



Аневризма брюшного отдела аорты: взгляд кардиолога и сердечно-сосудистого хирурга

М.Р. Кабардиева, А.Е. Комлев, И.В. Кучин, Т.Е. Колмакова, М.А. Шария, Т.Э. Имаев, В.Г. Наумов, Р.С. Акчурин

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва

Абстракт

Заболевания брюшной аорты вносят заметный вклад в структуру сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности. Смертность от аневризм и расслоения аорты выросла с 24,9 на 1 млн до 27,8 на 1 млн населения с 1990 по 2010 года с преобладанием роста смертности у мужчин, поэтому выявление аневризмы аорты на ранних стадиях формирования является одной из важных задач. В статье обсуждаются патогенетические механизмы развития, актуальность своевременной диагностики данной патологии и наиболее значимые исследования скрининга аневризм брюшной аорты.

Ключевые слова: аневризма брюшной аорты, атеросклероз, скрининг.

Aneurysm of abdominal aorta: a view of cardiology and cardiovascular surgeon

M. R. Kabardieva, A. E. Komlev, I. V. Kuchin, T. E. Kolmakova, M. A. Sharia, T. E. Imaev, V. G. Naumov, R. S. Akchurin

Federal State Budget Institution «National Medical Research Center of Cardiology» Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract

Abdominal aortic diseases contribute significantly to a structure of cardiovascular morbidity and mortality. From 1990 to 2010 mortality rate caused by aneurysm and aortic dissection has increased from 24.9 per million to 27.8 per million, with a predominance of increased mortality in men, therefore it is an important task to identify the aortic aneurysm in its early stage of formation.

This article discusses pathogenetic mechanisms of abdominal aorta development, relevance of timely diagnosis of the pathology and the most significant studies in a subject of abdominal aorta aneurysm screening.

Keywords: abdominal aorta aneurysm, atherosclerosis, screening.

Введение

Одной из причин высокой смертности среди населения пожилого возраста служит разрыв аневризмы брюшной аорты (АБА) [1], несмотря на внедрение современных эндоваскулярных методов лечения [2]. Разрыв аневризмы аорты занимает десятое место причин смерти от сердечно-сосудистых заболеваний в странах Западной Европы и Северной Америке, в Великобритании и США от осложнений аневризмы аорты ежегодно гибнет 10–15 тысяч человек [3]. В Российской Федерации официальных

эпидемиологических данных о летальности при разрыве АБА нет, однако по данным зарубежных авторов [4] в ближайшие сроки после разрыва аорты из-за массивной кровопотери погибают 90% пациентов, поэтому предотвращение разрыва аорты в настоящее время является одной из важных задач практического здравоохранения. Риск разрыва АБА увеличивается при ее диаметре > 5,5 см. В течении 5 лет вероятность разрыва составляет 25–40%, в то время как при диаметре < 5 см – 1–7%. [5].

Распространенность заболевания увеличивается с возрастом, причем АБА встречается у мужчин

в 4 раза чаще, чем у женщин [6]. Допустимая «безопасная» скорость роста аневризмы составляет около 1 см за 3 года [7].

В Российской Федерации заболевание развивается у 1,4–8,2 % больных сердечно-сосудистыми заболеваниями в возрасте от 50 до 79 лет, что соответствует 117,2 случаям на 100 000 мужчин и 30,0 случаям на 100 000 женщин в год или в среднем 45 000 пациентов в год [8].

В большинстве случаев АБА имеет длительное бессимптомное течение, иногда на протяжении нескольких лет. Аневризма аорты часто является случайной находкой при обследовании по поводу другого заболевания, например, при выполнении ультразвукового исследования (УЗИ) сосудов, органов брюшной полости или сердца. С другой стороны, первой клинической манифестацией заболевания часто является разрыв аневризмы, что обуславливает актуальность своевременной диагностики данной патологии.

Для оценки прогрессирования и динамики роста малых аневризм брюшной аорты, не требующих хирургической коррекции, используют метод ультразвукового исследования аорты – дуплексное сканирование брюшной аорты и ее ветвей. До сих пор нет единого мнения о том, как часто необходимо проводить ультразвуковое наблюдение пациентов с так называемыми малыми АБА, которые определяют как АБА с максимальным диаметром менее 5,5 см.

Некоторые вопросы этиопатогенеза аневризм брюшной аорты

В настоящее время считается, что атеросклеротический процесс является самой распространенной причиной образования аневризм брюшной аорты. По данным различных исследований, доля таких аневризм в медицинской практике составляет от 80 до 90 %, и лишь 10–20 % АБА имеют иное происхождение [9].

АБА можно рассматривать как одно из клинических проявлений атеросклеротической болезни, поскольку патогенетическую связь между динамикой атеросклеротического поражения и образованием аневризмы опровергнуть трудно [10].

Атеросклероз – дегенеративный процесс, происходящий в стенке аорты и артерий эластического и мышечно-эластического типа [11]. Утолщение интимы аорты – начальное проявление атеросклероза. Формирование атеросклеротической бляшки в большинстве случаев происходит в зоне турбулентности потока крови, к которым относится и область над бифуркацией брюшной аорты. Гемодинамическое напряжение [10] вызывает разрушение и микротрещины внутренней эластичной мембраны [11, 14], вследствие чего уменьшается прочность артериальной стенки. По данным Стехбенса и соавторов [13], формирование аневризмы относится к поздним осложнениям атеросклероза,

которым предшествует стенозирование просвета, изъязвление атеросклеротической бляшки, пристеночный тромбоз, атероэмболические события. Развитие и прогрессирование атеросклеротической бляшки сопровождается атрофией гладкомышечных клеток меди и накоплением липидов, иммунно-опосредованным воспалением сосудистой стенки и ее дистрофической кальцификацией [12], которые создают условия для образования аневризматического расширения аорты.

Важную роль в патогенезе аневризмы аорты играет нарушение соотношения основных компонентов экстрацеллюлярного матрикса меди – эластина и коллагена I и III типов. Процесс разрушения соединительнотканного матрикса стенки аорты путем протеолитического расщепления его компонентов опосредуют эндогенные протеазы, среди которых ведущую роль играют матриксные металлопротеиназы (ММП). ММП представляют собой зависимые ферменты цинка и делятся на три основные группы: коллагеназы (ММП-1 и ММП-5), желатиназы (ММП-2, ММП-12, ММП-9), стромализины (ММП-3 и ММП-7).

ММП выделяются воспалительными клетками в виде неактивных проферментов. Активация ММП происходит с помощью плазмина, образующегося из плазминогена под действием активаторов, в частности, тканевого и урокиназного, путем преобразования энзимогенов в активные металлопротеиназы [15, 16–19].

Адаптивный ответ на гемодинамическую нагрузку (тангенциальное напряжение сосудистой стенки) в значительной степени определяет именно содержание эластина, при относительном дефиците которого происходит «перераспределение нагрузки» на малорастворимый коллаген. Данный механизм может отчасти объяснить излюбленную локализацию мешотчатых аневризм в инфраренальном отделе аорты, характеризующимся низким содержанием эластина по сравнению с грудным отделом аорты. У пациентов с АБА продемонстрировано снижение уровня эластина в стенке аорты до 8 %, при нормальном значении около 35 %. Период полураспада эластина, активный синтез которого в аорте взрослого человека не происходит, составляет 70 лет, а ведь именно в этом возрасте наиболее часто обнаруживается аневризма брюшного отдела аорты. В отличие от эластина синтез коллагена, хотя и сопровождается возрастными изменениями в структуре коллагеновых волокон, происходит в течении всей жизни, и среди исследователей нет единого мнения о роли коллагеназной активности в развитии аневризмы [20].

Однако существует другая точка зрения о влиянии атеросклероза на развитие АБА как одного из возможных факторов риска у данной категории больных. Исследования показали, что коморбидность обычно составляет от 25 % до 55 %, но до сих пор неизвестно, является ли эта связь причиной развития аневризмы или результатом проявлений общих

факторов риска. Помимо атеросклероза в основе развития аневризмы могут лежать такие факторы риска как наследственность, курение, возраст, европеоидная раса и мужской пол [21, 23]. Атеросклероз и аневризма брюшной аорты имеют общую этиологическую основу – отягощенную наследственность, пожилой возраст и курение [22–25]. Атеросклероз более выражен у пациентов с сахарным диабетом, гиперхолестеринемией и ожирением. В то время как курение, пол и этническая принадлежность обуславливают высокий риск развития аневризмы брюшной аорты. Исследования, основанные на сравнении эпидемиологических и клинических факторов риска, связанных с АБА и атеросклерозом, показали, что распространенность аневризмы была значительно выше у пациентов с сердечно – сосудистыми заболеваниями [26]. Palazzuoli и соавторы [21] провели сравнительное исследование среди 98 больных с аневризмой и 82 больных с риском (два и более факторов риска) развития сердечно – сосудистых заболеваний, и отметили, что пациенты с аневризмой брюшной аорты имеют такие факторы риска как курение, возраст, европеоидная раса и мужской пол.

Ito et al и соавторы исследовали 343 больных с аневризмой грудного и брюшного отделов аорты (132 и 211 соответственно). Частота встречаемости атеросклероза коронарных артерий среди этих больных составила 53%. Полученные данные свидетельствуют о том, что атеросклероз не всегда является вероятной причиной аневризмы [27]. Тромбсе и соавторы оценили связь атеросклероза с диаметром брюшной аорты у 6446 человек (3164 мужчин и 3282 женщины). Результаты этого исследования показали, что атеросклероз нельзя рассматривать как причину аневризмы брюшной аорты, скорее, он развивается параллельно или вторично с аневризматическим расширением аорты [28].

Учитывая общность факторов риска АБА и атеросклероза, нельзя не отметить влияние сахарного диабета. Согласно многолетним эпидемиологическим исследованиям, среди больных с сахарным диабетом более низкая распространенность АБА [29–33], чем у больных с атеросклерозом. Распространенность сахарного диабета у больных с АБА составляет 6–14%, в то время, как у больных в контрольной группе без аневризмы 17%–36% [28]. Miata и соавторы в экспериментальных условиях продемонстрировали компенсаторные изменения аорты [34] в гипергликемической среде [31]. Если гипергликемия связана с повышенным риском развития атеросклероза [26], то наличие диабета подавляет прогрессирование аневризмы аорты [35]. В исследовании Miata и ряде других индуцировали развитие аневризмы аорты у мышей с гипергликемией для дальнейшей оценки взаимосвязи уровня глюкозы крови и аневризмы брюшной аорты. Через 14 дней были получены данные об уменьшении аневризматического расширения и понижения

уровня глюкозы крови. При лечении инсулином защитный эффект уменьшился. Это было первое исследование, направленное на изучение механизмов гипергликемического подавления развития аневризм брюшной аорты, характеризующиеся уменьшением диаметра аневризмы брюшной аорты, неоваскуляризацией, инфильтрацией макрофагов и эластолизом медиального слоя. Полное понимание процессов, связанных с подавлением аневризмы при сахарном диабете, потенциально можно использовать в качестве профилактической меры прогрессирования АБА, и в последующем снижения смертности.

В патогенезе аневризм аорты также продемонстрирована роль инфекционных агентов. Первичная бактериальная инфекция аортальной стенки – редкая причина развития аневризм (так называемые микотические аневризмы). По мнению большинства исследователей, основное место в развитии АБА неинфекционной этиологии принадлежит *Cl. Pneumoniae* аневризмы. В образцах стенки аорты у больных с атеросклеротическим аневризматическим расширением брюшной аорты методом полимеразной цепной реакции выявлено повышение титра антител к *Cl. Pneumoniae* [36]. На экспериментальных моделях *in vitro* и *in vivo* показано, что инфицирование аорты *Cl. Pneumoniae* ведет к прогрессированию воспалительного процесса, разрушению эластина и формированию аневризмы [37].

Таким образом, по крайней мере у части больных с аневризмой брюшной аорты контаминация стенки аорты, *Cl. Pneumoniae* является одним из возможных элементов патогенеза. Роль остальных инфекционных агентов в развитии аневризмы аорты в настоящее время активно обсуждается, но результаты этих исследований противоречивы.

Значение скрининга в ранней диагностике аневризм брюшной аорты

Скрининг на основе лабораторных методов диагностики на сегодняшний день не разработан, поэтому основой профилактики разрывов АБА является УЗ-диагностика.

Для оценки прогрессирования и динамики роста малых аневризм используют метод ультразвукового исследования аорты – дуплексное сканирование брюшной аорты и ее ветвей, но до сих пор, нет единого мнения о том, как часто необходимо проводить ультразвуковое наблюдение малых аневризм.

Всемирная Организация Здоровья (ВОЗ) рекомендует разовый скрининг – ультразвуковое исследование аорты курящих мужчин в возрасте от 65 до 75 лет с целью снижения смертности на 50% [38, 39].

Как часто необходимо проводить УЗИ пациентам с АБА?

Скрининг малых АБА (3,0 см – 5,0 см в диаметре) проводится с помощью ультразвука. Для контроля

состояния аневризмы необходимо определить временные интервалы между наблюдениями. Считается, что частота разрывов аневризмы у мужчин увеличивается в 1,9 раза при увеличении исходного максимального диаметра аорты на 0,5 см. [40].

Течение аневризмы брюшной аорты характеризуется длительной латентной фазой. Согласно многолетним исследованиям Рамса и Карлсона, программа сканирования аневризмы аорты должна соответствовать следующим критериям [41]:

- болезнь должна оказывать значительное влияние на качество жизни.
- должны быть доступны приемлемые методы лечения.
- должен быть бессимптомный период, в течение которого лечение значительно снижает заболеваемость или смертность.
- результат от лечения в латентной фазе должен быть эффективнее, чем при появления симптомов.
- необходим недорогой метод исследования, и заболеваемость должна быть достаточной для обоснования стоимости сканирования.

Ультразвуковое сканирование для АБА отвечает всем этим критериям.

В нескольких популяционных рандомизированных исследованиях проведен анализ ультразвукового сканирования АБА: два исследования в Великобритании (многоцентровые исследования сканирования аневризм и исследование Чичестера), в Дании (Виборг) и Западной Австралии [42–46]. Данные исследования по ранней диагностике аневризм являются убедительным доказательством сокращения смертности, связанной с этой болезнью, почти у 50% среди сканированного мужского населения в возрасте от 65 до 75 лет.

В анализе экономической эффективности сканирование аневризмы аорты оказалось рентабельным для мужчин в возрасте от 65 до 75 лет, что также послужило долгосрочной перспективой продолжения исследования [44].

Основываясь на этих данных, ВОЗ включила ультразвуковое сканирование аневризмы в национальные программы защиты здоровья населения, в таких странах как Великобритания, Италия, Дания и Австралия. В Швейцарии такой программы нет, и до сих пор ни одна из созданных медицинских организаций или органов здравоохранения не продвигала ультразвуковое сканирование в медицинские программы для населения страны на региональном или же на национальном уровне. Среди 1634 пациентов посетивших клинику Лугано, Швейцария 248 пациентов (15%) немедленно отказались от каких-либо дальнейших контактов, а 295 (21%) из оставшихся 1386 не имели права на участие в исследовании из-за наличия недавних исследований аорты, 346 приглашенных пациентов (32%) из 1091, которых приглашали по телефону не пришли на запланированный эксперимент; 745 (68%) прошли плановое ультразвуковое скани-

рование аорты. Аневризматическое расширение брюшной аорты диаметром 2–3 см было диагностировано у 31 обследованных пациентов. У 7 из 745 пациентов, ни сагиттальный, ни осевой диаметр инфаренального отдела брюшной аорты нельзя было оценить из-за метеоризма или ожирения. У 27 (3,6%) пациентов был обнаружен диаметр аорты 3–4 см. У 3 пациентов (0,4%) инфаренальная аорта имела диаметр 4–5 см, а у 1 пациента был диаметр больше 5 см. На начальном этапе каждое ультразвуковое сканирование занимало приблизительно от 7 до 8 минут. Повторное сканирование проводится спустя несколько месяцев и длится на 5 минут дольше.

Ультразвуковое исследование проводилось каждые два года для пациентов с аневризмами диаметром 3–4 см и ежегодно для пациентов с диаметром аневризмы 4–5 см. Пациент с диаметром аневризмы больше 5 см, прошел хирургическую операцию без каких-либо осложнений.

В результате собранных данных нескольких национальных обществ сосудистой хирургии, таких как Канадское общество сосудистой хирургии рекомендуют проводить ультразвуковое сканирование среди мужского населения в возрасте от 65 до 75 лет [47]. Такие страны как Дания, Великобритания, Германия и Италия, начали проводить скрининг по программе еще несколько лет тому назад. У них существует и так называемая компьютерная система оповещения врачей и пациентов мужского пола старше 60 лет, для преждевременной записи на ультразвуковое сканирование [48]. В Швейцарии до настоящего времени ни на региональном и ни на национальном уровне не проводилась ни одна программа сканирования АБА.

На сегодняшний день несколько рандомизированных исследований продемонстрировали эффективность метода сканирования АБА с точки зрения снижения смертности. Доказано, что эффективность сканирования у пациентов пожилого возраста снижена, поэтому пациенты возрастом старше 80 лет были исключены из программы экспериментального исследования [40]. Причиной низкого посещения этой процедуры в процессе исследования, послужили следующие факторы: область проживания (по отношению близости расположения к клинике), финансовые составляющие (цена процедуры и расходы на транспорт до места назначения) и возраст пациентов.

Несколько демографических исследований показали очевидную пользу сканирования аневризмы среди мужчины в возрасте от 65 до 80 лет. В исследованиях отмечалось снижение распространенности АБА среди населения в целом. Целью исследования было определение распространенности АБА у пациентов, подвергающихся коронарной ангиографии, для выяснения факторов риска. Исследование было проведено в отделениях кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии университетской больницы Льежа (Бельгия).



1027 пациентов были приглашены на ультразвуковое исследование в течение 18-месячного периода исследования. Из этих пациентов, 21 (2,0%) отказались от участия, а у шести других пациентов, брюшной отдел аорты не визуализировался (выраженное абдоминальное ожирение). Таким образом, в общей сложности 1000 пациентов (699 мужчин и 301 женщин) были вовлечены в США в программу сканирования. Все пациенты имели европейское происхождение.

Anjum и Powell [41] также наблюдали снижение частоты встречаемости АБА у мужчин в Англии, Уэльсе, и Шотландии.

Норман и соавторы [42] отметили снижение показателей смертности в больнице и смертности от АБА в Австралии с 1999 года. В начале 1990-х распространенность АБА у мужчин в возрасте 60 лет, допущенных к операции коронарного шунтирования составляла 15% [43]. Для сравнения, в этом исследовании распространенность АБА для той же подгруппы пациентов (8,1%).

Johansson и другие авторы считают, что скрининг АБА не вносит существенного вклада в снижение общей смертности: по данным с 2006 по 2009 г. 2-е мужчин из 10000 обследованных могут избежать смерти от АБА в результате скрининга. Тем не менее, с 2000-х по 2015 года смертность мужчин в возрасте 65–74 лет от АБА снизилась с 36 до 10 смертей на 100 000, что по мнению авторов связано со снижением курения [45].

Результаты приведенных зарубежных исследований, как поддерживающих необходимость скрининга АБА, так и оспаривающих его профилактическое значение, не могут быть без оглядки перенесены на российскую почву. Понятно, что при состоявшемся разрыве аорты показано экстренное оперативное вмешательство, однако далеко не во всех клиниках на территории РФ существуют возможности для организации оказания неотложной помощи при разрыве аорты (незамедлительное поступление пациента в стационар, бригада сосудистых хирургов с достаточным опытом операций на аорте, наличие необходимых протезов и стент-графтов, круглосуточное дежурство отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения с возможностью выполнения экстренной МСКТ-ангиографии). Раннее выявление больных с АБА позволяет в «холодном периоде» болезни определить оптимальную тактику и объем хирургического вмешательства, принять должные меры по профилактике и лечению осложнений. На наш взгляд, адекватная программа скрининга АБА должна способствовать уменьшению потребности в экстренной хирургии

аорты и, за счет увеличения количества плановых эндоваскулярных вмешательств, улучшению результатов лечения АБА и смертности от данного заболевания в целом.

Лечение пациентов с аневризмой брюшной аорты

Основными факторами, определяющими показания к оперативному лечению аневризмы аорты, являются: максимальный диаметр аневризмы, скорость ее роста и возникновение осложнений данного заболевания. Для каждого отдела аорты существует пограничный предел поперечного размера аорты, по достижении которого риск разрыва аорты статистически достоверно увеличивается и становится выше, чем потенциальный риск операции. В России приняты следующие показания к оперативному лечению АБА:

- 1) Аневризмы интрааренального и интераренального отделов аорты диаметром более 4,5 см у женщин и более 5,0 см у мужчин (уровень доказательств В).
- 2) Аневризма супрааренального отдела брюшной аорты или торакоабдоминальная аневризма аорты IV типа диаметром более 5,5 см (уровень доказательств В).
- 3) Рост асимптомной аневризмы более 6 мм в год.

Оперативное лечение вне зависимости от диаметра аневризмы показано в следующих случаях: наличие дочерних аневризм; эксцентричное расположение тромба в аневризматическом мешке; мешковидная форма аневризмы; зафиксированная тромбозом аорты из полости аневризмы [49].

Современные подходы к хирургическому и эндоваскулярному лечению АБА, нашедшие широкое применение в клинической практике в нашей стране, подробно рассмотрены в ряде работ отечественных авторов [49–51].

Необходимо помнить, что разрыв аневризмы, расслоение стенки аорты и прочие симптомные варианты течения АБА являются абсолютными показаниями к экстренной операции, однако летальность при данных состояниях остается крайне высокой даже при условии незамедлительной хирургической коррекции. Поэтому крайне важно распознать эту болезнь заблаговременно, при скудной еще клинической картине, ибо яркость ее симптомов предвещает скорое наступление заката.

Конфликт интересов

Конфликт интересов отсутствует.

Список литературы

1. Knemeyer HW, Kessler T, Reber PU, Ris HB, Hakki H, Widmer MK. Treatment of ruptured abdominal aortic aneurysm, a permanent challenge or a waste of resources? Prediction of outcome using a multi-organ dysfunction score. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2000;19(2):190–6. doi:http://dx.doi.org/10.1053/ejvs.1999.0980. PubMed.
2. IMPROVE Trial Investigators. Endovascular strategy or open repair for ruptured abdominal aortic aneurysm: one-year outcomes from the IMPROVE randomized trial. *Eur Heart J.* 2015;36(31):2061–9. doi:http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehv125. PubMed.
3. MJ Bown. Meta-Analysis of 50 Years of Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm Repair/ MJ Bown, AJ Sutton, PR Bell, RD Sayers // *Br J Surg.* – 2002. – Vol. 89 (6). P. 714–730.4.
4. JJ Reimerink. Systematic Review and Meta-analysis of Population-Based Mortality from Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm/ JJ Reimerink, MJ vander Laan, MJ Koelemay Balm R, Legemate DA // *Br J Surg.* – 2013;100:1405–13.
5. Vascular diseases. Aortic aneurysms. RS Akchurin, TE Imaev. *Cardiology guidelines*, edited by EI Chazov, Vol. 4 (p. 548). Russian (Болезни сосудов. Аневризмы аорты. Р.С. Акчурун, Т.Э. Имаев. Руководство по кардиологии, под редакцией Е.И. Чазова, Том 4 (стр 548)).
6. Lederle FA, Johnson GR, Wilson SE; Aneurysm Detection and Management Veterans Affairs Cooperative Study. Abdominal aortic aneurysm in women. *J Vasc Surg.* 2001;34(1):122–6. doi:http://dx.doi.org/10.1067/mva.2001.115275. PubMed.
7. Lederle FA, Johnson GR, Wilson SE, Chute EP, Littooy FN, Bandyk D, Krupski WC, Barone GW, Acher CW, Ballard DJ. Aneurysm Detection and Management (ADAM) Veterans Affairs Cooperative Study Group. Prevalence and associations of abdominal aortic aneurysm detected through screening. *Ann Intern Med.* 1997;126(6):441–9. doi:http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-126-6-199703150-00004. PubMed.
8. Zatevakbin II. Complicated abdominal aortic aneurysms / II Zatevakbin, AV Matiusbkin. – М.: Litterra 2010. – p.205. Затевахин, И.И. Осложненные аневризмы абдоминальной аорты / ИИ Затевахин, АВ Матюшкин. – М.: Литтерра, 2010. – 205 с.
9. Kazanchian PO. Ruptures of abdominal aortic aneurysms/ PO Kazanchian, VA Popov, PG Sotnikov. – М.: Publisher MEI, 2006. – p.254. Russian (Казанчян ПО. Разрывы аневризм брюшной аорты / ПО Казанчян, ВА Попов, ПГ Сотников. – М.: Издательство МЭИ, 2006. – 254 с.).
10. Saratzis A, Bown MJ. The genetic basis for aortic aneurysmal disease. *Heart* 2014; 100:916–22.
11. Toghill BJ, Saratzis A, Liyanage LS, Sidloff D, Bown MJ. *Genetics of Aortic Aneurysmal Disease.* eLS: John Wiley & Sons, Ltd.; 2016.
12. Campbell WB. Mortality statistics for elective aortic aneurysms. *Eur J Vasc Surg* 1991;5:111–3.
13. Stebbens WE: Structural and architectural changes during arterial development and the role of hemodynamics. *Acta Anat* 1996; 157:261–74.
14. Jones GT, Stebbens WE, Martin BJ. Ultrastructural changes in arteries proximal to short term experimental carotid-jugular arteriovenous fistulae in rabbits. *Pathology* 1995;75:225–32.
15. Pearce WH, Koch AE. Cellular components and features of immune response in abdominal aortic aneurysms. *Ann NY Acad Sci* 1996; 800:175–85.
16. Baramova EN, Bajou K, Remacle A. Involvement of PA/plasmin system in the processing of pro-MMP-9 and in the second step of pro-MMP-2 activation. *FEBS Letters* 1997; 405:157–62.
17. He CS, Wilhelm SM, Pentland AP, Marmer BL, Grant GA, Eisen AZ, Goldberg GL. Tissue cooperation in a proteolytic cascade activating human interstitial collagenase. *Proc Natl Acad Sci, USA*, 1989; 86:2632–6.
18. Jean-Claude J, Newman KM, Li H. Possible key role for plasmin in the pathogenesis of abdominal aortic aneurysms. *Surgery* 1994; 116:472–8.
19. Peubkurinen KJ, Risteli L, Melkko JT. Thrombolytic therapy with streptokinase stimulates collagen breakdown. *Circulation* 1991; 83:1969–75.
20. Busuttil SJ. Diagnosis and Management of Aortoenteric Fistulas / S.J. Busuttil, J. Goldstone // *Semin. Vasc. Surg.* – 2001;14:302–11.
21. Diseases of aorta and its branches. М.: Medicine 1979; 324. Pokrovskiy AV. Russian (Заболевания аорты и ее ветвей. М.: Медицина. 1979; 324. Покровский А.В.).
22. Palazzuoli A, Gallotta M, Guerrieri G, Quatrini I, Franci B, Campagna MS, Neri E, Benvenuti A, Sassi C, Nuti R. Prevalence of risk factors, coronary and systemic atherosclerosis in abdominal aortic aneurysm: comparison with high cardiovascular risk population. *Vasc Health Risk Manag* 2008;4:877–83.
23. Bradley DT, Hughes AE, Badger SA, Jones GT, Harrison SC, Wright BJ, Bumpstead S, Baas AF, Grütarsdyttir S, Burnand K, Child AH, Clough RE, Cockerill G, Hafez H, Scott DJ, Ariens RA, Johnson A, Sobrabi S, Smith A, Thompson MM, van Bockxmeer FM, Waltham M, Matthiasson SE, Thorleifsson G, Thorsteinsdottir U, Blankensteijn JD, Teijink

- JA, Wijmenga C, de Graaf J, Kiemeny LA, Wild JB, Edkins S, Gwilliam R, Hunt SE, Potter S, Lindbolt JS, Golledge J, Norman PE, van Rij A, Powell JT, Eriksson P, Stefánsson K, Thompson JR, Humphries SE, Sayers RD, Deloukas P, Samani NJ, Bown MJ. A variant in LDLR is associated with abdominal aortic aneurysm. *Circ Cardiovasc Genet* 2013; 6:498–504.
24. Herijgers N, Van Eck M, Groot PH, Hoogerbrugge PM, Van Berkel TJ. Low density lipoprotein receptor of macrophages facilitates atherosclerotic lesion formation in C57Bl/6 mice. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000;20:1961–7.
 25. Cornuz J, Sidoti Pinto C, Tevaearai H, Egger M. Risk factors for asymptomatic abdominal aortic aneurysm: systematic review and meta-analysis of population-based screening studies. *Eur J Pub Health* 2004;14:343–9.
 26. Elkaloubie A, Haulon S, Dubamel A, Rosa M, Rauch A, Staels B, Susen S, Van Belle E, Dupont A. Meta-Analysis of Abdominal Aortic Aneurysm in Patients With Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol* 2015;116:1451–6.
 27. Ito S, Akutsu K, Tamori Y, Sakamoto S, Yoshimuta T, Hashimoto H, Takeshita S. Differences in Atherosclerotic Profiles Between Patients With Thoracic and Abdominal Aortic Aneurysms. *Am J Cardiol* 2008;101:696–9.
 28. Johnsen SH, Forsdahl SH, Singh K, Jacobsen BK. Atherosclerosis in abdominal aortic aneurysms: a causal event or a process running in parallel? The Tromso study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2010;30:1263–8.
 29. De Rango P, Farchioni L, Fiorucci B, Lenti M. Diabetes and abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2014;47:243–61.
 30. Lederle FA. The strange relationship between diabetes and abdominal aortic aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2012;43:254–6.
 31. Torsney E, Pirianov G, Cockerill GW. Diabetes as a negative risk factor for abdominal aortic aneurysm – does the disease aetiology or the treatment provide the mechanism of protection? *Curr Vasc Pharmacol* 2013;11:293–8.
 32. Nathan DM, Cleary PA, Backlund JY, Genuth SM, Lachin JM, Orchard TJ, Raskin P, Zinman B. Intensive diabetes treatment and cardiovascular disease in patients with type 1 diabetes. *N Engl J Med* 2005;353:2643–53.
 33. Shantikumar S, Ajjan R, Porter KE, Scott DJ. Diabetes and the abdominal aortic aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010;39:200–7.
 34. Golledge J, Karan M, Moran CS, Muller J, Clancy P, Dear AE, et al. Reduced expansion rate of abdominal aortic aneurysms in patients with diabetes may be related to aberrant monocyte-matrix interactions. *Eur Heart J* 2008;29:665–72.
 35. Miyama N, Dua MM, Yeung JJ, Schultz GM, Asagami T, Sho E, Sho M, Dalman RL. Hyperglycemia limits experimental aortic aneurysm progression. *J Vasc Surg* 2010;52:975–83.
 36. Vorum H, Ostergaard L, Vorum H, Ostergaard L, Henneberg EW, Lindbolt JS. Immunoblotting analysis of et al. Immunoblotting analysis of abdominal aortic aneurysms using antibodies against Chlamydia pneumoniae recombinant MOMP. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2002; 24: 81 vasc Surg. 2002;24:81–5.
 37. Loebe F, Bittmann I, Weilbach C, Loebe F, Bittmann I, Weilbach C, Lauterjung L, Schilberg FW, Heiss MM. Chlamydia pneumoniae in atherosclerotic lesions of patients undergoing vascular surgery. *Ann Vasc Surg*. 2002; 16: 467 vasc Surg. 2002; 16: 467–73.
 38. Moll FL, Powell JT, Fraedrich G, Verzini F, Haulon S, Waltham M, van Herwaarden JA, Holt PJ, van Keulen JW, Rantner B, Schlusser FJ, Setacci F, Ricco JB; European Society for Vascular Surgery. Management of abdominal aortic aneurysms clinical practice guidelines of the European Society for Vascular Surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011;41(Suppl 1):S1eS58.
 39. Erbel R, Aboyans V, Boileau C, Bossone E, Bartolomeo RD, Eggebrecht H, Evangelista A, Falk V, Frank H, Gaemperli O, Grabenwöger M, Haverich A, Iung B, Manolis AJ, Meijboom F, Nienaber CA, Roffi M, Rousseau H, Sechtem U, Sirnes PA, Allmen RS, Vrints CJ; ESC Committee for Practice Guidelines. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2014;35.
 40. Michael Smith, North American Correspondent, MedPage Today February 27, 2013. Set AAA Screen Frequency by Size <http://www.medpagetoday.com/Cardiology/PeripheralArteryDisease/37579>.
 41. Frame PS, Carlson SJ. A critical review of periodic health screening using specific screening criteria. 3. Selected diseases of the genitourinary system. *J Fam Pract*. 1975;2(3):189–94. PubMed.
 42. Ashton HA, Buxton MJ, Day NE, Kim LG, Marteau TM, Scott RA, et al., Multicentre 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(9345):1531–9. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11522-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11522-4). PubMed.
 43. Thompson SG, Ashton HA, Gao L, Scott RAP; Multicentre Aneurysm Screening Study Group. Screening men for abdominal aortic aneurysm: 10 year mortality and cost effectiveness results from the randomised Multicentre Aneurysm Screening Study. *BMJ*. 2009;338(jun 24 2):b2307. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.b2307>. PubMed.

44. Lindholt JS, Juul S, Fasting H, Henneberg EW. Preliminary ten year results from a randomized single centre mass screening trial for abdominal aortic aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2006;32(6):608-14. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2006.06.008>. PubMed.
45. Benefits and harms of screening men for abdominal aortic aneurysm in Sweden: a registry-based cohort study. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS01406736\(18\)31031-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS01406736(18)31031-6/fulltext)
46. Anjum A, Powell JT. Is the incidence of abdominal aortic aneurysm declining in the 21st century? Mortality and hospital admissions for England & Wales and Scotland. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2012;43:161e6.
47. Norman PE, Spilsbury K, Semmens JB. Falling rates of hospitalization and mortality from abdominal aortic aneurysms in Australia. *J Vasc Surg* 2011;53:274e7.
48. Tilson MD. Aortic aneurysms and atherosclerosis. *Circulation* 1992;85:378e9.
49. National recommendations on patient management with abdominal aorta aneurysms. *Angiology and vascular surgery*. 2013;19(2)(appendix). Russian. (Национальные рекомендации по ведению пациентов с аневризмами брюшной аорты. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2013;19(2) (приложение).
50. Polyakov RS, Abugov SA, Charchian ER, Pyreckiy MV, Saakyan YM. Selection of patients for endovascular prosthetics of abdominal aorta. *Medical alphabet*. 2016;11(274):33-7. Russian (Поляков Р.С., Абугов С.А., Чарчян Э.Р., Пурецкий М.В., Саакян Ю.М. Отбор пациентов для проведения эндоваскулярного протезирования брюшной аорты. *Медицинский алфавит*. 2016;11(274):33-7).
51. Kuchin IV, Imaev TE, Lepilin PM, Kolegaev AS, Komlev AE, Ternovoy SK, Akchurin RS. Recent state of a problem in endovascular treatment for an infrarenal abdominal aortic aneurysm. *Angiology and vascular surgery*. 2018;24(3):60-6. Russian (Кучин ИВ, Имаев ТЭ, Лепилин ПМ, Колегаев АС, Комлев АЕ, Терновой СК, Акчурин РС. Современное состояние проблемы эндоваскулярного лечения аневризм брюшной аорты инфраренальной локализации. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2018;24(3):60-6).