

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ И ГИБРИДНЫХ ОПЕРАЦИЙ У БОЛЬНЫХ АНЕВРИЗМОЙ БРЮШНОЙ АОРТЫ

Смирнова Е.К.¹, Терновой С.К.^{1,2}, Федотенков И.С.¹, Лепилин П.М.¹,
Имаев Т.Э.¹, Комлев А.Е.¹

Аневризмы брюшного отдела аорты (АБА) характеризуются высокой летальностью в случае развития осложнений. Своевременная диагностика с использованием современных методов и комплексная оценка состояния пациента позволяют осуществлять грамотное планирование оперативных вмешательств. В результате происходит уменьшение доли экстренной хирургии, обеспечение адекватной предоперационной подготовки, снижение пери- и послеоперационной летальности пациентов с АБА. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) является наиболее точным методом диагностики аневризм брюшного отдела аорты и их осложнений. Метод отличается высокой скоростью и большой площадью исследования, высокой контрастностью изображения и малой толщиной срезов. МСКТ позволяет получать трехмерные реконструкции сосудов, производить точную оценку размеров и формы аневризматического мешка, диаметра проксимальной и дистальной «шеек», толщины стенок аневризмы и степени их кальциноза, типа и протяженности пристеночного тромба, наличия интрамуральных гематом, взаиморасположения АБА и близлежащих структур, вовлеченности подвздошных артерий, развития осложнений.

1 - Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «РКНПК» Минздрава России.
2 - ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова. г. Москва, Россия.

Ключевые слова: аневризма брюшного отдела аорты, мультиспиральная компьютерная томография, гибридные операции, эндоваскулярные вмешательства, магнитно-резонансная томография, ультразвуковое исследование.

Контактный автор: Смирнова Е.К., dr.smirnovaek@mail.ru

Для цитирования: Смирнова Е.К., Терновой С.К., Федотенков И.С., Лепилин П.М., Имаев Т.Э., Комлев А.Е. Применение мультиспиральной компьютерной томографии при планировании эндоваскулярных и гибридных операций у больных аневризмой брюшной аорты. REJR. 2016; 6 (4):99-108. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-99-108.

Статья получена: 21.11.2016

Статья принята: 01.12.2016

MULTIDETECTOR COMPUTED TOMOGRAPHY IN ENDOVASCULAR AND HYBRID OPERATIONS PLANNING IN PATIENTS WITH ABDOMINAL AORTIC ANEURYSMS

Smirnova E.K.¹, Ternovoy S.K.^{1,2}, Fedotenko I.S.¹, Lepilin P.M.¹,
Imaev T.E.¹, Komlev A.E.¹

Abdominal aortic aneurysms (AAA) are characterized by a high mortality rate in the event of complications. Timely diagnosis using modern techniques and a comprehensive evaluation of the patient state will allow for proper planning of surgical interventions. The result is a decrease in the proportion of emergency surgery, ensuring adequate preoperative preparation, reduction of peri- and postoperative mortality in patients with AAA. Multidetector computed tomography (MCT) is the most accurate method of diagnosis of abdominal aortic aneurysms and their complications. The method is characterized by high speed and a large scanning area, high-contrast images and a small slice thickness. MCT allows to obtain a three-dimensional reconstruction of vessels, to produce an accurate

1 - A.L. Myasnikov Russian Cardiology Research Center.
2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Moscow, Russia.

estimate of the size and shape of the aneurysmal sac, the diameter of the proximal and distal "necks" of AAA, wall thickness and the degree of calcification, the type and extent of mural thrombus, presence of intramural hematoma, interposition of the AAA and the surrounding structures, the involvement of the iliac arteries and the development of complications.

Keywords: abdominal aortic aneurysm, multidetector computed tomography, hybrid procedures, endovascular interventions, MRI, ultrasound.

Corresponding author: *Smirnova E.K.*, dr.smirnovaek@mail.ru

For citation: Smirnova E.K., Ternovoy S.K., Fedotenkov I.S., Lepilin P.M., Imaev T.E., Komlev A.E. Multidetector computed tomography in the planning of endovascular and hybrid operations in patients with abdominal aortic aneurysms. REJR. 2016; 6 (4):99-108. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-99-108.

Received: 21.11.16

Accepted: 01.12.2016

Аневризма брюшного отдела аорты (АБА) является его сегментарной дилатацией, превышающей нормальный диаметр сосуда на 50% и более; пороговым значением обычно считается диаметр, равный 3,0 см [3, 8].

Встречаемость АБА более 3 см в диаметре находится на уровне 4-5%, АБА диаметром более 4 см – 1-3% [14]. Смертность при разрывах аневризмы составляет 85-90%. Риск разрыва аневризм диаметром 4-5 см, 5-7 см и более 7 см составляет 1-3%, 6-11% и 20% соответственно [46; 53; 34; 42; 43].

АБА часто характеризуется бессимптомным течением и манифестирует при развитии осложнений. Диагностика на основании клинических данных возможна лишь в 50% случаев [8]. Основной целью инструментальной диагностики является выявление и лечение аневризм до их разрыва.

Скрининг.

При проведении скрининга среди мужчин пожилого возраста отмечается снижение риска смерти от АБА и необходимости в экстренных хирургических вмешательствах, с увеличением доли elective вмешательств [34]. Однако национальная скрининговая программа существует лишь в некоторых странах, при этом целевые группы населения зачастую противоречивы. В Англии рекомендуется однократное скрининговое обследование всех мужчин в возрасте 65 лет или старше [38]. Рекомендации в США включают однократный скрининг у мужчин 65-75 лет, имеющих курение в анамнезе (класс рекомендаций В), и селективный скрининг у мужчин 65-75 лет, которые никогда не курили (класс рекомендаций С) [46]. Целевой группой могут также являться пациенты с семейным анамнезом АБА [29].

Ультразвук обладает высокой чувствительностью (95%) и специфичностью (100%) и является основным методом, используемым для

скрининга [26].

В настоящее время компьютерная томография (КТ) позволяет проводить обследование с высокой скоростью и низкой лучевой нагрузкой, что открывает возможности использования метода для скрининга [12].

Наблюдение за ростом аневризмы.

В соответствии с законом Лапласа, чем больше аневризма, тем выше скорость ее расширения. Таким образом, аневризмы малого диаметра, в случае их обнаружения, требуют контроля на случай их увеличения. Текущие рекомендации Американского Общества Сосудистой Хирургии относительно частоты мониторинга заключаются в следующем: для аневризм диаметром от 3,0 до 3,4 см мониторинг должен осуществляться через каждые 3 года; от 3,5 до 4,4 см – ежегодно; от 4,5 до 5,4 см – каждые 6 месяцев [21]. Отечественные специалисты рекомендуют контрольное обследование с интервалом 5 лет у пациентов с АБА диаметром 2,6-2,9 см, с интервалом 3 года у пациентов с АБА диаметром 3-3,4 см, с интервалом 12 месяцев при АБА диаметром 3,5-4,4 см и каждые 6 месяцев при АБА диаметром 4,5-5,0 см, при АБА более 5 см рекомендуется консультация хирурга [8].

Показания к хирургическому лечению аневризм.

В большинстве случаев, аневризмы не нуждаются в хирургической коррекции, если они не превышают 5,5 см в диаметре [41]. Пороговый размер аневризмы, равный 5,5 см, имеет значение и при планировании эндоваскулярных вмешательств [20].

Из-за повышенного риска разрыва в хирургической коррекции независимо от их абсолютного размера нуждаются аневризмы, увеличившиеся более чем на 0,5 см в диаметре в течение 6 месяцев, симптоматические аневризмы, аневризмы сакулярной формы, аневризмы с истончением или локальными дефектами

стенки и аневризмы у пациентов с семейной историей заболевания [29]. Принимая решение о необходимости планового хирургического вмешательства, необходимо учитывать операционный риск для пациента и предполагаемую продолжительность жизни. Развитие сосудистых осложнений, угрожающих или приводящих к развитию ишемических нарушений в различных артериальных бассейнах (эксцентрический и извилистый тромб, дистальная эмболизация), также является показанием к проведению хирургического вмешательства.

Разрыв аневризмы у женщин происходит при меньшем размере образования и связан с более высокими показателями смертности в сравнении с мужчинами [39]. Таким образом, пороговый размер аневризм, рекомендуемый экспертами для планирования хирургического вмешательства у женщин, составляет 5,0 см [21].

Виды хирургической коррекции.

В настоящее время выполняется открытая и эндоваскулярная коррекция АБА. Возможность проведения эндоваскулярного вмешательства определяется анатомическими особенностями пациента, в том числе, строением подвздошных сосудов, которые должны иметь достаточный для введения трансплантата размер, и участка аорты выше аневризмы, позволяющего осуществить проксимальное закрепление трансплантата без перекрытия почечных артерий [32].

Гибридные операции представляют собой комбинацию открытой операции, включающей дебринг аорты и экстраанатомическое шунтирование висцеральных и почечных артерий, и эндоваскулярного протезирования. В случае, когда открытая хирургическая операция противопоказана из-за возраста пациента или коморбидных состояний, многие специалисты выбирают гибридный подход [23].

При планировании реконструктивного хирургического вмешательства важно оценить расположение, размер, форму и строение аневризмы, состояние артериальных ветвей и вовлеченность окружающих анатомических структур, а также развитие осложнений. Это становится возможным при комплексном обследовании пациента с использованием различных инструментальных методов диагностики.

Рентгенологическое исследование.

При обследовании пациента и планировании хирургического лечения используют рентгеноконтрастную аортографию [9]. Этот метод может быть полезен при оценке состояния ветвей брюшной аорты и сосудов нижних конечностей, и показаниями для его применения являются клинические признаки их атеросклеротического поражения [5, 14].

Ультразвуковая диагностика.

Преимуществами УЗИ являются неинвазивность, высокая точность диагностики (ошибка измерения диаметра аневризмы составляет до 0,3 см) и возможность амбулаторного использования [27]. Недостатками метода являются трудности в построении точных реконструкций при определении анатомии АБА и ее взаимного расположения с ветвями брюшной аорты и подвздошными артериями, связанные с произвольностью получаемого среза и зависимостью от оператора выбранной проекции. Возможны ограничения детализации изображения за счет поглощения ультразвукового сигнала при большой толщине передней брюшной стенки, выраженном рубцовом и спаечном процессах и выраженном метеоризме [7].

Выполнение УЗИ возможно в 3 режимах сканирования:

1. В-режим. Серошкальное сканирование позволяет определить расположение АБА, визуализировать просвет и внешние контуры аневризмы, измерить толщину стенки аорты, диагностировать расслоение стенки аорты, ее разрыв, наличие пристеночного тромба, оценить его структуру и вовлеченность перианевризматических тканей (рис. 1). Признаками расслоения стенки аорты являются интрамуральные гематомы и ретроперитонеальный фиброз вокруг АБА. О разрыве АБА говорят наличие забрюшинной гематомы или свободной жидкости в брюшной полости [27].

2. Режим цветового доплеровского картирования. Позволяет отличить девиацию аорты от ее расширения, оценить характер и направление кровотока в аорте, состояние сосудистых ветвей и подвздошных артерий, а также их топографическое расположение относительно АБА.

3. Режим импульсной доплерографии. Позволяет определить скоростные характеристики потока крови, его направление, наличие зон турбулентного течения, а также периферическое сопротивление сосудистой стенки.

Методика УЗИ может быть эффективна при прогнозировании развития осложнений. Неоднородная структура пристеночного тромба, размытость его контуров, толщина стенки аорты менее 2 мм являются признаками надвигающегося разрыва АБА. Признаком расслоения стенки АБА может являться свободно плавающий листок внутренней оболочки [16].

Магнитно-резонансная томография.

Преимуществами МРТ являются высокая чувствительность и дифференциация мягких тканей, отсутствие лучевой нагрузки и необходимости предварительной подготовки, трехмерный характер получения изображений, естественный контраст от движущейся крови, возможность оценки скорости и характера движения крови [7]. Томографы, создающие

магнитное поле высокой напряженности (1,5-3,0 Тл), имеют наибольшие диагностические возможности и позволяют осуществлять обширный набор исследований, включающий функциональные исследования, ангиографию и быструю томографию [49] (рис. 2).

К недостаткам метода можно отнести большое время получения изображений (как правило, минуты), невозможность надежного выявления кальцификатов, невозможность оценки структурных особенностей внутрипросветного содержимого, наличие артефактов от металлических объектов, невозможность обследования больных с искусственными водителями ритма, крупными металлическими предметами из немедицинских металлов [7].

МРТ позволяет различить истинный и ложный просветы, выявить место разрыва интимы и дифференцировать интрамуральную гематому от расслоения с сообщением между истинным и ложным просветом [6]. При использовании контрастного вещества МР-ангиография позволяет оценить диаметр АБА, ее расположение и соотношение с сосудистыми ветвями, наличие окклюзионного поражения сосудистых ветвей и подвздошных артерий, наличие воспалительного процесса вокруг АБА [48].

Трудности диагностики могут быть связаны с замедленным и турбулентным кровотоком в полости аневризматического мешка, делающим получаемое изображение слабоконтрастным [25].

Мультиспиральная компьютерная томография.

Метод рентгеновской КТ представляет собой послойное исследование внутренней структуры организма, основанное на измерении линейного ослабления рентгеновского излучения. Метод позволяет получать объемное изображение исследуемого объекта. Мультиспиральная КТ (МСКТ) отличается от обычной КТ наличием в томографе нескольких рядов матричных детекторов и непрерывным спиральным исследованием. Преимуществами МСКТ в сравнении с обычной КТ являются высокая скорость томографирования, меньшее количество артефактов, увеличение контрастности изображения, большая площадь исследования, меньшая толщина срезов (0,5 мм), меньшая лучевая нагрузка [36].

Преимуществом метода в сравнении с МРТ является возможность проведения исследования у пациентов с металлическими имплантатами, недостатками – использование контрастных веществ, обладающих нефротоксичностью и способных вызывать непереносимость, наличие радиационной нагрузки.

Существует возможность выполнения КТ-ангиографии. Трехмерные реконструкции сосу-

дов позволяют оценить локализацию, распространенность и характер патологического процесса и более точно спланировать хирургическое вмешательство.

МСКТ является наиболее точным методом диагностики АБА и ее осложнений (рис. 3). Метод позволяет оценить диаметр аорты, размер аневризмы (с точностью до 2-3 мм), диаметр проксимальной и дистальной «шеек», толщину стенок аневризмы и степень их кальциноза, форму аневризматического мешка, тип и протяженность пристеночного тромба, существование интрамуральных гематом, взаиморасположение АБА и близлежащих структур, распространенность аневризмы на подвздошные артерии, а также развитие осложнений [1, 4].

Внутрипросветный тромб.

В отличие от обычной ангиографии, метод КТ способен определить присутствие и размер внутрипросветного тромба. Неровные края и изъязвления тромба говорят о высоком риске дистальной эмболизации. Участки высокой плотности внутри гиподенсивного тромба могут указывать на активацию процесса тромбообразования и свидетельствовать о росте аневризмы [1].

Угрожающий разрыв.

Угрожающий разрыв представляет собой состояние, требующее оперативного лечения. Одной из лучевых находок, говорящих в пользу надвигающегося разрыва, является серповидное размягчение, отражающее кровоизлияние в муральный тромб или в стенку аневризмы [45]. Экстравазация контрастного вещества в муральный тромб, при отсутствии ретро- или внутрибрюшинного кровотечения, считается еще одним признаком надвигающегося разрыва и представляет собой истечение крови из просвета сосуда в тромб, который не позволяет произойти разрушению стенки аневризмы. Тяжистость вокруг аневризмы также является признаком минимального кровотечения и надвигающегося разрыва.

Сдерживаемый разрыв.

При диагностике сдерживаемого разрыва аневризмы может быть полезен симптом занавеса/капюшона (draped aorta sign). Этот признак присутствует, когда задняя часть АБА свисает над примыкающими позвонками и/или когда нет четкой границы между задней стенкой АБА и прилегающими к ней структурами [45].

Разрыв.

Заднелатеральная стенка аорты справа является наиболее распространенным местом разрыва АБА, приводящего к кровоизлиянию в забрюшинное пространство, включая параренальные пространства и поясничные мышцы [45]. КТ-признаком разрыва АБА является



Рис. 1, а. (Fig. 1, a).

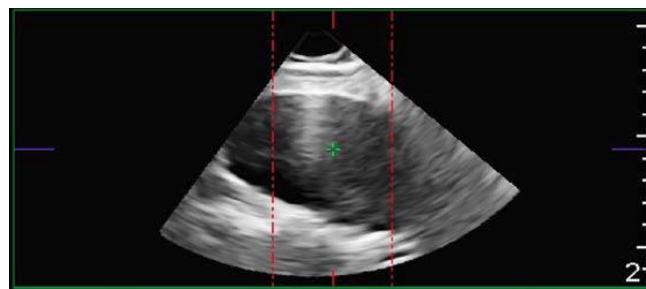


Рис. 1, б. (Fig. 1, b).

Рис. 1. Ультразвуковое изображение АБА.

Представлены аксиальное (а) и косое (б) изображения в режиме серошкального сканирования [18].

Fig. 1. Ultrasound, abdominal aortic aneurysm.

An transverse (a) and oblique (b) images are presented in gray-scale scanning [18].



Рис. 2. (Fig. 2).

Рис. 2. МР-ангиография брюшной аорты и ее ветвей с контрастированием.

Исследование на задержке дыхания. Надбифуркационная аневризма брюшного отдела аорты (1) с аневризматическими изменениями подвздошных артерий (мешотчатая аневризма правой подвздошной артерии (2), веретенообразное расширение левой подвздошной артерии (3) и стенозом правой почечной артерии (4).

Fig. 2. MRA with contrast. Abdominal aorta and branches.

MIP from contrast-enhancer 3D breath hold MRA showing an abifurcation abdominal aortic aneurism (1) with aneurysmal changes in the iliac arteries (saccular aneurism right iliac artery (2), spindle extension of left iliac artery (3) and stenosis of the right renal artery (4).



Рис. 3, а. (Fig. 3, a).

Рис. 3,а. КТ брюшной полости с контрастированием.

Аксиальный срез на уровне средних сегментов почек, демонстрирующий тромбированную инфраренальную аневризму брюшной аорты (данные собственных наблюдений).

Fig. 3,а. CT, abdomen, contrast enhancement, axial view.

Axial view at the level of the middle kidney segment demonstrates trombosed infrarenal abdominal aortic aneurysm (data taken from personal observation).



Рис. 3, б. (Fig. 3, b).

Рис. 3,б. КТ брюшной полости с контрастным усилением.

Аксиальный срез на уровне подвздошных костей, демонстрирующий тромбированную инфраренальную аневризму брюшной аорты (данные собственных наблюдений).

Fig. 3,б. CT, abdomen, contrast enhancement, axial view.

Axial view at the level of the iliac bones demonstrates trombosed infrarenal abdominal aortic aneurysm (data taken from personal observation).

наличие забрюшинной гематомы рядом с местом аневризмы. Локальный дефект кальцификации интимы, а также локальные области снижения сигнала могут указывать на место разрыва; тем не менее, точное определение места разрыва аневризмы не имеет никакого практического значения [10, 45]. Также в результате разрыва передней или переднебоковой аневризмы может произойти интраперитонеальная экставазация.

Аорто-кавальная фистула.

Характерные КТ-признаки аорто-кавального свища включают одновременное повышение контрастности дилатированной нижней полой вены (НПВ) и прилегающую АБА в артериальную фазу, в сочетании с отсутствием нормальной жировой прослойки между ними. Также изредка может определяться свищевой ход между аневризмой и НПВ [23].

Аорто-кишечный свищ.

Наличие аорто-кишечного свища может быть заподозрено при признаках желудочно-кишечного кровотечения у пациентов с АБА в анамнезе. Признаки аорто-кишечного свища включают в себя гиперденсивные сгустки в просвете кишки, прямую экставазацию контрастного вещества в просвет кишечника (часто в горизонтальную часть двенадцатиперстной кишки), облитерацию жировой прослойки между АБА и прилегающим к ней просветом кишечника, а также наличие пери- и/или внутри-аортальных пузырьков газа при КТ [51]. Большинство из вышеупомянутых признаков также можно увидеть при инфицировании АБА, и корреляция с симптомами может способствовать определению правильного диагноза.

Инфицированная аневризма брюшной аорты.

Инфицированные аневризмы составляют 0,7-2,6% от всех аневризм аорты. Разрыв аневризм чаще встречается у инфицированных аневризм, с частотой 53-75% [35]. Диагноз инфицированной аневризмы, как правило, ставится на основании клинических проявлений инфекции, интраоперационного подтверждения наличия гнойной жидкости в перианевризматическом пространстве или по результатам посева бактериальной культуры из аневризмы, а не на основании данных визуализирующих методик. Тем не менее, некоторые признаки являются характерными для инфицированных аневризм, в том числе утолщение стенки, перианевризмальный фиброз, проявляющийся увеличением плотности периаортальных мягких тканей, и патологическая «исчерченность» жировой ткани при наличии или при отсутствии перианевризматического газа [16]. Зачастую в артериальной фазе мягкие ткани, окружающие АБА, показывают слабое контрастное усиление,

лучше видимое на отсроченных изображениях, выполненных в интерстициальной фазе контрастирования. Перианевризмальный фиброз может распространяться в забрюшинное пространство и вовлекать в процесс прилежащие органы. Может отмечаться ассоциированный остеомиелит смежных тел позвонков. Возможно развитие вторичной обструкции мочеточников и вовлечение в процесс кишечных петель [10].

Трудности диагностики.

При КТ без введения контраста, ложный тромб в просвете сосуда при диссекции аорты, интрамуральная гематома и коллапс прилегающей легочной паренхимы могут имитировать серповидный участок повышенной плотности, следовательно, они могут маскироваться под надвигающийся разрыв аневризмы. Кроме того, у больных с тяжелой формой анемии снижение плотности в просвете сосуда из-за низкого гематокрита также может привести к появлению серповидного участка повышенной плотности при КТ без введения контраста [37]. Ряд технических факторов, например неправильное выбор скорости введения контраста, запоздалое получение постконтрастных изображений может препятствовать обнаружению аорто-венозной фистулы.

Послеоперационный мониторинг.

Из-за вероятности реперфузии и связанного с этим риска разрыва аневризмы после эндоваскулярного вмешательства [51] необходимо длительное наблюдение с помощью КТ или УЗИ, которое рекомендуется через 1 месяц и 12 месяцев после операции и далее ежегодно [21].

После открытых операций каждые 5 лет рекомендуется мониторинг с использованием КТ [21].

В настоящее время не разработано четких протоколов мониторинга после гибридных операций. КТ-ангиография является «золотым» стандартом [19]. УЗИ позволяет осуществлять динамическое наблюдение за протезом, анастомозами и забрюшинным пространством и также может использоваться с целью послеоперационного мониторинга [11].

Применение МСКТ при планировании эндоваскулярных и гибридных операций у пациентов с АБА.

Предпочтительным методом визуализации при планировании эндоваскулярных и гибридных операций является КТ-ангиография, позволяющая осуществлять трехмерную реконструкцию сосудов. Реже используется МРТ-ангиография [40].

КТ также может быть полезным для обнаружения угрожающего, забрюшинного или внутрибрюшинного разрыва при АБА, что может повлиять на выбор типа планируемой операции. У гемодинамически стабильных пациентов с КТ-признаками сдерживаемого разрыва ане-

вризмы обеспечение предоперационной подготовки и предотвращение экстренного хирургического вмешательства имеют большое значение для предотвращения высокой смертности [32].

Основой эндоваскулярного вмешательства является наличие адекватной зоны для закрепления протеза. Выполнение гибридной операции следует рассматривать только в том случае, если экстраанатомическое шунтирование обеспечит адекватные проксимальные и/или дистальные зоны крепления имплантата. Кальцинированная или изогнутая шейка ставит под угрозу возможность закрепления имплантата. Минимальная длина проксимальной шейки без чрезмерной кальцификации или пристеночного тромба, необходимая для проведения операции, составляет 1-2 см. Дистальное место крепления также имеет большое значение и наиболее часто располагается в общих подвздошных артериях или инфраренальной аорте [8, 40].

Важно оценить состояние главных сосудистых ветвей, наличие в них стенозов, аневризм, чрезмерной кальцификации и тромбоза, а также аномалий строения. Кальцинированные, множественные или малого диаметра почечные артерии могут потребовать комплексной реконструкции [40].

Если общие подвздошные артерии поражены аневризматическим процессом, сохранение тазового кровотока имеет решающее значение для минимизации риска повреждения спинного мозга [24]. Наличие поражения подвздошных артерий играет большую роль при выборе формы имплантата (тубулярный или бифуркационный), а также при планировании

сосудистого доступа.

Заключение.

Планирование оперативных вмешательств, уменьшение доли экстренной хирургии, обеспечение адекватной предоперационной подготовки, комплексная оценка состояния пациента являются залогом снижения пери- и послеоперационной летальности пациентов с АБА. Для подбора пациентов, которые получат максимальную пользу от хирургического вмешательства, необходима разработка и уточнение протоколов предоперационного ведения пациентов, частоты наблюдения и критериев выбора хирургической методики. МСКТ является наиболее точным и быстрым методом диагностики АБА и их осложнений. Метод позволяет получать объемное изображение исследуемого объекта, отличается высокой скоростью и малой толщиной срезов. МСКТ позволяет производить точную оценку размеров и формы аневризматического мешка, диаметра проксимальной и дистальной «шеек», толщины стенок аневризмы и степени их кальциноза, типа и протяженности пристеночного тромба, наличия интрамуральных гематом, взаиморасположения АБА и близлежащих структур, вовлеченности подвздошных артерий, развития осложнений и осуществлять точное планирование хирургических вмешательств.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Артюхина Е. Г., Шербюк А. Н., Сеницын В. Е., Бельшева Е. С., Фоминых Е. В., Шендерова Е. О. и соавт. *Возможности томографических методов диагностики и трехмерного анализа изображений аневризм брюшной аорты. Ангиология и сосудистая хирургия. 2004; 10 (1): 55-61.*
2. Бокерия Л. А., Алекян Б. Г. *Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации. Москва, НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2012. 148 с.*
3. Бураковский В.И., Бокерия Л.А. *Сердечно-сосудистая хирургия. Москва, Медицина, 1989. 766 с.*
4. Вишнякова М.В. Роль мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике аневризм аорты, имеющих осложненное течение. *Russian Electronical Journal of Radiology 2013; 3(3): 91 – 97.*
5. Гуревич И. Б., Зодиев В. В., Иваницкая М. А., Линденбрантен Л. Д. *Рентгенодиагностика заболеваний сердца и сосудов. Москва, Медицина, 1970. 423 с.*
6. Иценко В. Н., Сорокин В. А. *Эволюция диагностики и хирургической тактики лечения расслоения аорты. Тихоокеанский медицинский журнал. 2007; 2: 23-27.*
7. Коков Л. С. *Лучевая диагностика болезней сердца и сосудов. Национальное руководство. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2011. 688 с.*
8. *Национальные рекомендации по ведению пациентов с аневризмами брюшной аорты. Москва, 2013. Под редакцией Л.А. Бокерия 72 с.*
9. Терновой С.К. *Основы лучевой диагностики и терапии. Национальное руководство. Сер. Национальные руководства по лучевой диагностике и терапии. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2013. 992 с.*
10. Прокоп М., Галански М. *Спиральная и многослойная компьютерная томография. Том 1. Москва, МЕДПРЕСС-ИНФОРМ, 2006. 416 с.*
11. Сандриков В.А., Фисенко Е.П., Белов Ю.В., Платова Е.Н. *Ультразвуковое комплексное исследование больных с аневризмой аорты. Ангиология и сосудистая хирургия. 1996; 4: 46-58.*
12. Сеницын В. Е., Терновой С. К. *Роль КТ-ангиографии коронарных артерий с практической точки зрения: где мы находимся сегодня? Креат. кардиол. 2007; 1-2: 25-31.*
13. Спиридонов А. А., Оморов Ш. Р. *Диагностика и хирургии*

- ческое лечение аневризм аорты. Майкоп, 1992. С. 134-142.
- 14.Чебышева Э.Н. Оценка состояния аорты и ее ветвей у больных аневризмой брюшной аорты по данным ультразвукового исследования дис. канд. мед. наук Москва: ГУ Институт Хирургии имени А. В. Вишневского, 2005.
- 15.Ashton H. A., Buxton M. J., Day N. E., Kim L. G., Marteau T. M., Scott R. A. et al. Multicenter aneurysm screening study group. The Multicentre Aneurysm Screening Study (MASS) into the effect of abdominal aortic aneurysm screening on mortality in men: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2002; 360: 1531-1539.
- 16.Azizi L., Henon A., Belkacem A., Monnier-Cholley L., Tubiana J. M., Arrivé L. Infected aortic aneurysms: CT features. *Abdom Imaging*. 2004; 29:716-720
- 17.Barkin A. Z., Rosen C. L. Ultrasound detection of abdominal aortic aneurysm. *Emerg Med Clin North Am*. 2004; 22: 675-682.
- 18.Batagini N. C., Ventura C. A., Raghavan M. L., Chammas M. C., Tachibana A., da Silva E. S. Volumetry and biomechanical parameters detected by 3D and 2D ultrasound in patients with and without an abdominal aortic aneurysm. *Vascular Medicine*. 2016; 21 (3): 209-216.
- 19.Bianchini Massoni C., Geisbüscher P., Gallitto E., Hakimi M., Gargiulo M., Böckler D. Follow-up outcomes of hybrid procedures for thoracoabdominal aortic pathologies with special focus on graft patency and late mortality. *J Vasc Surg*. 2014; 59(5): 1265-73.
- 20.Cao P., De Rango P., Verzini F., Parlani G., Romano L., Cieri E. Comparison of surveillance versus aortic endografting for small aneurysm repair (CAESAR): results from a randomised trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2011; 41: 13-25.
- 21.Chaikof E. L., Brewster D. C., Dalman R. L., Makaroun M. S., Illig K. A., Sicard G. A. et al. SVS practice guidelines for the care of patients with an abdominal aortic aneurysm: executive summary. *J Vasc Surg*. 2009; 50: 880-96.
- 22.Coulier B., Tilquin O., Etienne P. Y. Multidetector row CT diagnosis of aortocaval fistula complicating aortic aneurysm: a case report. *Emerg Radiol*. 2004; 11: 100-103
- 23.Donas K. P., Torsello G., Lazaridis K. Current status of hybrid procedures for thoracoabdominal and pararenal aortic aneurysm repair: techniques and considerations. *J Endovasc Ther*. 2010; 17 (5): 602-8.
- 24.Drinkwater S. L., Goebells A., Haydar A., Bourke P., Brown L., Hamady M. et al. The incidence of spinal cord ischaemia following thoracic and thoracoabdominal aortic endovascular intervention. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2010; 40: 729-735.
- 25.Durham J. R., Hackworth C. A., Tober J. C., Bova J. G., Bennett W. F., Schmalbrock P. et al. Magnetic resonance angiography in the preoperative evaluation of abdominal aortic aneurysms. *Am. J. Surg*. 1993; 166(2): 173-7; discussion 177-8.
- 26.Fleming C., Whitlock E. P., Beil T. L., Lederle F. A. Screening for abdominal aortic aneurysm: a best-evidence systematic review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med*. 2005; 142: 203-11.
- 27.Harris P. L., Vallabhaneni S. R., Desgranges P., Becquemin J. P., van Marrewijk C., Laheij R. J. Incidence and risk factors of late rupture, conversion, and death after endovascular repair of infrarenal aortic aneurysms: the EUROSTAR experience. European Collaborators on Stent/graft techniques for aortic aneurysm repair. *J. Vase.Surg*. 2000; 32 (4): 739-749.
- 28.Hartnell G. G. Imaging of aortic aneurysms and dissection: CT and MRI. *J Thorac Imaging*. 2001; 16 (1): 35-46.
- 29.Hirsch A. T., Haskal Z. J., Hertzner N. R., Bakal C. W., Creager M. A., Halperin J. L. et al. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease); endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *Circulation*. 2006; 113(11): e463e-654.
- 30.Holmes D. R., Wester W., Thompson R. W., Reilly J. M. Prostaglandin E2 synthesis and cyclooxygenase expression in abdominal aortic aneurysms. *J. Vase.Surg*. 1997; 25(5): 810-815.
- 31.Jongkind V., Yeung K. K., Akkersdijk G. J. M., Heidsieck D., Reitsma J. B., Tangelder G. J. et al. Juxtarenal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg*. 2010; 52: 760-7.
- 32.Kent K. C. Clinical practice. Abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med*. 2014; 371(22): 2101-8.
- 33.Lederle F. A., Johnson G. R., Wilson S. E., Ballard D. J., Jordan W. D. Jr, Blebea J. et al. Rupture rate of large abdominal aortic aneurysms in patients refusing or unfit for elective repair. *JAMA*. 2002; 287: 2968-72.
- 34.Lindholt J. S., Norman P. Screening for abdominal aortic aneurysm reduces overall mortality in men: a meta-analysis of the mid- and long-term effects of screening for abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2008; 36: 167-71.
- 35.Macedo T. A., Stanson A. W., Oderich G. S., Johnson C. M., Panneton J. M., Tie M. L. Infected aortic aneurysms: imaging findings. *Radiology*. 2004; 231: 250-257.
- 36.Mirsadraee S., van Beek E. J. Functional imaging: computed tomography and MRI. *Clin Chest Med*. 2015; 36(2): 349-63.
- 37.Morita S., Ueno E., Masukawa A., Suzuki K., Machida H., Fujimura M. Hyperattenuating sign at unenhanced CT indicating acute vascular disease. *RadioGraphics*. 2010; 30: 111-125.
- 38.NHS abdominal aortic aneurysm screening programme (2013). Available at: <http://aaa.screening.nhs.uk> (accessed december 2014).
- 39.Norman P. E., Powell J. T. Abdominal aortic aneurysm: the prognosis in women is worse than in men. *Circulation*. 2007; 115: 2865-9.
- 40.Oderich G. S., Mendes B. C., Gloviczki P., Kalra M., Duncan A. A., Bower T. C. Current role and future directions of hybrid repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther*. 2012; 24(1): 14-22.
- 41.Powell J. T., Brown L. C., Forbes J. F., Fowkes F. G., Greenhalgh R. M., Ruckley C. V. et al. Final 12-year follow-up of surgery versus surveillance in the UK Small Aneurysm Trial. *Br J Surg*. 2007; 94: 702-8.
- 42.Powell J. T., Greenhalgh R. M. Small abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med*. 2003; 348: 1895-901.
- 43.Quinones-Baldrich W. J., Panetta T. F., Vescera C. L., Kashyap V. S. Repair of type IV thoracoabdominal aneurysm with a combined endovascular and surgical approach. *J Vasc Surg*. 1999; 6: 555-560.

44. Quinones-Baldrich W., Jimenez J. C., DeRubertis B., Moore W. S. Combined endovascular and surgical approach (CESA) to thoracoabdominal aortic pathology: a 10-year experience. *J Vasc Surg.* 2009; 49: 1125–1134.

45. Schwartz S. A., Taljanovic M. S., Smyth S., O'Brien M. J., Rogers L. F. CT findings of rupture, impending rupture, and contained rupture of abdominal aortic aneurysms. *American Journal of Roentgenology.* 2007; 188 (1): W57-W62.

46. Screening for abdominal aortic aneurysm (2014). Available at: <http://www.uspreventiveservicestaskforce.org/Page/Topic/recommendation-summary/abdominal-aortic-aneurysm-screening> (accessed december 2014).

47. The UK Small Aneurysm Trial Participants. Mortality results for randomised controlled trial of early elective surgery or ultrasound surveillance for small abdominal aortic aneurysms. *Lancet.* 1998; 352: 1649–1655.

48. Thurnher S. A., Dorffner R., Thurnher M. M., Winkelbauer F. W., Kretschmer G., Polterauer P. et al. Evaluation of abdominal

aortic aneurysm for stent-graft placement: comparison of gadolinium-enhanced MR angiography versus helical CT angiography and digital subtraction angiography. *Radiology.* 1997; 205: 341–352.

49. Toussaint J. F., LaMuraglia G. M., Southern J. F., Fuster V., Kantor H. L. Magnetic resonance images lipid, fibrous, calcified, hemorrhagic, and thrombotic components of human atherosclerosis in vivo. *Circulation.* 1996; 94: 932–938.

50. Vu Q. D. M., Menias C. O., Bhalla S., Peterson C., Wang L. L., Balfe D. M. Aortoenteric fistulas: CT features and potential mimics. *RadioGraphics.* 2009; 29: 197–209.

51. Wyss TR, Brown LC, Powell JT, Greenhalgh RM. Rate and predictability of graft rupture after endovascular and open abdominal aortic aneurysm repair: data from the EVAR Trials. *Ann Surg.* 2010; 252: 805–12.

52. Zarins C. K., Hill B. B., Wolf Y. G. Aneurysmal vascular disease. In: Townsend CM Jr, Beauchamp DR, Evers MB, Mattox KL, Sabiston DC (eds). *Sabiston textbook of surgery*, 16th edn. Saunders, Philadelphia, 2001. pp 1357–1372.

References:

1. Artyukhina E. G., Shcherbyuk A. N., Sinitsyn V. E., Belysheva E. S., Fominykh E. V., Shenderova E. O. et al. Potential of tomographic methods of diagnosis and three-dimensional analysis of abdominal aortic aneurysm images. *Angiology and vascular surgery.* 2004; 10 (1): 55–61 (in Russian).

2. Bokeriya L. A., Alekyan B. G. Endovascular diagnosis and treatment of diseases of the heart and blood vessels in the Russian Federation. Moscow, A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery, 2012. 148 p (in Russian).

3. Burakovskiy V.I., Bokeriya L.A. *Cardiovascular Surgery.* Moscow, Medicine, 1989. 766 p (in Russian).

4. Vishniakova M.V. Multidetector computed tomography in the diagnosis of complicated aortic aneurysms. *Russian Electronical Journal of Radiology* 2013; 3(3): 91 – 97.

5. Gurevich I. B., Zodiey V. V., Ivanitskaya M. A., Lindenbraten L. D. X-ray diagnosis of diseases of the heart and blood vessels. Moscow, Medicine, 1970. 423 p (in Russian).

6. Ishchenko V. N., Sorokin V. A. Evolution of diagnostics and surgical tactics of the treatment of the aorta aneurysms. The review of the literature. *Pacific Medical Journal.* 2007; 2: 23–27 (in Russian).

7. Kokov L. S. *Radiology of heart and vessels diseases: national guidance.* Moscow, GEOTAR-Media, 2011. 688 p (in Russian).

8. Management of abdominal aortic aneurysms: national guidelines. Under the edition L.A. Boceria. Moscow, 2013. 72 p (in Russian).

9. Ternovoy S.K. *Basics radiodiagnostics and therapy.* National manual. Moscow, GEOTAR-media, 2013. 992 p. (in Russian).

10. Prokop M., Galanski M. *Spiral and multislice computed tomography of the body.* Vol. 1. Moscow, Medpress-inform, 2006. 416 p (in Russian).

11. Sandrikov V.A., Fisenko E.P., Belov Yu.V., Platova E.N. Ultrasound comprehensive examination of patients with aortic aneurysms. *Angiology and vascular surgery.* 1996; 4: 46–58 (in Russian).

12. Sinitsyn V. E., Ternovoy S. K. The role of CT angiography of the coronary arteries from a practical point of view: where are we today? *Creative Cardiology.* 2007; 1-2: 25–31 (in Russian).

13. Spiridonov A. A., Omirov Sh. R. Diagnosis and surgical

treatment of aortic aneurysms. *Maykop,* 1992. С. 134–142 (in Russian).

14. Chebysheva E.N. Ultrasound assessment of the aorta and its branches in patients with abdominal aortic aneurysm. *Cand. Disser.* Moscow: A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, 2005 (in Russian).

15. Ashton H. A., Buxton M. J., Day N. E., Kim L. G., Marteau T. M., Scott R. A. et al. Multicenter aneurysm screening study group. The Multicentre Aneurysm Screening Study (MASS) into the effect of abdominal aortic aneurysm screening on mortality in men: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2002; 360: 1531–1539.

16. Azizi L., Henon A., Belkacem A., Monnier-Cholley L., Tubiana J. M., Arrivé L. Infected aortic aneurysms: CT features. *Abdom Imaging.* 2004; 29:716–720

17. Barkin A. Z., Rosen C. L. Ultrasound detection of abdominal aortic aneurysm. *Emerg Med Clin North Am.* 2004; 22: 675–682.

18. Batagini N. C., Ventura C. A., Raghavan M. L., Chammas M. C., Tachibana A., da Silva E. S. Volumetry and biomechanical parameters detected by 3D and 2D ultrasound in patients with and without an abdominal aortic aneurysm. *Vascular Medicine.* 2016; 21 (3): 209–216.

19. Bianchini Massoni C., Geisbüsch P., Gallitto E., Hakimi M., Gargiulo M., Böckler D. Follow-up outcomes of hybrid procedures for thoracoabdominal aortic pathologies with special focus on graft patency and late mortality. *J Vasc Surg.* 2014; 59(5): 1265–73.

20. Cao P., De Rango P., Verzini F., Parlani G., Romano L., Cieri E. Comparison of surveillance versus aortic endografting for small aneurysm repair (CAESAR): results from a randomised trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011; 41: 13–25.

21. Chaikof E. L., Brewster D. C., Dalman R. L., Makaroun M. S., Illig K. A., Sicard G. A. et al. SVS practice guidelines for the care of patients with an abdominal aortic aneurysm: executive summary. *J Vasc Surg.* 2009; 50: 880–96.

22. Coulier B., Tilquin O., Etienne P. Y. Multidetector row CT diagnosis of aortocaval fistula complicating aortic aneurysm: a case report. *Emerg Radiol.* 2004; 11: 100–103

23. Donas K. P., Torsello G., Lazaridis K. Current status of hy-

- brid procedures for thoracoabdominal and pararenal aortic aneurysm repair: techniques and considerations. *J Endovasc Ther.* 2010; 17 (5): 602-8.
24. Drinkwater S. L., Goebells A., Haydar A., Bourke P., Brown L., Hamady M. et al. The incidence of spinal cord ischaemia following thoracic and thoracoabdominal aortic endovascular intervention. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010; 40: 729-735.
25. Durham J. R., Hackworth C. A., Tober J. C., Bova J. G., Bennett W. F., Schmalbrock P. et al. Magnetic resonance angiography in the preoperative evaluation of abdominal aortic aneurysms. *Am. J. Surg.* 1993; 166(2): 173-7; discussion 177-8.
26. Fleming C., Whitlock E. P., Beil T. L., Lederle F. A. Screening for abdominal aortic aneurysm: a best-evidence systematic review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med.* 2005; 142: 203-11.
27. Harris P. L., Vallabhaneni S. R., Desgranges P., Becquemin J. P., van Marrewijk C., Laheij R. J. Incidence and risk factors of late rupture, conversion, and death after endovascular repair of infrarenal aortic aneurysms: the EUROSTAR experience. *European Collaborators on Stent/graft techniques for aortic aneurysm repair. J. Vasc. Surg.* 2000; 32 (4): 739-749.
28. Hartnell G. G. Imaging of aortic aneurysms and dissection: CT and MRI. *J Thorac Imaging.* 2001; 16 (1): 35-46.
29. Hirsch A. T., Haskal Z. J., Hertzner N. R., Bakal C. W., Creager M. A., Halperin J. L. et al. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease); endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *Circulation.* 2006; 113(11): e463e-654.
30. Holmes D. R., Wester W., Thompson R. W., Reilly J. M. Prostaglandin E2 synthesis and cyclooxygenase expression in abdominal aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 1997; 25 (5): 810-815.
31. Jongkind V., Yeung K. K., Akkersdijk G. J. M., Heidsieck D., Reitsma J. B., Tangelder G. J. et al. Juxtarenal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2010; 52: 760-7.
32. Kent K. C. Clinical practice. Abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med.* 2014; 371(22): 2101-8.
33. Lederle F. A., Johnson G. R., Wilson S. E., Ballard D. J., Jordan W. D. Jr, Blebea J. et al. Rupture rate of large abdominal aortic aneurysms in patients refusing or unfit for elective repair. *JAMA.* 2002; 287: 2968-72.
34. Lindholt J. S., Norman P. Screening for abdominal aortic aneurysm reduces overall mortality in men: a meta-analysis of the mid- and long-term effects of screening for abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008; 36: 167-71.
35. Macedo T. A., Stanson A. W., Oderich G. S., Johnson C. M., Panneton J. M., Tie M. L. Infected aortic aneurysms: imaging findings. *Radiology.* 2004; 231: 250-257.
36. Mirsadraee S., van Beek E. J. Functional imaging: computed tomography and MRI. *Clin Chest Med.* 2015; 36 (2): 349-63.
37. Morita S., Ueno E., Masukawa A., Suzuki K., Machida H., Fujimura M. Hyperattenuating sign at unenhanced CT indicating acute vascular disease. *RadioGraphics.* 2010; 30: 111-125.
38. NHS abdominal aortic aneurysm screening programme (2013). Available at: <http://aaa.screening.nhs.uk> (accessed december 2014).
39. Norman P. E., Powell J. T. Abdominal aortic aneurysm: the prognosis in women is worse than in men. *Circulation.* 2007; 115: 2865-9.
40. Oderich G. S., Mendes B. C., Gloviczki P., Kalra M., Duncan A. A., Bower T. C. Current role and future directions of hybrid repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther.* 2012; 24(1): 14-22.
41. Powell J. T., Brown L. C., Forbes J. F., Fowkes F. G., Greenhalgh R. M., Ruckley C. V. et al. Final 12-year follow-up of surgery versus surveillance in the UK Small Aneurysm Trial. *Br J Surg.* 2007; 94: 702-8.
42. Powell J. T., Greenhalgh R. M. Small abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med.* 2003; 348: 1895-901.
43. Quinones-Baldrich W. J., Panetta T. F., Vescera C. L., Kashyap V. S. Repair of type IV thoracoabdominal aneurysm with a combined endovascular and surgical approach. *J Vasc Surg.* 1999; 6: 555-560.
44. Quinones-Baldrich W., Jimenez J. C., DeRubertis B., Moore W. S. Combined endovascular and surgical approach (CESA) to thoracoabdominal aortic pathology: a 10-year experience. *J Vasc Surg.* 2009; 49: 1125-1134.
45. Schwartz S. A., Taljanovic M. S., Smyth S., O'Brien M. J., Rogers L. F. CT findings of rupture, impending rupture, and contained rupture of abdominal aortic aneurysms. *American Journal of Roentgenology.* 2007; 188 (1): W57-W62.
46. Screening for abdominal aortic aneurysm (2014). Available at: <http://www.uspreventiveservicestaskforce.org/Page/Topic/recommendation-summary/abdominal-aortic-aneurysm-screening> (accessed december 2014).
47. The UK Small Aneurysm Trial Participants. Mortality results for randomised controlled trial of early elective surgery or ultrasound surveillance for small abdominal aortic aneurysms. *Lancet.* 1998; 352: 1649-1655.
48. Thurnher S. A., Dorffner R., Thurnher M. M., Winkelbauer F. W., Kretschmer G., Polterauer P. et al. Evaluation of abdominal aortic aneurysm for stent-graft placement: comparison of gadolinium enhanced MR angiography versus helical CT angiography and digital subtraction angiography. *Radiology.* 1997; 205: 341-352.
49. Toussaint J. F., LaMuraglia G. M., Southern J. F., Fuster V., Kantor H. L. Magnetic resonance images lipid, fibrous, calcified, hemorrhagic, and thrombotic components of human atherosclerosis in vivo. *Circulation.* 1996; 94: 932-938.
50. Vu Q. D. M., Menias C. O., Bhalla S., Peterson C., Wang L. L., Balfe D. M. Aortoenteric fistulas: CT features and potential mimics. *RadioGraphics.* 2009; 29: 197-209.
51. Wyss TR, Brown LC, Powell JT, Greenhalgh RM. Rate and predictability of graft rupture after endovascular and open abdominal aortic aneurysm repair: data from the EVAR Trials. *Ann Surg* 2010; 252:805-12.
52. Zarins C. K., Hill B. B., Wolf Y. G. Aneurysmal vascular disease. In: Townsend CM Jr, Beauchamp DR, Evers MB, Mattox KL, Sabiston DC (eds). *Sabiston textbook of surgery*, 16th edn. Saunders, Philadelphia, 2001. pp 1357-1372.