

КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ГРУДНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ У ПОСТРАДАВШИХ С ТЯЖЕЛОЙ ЗАКРЫТОЙ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМОЙ

Попова И.Е.¹, Владимировна Е.С.¹, Коков А.С.^{1,2}, Шарифуллин Ф.А.^{1,2}, Муслимов Р.Ш.¹, Тарабрин Е.А.¹

Цель исследования. Определение возможности компьютерной томографии в выявлении характера и тяжести повреждений грудного отдела аорты.

Материалы и методы. Проанализированы результаты компьютерной томографии 15 пострадавших с закрытой тяжелой сочетанной травмой и травмой грудного отдела аорты, находившихся на лечении в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского с 2006 по 2017 гг. Большинство пострадавших были мужчины 73% (n=11), средний возраст 41,3+ 7,6 (22-79) лет.

Результаты. В оценке степени тяжести повреждения аорты придерживались классификации, предложенной Американской Ассоциацией Торакальных Хирургов в 2013 г.

1 - ГБУЗ НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского.
2 - ФГАОУ ВО Первый Московский Государственный Медицинский Университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).
г. Москва, Россия.

В нашем исследовании пациентов с 1 степенью не было; 2 степень – ложная аневризма малых размеров (меньше 50 % окружности аорты) была у 8 пострадавших; 3 степень – ложная аневризма больших размеров (больше 50% окружности аорты) выявлена у 3 пострадавших, 4 степень – полный разрыв аорты отмечен у 4 пострадавших.

Одновременно с травмой грудной аорты у 9 пациентов были выявлены ушибы легкого, у 8 – множественные переломы ребер, у 1 – перелом грудины. Кровоизлияние в клетчатку средостения отмечено у 8 пострадавших, гемоперикард – у 3. Гемоторакс был у 12 пациентов. Признаки черепно-мозговой травмы выявлены у 6 пациентов, спинальной травмы – у 3, травмы опорно-двигательного аппарата – у 4, повреждения паренхиматозных органов брюшной полости отмечены у 4 пострадавшего (печени – у 3, почки – у 1), у одного пациента были получены признаки разрыва двенадцатиперстной кишки, у другого – был диагностирован разрыв левого купола диафрагмы, у одного пациента одновременно с разрывом грудной аорты была выявлена ложная аневризма собственной печеночной артерии.

Обсуждение. У пациентов со стабильной гемодинамикой использование классификации тяжести повреждения аорты по результатам КТ дает возможность определить степень стабильности аорты, прогнозировать риск ее разрыва и выбрать вид оптимального хирургического вмешательства (раннее или отсроченное).

Пациентам с травмой аорты и одновременными сочетанными повреждениями других областей, на фоне управляемой гипотонии, имеется возможность выполнить эндопротезирование аорты и оперативное вмешательство других областей.

Выводы. При обследовании пациентов с тяжелой сочетанной травмой целесообразно проводить одновременно компьютерно-томографическое исследование нескольких анатомических областей.

Оценка структур средостения у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой должна проводиться на основании данных компьютерной томографии груди с обязательным внутривенным введением контрастного препарата.

Для повышения точности метода необходимо выполнять построение многоплоскостных и трехмерных реформаций, позволяющих лучше визуализировать весь объем повреждений грудной аорты.

Выбор метода лечения пострадавших с травмой грудного отдела аорты основан на использовании эндопротезирования, как эффективного и малотравматичного вмешательства, которое можно применять одновременно с другими хирургическими методами лечения.

Ключевые слова: закрытая сочетанная травма, закрытая травма грудной аорты, компьютерная томография.

Контактный автор: Попова И.Е., e-mail: pikri125@mail.ru

Для цитирования: Попова И.Е., Владимирова Е.С., Коков Л.С., Шарифуллин Ф.А., Муслимов Р.Ш., Тарабрин Е.А. Компьютерно-томографическая диагностика поврежденного грудного отдела аорты у пострадавших с тяжелой закрытой сочетанной травмой. REJR 2018; 8(2):49-57. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-2-49-57.

Статья получена: 12.03.2018 Статья принята: 28.04.2018

COMPUTED TOMOGRAPHY OF THORACIC AORTA TRAUMA IN PATIENTS WITH SEVERE COMBINED BLUNT INJURIES

Popova I.E.¹, Vladimirova E.S.¹, Kokov L.S.^{1,2}, Sharifullin F.A.^{1,2},
Muslimov R.Sh.¹, Tarabrin E.A.¹

Purpose. To identify the possibilities of computed tomography in detection of the nature and severity of the thoracic aorta trauma.

Materials and method. Results of computed tomography (CT) of 15 patients from 2006 to 2017 with severe combined blunt injuries and thoracic aorta injury who had been treated in N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine were analyzed. The majority of the patients were male 73% (n=11), the average age was 41,3+ 7,6 (22-79) years.

The cause of injury in 12 cases were motor vehicle accidents, in 2 cases – falling from a height of more than three meters, in one case - a fall from patient's own height.

Results. In evaluating the severity of the aortic injuries the classification proposed by the American Association of Thoracic Surgeons in 2013 was used.

In our study there were no patients with Grade I; Grade II – small pseudoaneurysm (less than 50% of the circumference of the aorta) was identified in 8 patients; Grade III – big pseudoaneurysm (more than 50% of the circumference of the aorta) was identified in 3 patients; Grade IV – complete aortic rupture was identified in 4 patients.

Simultaneously with the thoracic aortic injury pulmonary contusion was found in 9 patients, in 8 - multiple fractured ribs, in 1 – fracture of the sternum. In 8 patients mediastinal hematoma was identified, hemopericardium was found in 3 patients. Hemothorax was found in 12 patients. Signs of craniocerebral trauma were found in 6 patients, spinal cord injury – in 3 patients, injuries of the musculoskeletal system – in 4 patients, abdominal parenchymal organ injury was found in 4 patients (in 3 of these cases - of the liver, in 1 – of the kidney), in one case signs of the duodenal rupture were found, in another – left-sided diaphragmatic rupture, in 1 patient with thoracic aortic rupture, a pseudoaneurysm of the hepatic artery was also found.

Discussion. Using the classification of the severity of the aortic injuries by the CT results in patients with stable hemodynamics enables the ability to determine the degree of aortic stability, to predict the risk of rupture and to choose the type of optimal surgical intervention (early or delayed).

There is a possibility to perform endoprosthetic repair of the aorta and surgical intervention of other areas against the background of controlled hypotension in patients with simultaneous traumatic aortic injury and other combined injuries.

Conclusion. It is advisable to perform a CT examination at once of several anatomical regions when examining patients with severe combined injuries.

Evaluation of the mediastinum structures in patients with severe combined injuries should be performed on the basis of a computed tomography of the chest with mandatory intravenous administration of contrast media.

It is necessary to perform multiplanar and three-dimensional volume rendering to allow better visualization of the extent of thoracic aortic injuries.

Choosing a method of treatment in victims with thoracic aorta injury is based on the use of endoprosthetics as an effective and low-traumatic intervention that can be used simultaneously with other surgical methods of treatment.

Keywords: combined blunt injury, blunt thoracic aortic injury, computed tomogra-

1 - N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Moscow.

2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
Moscow, Russia.

phy.

Corresponding author: Popova I.E., e-mail: pikri125@mail.ru

For citation: Popova I.E., Vladimirova E.S., Kokov L.S., Sharifullin F.A., Muslimov R.Sh., Tarabrin E.A. Computed tomography of thoracic aorta trauma in patients with severe combined blunt injuries. REJR 2018; 8(2):49-57. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-2-49-57.

Received: 12.03.2018 Accepted: 28.04.2018

Травма аорты является второй по распространенности причиной смерти среди пострадавших с закрытой травмой, уступая только внутричерепному кровоизлиянию [1 - 4].

Более 75% пострадавших погибают на догоспитальном этапе, около 4% пациентов умирают во время транспортировки с места происшествия, а из тех, кто выжил, от 19% до 50% умирают в первые сутки [5 - 8].

Из пациентов, которые доставляются в стационар, при своевременном лечении выживают 60-70%, в то же время смертность при отсутствии лечения достигает 85% [3, 9]. Из оставшихся в живых 29% имеют тяжелые сопутствующие повреждения органов брюшной полости, а 31% – серьезную травму головного мозга, что создает проблемы в определении тактики лечения таких пациентов [3, 10].

Большинство пострадавших (70-80%) являются мужчинами трудоспособного возраста, средний возраст которых составляет 40 лет. Травматические повреждения грудной аорты, прежде всего, вызваны дорожно-транспортными происшествиями. Водители автомобилей, пассажиры или пешеходы составляют 73-92% всех случаев. Типичным для разрыва аорты является падение с высоты более 3 метров [7, 11 - 13].

Травматические разрывы аорты в 84-100% происходят в перешейке, и только 3-10% в восходящей или нисходящей аорте [14 - 16].

Основным механизмом повреждения аорты в области перешейка, т.е. в участке между устьем левой подключичной артерии и местом прикрепления артериальной связки (переход дуги аорты в нисходящий отдел), является резкое смещение относительно подвижной дуги аорты по отношению к фиксированной нисходящей ее части, перегиб аорты через главный бронх и левую легочную артерию, сдавление аорты между передними костными структурами (рукоятка грудины, ключица, 1 ребро) и позвоночником [17].

Периадвентициальная ткань вокруг перешейка аорты обеспечивает некоторую защиту от разрыва. Аорта типично разрывается в поперечном направлении, при этом вовлекаются все три слоя аортальной стенки с расхождением краев разрыва до нескольких сантиметров.

Спиральный или продольный разрыв нетипичны. Интрамуральная гематома и центральные расслоения происходят с частичными разрушениями толщины стенки аорты, но в продольном направлении [18 - 21].

Клинически повреждение аорты выявляется только в 65% случаев. Дооперационная визуализация разрыва аорты является необходимой не только для диагностики характера повреждения аорты, но и для определения тактики лечения [22 - 27].

Цель исследования.

Определение возможности компьютерной томографии (КТ) в выявлении характера и тяжести повреждений грудного отдела аорты.

Материалы и методы.

В основу работы положен проспективный и ретроспективный анализ результатов компьютерной томографии 15 пострадавших с закрытой тяжелой сочетанной травмой и травмой грудного отдела аорты, находившихся на лечении в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского с 2006 по 2017 гг.

Большинство пострадавших были мужчины – 73% (n=11), средний возраст составлял 41,3 + 7,6 (22-79) лет.

Причиной травмы в 12 случаях была автоавария, в двух – падение с высоты более трех метров, в одном случае – падение с высоты собственного роста.

Исследования грудной клетки проводили по стандартному протоколу на спиральных и мультиспиральных компьютерных томографах с толщиной среза в зависимости от возможностей аппаратов от 0,5 мм до 5 мм. Специальной подготовки для проведения компьютерной томографии не требовалось. Для оценки состояния аорты, структур средостения исследование дополняли внутривенным болюсным введением контрастного препарата.

Результаты.

Все пострадавшие поступали в реанимационное отделение, где проводили направленную противошоковую терапию и обследование. Из 15 пострадавших гемодинамически стабильными были 6 больных, 9 пациентов имели нестабильную гемодинамику. Шоковый индекс (ШИ) отмечен в пределах 0,5-1,7 (средний составил 1,0). ISS был в пределах от 41 до 66 баллов (средний – 48).

По данным рентгенологического исследования грудной клетки при поступлении из 15 пострадавших в четырех случаях патология не была выявлена. У двух больных был выявлен перелом 1 ребра, при этом у одного из них не прослеживался контур дуги аорты. Расширение сердца в поперечнике наблюдали в пяти случаях, увеличение левых отделов сердца – в одном случае, расширение тени сердца вправо и двусторонний гемоторакс – в одном случае, нарастающий левосторонний гемоторакс – в одном случае, нарастающий двухсторонний гидроторакс также в одном случае.

После стабилизации гемодинамики пациентам была выполнена КТ органов грудной клетки с болюсным контрастным усилением. Всем пациентам с тяжелой сочетанной травмой в первые сутки поступления в институт наряду

со сканированием груди были выполнены компьютерно-томографические исследования головного мозга и шейного отдела позвоночника. Учитывая тяжесть сочетанной травмы, 7 пациентам была выполнена КТ органов брюшной полости, 3 пострадавшим – КТ грудного отдела позвоночника, 2 пациентам – КТ поясничного отдела позвоночника, 6 пострадавшим – КТ костей таза, 1 пациенту – КТ лицевого скелета.

Одновременно с травмой грудной аорты у 9 пациентов были выявлены ушибы легкого, у 8 – множественные переломы ребер, у 1 – перелом грудины. Кровоизлияние в клетчатку средостения отмечено у 8 пострадавших, гемоперикард был у 3. Гемоторакс был у 12 пациентов. У 6 пациентов были выявлены признаки черепно-мозговой травмы, у 3 – спинальной травмы, у 4 – травма опорно-двигательного аппарата, у 4

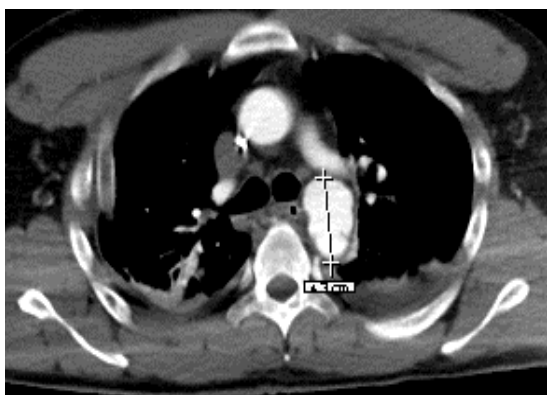


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

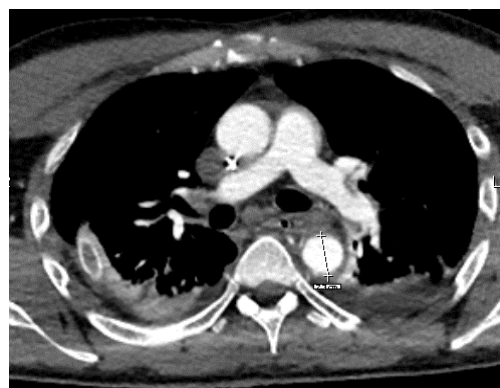


Рис. 1 б (Fig. 1 в)

Рис. 1. КТ органов грудной клетки, аксиальная проекция, артериальная фаза контрастного усиления.

Измерение ложной аневризмы и аорты.

Fig. 1. Chest CT, axial view, arterial phase.

Measurement of false aneurysm and aorta.



Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. КТ органов грудной клетки, реконструкция в сагиттальной плоскости, артериальная фаза контрастного усиления.

Измерение ложной аневризмы и аорты.

Fig. 2. Chest CT, sagittal view, arterial phase.

Changes in false aorta aneurism.

выявлены повреждения паренхиматозных органов брюшной полости (у 3 – печени, у 1 – почки), у одного пациента были получены признаки разрыва двенадцатиперстной кишки, у другого был диагностирован разрыв купола диафрагмы слева, у одного пациента одновременно с разрывом грудной аорты была выявлена ложная аневризма собственной печеночной артерии.

Разрыв грудной аорты в 14 случаях был выявлен в области перешейка, в одном – в восходящем отделе аорты.

Стандартные нативные КТ-исследования органов грудной клетки у пациентов с разрывом аорты оказались неинформативными. При контрастном усилении точность и чувствительность КТ в выявлении травматического повреждения аорты составляла 100%.

В оценке степени тяжести повреждения аорты мы придерживались классификации предложенной на 93-м ежегодном собрании Американской Ассоциации Торакальных Хирургов в Миннесоте от 4-8 мая 2013 года [28].

По этой классификации выделено 4 степени тяжести травматического повреждения аорты: 1 степень (Grade I) – разрыв интимы и интрамуральная гематома; 2 степень (Grade II) – малая ложная аневризма меньше 50% диаметра аорты, 3 степень (Grade III) – большая ложная аневризма больше 50% диаметра аорты и 4 степень (Grade IV) – полный разрыв аорты.

Для определения степени ложной аневризмы измеряли максимальный общий размер ложной аневризмы и аорты на уровне повреждения и истинный диаметр аорты ниже ложной аневризмы.

Анализ и измерения диаметра ложной аневризмы и аорты были выполнены как на аксиальных изображениях, так и на реконструкциях в сагиттальной плоскости (рис. 1, 2).

Из 15 пострадавших 1 степень (Grade I) – изолированный разрыв интимы и интрамуральная гематома не была выявлена.

2 степень (Grade II) была выявлена у 8 пострадавших в виде ложной аневризмы меньше 50% окружности аорты. В артериальную фазу контрастного усиления ложная аневризма визуализировалась в виде локального расширения за счет закругленной выпуклости стенки аорты, нарушающая симметрию краев. Истинный просвет аорты на уровне ложной аневризмы сужался, на фоне контрастного препарата визуализировались лоскуты интимы (рис. 3). Протяженность ложной аневризмы малых размеров составляла от 24 мм до 60 мм.

С малой ложной аневризмой (Grade II) трое больных были оперированы экстренно: один – в первые два часа после травмы на фоне нарастающего гемоторакса и разрыва диафрагмы, ему было выполнено ушивание разры-

ва аорты, низведение желудка в брюшную полость, ушивание разрыва диафрагмы. Двое пострадавших были оперированы открытым способом на 2-3 сутки после травмы, у 5 пострадавших было проведено эндопротезирование аорты.

3 степень (Grade III) была выявлена у 3 пострадавших в виде большой ложной аневризмы больше 50% окружности аорты. В нативную фазу исследования ложная аневризма имитировала наличие парааортальной гематомы (рис. 4 а, 5 а). В артериальную фазу контрастного усиления четко визуализировалась большая ложная аневризма (рис. 4 б, 5 б).

Во всех трех случаях повреждение аорты диагностировали через 10-15 дней после травмы в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. Все эти пациенты были переведены из других лечебных учреждений по поводу тяжелой сочетанной травмы. Одному из этих пациентов в другом лечебном учреждении была выполнена лапаротомия, спленэктомия, ушивание разрывов печени и диафрагмы.

Из трех пострадавших с большой ложной аневризмой (Grade III) двум было выполнено эндопротезирование аорты, один погиб на фоне остро возникшего разрыва.

4 степень (Grade IV) – полный разрыв аорты наблюдался у 4 пострадавших. На момент проведения КТ были отмечены признаки экстравазации контрастного препарата (рис. 6 а, б).

Объем гематомы средостения у этих пациентов составил от 17 см³ до 791 см³ (рис. 7 а, б).

Двум пациентам с полным разрывом аорты (Grade IV) удалось выполнить эндопротезирование аорты с благоприятным исходом, два других пострадавших погибли на высоте кровотечения.

Обсуждение.

У пациентов со стабильной гемодинамикой использование классификации тяжести повреждения аорты по результатам КТ дает возможность определить степень стабильности аорты, прогнозировать риск ее разрыва и выбрать вид оптимального хирургического вмешательства (раннее или отсроченное).

Пациентам с травмой аорты и одновременно сочетанными повреждениями других областей, на фоне управляемой гипотонии, имеется возможность выполнить эндопротезирование аорты и оперативное вмешательство других областей.

Выводы.

При обследовании пациентов с тяжелой сочетанной травмой целесообразно проводить одномоментно КТ нескольких анатомических областей.

Оценка структур средостения у постра-

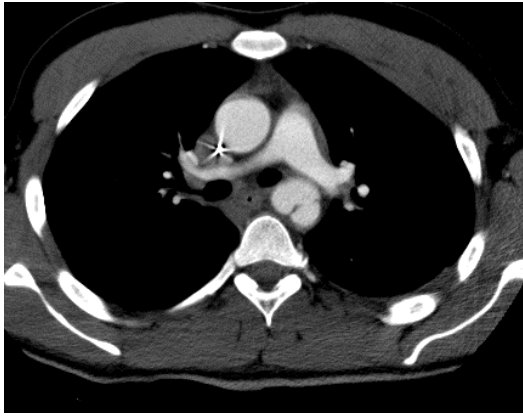


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. КТ органов грудной клетки с контрастным усилением, аксиальная плоскость.

2 степень – ложная аневризма малых размеров.

Fig. 3. Chest CT, axial view, arterial phase.

2 grade – small false aneurism.

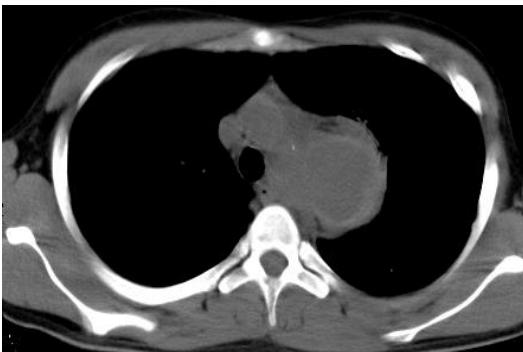


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

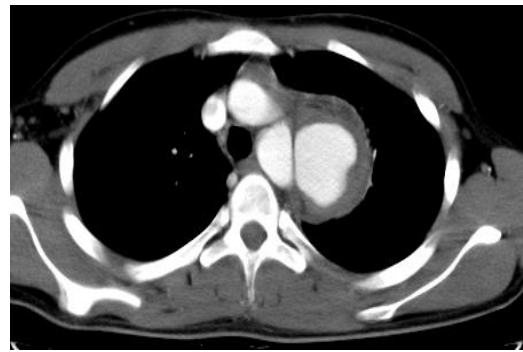


Рис. 4 б (Fig. 4 в)

Рис. 4. КТ органов грудной клетки.

а - аксиальная проекция, нативная серия; б - аксиальная проекция, артериальная фаза контрастного усиления. 3 степень – большая ложная аневризма.

Fig. 4. Chest CT.

a- axial view, native; b- axial view, arterial phase. 3 grade – big false aneurism.



Рис. 5 а (Fig. 5 а)



Рис. 5 б (Fig. 5 в)

Рис. 5. КТ органов грудной клетки.

а - Аксиальная проекция, нативная серия.

б - Аксиальная проекция, артериальная фаза контрастного усиления. 3 степень – большая ложная аневризма.

Fig. 5. Chest CT.

a – axial view, native. b - axial view, arterial phase. 3 grade – big false aneurism.



Рис. 6 а (Fig. 6 а)



Рис. 6 б (Fig. 6 в)

Рис. 6. КТ органов грудной клетки, артериальная фаза контрастного усиления. Трехмерная реконструкция.

4 степень – полный разрыв грудной аорты на уровне перешейка с экстравазацией контрастного препарата.

Fig. 6. Chest CT, arterial phase. 3D-reconstruction.

4 grade – full rupture of thoracic aorta on neck level with extravasation.



Рис. 7 а (Fig. 7 а)

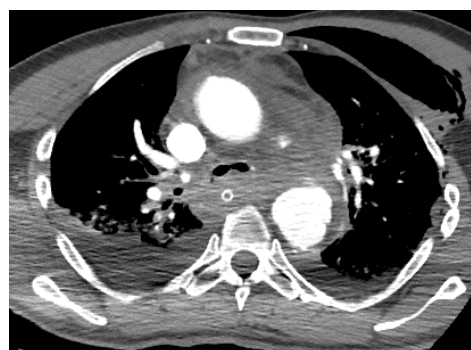


Рис. 7 б (Fig. 7 в)

Рис. 7. КТ органов грудной клетки.

а - Аксиальная проекция, нативная серия. Гематома средостения не дифференцируется от аорты.

б - Аксиальная проекция, артериальная фаза контрастного усиления. Гематома средостения объемом 791 см³.

Fig. 7. Chest CT.

а – axial view, native. Hematoma of mediastinum is not differentiated from aorta.

б - axial view, arterial phase. Hematoma of mediastinum volume 791 cm³.

давших с тяжелой сочетанной травмой должна проводиться на основании данных компьютерной томографии органов грудной клетки с обязательным внутривенным введением контрастного препарата.

Для повышения точности метода необходимо выполнять построение многоплоскостных и трехмерных реформаций, позволяющих лучше визуализировать весь объем повреждений грудной аорты.

Выбор метода лечения пострадавших с

травмой грудного отдела аорты основан на использовании эндопротезирования, как эффективного и малотравматичного вмешательства, которое можно применять одновременно с другими хирургическими методами лечения.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Тулупов А.Н., Мануковский В.А., Демко А.Е., Савелло В.Е., Бабич А.И. Повреждение аорты при тяжелой сочетанной травме груди. *Скорая медицинская помощь*. 2017;18(1):26-28. DOI:10.24884/2072-6716-2017-18-1-26-28
2. Войновский Е.В., Колтович А.П. Хирургическая тактика «damage control» при повреждении сосудов (обзор литературы). *Медицина катастроф*. 2011;1: 54-58.
3. Fabian T.C., Richardson J.D., Croce M.A., Smith J.S.Jr, Rodman G.Jr., Kearney P.A. et al. Prospective study of blunt aortic injury: multicenter trial of the American Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma*. 1997;42(3):374-380.
4. Clancy T.V., Maxwell J.G., Covington D.L., Brinker C.C., Blackman D. A statewide analysis of level I and II trauma centers for patients with major injuries. *J Trauma*. 2001; 51(2):346-351.
5. Dubose J.J., Azizzadeh A., Estrera A.L., Safi H.J. Contemporary management of blunt aortic trauma. *J Cardiovascul. Surg. (Torino)*. 2015;56(5):751-762.
6. Arthurs Z.M., Starnes B.W., Sohn V.Y., Singh N., Martin M.J., Andersen C.A. Functional and survival outcomes in traumatic blunt thoracic aortic injuries: an analysis of the National Trauma Databank. *J Vasc Surg*. 2009; 49(4): 988-994. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.11.052
7. Mattox K.L., Wall M.J.J., LeMaire S.A. Injury to the thoracic great vessels. In: Mattox K.L., Feliciano D.V., Moore E.E. ed. *Trauma*. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 2000: 559-579.
8. Tefera G. Traumatic thoracic aortic injury and ruptures. *J Vasc Surg*. 2010; 52 (4 Suppl): 41S-44S. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.06.142
9. Groskin SA. Selected topics in chest trauma. *Radiology*. 1992; 183(3):605-617.
10. Adams, J.D., Kern J.A. Blunt Thoracic Aortic Injury Current Issues and Endovascular Treatment Paradigms. *Endovascular Today*. 2014: 38-42.
11. Steuer J., Björck M., Sonesson B., Resch T., Dias N., Hultgren R. et al. Editor's Choice e Durability of Endovascular Repair in Blunt Traumatic Thoracic Aortic Injury: Long-Term Outcome from Four Tertiary Referral Centers. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2015;50 (4): 460-465. DOI:10.1016/j.ejvs.2015.05.012
12. Fishman J.E. Imaging of blunt aortic and great vessel trauma. *J Thorac. Imaging*. 2000;15(2):97-103.
13. Sandhu H.K., Leonard S.D., Perlick A., Saqib N.U., Miller C.C. 3rd, Charlton-Ouw K.M. et al. Determinants and outcomes of nonoperative management for blunt traumatic aortic injuries. *J Vasc Surg*. 2018;67(2):389-398. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.07.111
14. Fortuna G.R.Jr., Perlick A., DuBose J.J., Leake S.S., Charlton-Ouw K.M., Miller C.C. 3rd et al. Injury grade is a predictor of aortic-related death among patients with blunt thoracic aortic injury. *J Vasc Surg*. 2016;63(5):1225-1231. DOI: 10.1016/j.jvs.2015.11.046
15. Bizzarri F., Mattia C., Ricci M., Chirichilli I., Santo C., Rose D. et al. Traumatic aortic arch false aneurysm after blunt chest trauma in a motocross rider. *J Cardiothorac Surg*. 2008; 3: 23. DOI:10.1186/1749-8090-3-23
16. Tanizaki S., Maeda S., Matano H., Sera M., Nagai H., Nakanishi T. et al. Blunt thoracic aortic injury with small pseudoaneurysm may be managed by nonoperative treatment. *J Vasc Surg*. 2016;63(2):341-344. DOI: 10.1016/j.jvs.2015.08.107
17. Richens D., Field M., Neale M., Oakley C. The mechanism of injury in blunt traumatic rupture of the aorta. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002; 21(2): 288-293.
18. Parmley L.F., Mattingly T.W., Manion W.C., Jahnke E.J. Jr. Nonpenetrating traumatic of the aorta. *Circulation*. 1958; 17(6):1086-1101.
19. Bennett D.E., Cherry J.K. The natural history of traumatic aneurysms of the aorta. *Surgery*. 1967; 61(4):516-523.
20. McCollum CH, Graham JM, Noon GP, DeBakey ME. Chronic traumatic aneurysms of the thoracic aorta: an analysis of 50 patients. *J Trauma*. 1979;19(4):248-252.
21. Prat A., Warembourg H.Jr, Watel A., Crepin F., Catesson J.M., Stankowiak C. et al. Chronic traumatic aneurysms of the descending thoracic aorta (19 cases). *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1986;27(3):268-272.
22. Попова И.Е., Шарифуллин Ф.А., Дмитраценко А.А., Троян В.Н., Казименко Н.Н. Травма грудной клетки. В кн.: Лучевая диагностика органов грудной клетки: национальное руководство / глав. ред. серии С.К. Терновой; глав. ред. тома В.Н. Троян, А.И. Шехтер. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2014:351-399.
23. Муслимов Р.Ш., Шарифуллин Ф.А., Черная Н.Р., Коков Л.С. Роль спиральной компьютерной томографии в диагностике острого разрыва грудной аорты и печеночной артерии у больного с тяжелой сочетанной травмой. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2015;(1):83-90.
24. Mirvis S.E., Shanmuganathan K. Diagnosis of blunt traumatic aortic injury 2007: still a nemesis. *Eur J Radiol*. 2007;64(1):27-40.
25. Harris D.G., Rabin J., Kufera J.A., Taylor B.S., Sarkar R., O'Connor J.V. et al. A new aortic injury score predicts early rupture more accurately than clinical assessment. *J Vasc Surg*. 2015;61(2):332-338. DOI: 10.1016/j.jvs.2014.08.007
26. Gandhi S.S., Blas J.V., Lee S., Eidt J.F., Carsten C.G. Non-operative management of grade III blunt thoracic aortic injuries. *J Vasc Surg*. 2016; 64(6):1580-1586. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.05.070
27. Heneghan R.E., Aarabi S., Quiroga E., Gunn M.L., Singh N., Starnes B.W. Call for a new classification system and treatment strategy in blunt aortic injury. *J Vasc Surg*. 2016; 64(1):171-176. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.02.047
28. Rabin J., DuBose J., Sliker C.W., O'Connor J.V., Scalea T.M., Griffith B.P. Parameters for successful nonoperative management of traumatic aortic injury. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;147(1):143-149. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.08.053.

References:

1. Tulupov A.N., Manukovskij V.A., Demko A.E., Savello V.E., Babich A.I. Povrezhdenie aorty pri tyazhelej sochetannoj travme grudi. *Skoraya medicinskaya pomoshch*. 2017;18(1):26-28 (in Russian). DOI:10.24884/2072-6716-2017-18-1-26-28

2. Vojnovskij E.V., Koltovich A.P. Hirurgicheskaya taktika «damage control» pri povrezhdenii sosudov (obzor literatury). *Medicina katastrof*.2011;1: 54-58 (in Russian).
- 3.Fabian T.C., Richardson J.D., Croce M.A., Smith J.S.Jr, Rodman G.Jr., Kearney P.A. et al. Prospective study of blunt aortic injury: multicenter trial of the American Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma*. 1997;42(3):374-380.
- 4.Clancy T.V., Maxwell J.G., Covington D.L., Brinker C.C., Blackman D. A statewide analysis of level I and II trauma centers for patients with major injuries. *J Trauma*. 2001; 51(2):346-351.
- 5.Dubose J.J., Azizzadeh A., Estrera A.L., Safi H.J. Contemporary management of blunt aortic trauma. *J Cardiovascul. Surg. (Torino)*. 2015;56(5):751-762.
- 6.Arthurs Z.M., Starnes B.W., Sohn V.Y., Singh N., Martin M.J., Andersen C.A. Functional and survival outcomes in traumatic blunt thoracic aortic injuries: an analysis of the National Trauma Databank. *J Vasc Surg*. 2009; 49(4): 988-994. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.11.052
- 7.Mattox K.L., Wall M.J.J., LeMaire S.A. Injury to the thoracic great vessels. In: *Mattox K.L., Feliciano D.V., Moore E.E. ed. Trauma*. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 2000: 559-579.
8. Tefera G. Traumatic thoracic aortic injury and ruptures. *J Vasc Surg*. 2010; 52 (4 Suppl): 41S-44S. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.06.142
9. Groskin SA. Selected topics in chest trauma. *Radiology*. 1992; 183(3):605-617.
10. Adams, J.D., Kern J.A. Blunt Thoracic Aortic Injury Current Issues and Endovascular Treatment Paradigms. *Endovascular Today*. 2014: 38-42.
11. Steuer J., Björck M., Sonesson B., Resch T., Dias N., Hultgren R. et al. Editor's Choice e Durability of Endovascular Repair in Blunt Traumatic Thoracic Aortic Injury: Long-Term Outcome from Four Tertiary Referral Centers. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2015;50 (4): 460-465. DOI:10.1016/j.ejvs.2015.05.012
12. Fishman J.E. Imaging of blunt aortic and great vessel trauma. *J Thorac. Imaging*. 2000;15(2):97-103.
13. Sandhu H.K., Leonard S.D., Perlick A., Saqib N.U., Miller C.C. 3rd, Charlton-Ouw K.M. et al. Determinants and outcomes of nonoperative management for blunt traumatic aortic injuries. *J Vasc Surg*. 2018;67(2):389-398. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.07.111
14. Fortuna G.R.Jr., Perlick A., DuBose J.J., Leake S.S., Charlton-Ouw K.M., Miller C.C. 3rd et al. Injury grade is a predictor of aortic-related death among patients with blunt thoracic aortic injury. *J Vasc Surg*. 2016;63(5):1225-1231. DOI: 10.1016/j.jvs.2015.11.046
15. Bizzarri F., Mattia C., Ricci M., Chirichilli I., Santo C., Rose D. et al. Traumatic aortic arch false aneurysm after blunt chest trauma in a motocross rider. *J Cardiothorac Surg*. 2008; 3: 23. DOI:10.1186/1749-8090-3-23
16. Tanizaki S., Maeda S., Matano H., Sera M., Nagai H., Nakanishi T. et al. Blunt thoracic aortic injury with small pseudoaneurysm may be managed by nonoperative treatment. *J Vasc Surg*. 2016;63(2):341-344. DOI: 10.1016/j.jvs.2015.08.107
- 17.Richens D., Field M., Neale M., Oakley C. The mechanism of injury in blunt traumatic rupture of the aorta. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002; 21(2): 288-293.
- 18.Parmley L.F., Mattingly T.W., Manion W.C., Jahnke E.J. Jr. Nonpenetrating traumatic of the aorta. *Circulation*. 1958; 17(6):1086-1101.
- 19.Bennett D.E., Cherry J.K. The natural history of traumatic aneurysms of the aorta. *Surgery*. 1967; 61(4):516-523.
20. McCollum CH, Graham JM, Noon GP, DeBaakey ME. Chronic traumatic aneurysms of the thoracic aorta: an analysis of 50 patients. *J Trauma*. 1979;19(4):248-252.
- 21.Pratt A., Warembourg H.Jr, Watel A., Crepin F., Catesson J.M., Stankowiak C. et al. Chronic traumatic aneurysms of the descending thoracic aorta (19 cases). *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1986;27(3):268-272.
22. Popova I.E., Sharifullin F.A., Dmitrashchenko A.A., Troyan V.N., Kazimenko N.N. Travma grudnoj kletki. In: *Luchevaya diagnostika organov grudnoj kletki: nacional'noe rukovodstvo / glav. red. serii S.K. Ternovoj; glav. red. toma V.N. Troyan, A.I. SHekhter. Moskva, GEHOTAR-Media, 2014:351-399 (in Russian)*.
- 23.Muslimov R.SH., SHarifullin F.A., CHernaya N.R., Kokov L.S. Rol' spiral'noj komp'yuternoj tomografii v diagnostike ostrogo razryva grudnoj aorty i pechenochnoj arterii u bol'nogo s tyazhelej sochetannoj travmoj. *Diagnosticheskaya i intervencionnaya radiologiya*.2015;(1):83-90.
- 24.Mirvis S.E., Shanmuganathan K. Diagnosis of blunt traumatic aortic injury 2007: still a nemesis. *Eur J Radiol*. 2007;64(1):27-40.
- 25.Harris D.G., Rabin J., Kufera J.A., Taylor B.S., Sarkar R., O'Connor J.V. et al. A new aortic injury score predicts early rupture more accurately than clinical assessment. *J Vasc Surg*. 2015;61(2):332-338. DOI: 10.1016/j.jvs.2014.08.007
26. Gandhi S.S., Blas J.V., Lee S., Eidt J.F., Carsten C.G. Nonoperative management of grade III blunt thoracic aortic injuries. *J Vasc Surg*. 2016; 64(6):1580-1586. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.05.070
27. Heneghan R.E., Aarabi S., Quiroga E., Gunn M.L., Singh N., Starnes B.W. Call for a new classification system and treatment strategy in blunt aortic injury. *J Vasc Surg*. 2016; 64(1):171-176. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.02.047
28. Rabin J., DuBose J., Sliker C.W., O'Connor J.V., Scalea T.M., Griffith B.P. Parameters for successful nonoperative management of traumatic aortic injury. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;147(1):143-149. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.08.053