистральных сосудов конечностей информативными методами визуализации являются УЗДГ и МСКТ-ангиография.

7. Разработанная УЗ-семиотика и МСКТ-семиотика видов огнестрельных повреждений магистральных сосудов (тромбозы, стенозы и кинкинги шунтов/протезов, АВ-соустья и ложные аневризмы) позволяют определить степень нарушения кровотока и определить хирургическую тактику.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Методами первичной лучевой диагностики повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях шеи, грудной, брюшной полостей, таза, конечностей на этапе оказания квалифицированной хирургической помощи остаются ультразвуковые исследования (УЗДГ, ДС).

2. Раненым с огнестрельными повреждениями шеи, грудной клетки, брюшной полости и таза, конечностей с симптомами повреждения магистральных сосудов на этапе оказания специализированной хирургической помощи целесообразно выполнять МСКТ-ангиографию для определения характера травмы сосудистого русла.

3. При огнестрельной цервикальной травме при подозрении на повреждение экстракраниальных магистральных сосудов МСКТ-исследование необходимо проводить 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 на фоне болюсного внутривенного введения рентгенконтрастного препарата в каудо-краниальном направлении от уровня дуги грудной аорты до основания черепа (в артериальную и венозную фазы). При сочетанном ранении грудной клетки необходимо выполнять и МСКТ грудной полости.

4. При огнестрельных ранениях грудной клетки при подозрении на повреждения магистральных сосудов средостения МСКТ-исследование необходимо проводить 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 1–1,5 мм на фоне болюсного внутривенного контрастирования в кранио-каудальном направлении от югулярной вырезки до уровня нижней границы реберной дуги (по среднеключичной линии) в режиме двухфазного сканирования (артериальная и венозная фазы). При этом также учитывалась локализация входных, выходных огнестрельных отверстий.

5. При подозрении на повреждение магистральных сосудов при боевой огнестрельной травме брюшной полости и таза МСКТ-ангиографию оптимально проводить 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 120 кВ, силе тока 200–300 мА, с интервалом реконструкции 1–1,5 мм, на выдохе (в зависимости от состояния пациента), с уровня нижней трети грудной клетки до уровня крыльев подвздошных костей, а при повреждении таза — продолжать до уровня малого вертела бедренных костей.

6. При огнестрельных ранениях конечностей с повреждением магистральных сосудов для оценки эффективности выполненных сосудистых реконструктивных вмешательств лучевое исследование необходимо начинать с УЗДГ, ДС. При трудностях визуализации сосудистого русла в ходе проведения УЗИ (обширные раны, наличие металлоконструкций, послеоперационных рубцов) необходимо проводить МСКТ-ангиографию пораженного сегмента.

7. В диагностике повреждений магистральных вен при огнестрельных ранениях конечностей, для определения сегментарного уровня венозного тромбоза целесообразно применять дистальную восходящую МСКТ-флебографию.

8. При наличии технических возможностей у пациентов с тяжелыми, сочетанными огнестрельными ранениями (грудной клетки, брюшной полости и таза, на ИВЛ), с симптомами геморрагического шока для диагностики повреждений магистральных сосудов, кровотечения необходимо сместить диагностический алгоритм

в пользу более информативного и малоинвазивного метода визуализации сосудистого русла — МСКТ-ангиографии.

9. Селективная катетерная ангиография должна проводиться как уточняющий метод возможного применения интервенционного вмешательства при огнестрельных повреждениях магистральных артерий — эмболизации посттравматических аневризм, имплантации графт-стентов при патологических АВ-соустьях.

#### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Курдо С.А. Современная диагностика в оценке посттравматических изменений магистральных артерий в послеоперационном периоде / С.А. Курдо, И.С. Обельчак, М.В. Иоаннисянц // Мат-лы научн.-практ. конф. «Современная боевая травма. Актуальные вопросы диагностики и лечения». — 2001. — С. 22.

2. Обельчак И.С. Лучевая диагностика огнестрельных повреждений периферических сосудов / И.С. Обельчак, А.П. Черкашин, А.А. Сальников // Мат-лы научн.-практ. конф. «Современная боевая травма. Актуальные вопросы диагностики и лечения». — 2001. — С. 25.

3. Обельчак И.С. Спиральная компьютерная томография в оценке сосудистого русла при боевой огнестрельной травме / И.С. Обельчак, С.А. Курдо, М.В. Иоаннисянц // Симпозиум «Современные методы визуализации в сердечно-сосудистой хирургии». — 2001. — С. 5.

4. Обельчак И.С. Роль спиральной компьютерной томографии в диагностике огнестрельных ранений живота и их осложнений / **И.С. Обельчак**, М.В. Громова // **Вестник рентгенологии и радиологии**. — 2002. — № 2. — С. 13–17.

5. Обельчак И.С. Современная лучевая диагностика в оценке сосудистого русла при боевой огнестрельной травме / И.С. Обельчак, С.А. Курдо, М.В. Иоаннисянц // VI Ежегодная сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2002. — С. 147.

6. Обельчак И.С. Диагностические преимущества спиральной компьютерной томографии при огнестрельном сквозном ранении таза / **И.С. Обельчак**, М.В. Громова // **Медицинский вестник МВД**. — 2003. — № 2 (3). — С. 34-35.

7. Регионарное кровообращение при огнестрельных ранениях голеностопного сустава и стопы / Г.В. Азаров, Н.Г. Катаргин, **И.С. Обельчак** и др. // **Хирургия**. — 2003. — № 10. — С. 73–76.

8. Обельчак И.С. Спиральная компьютерная томография при огнестрельных повреждениях магистральных сосудов / И.С. Обельчак, Л.Р. Гаджиева, М.В. Громова // VIII Ежег. сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2004. — С. 290.

9. Бокерия Л.А. Лучевая диагностика повреждений при огнестрельных ранениях грудной клетки / Л.А. Бокерия, И.С. Обельчак // Матер. Всеросс. научн. форума «Радиология-2005». — М., 2005. — 44 с.

10. Обельчак И.С. Спиральная компьютерная томография огнестрельных ранений живота и таза / **И.С. Обельчак**, М.В. Громова // **Вестник рентгенологии и радиологии.** — 2005. — № 2. — С. 43–47.

11. Бокерия Л.А. Спиральная компьютерная томография в диагностике повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях грудной клетки / Л.А. Бокерия, И.С. Обельчак // XI Ежег. сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2007. — С. 168.

12. Современная лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях / Л.А. Бокерия, И.С. Обельчак, М.В. Громова, Н.Г. Осипов // XI Ежег. сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2007. — С. 168.

13. Спиральная компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностике патологии венозного русла нижних конечностей / И.С. Обельчак, И.В. Шабунин, Е.А. Кукушкина, А.В. Акимов // XI Ежег. сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2007. — С. 169.

14. Бокерия Л.А. Спиральная компьютерная томография в диагностике сосудистых повреждений при огнестрельной травме / Л.А. Бокерия, И.С. Обельчак, М.В. Громова // Невский радиологический форум: сб. научн. тр. — СПб., 2007. — С. 409.

15. Современная лучевая диагностика огнестрельных повреждений магистральных сосудов / Л.А. Бокерия, В.Н. Макаренко, И.С. Обельчак, М.В. Громова // XII Ежег. сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2008. — С. 156.

16. Бокерия Л.А. Спиральная компьютерная томография в диагностике повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях грудной клетки / Л.А. Бокерия, В.Н. Макаренко, И.С. Обельчак // XII Ежег. сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2008. — С. 158.

17. Обельчак И.С. Спиральная компьютерная томография в диагностике сосудистых повреждений при огнестрельных повреждениях брюшной полости и таза / И.С. Обельчак, Л.А. Бокерия, В.Н. Макаренко // XIII Ежег. сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2008. — С. 162.

18. Современная лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях / Л.А. Бокерия, И.С. Обельчак, В.Н. Макаренко, А.В. Акимов // XIII Ежег. сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2008. — С. 164.

19. Мультиспиральная компьютерная флебография в диагностике патологии венозного русла нижних конечностей / И.С. Обельчак, И.В. Шабунин, Е.А. Кукушкина, А.В. Акимов // XIII Ежег. сессия НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева со Всеросс. конф. молодых ученых: тез. конф. — М., 2008. — С. 165.

20. Обельчак И.С. Спиральная компьютерная флебография в диагностике патологии венозного русла нижних конечностей / **И.С. Обельчак**, Е.А. Кукушкина, А.В. Акимов, И.В. Шабунин // **Медицинский вестник МВД.** — 2008. — № 3 (34). — С. 39–42.

21. Современная лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях / Л.А. Бокерия, И.С. Обельчак, В.Н. Макаренко, А.В. Акимов // Невский радиологический форум: сб. научн. тр. — СПб., 2009. — С. 74.
22. Бокерия Л.А. Спиральная и мультиспиральная компьютерная томография в диагностике повреждений сосудов при огнестрельной травме грудной клетки / Л.А. Бокерия, И.С. Обельчак, В.Н. Макаренко // Невский радиологический форум: сб. научн. тр. — СПб., 2009. — С. 76.
23. Бокерия Л.А. Спиральная компьютерная томография в диагностике сосудистых повреждений при огнестрельной травме брюшной полости и таза / Л.А. Бокерия, И.С. Обельчак, В.Н. Макаренко // Невский радиологический форум: сб. научн. тр. — СПб., 2009. — С. 77.
24. Бокерия Л.А. Спиральная и мультиспиральная компьютерная томография при огнестрельной травме живота и таза / Л.А. Бокерия, В.Н. Макаренко, **И.С. Обельчак** // **Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания»**. — 2009. — Т. 10. — № 6. — С. 287.
25. Ликвидация травматических артериовенозных свищей нижних конечностей методом эндоваскулярного протезирования стент-графтом / Н.Г. Осипов, И.С. Обельчак, А.В. Акимов, С.Н. Дворцовой // Сб. научных работ, посвященных 140-летию ЦВКГ МО Республики Узбекистан. — Ташкент, 2009. — С. 81.
26. Возможности современных методов лучевой диагностики в визуализации сосудистого русла при огнестрельных ранениях / И.С. Обельчак, Л.А. Бокерия, В.Н. Макаренко и др. // Сб. мат-лов научн.-практ. конф. «Современные технологии лечения раненых в локальных конфликтах». — 2009. — С. 109–111.
27. Обельчак И.С. Спиральная и мультиспиральная компьютерная томография при огнестрельных ранениях живота, таза / И.С. Обельчак, Л.А. Бокерия, В.Н. Макаренко // Сб. мат-лов научн.-практ. конф. «Современные технологии лечения раненых в локальных конфликтах». — 2009. — С. 112–114.
28. Результаты лечения пациентов с огнестрельными ранениями магистральных артерий / А.В. Акимов, И.С. Обельчак, Н.Г. Осипов и др. // Сб. мат-лов научн.-практ. конф. «Современные технологии лечения раненых в локальных конфликтах». — 2009. — С. 3–5.
29. Бокерия Л.А. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике повреждений при огнестрельной травме грудной клетки / Л.А. Бокерия, И.С. Обельчак, В.Н. Макаренко // Сб. матер. научн.-практ. конф. «Современные технологии лечения раненых в локальных конфликтах». — 2009. — С. 11–12.
30. Обельчак И.С. Хирургическое лечение артериовенозной аневризмы поверхностной бедренной артерии, развившейся в результате огнестрельного ранения / А.П. Черкашин, **И.С. Обельчак**, В.А. Кияшко, М.А. Черкашин // **Флебология**. — 2009. — Т. 3. — № 1. — С. 65–68.
31. Обельчак И.С. Современная лучевая диагностика в визуализации сосудистого русла при огнестрельной травме / Л.А. Бокерия, **И.С. Обельчак**, В.Н.

Макаренко и др. // **Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания».** — 2010. — Т. 11. — № 3. — С. 156.

32. Обельчак И.С. МСКТ и МРТ в диагностике патологии сосудистого русла нижних конечностей / **И.С. Обельчак, И.В. Шабунин, Е.А. Кукушкина и др. // Бюллетень научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания».** — 2010. — Т. 11. — № 1. — С. 23–30.

33. Лучевая диагностика повреждений сосудистого русла при огнестрельных ранениях / **И.С. Обельчак, Л.А. Бокерия, В.Н. Макаренко и др. // XVII Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов.** — М., 2011. — С. 224.

34. Маметьева И.А. Оценка отдаленных результатов после реконструктивных вмешательств на магистральных и периферических сосудах с помощью мультиспиральной компьютерной томографии / **И.А. Маметьева, И.С. Обельчак, А.В. Акимов // Мат-лы V Всеросс. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2011».** — М., 2011. — С. 259.

35. Современная лучевая диагностика в визуализации сосудистого русла при огнестрельных ранениях / **И.С. Обельчак, Л.А. Бокерия, В.Н. Макаренко и др. // Матер. V Всеросс. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2011».** — М., 2011. — С. 291.

36. Современные возможности визуализации в диагностике огнестрельных посттравматических повреждений сосудистого русла / **И.С. Обельчак, В.Н. Макаренко, М.В. Громова, А.В. Акимов // Матер. VI Всеросс. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2012».** — С. 383–384.

37. Обельчак И.С. Современные подходы в лечении боевой травмы груди с нарушением каркасной функции грудной клетки / **А.Е. Войновский, И.С. Обельчак, А.Ю. Шабалин и др. // Медицинский вестник МВД.** — 2012. — № 3. — С. 12.

38. Обельчак И.С. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике огнестрельных повреждений магистральных сосудов / **И.С. Обельчак, Л.А. Бокерия, А.Е. Войновский, А.В. Акимов // Радиология-практика.** — 2012. — № 5. — С. 109–116.

39. Обельчак И.С. Спиральная компьютерная томография в диагностике повреждений при огнестрельных ранениях живота и таза / **И.С. Обельчак, Л.А. Бокерия // Радиология-практика.** — 2012. — № 5. — С. 102–108.

40. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике сосудистых повреждений при огнестрельных ранениях / **И.С. Обельчак, А.Е. Войновский, И.А. Маметьева и др. // Актуальные вопросы клинической медицины: сб. научн. тр. межведомств. научн.-практ. конф., посв. 25-летию клинического госпиталя ФКУЗ «МЧС МВД России».** — 2014. — С. 259–260.

41. Obelchak I.S. Multispiral computed tomography in the diagnosis of lower extremities venous disease / **I.S. Obelchak, I.A. Mameteva // ECR-2014.-EPOS.** — № C-0762.

42. Обельчак И.С. Роль и место мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике огнестрельных повреждений живота, таза при ранениях / **И.С. Обельчак,**

А.Е. Войновский, А.Ю. Шабалин // Матер. Всеросс. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2015». — М., 2015. — С. 45–46.

43. Обельчак И.С. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике повреждений сосудов при огнестрельных ранениях / И.С. Обельчак // Матер. Всеросс. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2015». — М., 2015. — С. 73.

44. Обельчак И.С. Современная лучевая диагностика в визуализации сосудистых повреждений при боевой огнестрельной травме / И.С. Обельчак // Тез. конгресса Ассоциации радиологов — М., 2016. — С. 149–150.

45. Obelchak I. Multispiral computed tomography in vascular disruption diagnosis in cases of gunshot injuries / I. Obelchak, I. Mameteva, E. Kukushkina // Asian Oceanian Congress of Radiology. — Beijing, China, 2016. — P. 83.

46. Обельчак И.С. Лучевая диагностика сосудистых повреждений при огнестрельных ранениях / И.С. Обельчак, А.В. Акимов, Д.Р. Ивченко // Сб. тр. Общеросс. межведомств. научн.-практ. конф. с междунар. участием «Актуальные вопросы диагностики тяжести сочетанной травмы». 26 октября 2017 г. — Балашиха. — С. 215–216.

47. Низкодозовый протокол МСКТ-АГ в динамическом наблюдении пациентов после реконструктивных вмешательств на артериях нижних конечностей / И.А. Маметьева, И.С. Обельчак, Е.А. Кукушкина и др. // Матер. XI Всеросс. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2017». — 23–25 мая 2017 г. — Москва. — С. 70–71.

48. Обельчак И.С. Лучевая диагностика сосудистых повреждений при боевой огнестрельной травме / **И.С. Обельчак // Лучевая диагностика и терапия. — 2017. — № 3 (8). — С. 63–64.**

49. Обельчак И.С. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике повреждений живота и таза при огнестрельной травме / **И.С. Обельчак // Лучевая диагностика и терапия. — 2017. — № 3 (8). — С. 64.**

50. Обельчак И.С. Лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов при цервикальной травме / **И.С. Обельчак, Е.А. Кукушкина, И.А. Маметьева, А.В. Афанасьев // Лучевая диагностика и терапия. — 2018. — № 1 (3). — С. 125.**

51. Обельчак И.С. Мультисрезовая компьютерная томография в диагностике повреждений сосудов живота и таза при боевой огнестрельной травме / **И.С. Обельчак, Е.А. Кукушкина, И.А. Маметьева, А.В. Афанасьев // Лучевая диагностика и терапия. — 2018. — № 1 (3). — С. 125–126.**

52. Обельчак И.С. Лучевая диагностика сосудистых повреждений конечностей при боевой огнестрельной травме / И.С. Обельчак // Сб. тез. Юбилейной научн.-практ. конф. с междунар. участием, посв. 100-летию основания первого в мире рентгенрадиологического института РНЦ радиологии и хирургических технологий им. А.М. Гранова. — СПб., 2018. — С. 61.

53. Обельчак И.С. Мультисрезовая компьютерная томография в диагностике повреждений сосудов живота и таза при боевой огнестрельной травме / И.С. Обельчак //

Сб. тез. III Всеросс. конгресса с междунар. участием «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени “Новое в организации и технологиях”». — СПб., 2018. — С. 217.

54. Обельчак И.С. Лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов при цервикальной огнестрельной травме / И.С. Обельчак // Сб. тез. III Всеросс. конгресса с междунар. участием «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени “Новое в организации и технологиях”». — СПб., 2018. — С. 218–219.

55. Обельчак И.С. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике огнестрельного ранения сердца (клиническое наблюдение) / **И.С. Обельчак**, А.Ю. Васильев // **Радиология-практика**. — 2019. — № 1 (73). — С. 39–45.

56. Васильев А.Ю. Мультисрезовая компьютерная томография в диагностике повреждений магистральных сосудов при огнестрельной травме груди / А.Ю. Васильев, **И.С. Обельчак** // **Регионарное кровообращение и микроциркуляция**. — 2019. — №1 (18). — С. 31–38.

#### **СВИДЕТЕЛЬСТВА О РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА:**

1. Свидетельство о регистрации электронного ресурса «Лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов при огнестрельных ранениях конечностей» № 23619 от 24 мая 2018 года, ОФЕРНиО, **автор Обельчак И.С.**

2. Свидетельство о регистрации электронного ресурса «Лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов при огнестрельной боевой травме» № 23620 от 24 мая 2018 года, ОФЕРНиО, **автор Обельчак И.С.**

3. Свидетельство о регистрации электронного ресурса «Лучевая диагностика повреждений сосудистого русла при огнестрельных ранениях шеи» № 23621 от 24 мая 2018 года, ОФЕРНиО, **автор Обельчак И.С.**

4. Свидетельство о регистрации электронного ресурса «Лучевая диагностика повреждений сосудистого русла при огнестрельных ранениях грудной клетки» № 23622 от 24 мая 2018 года, ОФЕРНиО, **автор Обельчак И.С.**

5. Свидетельство о регистрации электронного ресурса «Лучевая диагностика повреждений сосудистого русла при огнестрельных ранениях брюшной полости» № 23623 от 24 мая 2018 года, ОФЕРНиО, **автор Обельчак И.С.**

#### **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

**АГ**— ангиография

**АД** — артериальное давление

**АВ** (шунт, соустье) — артериовенозное

**АИК** — аппарат искусственного кровообращения

**БЦА** — брахиоцефальные артерии

**ВОВ** — Великая Отечественная война

**ВЯВ**— внутренняя яремная вена

**ДС** — дуплексное сканирование

**ИВЛ** — искусственная вентиляция легких

**кВ** — киловольт

**КХП** — квалифицированная хирургическая помощь

**МИП** — максимально интенсивная проекция

**МГц** — мегагерц

**МПР**— максимально интенсивная проекция

**MPR**— мультипланарная реконструкция

**мА**— миллиампер

**МРТ**— магнитно-резонансная томография

**МСКТ** — мультисрезовая компьютерная томография

**МСКТ (ангиография)** — мультисрезовая компьютерная ангиография

**ОСА** — общая сонная артерия

**ПББА**— передняя большеберцовая артерия

**ПХО** — первичная хирургическая обработка (раны)

**СХП** — специализированная хирургическая помощь

**СА**— селективная ангиография

**УЗДГ**— ультразвуковая доплерография

**УЗИ** — ультразвуковое исследование

**ЭКГ**— электрокардиография

**ЭхоКГ** — эхокардиография

**ЦВД** — центральное венозное давление

**ЦДК**—цветное дуплексное картирования

**ЧСС**— частота сердечных сокращений

**FAST**— Focused assessment with sonography for trauma (протокол ультразвукового исследования пациента с тяжелой травмой)

**HU** — единицы (Хаунсфилда) измерения плотности тканей при рентгеновской компьютерной томографии

**MIP**— максимально интенсивная проекция

**MPR**— мультипланарная реконструкция

**mA**— миллиампер

**VRT** — трехмерная объемная визуализация

**3D** — трехмерные изображения при рентгеновской компьютерной томографии

---

Подписано в печать: 07.10.2020  
Формат А5  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Тираж 100 Экз.  
Заказ №21359  
Типография ООО "Цифровичок"  
117149, г. Москва, ул. Азовская, д. 13