

ХИРУРГИЯ**SURGERY**

DOI:10.33529/ANGIO2020217

**СОВРЕМЕННАЯ ТАКТИКА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ
ОСТРОГО РАССЛОЕНИЯ АОРТЫ ТИПА А****РУКОСУЕВ А.¹, УЗАИ М.В.², МАРТЕНС С.¹, ИБРАХИМ А.²,
ШАКАКИ М.¹, БРЮНЕН А.³, ДЕЛЛЬ'АКВИЛА А.М.¹**¹ Департамент сердечной и торакальной хирургии,² Департамент сосудистой и эндоваскулярной хирургии,³ Департамент анестезиологии, интенсивной терапии и терапии боли, Университетская клиника Мюнстера, Мюнстер, Германия

Хирургическое вмешательство при остром расслоении аорты типа А является единственным эффективным методом лечения, позволяющим предупредить развитие смертельно опасных осложнений и добиться клинического выздоровления пациента. Супракоронарное протезирование восходящей аорты и проксимального отдела дуги аорты считается классическим и чаще всего применяемым методом открытого оперативного вмешательства. С одной стороны, это технически наиболее простая и непродолжительная операция, с другой — данная оперативная методика часто сопровождается поздними проксимальными и дистальными осложнениями, в первую очередь обусловленными персистирующим ложным просветом. Накопленный хирургический опыт и современные оперативные методики, а также успехи интенсивной терапии в лечении острого расслоения аорты типа А позволяют выполнять в настоящее время более обширные первичные резекции с целью улучшения отдаленных результатов. Полное протезирование дуги аорты, включая использование техники «замороженного хобота слона», ведет к быстрому тромбозу ложного просвета, предупреждает прогрессирование заболевания грудной аорты и способствует ее положительному ремоделированию.

В статье описана периоперативная тактика лечения, принятая в нашем учреждении, а также представлен авторский взгляд на роль и место техники «замороженного хобота слона» в оказании помощи пациентам с острым расслоением аорты типа А.

Ключевые слова: расслоение аорты, канюляция, защита головного мозга, протезирование восходящего отдела и дуги аорты, замороженный хобот слона.

ВВЕДЕНИЕ

Острое расслоение аорты типа А (ААДА) является фатальным заболеванием, при котором только экстренное оперативное вмешательство дает шанс хирургам спасти жизнь пациента. С момента проявления первых симптомов заболевания в течение каждого часа без хирургического вмешательства погибает порядка 3% пациентов [1]. Несмотря на накопленный в этой области сердечной хирургии опыт, ранняя послеоперационная летальность, по данным литературы, остается довольно высокой и колеблется в пределах 5,3–25,7% [2–8]. Наиболее отработанным классическим оперативным вмешательством считается супракоронарное протезирование восходящей аорты и проксимальной дуги аорты как наиболее простая и быстрая операция, которую в состоянии выполнить в экстренном порядке каж-

дый активно оперирующий «сердечный» хирург [9]. Однако эта техника ассоциируется с поздними проксимальными и дистальными осложнениями, в первую очередь из-за персистирующего ложного просвета [4, 10, 11]. К проксимальным осложнениям относятся повторное расслоение или аневризма корня аорты, недостаточность шва с образованием ложной аневризмы, которые нередко сопровождаются тяжелой аортальной недостаточностью. К дистальным осложнениям, обусловленным функционирующим ложным каналом, относятся формирование аневризмы нисходящей аорты или ее разрыв, а также органная и/или периферическая мальперфузия. Практически у 70% пациентов после хирургического лечения по поводу ААДА, независимо от техники наложения дистального анастомоза и его локализации, проведенные в отдаленные

сроки обследования указывают на наличие расслоения в дистальной аорте и антеградную перфузию ложного просвета [11]. Все эти осложнения требуют повторного оперативного вмешательства открытым или эндоваскулярным способом с высоким риском летального исхода [12, 13]. По данным F.S. Schoenhoff, et al., у 42% пациентов с синдромом Марфана, ранее оперированных по поводу ААДА, в поздние сроки возникла необходимость повторного оперативного вмешательства на нисходящей аорте [14]. Поэтому тактика более радикального подхода в хирургическом лечении ААДА, а именно тотальное протезирование дуги аорты с использованием гибридного протеза со стентированием нисходящей аорты, выглядит достаточно обоснованной и перспективной в плане улучшения отдаленных результатов [15–17]. С другой стороны, насколько агрессивным должен быть подход в оперативном лечении ААДА обсуждается уже не один год. Предложенные концепты спорные и не лишены эмоциональной подоплеки, а данные исследований неоднородные и сложные для сопоставления. Существенной проблемой является то, что трудно провести проспективные рандомизированные исследования. Поэтому актуальные рекомендации, относящиеся также и к I классу рекомендаций, ориентируются на данные, достигающие только уровня доказательности C, т. е. на основе наблюдения ограниченного числа пациентов, мнений экспертов и стандартов лечения [18, 19].

Целью представленной работы является описание периоперативной тактики лечения, принятой в нашем учреждении, роль и место техники «замороженного хобота слона» (frozen elephant trunk, или FET) в оказании помощи пациентам с ААДА. В своей статье мы не стремимся к всеобъемлющему освещению данной проблемы и ответам на все спорные вопросы, но считаем необходимым рассмотреть такие аспекты, как клиническое течение и диагностика ААДА, которые могут оказать влияние на выбор тактики лечения.

ОБЩИЕ ПРЕ- И ИНТРАОПЕРАТИВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

Больные с ААДА погибают без хирургического лечения преимущественно от кровотечения при разрыве ложного просвета, чаще в полость перикарда, с развитием острой тампонады или же вследствие острой ишемии миокарда как результата сдавления устьев коронарных артерий. Поэтому чем быстрее окажется пациент на операционном столе, тем больше у него шансов выжить и тем лучше непосредственные и отдаленные результаты. На стратегию лечения конкретного пациента в первую очередь влияет его клиническое состоя-

ние, возраст и тяжесть сопутствующих заболеваний. Кроме того, объем предстоящей реконструкции аорты определяется также опытом оперирующего хирурга и оснащенностью сердечно-сосудистого центра. Вмешательство на аорте по экстренным показаниям выполняют не только «аортальные», но и «неаортальные» хирурги. С одной стороны, транспортировка пациента с ААДА в более отдаленный центр сердечно-сосудистой хирургии, располагающий большим опытом вмешательств на грудной аорте, требует немало времени, связана с высоким риском развития осложнений заболевания, а любая отсрочка вмешательства для больного губительна. С другой стороны, в большинстве центров в среднем оперируются 25–30 больных с ААДА в год. Это количество определяется не опытом хирургов, а удаленностью той или иной кардиохирургической клиники от госпиталя, где пациенту поставлен диагноз. Такой вынужденный регионарный принцип экстренного лечения пациентов с ААДА не благоприятствует накоплению достаточного опыта «в одних руках», проведению проспективных рандомизированных исследований и выработке единых рекомендаций в отношении объема реконструкции грудной аорты при этой острой патологии.

Особую группу представляют пациенты, поступившие с признаками запущенной стадии заболевания, а именно с клиническими проявлениями обширного инфаркта мозга, распространенной ишемией органов брюшной полости или в условиях продолжающейся реанимации. Все эти пациенты имеют крайне неблагоприятный прогноз, который экстренное оперативное вмешательство на аорте практически изменить не может. Все же у реанимируемых пациентов молодого возраста с тампонадой перикарда как *Ultima ratio* следует выполнить субкисфоидальную перикардиотомию для декомпрессии сердца и попытаться добиться стабилизации гемодинамики вплоть до экстренного подключения аппарата искусственного кровообращения (АИК) через бедренные сосуды или посредством прямой канюляции аорты.

Пациенты в старческом возрасте (старше 75 лет), у которых тяжелая сопутствующая патология не является редкостью, также относятся к контингенту больных с ограниченным прогнозом. Если стабильная гемодинамика, отсутствие признаков мультиорганной недостаточности или неврологической симптоматики позволяют выполнить оперативное вмешательство с АИК, то следует его ограничить минимальным и хорошо отработанным методом — супракоронарной резекцией восходящей аорты с формированием дистального анастомоза открытым способом.

В определении стратегии хирургического лечения пациентов с ААДА на фоне наследственных синдромов дисплазии соединительной ткани, например, синдром Марфана, синдром Лойса–Дитца или Элерса–Данлоса, основной целью должно быть не только непосредственное спасение жизни пациента, но и улучшение долгосрочного прогноза, ведь это преимущественно пациенты молодого возраста. Достигается это за счет более агрессивной оперативной тактики, заключающейся в протезировании корня аорты клапаносодержащим кондуитом. Выполнение клапаносохраняющей резекции в условиях экстренной операции и на фоне значительно измененных вследствие расслоения тканей является технически сложным и требует большого личного опыта оперирующего хирурга и не исключает в последующем вероятность повторной операции, но уже с использованием кондуита. Повторная операция на корне аорты, как правило, обременена риском и осложнениями. Поэтому при первичной операции необходимо последовательно применять методику, предупреждающую поздние осложнения. Бикуспидальный аортальный клапан следует рассматривать как признак врожденной предрасположенности к заболеваниям аорты. Это предполагает более радикальный подход во время вмешательства по поводу ААДА, безусловно, с учетом возраста и сопутствующих заболеваний пациента.

Объем предоперационной диагностики зависит от стабильности состояния пациента с ААДА. Больные с нестабильной гемодинамикой направляются непосредственно в операционную, где после введения в наркоз проводится чреспищеводная эхокардиография для оценки сократительной функции миокарда, степени недостаточности аортального клапана, распространенности расслоения стенки аорты в ее нисходящей части и по возможности выявление вторичных дефектов интимы. У больных со стабильной гемодинамикой, если есть показания, проводятся дополнительные обследования. В первую очередь это касается коронарной ангиографии, которая в стандартном проведении повышает риск острой ишемии миокарда, что связано с непосредственной катетеризацией аорты. Поэтому у пациентов старше 50 лет и при наличии факторов риска или анамнеза ишемической болезни сердца (ИБС) следует проводить мультиспиральную коронароангиографию (МСКТ). Это позволит своевременно выполнить реваскуляризацию миокарда в рамках вмешательства на аорте у пациентов с ИБС и избежать гемодинамических осложнений при отходе от АИК.

В последние годы определилась четкая тенденция использования более высоких температур

в сочетании с селективной уни- или билатеральной антеградной перфузией головного мозга (SACP) во время гипотермической остановки кровообращения. Для глубокой гипотермии характерен ряд осложнений, связанных с нарушением свертываемости крови, функции почек, а также пролонгированных фаз охлаждения и согревания. С 2011 г. мы последовательно используем у больных с ААДА умеренную гипотермическую остановку кровообращения (МНСА) с температурой тела в пределах 28–30 °С с обязательным контролем церебральной региональной сатурации крови кислородом (rSO₂) с помощью спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIRS). Первоначально практически всегда применяем унилатеральную SACP с постоянным мониторингом rSO₂, но контур для SACP изначально подготавливается для билатеральной на случай падения насыщения кислородом более чем на 10% (NIRS) во время МНСА по сравнению с исходным. Конверсия унилатеральной перфузии в билатеральную выполняется путем прямой канюляции левой общей сонной артерии катетером, применяемым для аппликации ретроградной кардиopleгии. В некоторых случаях билатеральная SACP используется изначально у пациентов с выявленными по данным МСКТ признаками сужения правой общей сонной артерии вследствие расслоения.

АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Анестезиологическое пособие при экстренном вмешательстве на грудной аорте выполняется по стандартной схеме ведения наркоза в хирургии сердца. Инвазивное измерение артериального давления осуществляется одновременно в левой лучевой и левой бедренной артериях с целью сравнительного контроля дистальной перфузии после протезирования грудной аорты. Правые подключичную и бедренную артерии, как и бедренную вену, оставляют свободными на случай экстраторакального подключения АИК. После эндотрахеальной интубации в пищевод вводится датчик чреспищеводной эхокардиографии для диагностики аортальной недостаточности, гемоперикарда, периоперативной динамической оценки функции камер и клапанов сердца, в первую очередь аортального клапана.

Профилактика чрезмерной потери крови в раннем послеоперационном периоде является важным составным компонентом анестезиологического пособия. Перед вмешательством больному вводится ингибитор фибринолиза – транексамовая кислота (ТХА (Cyclokarpon®)) в дозировке 30 мг/кг веса в виде короткой инфузии, затем непрерывно во время вмешательства в дозировке 4 мг/кг/ч. При почечной недостаточности дозировка снижается

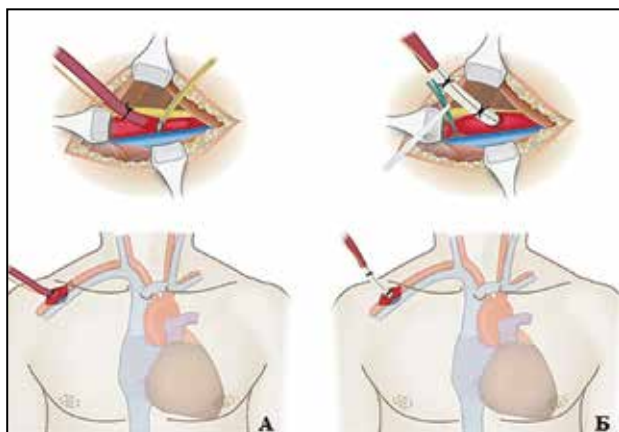


Рис. 1. Схематическое изображение экстраторакального антеградного подключения артериальной канюли путем непосредственного введения канюли в просвет артерии (А) или при помощи сосудистого протеза (Б)

до 2 мг/кг/ч. У больных, получающих гемодиализ, вводится болюсная доза в 1000 мг непосредственно в АИК.

Для оптимальной оценки состояния свертывающей системы крови в момент отхода от АИК проводится окончательная диагностика с применением тромбоэластографии одновременно с контролем АВС после введения сульфата протамина. Для оптимизации активности тромбоцитов применяется Десмопрессин (Minirin®) из расчета 0,4 мкг/кг веса пациента в виде короткой инфузии, а также 1000–5000 МЕ концентрата протромбинового комплекса (PPSB или Sofact®), фибриноген (2–4 г). По показаниям проводится переливание свежзамороженной плазмы, тромбоцитарной и эритроцитарной (Hb < 8 г/дл) массы.

ОПЕРАТИВНАЯ ТЕХНИКА

КАНЮЛЯЦИЯ ДЛЯ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Успех экстренного вмешательства на аорте в небольшой степени зависит от способа подключения артериальной линии АИК, которое может быть выполнено экстра- или интраторакально – антеградное подключение в правую подключичную артерию, ретроградное подключение в бедренную артерию или прямая канюляция расслоенной аорты. Среди других способов подключения артериальной линии можно выделить канюляцию левого желудочка через его верхушку или даже левое предсердие, что рекомендовано А. Rahimi-Varfeh, et al. Данный вариант следует рассматривать в качестве исключения, где введение канюли в полости левого сердца делает обязательной глубокую гипотермию с температурой тела 18–20 °С и может вызвать, по нашему мнению, перерастяжение левого желудочка и переполнение малого круга кро-

вообращения [20]. Канюляция брахиоцефального ствола, который часто вовлечен в острое расслоение стенки аорты, не имеет преимуществ перед прямой канюляцией аорты и, как мы считаем, несет больше риска, связанного с нарушением перфузии правой половины головного мозга. Мы также не используем в своей практике канюляцию сонной артерии, которая предполагает simultанное подключение АИК в бедренную артерию [21]. Ограничениями для применения этой методики являются частый артериосклероз и ипсилатеральная гиперперфузия головного мозга. Экстраторакальное антеградное подключение может быть осуществлено путем непосредственного введения канюли в просвет артерии или при помощи сосудистого протеза (рис. 1). Мы предпочитаем прямую канюляцию правой подключичной или подмышечной артерии, редко вовлекающихся в расслоение аорты. Размер канюли должен быть не менее 18 Fr. Подключение артериальной линии с использованием сосудистого протеза проводим при малом диаметре артерии или у больных с острой ишемией миокарда, у которых высока вероятность развития послеоперационной острой сердечной недостаточности, что делает необходимым применение экстракорпоральной системы поддержки кровообращения (ECLS).

Подключение в бедренную артерию имеет несомненные преимущества: доступ быстр и прост, сечение сосуда достаточно большое, что определяет этот метод как наиболее подходящий у пациентов с нестабильной гемодинамикой. Однако есть существенные недостатки – высокий риск церебральной эмболии вследствие ретроградного кровотока, органной мальперфузии (включая головной мозг) как результат преимущественного кровотока через ложный просвет. В послеоперационном периоде нередко имеют место локальная раневая инфекция, лимфедема и лимфорейя, чаще у пациентов с экстренным подключением АИК.

Прямую канюляцию аорты следует проводить в области внутренней кривизны дуги аорты дистально, где ткань стенки аорты более плотная и, по нашим наблюдениям, реже подвергается расслоению, что, вероятно, обусловлено облитерацией боталлового протока. С помощью чреспищеводной эхокардиографии проводится идентификация истинного просвета нисходящей аорты, в которую по методике Сельдингера вводится сначала проводник, а затем и артериальная канюля. Правильно проведенная прямая канюляция расслоенной аорты надежна, обеспечивает антеградный кровоток, позволяет избежать дополнительных разрезов и признана единственно возможной методикой у пациентов с острым расслоением периферических сосудов. Одним из вариантов такого

способа является открытая канюляция аорты, где восходящая аорта берется в турникет, пересекается в условиях экссангвинации пациента через венозную канюлю и в положении Тренделенбурга. Под визуальным контролем прямая артериальная канюля вводится непосредственно в истинный просвет аорты. Синхронно включается АИК, выполняется тщательная деаэрация и затягивается турникет. Такую технику центральной канюляции следует применять в исключительных случаях у пациентов с нестабильной гемодинамикой, опять же при вовлечении в расслоение периферических сосудов. Техника артериальной канюляции (пензенская катетеризация) через устье левой подключичной артерии (LSA), предложенная Е. Россейкиным и соавт., предусматривает расширенный на шею доступ, контроль положения канюли в истинном просвете нисходящей аорты посредством чреспищеводной эхокардиографии, как и в случае прямой канюляции аорты [22]. Однако LSA часто вовлечена в расслоение или имеет такие особенности анатомического строения, которые делают ее непригодной для подключения АИК, что авторы отмечают в своей работе.

В целом выбор оптимальной артериальной канюляции соразмерно зависит от состояния пациента, особенностей его анатомии и опыта хирурга. В условиях проведения реанимации нет возможности выполнения затратного по времени и технически непростого доступа для канюляции. С другой стороны, при тампонаде перикарда или подозрении на прикрытую перфорацию аорты целесообразно выполнить экстраторакальное подключение АИК. У пациентов со стабильной гемодинамикой следует использовать экстраторакальное антеградное подключение артериальной линии АИК в правую подключичную или подмышечную артерию. Это обеспечивает лучшую перфузию сосудов головного мозга через истинный просвет по сравнению с ретроградным подключением в бедренную артерию, упрощает ASCP и делает ее более безопасной во время гипотермической остановки кровообращения, предоставляет больше «технической» свободы при протезировании дуги аорты.

ТЕХНИКА КЛАССИЧЕСКОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ ВОСХОДЯЩЕЙ АОРТЫ

Супракоронарное протезирование восходящей аорты с формированием дистального анастомоза открытым способом является в настоящее время ключевым элементом в хирургии AADA и подробно описывается в научной литературе. При этом обязательным условием считается открытое формирование дистального анастомоза по методике «полудуги», причем для резекции внутренней

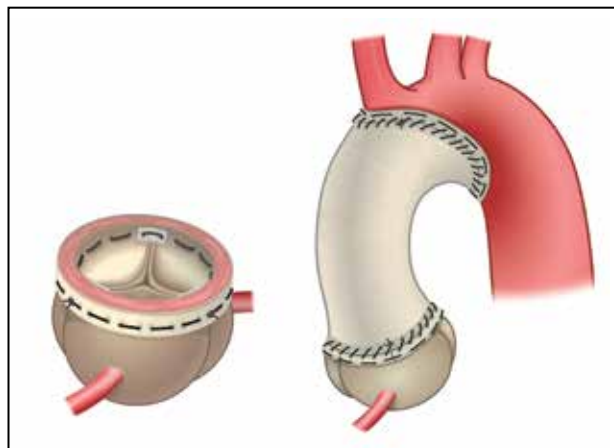


Рис. 2. Схематическое изображение супракоронарного протезирования восходящей аорты с формированием дистального анастомоза открытым способом по методике «полудуги»



Рис. 3. Интраоперационная фотография методики формирования проксимального анастомоза с выкраиванием «языка» в дакронном протезе (стрелка)

кривизны дуги аорты по косо́й линии выкраивается «язык» шириной в 1/2 окружности трубчатого протеза (рис. 2).

Возможность сохранения корня аорты зависит от нескольких обстоятельств. Если в расслоение стенки аорты вовлечен только некоронарный синус и часть правого коронарного синуса (а это наиболее частая находка при AADA) и отсутствует аневризматическое расширение синусов Вальсальвы, то выполнение супракоронарной резекции аорты целесообразно. Недостаточность аортального клапана присутствует практически у всех пациентов и обусловлена отслоением комиссур. Устранение недостаточности и восстановление целостности стенки корня аорты достигается ресуспензией комиссур П-образными трансортальными швами на фетровых прокладках, а также применением двухкомпонентного хирургического клея BioGlue®

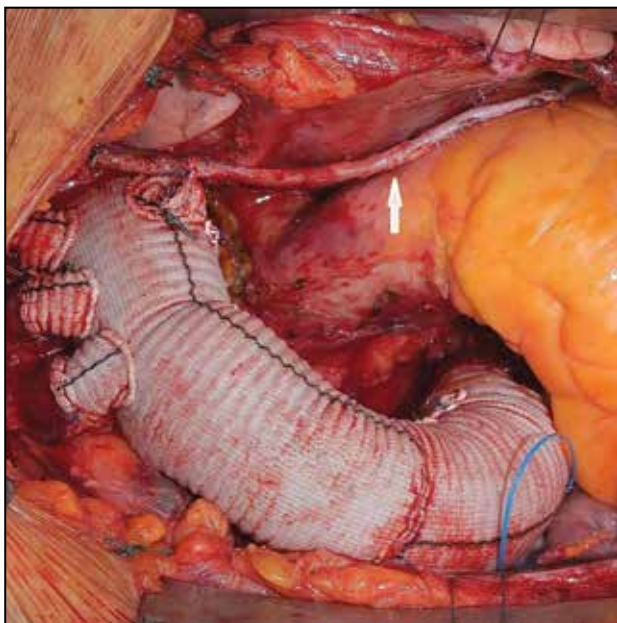


Рис. 4. Интраоперационная фотография протезирования много-
браншевым протезом Vascutek Siena™ Plexus 4 с дополнитель-
ным шунтированием левой внутренней грудной артерии in situ
к передней межжелудочковой ветви (стрелка)

Surgical Adhesive (CryoLife, Inc.). Перед наложением анастомоза периаортально матрацным швом фиксируется фетровая полоска для усиления герметизации. Другим вариантом может служить иссечение некоронарного синуса с выкраиванием «языка» в дакроновом протезе, который подшивают к аортальному кольцу. Такая методика формирования проксимального анастомоза получила еще название «парциальной модификации техники по Yasoub» (рис. 3). В случае комбинации расслоения стенки аорты с дегенеративными изменениями аортального клапана и дилатацией синусов Вальсальвы следует выполнить протезирование корня аорты механическим или биологическим клапаносодержащим кондуитом. При этом следует учитывать, что постоянный прием антикоагулянтов препятствует тромбозу ложного просвета. В нашей клинике биологический кондуит имплантируется у пациентов старше 60 лет.

Недостатком классического метода является сохраняющаяся перфузия ложного просвета как ретроградно через вторичные разрывы интимы нисходящей и брюшной аорты, так и антеградно в послеоперационном периоде через дефекты в области швов дистального анастомоза. Эта методика лечения AADA позволяет непосредственно предупредить смертельный исход заболевания, но она не защищает больного от последующей аневризматической трансформации аорты, т. е. развития в поздние сроки нового заболевания, которое не менее опасно для жизни пациента.

ТЕХНИКА ТОТАЛЬНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ ДУГИ АОРТЫ

Техника тотального протезирования дуги аорты предполагает препарирование супрааортальных сосудов на достаточном протяжении для проведения SACP и наложения анастомозов с соответствующей branшей протеза. Мы не прибегаем к пересечению левой безымянной вены для облегчения доступа к ветвям дуги аорты. «Скелетирование» левой безымянной вены на всем ее протяжении способствует достаточной мобилизации сосуда.

Современная методика тотального протезирования дуги аорты предусматривает обязательное использование техники «хобота слона» как в ее классическом варианте операции Борста (СЕТ), так и с применением гибридного протеза для одномоментного стентирования проксимального отдела нисходящей аорты (FET). В обоих случаях предусматривается второй эндоваскулярный этап, реже – открытое вмешательство. Тотальное протезирование дуги аорты с анастомозом «конец-в-конец» с нисходящей аортой не имеет преимуществ перед методикой «полудуги» в отношении долгосрочного прогноза, оно более длительно и травматично, нередко сопровождается неконтролируемым кровотечением в области дистального анастомоза. Такой объем вмешательства показан в редких случаях, когда расслоение стенки аорты ограничено ее восходящим отделом и дугой.

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОВЕРШЕВОГО ПРОТЕЗА

Многобраншевый протез Vascutek Siena™ Plexus 4 в хирургическом лечении больных с AADA активно применялся в клинике сердечной хирургии г. Мюнстера с января 2011 по март 2015 гг., до того как мы при тотальном протезировании дуги аорты начали использовать гибридный протез. При AADA было выполнено 18 таких имплантаций (рис. 4). Технику тотального протезирования дуги аорты с помощью данного протеза мы уже подробно описали в нашей публикации [6]. Полагаем, что при использовании многобраншевого протеза создаются лучшие условия контроля кровотечения, чем при островковой технике. Дистальная, низведенная в просвет истинного канала часть протеза, укорачивается до длины в 5–6 см на уровне третьей рентгеноконтрастной метки на «хоботе слона» для предупреждения образования тромбов и/или мальперфузии, которая может привести к спинальной ишемии. Воротник протеза подрезается под диаметр нисходящей аорты «на глазок», и его ширина варьирует в зависимости от особенностей техники оперирующего хирурга. В настоящее время мы используем эту модификацию протеза в основном у пациентов с торакальными аневризмами или

хроническим расслоением аорты, где предполагается на втором этапе протезирование нисходящей и абдоминальной аорты открытым способом.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНОГО ПРОТЕЗА (FET)

FET Thoraflex™ Hybrid для оперативного лечения больных с ААДА мы стали регулярно использовать с апреля 2015 и по декабрь 2018 гг. выполнили 23 такие имплантации. Более активное применение этого протеза при ААДА стало возможным благодаря появлению в январе 2017 г. усовершенствованной модификации со стент-графтом меньшего диаметра (24–26 мм).

Технику тотального протезирования дуги аорты с помощью гибридного протеза мы детально описали в нашей публикации [23]. Здесь следует все-таки еще раз обратить внимание на технику имплантации протеза в зависимости от его модификации. Применение однобраншевого протеза модификации Ante-Flo предполагает подшивание супраоральных сосудов к протезу с использованием островковой техники. Острое расслоение практически всегда распространяется на левую подключичную артерию и требует ее проксимальной резекции с последующим отдельным подключением сосудистым протезом-интерпонатом. Подшивание брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии в форме сосудистого островка можно производить открыто, что увеличивает длительность остановки дистального кровообращения, или с краевым отжатием протеза дуги аорты, а это технически сложнее из-за ригидности расправленного стент-графта и расположенной в этом же месте ветви антеградной перфузии. В связи с этими особенностями гибридный протез в модификации Ante-Flo мы применили только у двух из 23 пациентов. Гибридный протез версии Plexus 4 имеет, на наш взгляд, ряд технических преимуществ. После протезирования левой подключичной артерии соответствующей ветвью и в случае супракоронарного протезирования восходящей аорты следует сначала наложить проксимальный анастомоз и возобновить перфузию сердца. Только после этого последовательно сшивать ветви с левой общей сонной артерией и плечеголовным стволом на работающем сердце. Это укорачивает время кардиopleгической остановки сердца и препятствует церебральной эмболии при снятии зажима с протеза дуги аорты.

У всех 23 пациентов дистальный анастомоз формировали в зоне 3. В актуальном согласованном документе рабочей группы Европейской ассоциации кардиоторакальной хирургии и Европейского Общества сосудистой хирургии по лечению заболеваний грудной аорты рекомендована «проксимализация» дистального анастомоза с зоны 3 на зону 2,

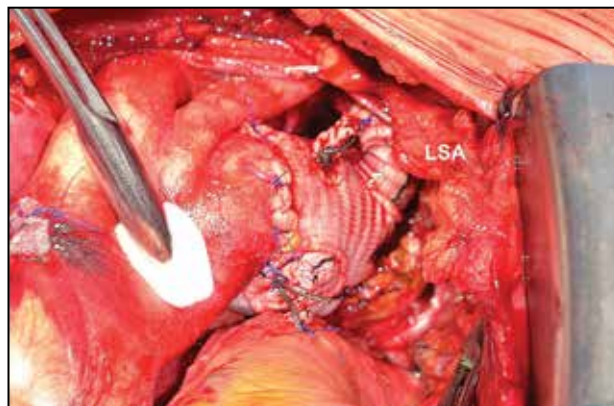


Рис. 5. Интраоперационная фотография дистального протезирования дуги аорты со стентированием нисходящей аорты протезом Thoraflex Hybrid™ модификации Plexus 4 (LSA – левая подключичная артерия)

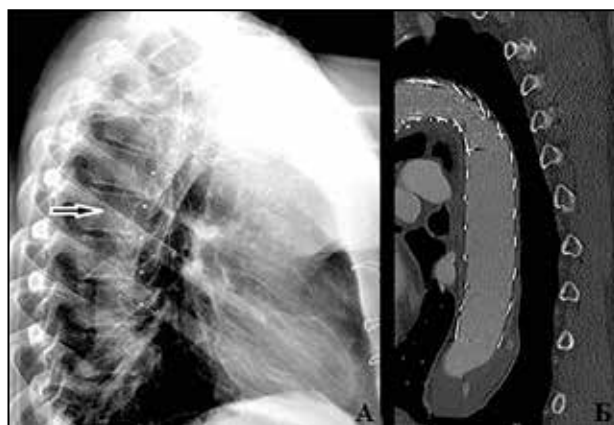


Рис. 6. Боковая рентгенограмма грудной клетки (А) после имплантации протеза Thoraflex Hybrid™ (стрелка) и сагиттальная торакальная КТ (Б) с полным тромбозом ложного просвета

что облегчает наложение, укорачивает время остановки дистального кровообращения [24]. Однако на практике мы нередко видим большие вторичные разрывы интимы в этой области, что обусловлено, на наш взгляд, особенностями анатомического строения перехода дистальной дуги в нисходящую аорту.

В случае ретроградной ААДА, где расслоение не распространяется проксимальнее брахиоцефального ствола, возможно выполнение протезирования дуги на работающем сердце. С целью постоянной перфузии сердца используется катетер needle vent для антеградной кардиopleгии, через который из кардиopleгического контура подается охлажденная до 32–34 °С кровь объемом 300–400 мл/мин. Аорта пережимается дважды в ее проксимальной и дистальной частях, а затем пересекается для выполнения манипуляций на дуге аорты.

Протезирование дуги аорты с использованием FET является эффективным и у пациентов с острым расслоением типа В (AADB), когда разрыв интимы большого размера располагается непосредственно

Таблица

Непосредственные результаты с частотой послеоперационных осложнений в зависимости от типа протезирования дуги аорты										
Тип протезирования	Летальность (30 дней)		РЕТО / ОУСР		Инсульт / PRIND		Параплегия		Парез гортани*	
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Протезирование аорты по типу hemiarch repair (n=138)	23	16,7	24	17,4	20	14,5	4	2,9	3	2,2
Протезирование дуги аорты по типу «конец-в-конец» (n=13)	3	23,1	3	23,1	5	38,5	1	7,7	2	15,4
Протезирование дуги аорты по типу CET (n=18)	3	16,7	2	11,1	4	22,2	1	5,6	3	16,7
Протезирование дуги аорты по типу FET (n=23)	1	4,3	4	17,4	3	13,0	1	4,3	4	17,4
Всего (n=192)	30	15,6	33	17,2	32	16,7	7	3,6	12	6,3

Примечание. CET – конвенциональный вариант операции Борста; FET – гибридный аортальный протез; РЕТО – реторакотомия по поводу кровотечения; ОУСР – отсроченное ушивание стернотомной раны; PRIND – пролонгированный обратимый ишемический дефицит; * – парез левого возвратного нерва.

под левой подключичной артерией. В этих случаях обычно принятое при ААДВ эндоваскулярное вмешательство не приносит желаемого результата. Проводится дистальное протезирование дуги со стентированием нисходящей аорты, что также выполнимо на работающем сердце (рис. 5).

На наш взгляд, тотальное протезирование дуги аорты при помощи FET является наиболее эффективной оперативной техникой при ААДА, ведет к быстрому тромбозу ложного просвета, способствует ремоделированию грудной аорты и предупреждению развития ложной аневризмы и в конечном итоге улучшению отдаленных результатов (рис. 6).

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЕ ВЕДЕНИЕ И ОСЛОЖНЕНИЯ

Особенностью послеоперационного ведения пациентов с ААДА является системное изменение гемостаза, обусловленное не только длительным применением АИК и гипотермией, но и действием высоких доз антиагрегантных препаратов, которые до постановки диагноза вводятся пациентам при подозрении на острый коронарный синдром, основываясь на клинических признаках заболевания. Поэтому поддержание стабильности кровообращения в раннем послеоперационном периоде имеет первостепенное значение, а именно продолжение контроля церебральной сатурации до экстубации пациента, поддержание среднего артериального давления (САД) на уровне 60–70 мм рт. ст., заместительная терапия, включая компоненты крови. При развитии вазоплегии первичное лечение осуществляется норадреналином (0,02–0,2 мкг/кг/мин) и при необходимости введением вазопрессина (2–4 МЕ/ч).

Борьба с метаболическим ацидозом и регулярный почасовой анализ газов крови, включая контроль концентрации лактата, хоть и относятся к рутинным мероприятиям, но влияют на исход заболевания уже в раннем послеоперационном периоде. Повышение содержания лактата свидетель-

ствует об ишемии ткани, например, висцеральных органов или нижних конечностей вследствие мальперфузии. При развитии олигурии своевременно назначается гемодиализ.

В обязанность дежурного реаниматолога входит регулярное проведение трансторакальной, а при необходимости и чреспищеводной эхокардиографии, в первую очередь для исключения гемоперикарда и гемоторакса, а также для динамического контроля сократительной способности желудочков.

Существенным моментом является профилактика острой респираторной недостаточности вплоть до вентиляции в положении на животе.

Очень важна своевременная оценка неврологической симптоматики. При клинических проявлениях поражения центральной нервной системы (генерализованные судороги при пробуждении) проводится перфузионная КТ с церебральной ангиографией, в первую очередь для исключения кровотечения, а также эмболии сосудов головного мозга. Если технически возможно, то выполняется эмболэктомия и стентирование церебральных сосудов, которые клинически эффективны в первые 4 часа. У больных с инфарктом мозга целью терапии являются поддержание САД на уровне 80–90 мм рт. ст., снижение центрального венозного давления, улучшение оксигенации и показателя гематокрита. Антикоагуляция гепарином проводится в терапевтических дозах. Врач-реаниматолог находится в постоянном контакте с нейрохирургами, осуществляется динамическое наблюдение пациентов для своевременной клинической и рентгенологической диагностики ишемического отека – дислокации головного мозга. При развитии внутричерепной гипертензии следует в кратчайший срок решить вопрос о выполнении декомпрессивной краниотомии.

Парапарез нижних конечностей, как следствие ишемии спинного мозга, развивается после имплантации FET в 0–24%, о чем свидетельствуют данные литературы [25–27]. Это осложнение может

развиваться спустя несколько дней или даже неделю после вмешательства и требует незамедлительной диагностики и терапии. Превентивное дренирование спинномозговой жидкости мы не проводим. Однако уже при подозрении на ишемию спинного мозга производится дренаж цереброспинальной жидкости на срок до 72 часов. Обязательным исследованием является МРТ позвоночника.

Мы проанализировали наш опыт хирургического лечения ААДА, начиная с января 2011 г., когда в нашей практике стали регулярно использоваться многобраншевые протезы. За этот период времени (до декабря месяца 2018 г. включительно) было прооперировано 192 пациента с ААДА. Общая 30-дневная летальность составила 15,6% (30 из 192 пациентов). Непосредственные результаты с частотой послеоперационных осложнений в зависимости от методики протезирования дуги аорты представлены в таблице. Самая низкая послеоперационная летальность отмечена у пациентов после имплантации гибридного протеза, а самая высокая после протезирования дуги аорты по методике «конец-в-конец». Частота центральных неврологических осложнений оставалась высокой во всех группах, но опять же заметно выше в группе с техникой протезирования «конец-в-конец». Повреждение левого возвратного нерва остается серьезной проблемой при тотальном протезировании дуги аорты. Поэтому ряд авторов рекомендует фиксацию СЕТ или FET в зоне 2 для предупреждения пареза гортани [28].

ДИСПАНСЕРНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ОПЕРИРОВАННЫХ ПАЦИЕНТОВ

Диспансерное наблюдение оперированных по поводу ААДА пациентов предусматривает интердисциплинарный подход в диагностике поздних осложнений, которое следует проводить в специализированных сердечно-сосудистых центрах, имеющих достаточный опыт операций на грудной аорте. Оно должно включать регулярно и по определенной схеме проводимые КТ или МРТ всех отделов аорты, эхокардиографию, а также адекватное лечение артериальной гипертензии, послеоперационных когнитивных расстройств и сопутствующих заболеваний с целью предупреждения или ранней диагностики проксимальных и дистальных осложнений (рис. 7). В предложенной схеме также отображен более широкий, но в настоящее время пока только внедряемый в практику подход в диспансерном наблюдении пациентов. Такой подход предполагает активную тактику в проведении нейрофизиологического мониторинга, оценки качества жизни пациента, генетического и инструментального обследования его родственников первой степени для определения уровня риска развития у них заболевания аорты.

Сердечно-сосудистый центр (поликлиника)

КТ-/МРТ – ангиография

- перед выпиской из стационара
- спустя 3, 6 и 12 месяцев
- в последующем ежегодно

Эхокардиография

- перед выпиской из стационара
- спустя 3, 6 и 12 месяцев
- в последующем ежегодно

Контроль и актуализация медикаментозной терапии

(антигипертензива, сахаро- и холестеринснижающие препараты)

Нейрофизиологический мониторинг и оценка качества жизни

(контроль за восстановлением полноценного физического и ментального состояния пациента)

Скрининг родственников первой степени

- КТ-/МРТ – ангиография
- эхокардиография
- генетическое тестирование

Рис. 7. Алгоритм диспансерного наблюдения оперированных пациентов

Для наблюдения за пациентами с наследственными синдромами дисплазии соединительной ткани предназначена специализированная кардиотерапевтическая амбулатория.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Накопленный опыт, улучшенная хирургическая техника, достижения в диагностике и интенсивной терапии в лечении этого сложного заболевания аорты позволяют выполнять в настоящее время все более обширные первичные резекции грудной аорты. Полное протезирование дуги аорты, включая использование гибридного протеза FET, ведет к тромбозу ложного просвета, способствует ремоделированию грудной аорты и предупреждению развития ложной аневризмы и в конечном итоге улучшению отдаленных результатов. Такие обширные по объему резекции грудной аорты, начиная с ее корня, целесообразны у пациентов без тяжелых сопутствующих заболеваний, находящихся в стабильном состоянии, а также у молодых пациентов, акцентируя усилия на предупреждении поздних осложнений, влияющих на долгосрочный прогноз. Здесь решающую роль играют опыт оперирующего хирурга и возможности специализированного кардиоцентра в комплексном подходе к индивидуальному лечению пациента. При отсутствии этих

условий следует ограничиться супракоронарным протезированием восходящей аорты в его классическом исполнении с одной единственной целью – предотвратить гибель пациента.

У больных с отягощающими сопутствующими заболеваниями, а также у пожилых пациентов старше 75 лет следует стремиться к ограниченному объему резекции, пытаясь уменьшить травму и сократить время остановки кровообращения и операции в целом, решая тем самым задачу непосредственного спасения жизни пациента.

При экстремальных ситуациях, когда пациент поступает в клинику в состоянии комы с признаками тяжелого неврологического осложнения, манифестирующей мальперфузией органов брюшной полости или в условиях непрерывной реанимации, целесообразно отказаться от немедленного оперативного вмешательства. В редких случаях стабилизации гемодинамики следует провести повторную оценку состояния пациента на возможность хирургического вмешательства.

Важной предпосылкой для успешного выполнения операции на аорте в условиях остановки кровообращения является антеградное подключение артериальной линии АИК в правую подключичную

или подмышечную артерию. Это обеспечивает лучшую перфузию сосудов головного мозга через истинный просвет по сравнению с ретроградным подключением в бедренную артерию. Защита головного мозга во время гипотермической остановки кровообращения достигается с помощью уни- или билатеральной ASCP с обязательным контролем эффективности перфузии сосудов головного мозга с помощью NIRS.

В силу ряда обстоятельств у большинства пациентов с ААДА в настоящее время объем вмешательства все еще ограничивается классическим супракоронарным протезированием восходящей аорты с открытым формированием дистального анастомоза.

Обязательное диспансерное наблюдение оперированных пациентов со своевременной диагностикой проксимальных и дистальных осложнений позволяет выполнить повторную операцию в плановом порядке и тем самым существенно снизить риск летального исхода, развития тяжелых послеоперационных осложнений.

Конфликт интересов отсутствует.

PRESENT-DAY POLICY OF SURGICAL TREATMENT FOR TYPE A ACUTE AORTIC DISSECTION

RUKOSUJEW A.¹, USAI M.V.², MARTENS S.¹, IBRAHIM A.², SHAKAKI M.¹, BRUENEN A.³, DELL'AQUILA A.M.¹

¹ Department of Cardiothoracic Surgery,

² Department of Vascular and Endovascular Surgery,

³ Department of Anesthesiology, Intensive Care and Pain Medicine, University Hospital Muenster, Muenster, Germany

A surgical intervention for type A acute aortic dissection is the only effective method of treatment making it possible to prevent the development of life-threatening complications and to attain clinical recovery of the patient. Supracoronary replacement of the ascending aorta and the proximal portion of the aortic arch is considered to be the classical and most commonly used method of an open operative intervention. On the one hand, it is technically the simplest and shortest operation, and on the other, this surgical technique is often accompanied by long-term proximal and distal complications, and first of all those caused by a persistent false lumen. The accumulated surgical experience and contemporary operative techniques, as well as advances of intensive therapy in treatment of type A acute aortic dissection make it possible to currently perform more extensive primary resections in order to improve the remote results. Total aortic arch replacement, including the use of the "frozen elephant trunk" technique leads to fast thrombosis of the false lumen, preventing progression of the disease of the thoracic aorta and promoting its positive remodelling.

The article describes the perioperative therapeutic policy accepted and pursued in our medical facility, also presenting the authors' opinion on the role and place of the "frozen elephant trunk" technique in rendering medical care for patients with type A acute aortic dissection.

Key words: aortic dissection, cannulation, cerebral protection, prosthetic repair of the ascending portion and aortic arch, frozen elephant trunk.

INTRODUCTION

Acute aortic dissection type A (AADA) is a lethal disease in which only an emergency operative intervention gives surgeons a chance to save the patient's life. From the moment of the onset of first symptoms of the disease, every hour approximately 3% of patients die unless appropriately treated [1]. Despite the experience gained in this area of cardiac surgery, the early postoperative mortality rate according to the literature data, remains relatively high, ranging from 5.3 to 25.7% [2–8]. The most tried-out classical operative intervention is considered to be supracoronary prosthetic repair of the ascending aorta and proximal aortic arch as the simplest and fastest operation which can emergently be performed by any actively operating cardiac surgeon [9]. However, this technique is associated with long-term proximal

and distal complications, primarily due to a persistent false lumen [4, 10, 11]. Proximal complications belong secondary dissection or an aneurysm of the aortic root, suture incompetence with formation of a pseudoaneurysm which not uncommonly are accompanied by severe aortic insufficiency. To distal complications induced by a functioning false channel belong formation of a descending aortic aneurysm or its rupture, as well as organic and/or peripheral malperfusion. In approximately 70% of patients after surgical treatment for AADA regardless of the technique of establishing a distal anastomosis and its localization, long-term results of examinations are indicative of the presence of dissection in the distal aorta and antegrade perfusion of the false lumen [11]. All these complications require a repeat operative intervention by an open or endovascular

technique with a high risk of a lethal outcome [12, 13]. According to the findings of F.S. Schoenghoff, et al., 42% of patients presenting with Marfan syndrome and previously operated on for AADA, in the remote period required re-operation on the descending aorta [14]. Therefore, the policy of a more radical approach in surgical treatment of AADA, i. e., total aortic arch replacement using a hybrid graft along with stenting of the descending aorta seems sufficiently substantiated and promising as to the improved long-term outcomes [15–17]. On the other hand, the question of how aggressive an approach in operative treatment of AADA should be has been discussed for more than one year. The concepts suggested so far are controversial and not void of an emotional background, whereas the data of studies are heterogeneous and complicated for comparison. A substantial problem is the fact that it is difficult to carry out prospective randomized studies. Therefore, the currently existing guidelines, including those belonging also to class I recommendations, rely on the data reaching only the grade C evidence, i. e. based on follow up of a limited number of patients, expert opinions, and standards of treatment [18, 19].

The purpose of the present work is to describe the perioperative technique of treatment accepted in our medical facility, as well as the role and place of the “frozen elephant trunk” technique, or FET, in rendering care for patients with AADA. In the present article we did not seek to give either comprehensive coverage of the problem concerned or answers to all disputable questions, but we found it necessary to discuss such aspects as the clinical course and diagnosis of AADA, which may influence therapeutic decision-making.

GENERAL PRE- AND INTRAOPERATIVE PREREQUISITES

Patients with AADA die without surgical treatment predominantly of haemorrhage from a ruptured false lumen, more often into the pericardial cavity, with the development of acute tamponade or due to acute myocardial ischaemia resulting from compression of ostia of the coronary arteries. Therefore, the sooner we can get the patient on the operating table, the more chances he or she will have to survive and the better the operative and long-term outcomes will be. The strategy of treatment of a particular patient is primarily influenced by his or her condition, age, and the severity of comorbidities. Besides, the scope of the aortic reconstruction to be performed is also determined by the experience of the operating surgeon and the equipment of a cardiovascular centre involved. Interventions on the aorta regarded as a surgical emergency are performed by not only “aortic” but also “non-aortic” surgeons. On the one hand, transportation of a patient with AADA to a more distant

cardiovascular surgery centre possessing wide experience in interventions on the thoracic aorta takes a lot of time, is associated with a high risk for the development of complications of the disease, and any delay of the intervention is life-threatening to the patient. On the other hand, in the majority of centres an average of 25–30 patients with AADA are operated on annually. This number is determined by not the surgeons’ experience but by remoteness of a particular cardiosurgical clinic from the hospital wherein the patient was diagnosed. Such a compelled regional principle of emergency treatment of patients with AADA does not seem to favour accumulation of sufficient experience “in the same hands”, and hence hampering both carrying out prospective randomized trials and working out common recommendations on the extent of reconstruction of the thoracic aorta for this acute pathology.

A special group is represented by patients admitted with signs of an advanced stage of the disease, namely with clinical manifestations of extensive infarction of the brain, disseminated ischaemia of abdominal-cavity organs or in conditions of continuing resuscitation. All these patients appear to have an extremely unfavourable prognosis which cannot virtually be altered by an urgent operative intervention. Still, resuscitated patients of young age with tamponade of the pericardium should as an ultima ratio be subjected to subxiphoid pericardiotomy for decompression of the heart, with an attempt to attain stabilization of haemodynamics up to emergency connection of a heart-lung machine (HLM) via femoral vessels or by means of direct cannulation of the aorta.

Elderly patients (over 75 years of age) in whom severe concomitant pathology is not uncommon also belong to the cohort of patients with a limited prognosis. If stable haemodynamics, the absence of signs of multiple organ failure or pathological symptomatology allow of performing an operative intervention with the HLM, it should be limited to a minimally invasive and well-tied method, i. e., supracoronary resection of the ascending aorta with formation of a distal anastomosis in an open manner.

In determining the strategy of surgical treatment of patients with AADA on the background of hereditary syndromes of connective tissue dysplasia, for example, Marfan syndrome, Loeys–Dietz syndrome or Ehlers–Danlos syndrome, the main objective should be not only to immediately save the patient’s life but also to improve the long-term prognosis, for these are predominantly young adults. This is achieved at the expense of more aggressive operative policy consisting in prosthetic repair of the aortic root with a valve-containing conduit. Performing valve-sparing resection in conditions of an emergency operation and on the background of significantly altered tissues due to dissection

is a technically complicated procedure and requires a great personal experience of the operating surgeon and does not exclude in the future a possibility of a redo operation but this time with the use a conduit. A repeat operation on the aortic root is, as a rule, fraught with risks and complications. Therefore, in primary operation it is necessary to sequentially use a technique preventing late complications. A bicuspid aortic valve should be considered as a sign of congenital predisposition to aortic diseases. It assumes a more radical approach during intervention for AADA, undoubtedly, with due regard for the patient's age and accompanying pathology.

The scope of preoperative diagnosis depends upon stability of the condition of the patient with AADA. Patients with unstable haemodynamics are referred immediately to the operating room wherein after induction of narcosis they are subjected to transoesophageal echocardiography in order to assess myocardial contractility, the degree of aortic valve insufficiency, extension of dissection of the wall of the aorta in its descending portion and if possible revealing secondary intimal defects. Patients with stable haemodynamics, if indicated, undergo additional examinations. First of all, this concerns coronary angiography which in standard conduction increases the risk of acute myocardial ischaemia which is associated with direct catheterization of the aorta. Therefore, patients over 50 years of age and with the presence of risk factors or a history of ischaemic heart disease (IHD) should be subjected to multislice CT coronary angiography (MSCT-CA). This will make it possible to in a timely manner perform myocardial revascularization within the framework of the intervention on the aorta in patients with IHD and to avoid haemodynamic complications while weaning the patient off the heart-lung machine.

Recent trends are clearly towards the use of higher temperatures in combination with selective uni- or bilateral antegrade cerebral perfusion (SACP) during hypothermal circulatory arrest. Deep hypothermia is characterized by a number of complications associated with impairment of blood coagulation, renal function, as well as prolonged phases of cooling and warming up. Since 2011, we have consistently been performing in AADA patients moderate hypothermal circulatory arrest (MHCA) with a body temperature of 28–30 °C with obligatory control of cerebral regional saturation of blood with oxygen (rSO₂) with the help of near-infrared spectroscopy (NIRS). First we virtually always use unilateral SACP with permanent monitoring of rSO₂, but the line for SACP is initially prepared for bilateral perfusion just in case of a drop of oxygen saturation by more than 10% (NIRS) during MHCA as compared with the baseline values. Conversion from unilateral perfusion to bilateral is carried out by means of direct cannulation of the left common artery with a retrograde

cardioplegia delivery catheter. In some cases, bilateral SACP is used initially in patients with MSCT-revealed signs of narrowing of the right common carotid artery due to dissection.

ANAESTHESIOLOGICAL SUPPORT

Anaesthesiological support during an emergency intervention on the thoracic aorta is carried out according to the conventional scheme of induction of narcosis in heart surgery. Invasive measurement of arterial pressure is performed simultaneously in the left radial and left femoral arteries for comparative control of distal perfusion after prosthetic repair of the thoracic aorta. The right subclavian and femoral arteries, as well as femoral vein are left free in case of extracorporeal connection of the HLM. Endotracheal intubation is followed by inserting a transducer of transoesophageal echocardiography for diagnosis of aortic insufficiency, haemopericardium, perioperative dynamic assessment of the function of the chambers and valves of the heart, primarily of the aortic valve.

Prevention of excessive blood loss in the early postoperative period is an important component of anaesthesiological support. Prior to intervention, the patient is given fibrinolysis inhibitor – tranexamic acid (TXA (Cyklokapron®)) at a dose of 30 mg/kg body weight as short perfusion, then uninterruptedly during the intervention at a dose of 4 mg/kg/h. In renal insufficiency the dose is reduced to 2 mg/kg/h. For patients receiving haemodialysis, a bolus dose of 1000 mg is introduced directly into the HLM.

For optimal assessment of the blood coagulation system condition at the moment of weaning the patient off the HLM the final diagnosis is made with the use of thromboelastography simultaneously with activated clotting time (ACT) control after administration of protamine sulphate. Blood platelet activity is optimized by Desmopressin (Minirin®) given at a dose of 0.4 µg/kg body weight of the patient in the form of short infusion, as well as 1000–5000 IU prothrombin complex concentrate (PPSB or Cofact®), fibrinogen (2–4 g). If indicated, we perform transfusion of fresh-frozen plasma, thrombocytic and erythrocytic (Hb<8 g/dl) mass.

OPERATIVE TECHNIQUE

CANNULATION FOR EXTRACORPOREAL CIRCULATION

Success of an emergency intervention on the aorta largely depends on the method of connecting the arterial line of the HLM, which may be performed extra- or intrathoracally – antegrade connection to the right subclavian artery, retrograde connection to the femoral artery or direct cannulation of the dissected aorta. Other methods of connecting the arterial line include

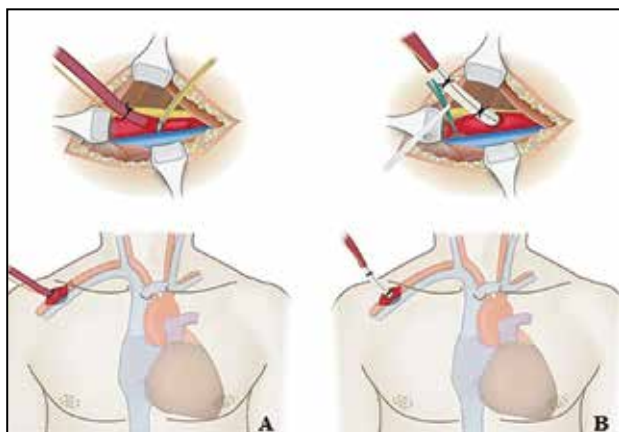


Fig. 1. Schematic representation of extracorporeal antegrade connection of arterial cannula by means of direct insertion of the cannula into the arterial lumen (A) or with the help of a vascular graft (B)

cannulation of the left ventricle via its apex or even left atrium, which was recommended by A. Rahimi-Barfeh, et al. This option should be considered as an exclusion wherein insertion of the cannula into the cavities of the left heart makes obligatory deep hypothermia with a body temperature of 18–20 °C and may induce, in our opinion, overextension of the left ventricle and overfilling of the lesser circulation [20]. Cannulation of the brachiocephalic trunk which is often involved in acute dissection of the aortic wall has no advantages over direct cannulation of the aorta, and, as we believe, bears more risks associated with impaired perfusion of the right half of the brain. We do not use in our practice cannulation of the carotid artery, which envisages simultaneous connection of the HLM to the femoral artery [21]. The limitations for using this methodology include frequent arteriosclerosis and ipsilateral cerebral hyperperfusion. Extrathoracic antegrade connection may be performed by means of direct insertion of the cannula into the arterial lumen or with the help of a vascular graft (Fig. 1). We prefer direct cannulation of the right subclavian and axillary arteries rarely involved in aortic dissection. The cannula's size should be not less than 18 Fr. We perform connection of the arterial line with the use of a vascular graft in a small diameter of the artery or in patients with acute myocardial ischaemia, who have high probability of the development of postoperative acute heart failure, thus necessitating the use of extracorporeal life support (ECLS).

Connection to the femoral artery has clear advantages: the approach is fast and simple, the cross-section of the vessel is sufficiently large, thus rendering this method the most suitable for patients with unstable haemodynamics. However, there are significant disadvantages – high risk of cerebral embolism due to retrograde blood flow, organ malperfusion (including the brain) as a result of predominant blood flow through the false lumen. In the postoperative period not

uncommonly encountered are local wound infection, lymphedema and lymphorrhoea, more often in patients with emergency connection of the HLM.

Direct cannulation of the aorta should be performed in the area of the inner curvature of the aortic arch distally wherein the tissue of the aortic wall is denser and, according to our observations, less frequently is involved by dissection, which, probably, is conditioned by obliteration of the Botallo's duct. Transoesophageal echocardiography is used to identify the true lumen of the descending aorta into which according to the Seldinger technique first a guidewire is inserted followed by inserting an arterial cannula. Correctly performed direct cannulation of the dissected aorta is reliable, ensuring adequate antegrade blood flow, making it possible to avoid additional incisions, and has been acknowledged as the only possible technique in patients with acute dissection of peripheral vessels. One of the options of such method is open cannulation of the aorta wherein the ascending aorta is taken into a tourniquet and transected, with the patient exsanguinated through a venous cannula and in the Trendelenburg position. Under visual control a straight arterial cannula is inserted directly into the true lumen of the aorta. The HLM is switched on simultaneously with thorough deaeration and the tourniquet tightened. Such a technique of central cannulation should be performed in exceptional cases in patients with unstable haemodynamics and involvement of peripheral arteries into dissection. The technique of arterial cannulation (Penza catheterization) through the ostium of the left subclavian artery (LSA) proposed by E. Rosseikin, et al. envisages an extended to the neck approach, control of the cannula position in the true lumen of the descending aorta by means of transoesophageal echocardiography, like in case of direct cannulation of the aorta [22]. However, the LSA is often involved into dissection or has such peculiarities of the anatomical structure that make it unsuitable for connection of the HLM, which is mentioned by the authors in their work.

In general, the choice of the optimal arterial cannulation proportionately depends on the patient's condition, peculiarities of his or her anatomy, and the surgeon's experience. In conditions of performing resuscitation there is no possibility to carry out a time-consuming and technically difficult approach for cannulation. On the other hand, in tamponade of the pericardium or suspicion for occult perforation of the aorta it is feasible to perform extracorporeal connection of the HLM. In patients with stable haemodynamics it is necessary to use extrathoracic antegrade connection of the arterial line of the HLM to the right subclavian or axillary artery. This ensures better perfusion of cerebral vessels through the true lumen as compared with retrograde connection to the femoral vein, simplifying

SACP and making it safer during hypothermic circulatory arrest, providing more “technical” freedom in prosthetic repair of the aortic arch.

TECHNIQUE OF CLASSICAL PROSTHETIC REPAIR OF THE ASCENDING AORTA

Supracoronary reconstruction of the ascending aorta with formation of a distal anastomosis by an open technique is currently the key element in surgery of AADA and has extensively been described in scientific literature, with the obligatory condition being considered open formation of a distal anastomosis according to the hemiarch technique. In so doing, the resection of the internal curvature of the aortic arch along the oblique line requires cutting out of a «tongue» measuring in width $\frac{1}{2}$ circumference of the tubular prosthesis (Fig. 2).

The possibility to spare the aortic root depends on several circumstances. If the aortic wall dissection involves only the non-coronary sinus and a portion of the right coronary sinus (and this is the most frequently encountered finding in AADA) and there is no aneurysmal dilatation of the sinuses of Valsalva, the performance of supracoronary resection of the aorta is feasible. Insufficiency of the aortic valve is present virtually in all patients and is conditioned by commissural detachment. Removal of insufficiency and restoration of the integrity of the aortic root wall are achieved by resuspension of commissures with U-shaped transaortic sutures on felt pledgets, as well as by application of the two-component BioGlue® Surgical Adhesive (Cryolife, Inc.). Applying the anastomosis is preceded by periaortally fixing a felt strip with a mattress suture in order to enhance hermetic sealing. Another variant may consist in excision of the non-coronary sinus with cutting out of a «tongue» in the Dacron prosthesis which is sewn to the aortic ring. Such a technique of forming a proximal anastomosis is also referred to as “partial modification of the Yacoub procedure” (Fig. 3). In case of a combination of aortic wall dissection with degenerative alterations in the aortic valve and dilatation of the sinuses of Valsalva, prosthetic repair of the aortic root should be performed using a mechanical or biological valve-containing conduit. It should be taken into consideration that permanent administration of anticoagulants prevents thrombosis of the false lumen. In our clinic biological conduits are implanted to patients over 60 years of age.

A disadvantage of the classical method is persistent perfusion of the false lumen both retrogradely through secondary ruptures of the intima of the descending and abdominal aorta, and antegradely in the postoperative period through defects in the area of sutures of the distal anastomosis. This technique of treatment for AADA makes it possible to directly prevent the lethal outcome of the disease, but it does not protect the patient from subsequent aneurysmatic transformation of the aorta,

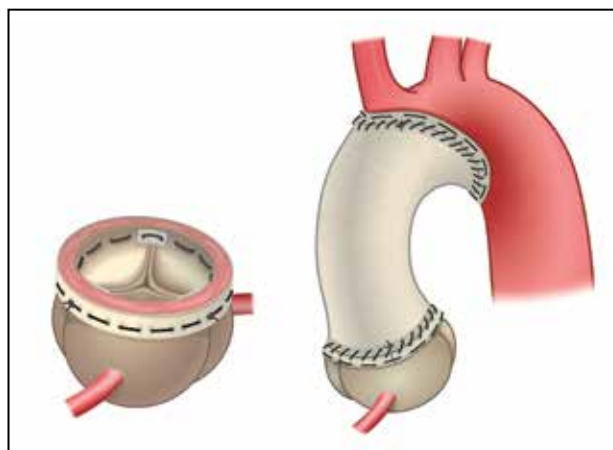


Fig. 2. Schematic representation of supracoronary prosthetic repair of the aorta with formation of the distal anastomosis by an open method according to the hemiarch technique



Fig. 3. Intraoperative photograph of the technique of formation of a proximal anastomosis with cutting out a “tongue” in a Dacron graft (arrow)

i. e., the development in remote terms of a new disease which is not less dangerous for the patient’s life.

TECHNIQUE OF TOTAL AORTIC ARCH REPLACEMENT

The technique of total prosthetic repair of the aortic arch supposes dissection of the supraaortic vessels along sufficient length for carrying out SACP and creation of anastomoses with the respective branch of the graft. We do not resort to transection of the left innominate vein in order to simplify the approach to the aortic arch branches. “Skeletonization” of the left innominate vein all along its length contributes to sufficient mobilization of the vessel.

The modern technique of total prosthetic repair of the aortic arch envisages the obligatory use of the “elephant trunk” procedure both its classical variant of the Borst operation (conventional elephant trunk, or CET) and with the use of a hybrid graft for simultaneous

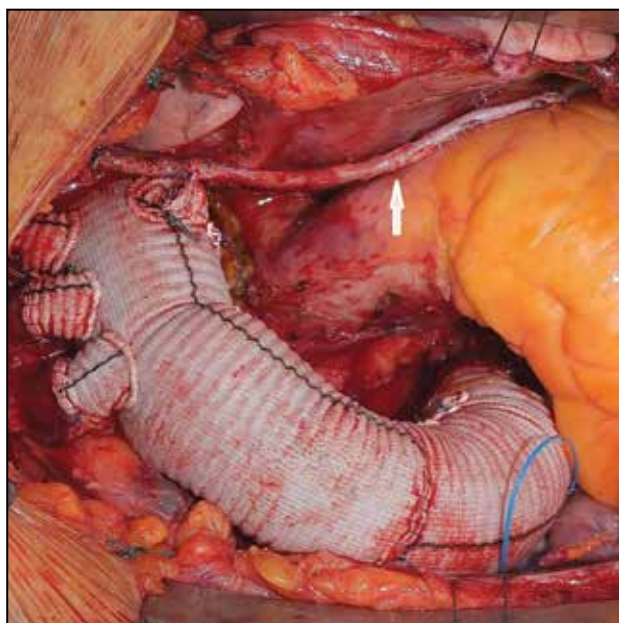


Fig. 4. Intraoperative photograph of prosthetic repair using the Vascutek Siena™ Plexus 4 multi-branched graft with additional shunting of the left internal thoracic artery in situ to the anterior interventricular branch (arrow)

stenting of the proximal portion of the descending aorta (FET). Both cases envisage a second endovascular stage, less often – an open intervention. Total prosthetic repair of the aortic arch with an end-to-end anastomosis with the descending aorta has no advantages over the hemiarch technique in relation to long-term prognosis, it takes longer time and is more traumatic, not uncommonly accompanied by uncontrolled haemorrhage in the area of the distal anastomosis. Such scope of the intervention is indicated in rare cases when dissection of the aortic wall is limited by the aortic ascending portion and the arch.

USE OF A MULTIPLE-BRANCHED GRAFT

The Vascutek Siena™ Plexus 4 multi-branched graft for surgical treatment of patients with AADA was actively used in the Clinic of Cardiac Surgery of Munster from January 2011 to March 2015 before we began to use a hybrid graft in total aortic arch replacement, with 18 such implantations performed for AADA (Fig. 4). The technique of total aortic arch replacement with the help of this graft was described in detail in our previous publication [6]. We believe that using a multi-branched graft creates better conditions to control haemorrhage versus the island technique. The distal, inserted into the lumen of the true channel part of the graft is shortened to a length of 5–6 cm at the level of the third radiopaque marker on the “elephant trunk” in order to prevent thrombus formation and/or malperfusion which may lead to spinal ischaemia. The collar of the graft is cut for the diameter of the descending aorta by eye and its width varies depending

on peculiarities of the technique of the operating surgeon. Currently, we use this modification of the graft mainly in patients with thoracic aneurysms or chronic aortic dissection, with the second stage envisaging open prosthetic repair of the descending and abdominal aorta.

USE OF A HYBRID GRAFT (FET)

We began to regularly use the Thoraflex™ Hybrid FET for operative treatment of patients with AADA since April 2015 and till December 2018 performed a total of 23 such implantations. More active use of the graft for AADA became possible owing to the appearance in January 2017 of an improved modification with a stent graft of a smaller diameter (24–26 mm).

The technique of total aortic arch replacement using the hybrid graft was described in detail in our publication [23]. Herein, we would like to once again draw attention to the technique of implantation depending on its modification. The use of a single-branched graft of the Ante-Flo modification envisages sewing the supraaortic vessels to the graft using the island technique. Acute dissection virtually always extends to the left subclavian artery and requires proximal resection followed by separate connection with a vascular graft-interponate. Sewing the brachiocephalic trunk and left common carotid artery in the form of a vascular island may be performed in an open fashion, which increases the duration of distal circulatory arrest, or with marginal pooling aside of the aortic arch graft, but this is technically more difficult due to rigidity of the straightened stent graft and antegrade perfusion of the branch located in the same place. Because of these peculiarities a hybrid graft in the Ante-Flo modification was used only in two of the 23 patients. The Plexus 4 version hybrid graft has, in our opinion, a series of technical advantages. After prosthetic repair of the left subclavian artery with the respective branch and in case of supracoronary replacement of the ascending aorta it is necessary first to establish a proximal anastomosis and renew perfusion of the heart, and only then to sequentially sew the branches to the left common carotid artery and brachiocephalic trunk in an off-pump procedure. This shortens the time of cardioplegic cardiac arrest and prevents cerebral embolism, once the clamp is removed from the aortic arch graft.

In all 23 patients, the distal anastomosis was formed in zone 3. A companion document of the 2018 European Association for Cardio-Thoracic Surgery and the European Society for Vascular Surgery expert consensus document addressing current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch suggests “proximalization” of the distal anastomosis from zone 3 to zone 2, which facilitates placement and shortens the time of distal circulatory arrest [24]. However,

in practice we often encounter secondary intimal ruptures in this area, which is conditioned, in our opinion, by peculiarities of the anatomical structure of the transition of the distal arch to the descending aorta.

In case of retrograde AADA where the dissection does not propagate proximally to the brachiocephalic trunk, it is possible to perform aortic prosthetic repair as an off-pump procedure. Permanent perfusion of the heart is provided by a needle vent catheter used for antegrade perfusion, through which from the cardioplegic circuit is fed cooled to 32–34 °C blood in the amount of 300–400 ml/min. The aorta is double-clamped in its proximal and distal portions and then transected in order to perform manipulations on the aortic arch.

Aortic arch prosthetic repair using a FET is also effective in patients with acute aortic dissection type B (AADB) when a large-sized intimal tear is located directly beneath the left subclavian artery. In such cases commonly adopted in AADB endovascular intervention does not yield the desired result, hence requiring distal prosthetic repair of the arch with stenting of the descending aorta, which is also feasible on the beating heart (Fig. 5).

In our opinion, total aortic arch replacement with the help of FET is the most effective operative technique for AADA, leading to rapid thrombosis of the false lumen, promoting remodelling of the thoracic aorta and prevention from the development of a pseudoaneurysm and eventually improvement of the remote results (Fig. 6).

POSTOPERATIVE MANAGEMENT AND COMPLICATIONS

A peculiarity of the postoperative management of patients with AADA is a systemic alteration of haemostasis, conditioned by not only prolonged use of the HLM and hypothermia but also the effect of high doses of antiaggregant agents which prior to making the diagnosis are administered to patients when suspected as having acute coronary syndrome, based on the clinical signs of the disease. Therefore, maintaining stability of blood circulation in the early postoperative period is of paramount importance, namely continuation of the control of cerebral saturation until extubation of the patient, maintaining the mean arterial pressure (MAP) at 60–70 mm Hg, replacement therapy including blood components. Once vasoplegia occurs, primary treatment is performed with Noradrenaline (0.02–0.2 µg/kg/min) and, if necessary, by administration of Vasopressin (2–4 IU/h).

Metabolic acidosis control and regular hourly analysis of blood gases, including lactate concentration monitoring, although belong to conventional measures but influence the outcome of the disease as soon as in the early postoperative period. An increased lactate

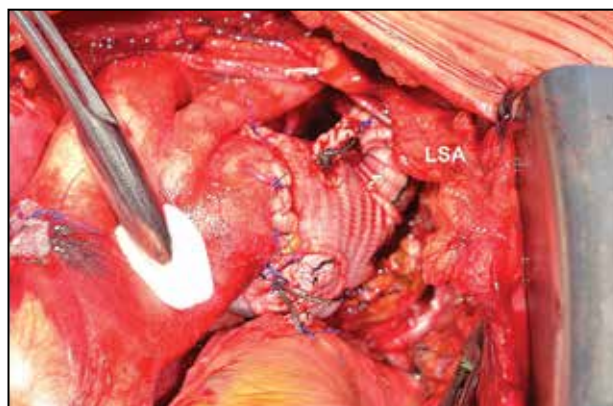


Fig. 5. Intraoperative photograph of distal prosthetic repair of the aortic arch with stenting of the descending aorta using the Thoraflex Hybrid™ graft in Plexus 4 modification (LSA - left subclavian artery)

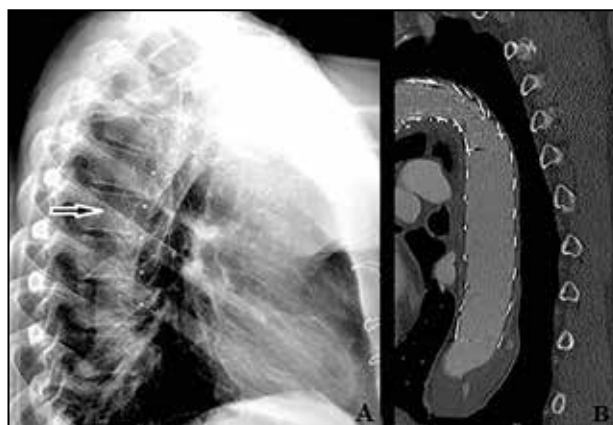


Fig. 6. Lateral chest X-ray image (A) after implantation of the Thoraflex Hybrid™ graft and sagittal thoracic CT (B), showing complete thrombosis of the false lumen

content is suggestive of anaemia of tissues, for example, of visceral organs or lower limbs due to malperfusion. Once oliguria develops, haemodialysis should be initiated in a timely manner.

The responsibilities of the attending resuscitator include regular transthoracic and, if necessary, also transoesophageal echocardiography, primarily to rule out haemopericardium and haemothorax, as well as for dynamic control of ventricular contractility.

A significant point is prevention of acute respiratory insufficiency up to ventilation in the prone position.

It is very important to timely assess neurological symptomatology. Patients with clinical manifestations of the lesion of the central nervous system (generalised convulsions at awakening) are subjected to perfusion CT with cerebral angiography first of all to exclude haemorrhage, as well as embolisms of cerebral vessels. If technically possible, this should be followed by embolectomy and stenting of cerebral vessels, which is clinically effective if performed within the first 4 hours. In patients with cerebral infarction, therapy is aimed at maintaining MAP

Table
Immediate outcomes and frequency of postoperative complications depending on the type of aortic arch reconstruction

Reconstruction type	30-day mortality		RETO / DSC		Stroke / PRIND		Paraplegia		Laryngeal paresis *	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hemiarch repair of the aorta (n=138)	23	16.7	24	17.4	20	14.5	4	2.9	3	2.2
End-to-end aortic arch reconstruction (n=13)	3	23.1	3	23.1	5	38.5	1	7.7	2	15.4
Aortic arch replacement using the CET technique (n=18)	3	16.7	2	11.1	4	22.2	1	5.6	3	16.7
Aortic arch replacement using the FET technique (n=23)	1	4.3	4	17.4	3	13.0	1	4.3	4	17.4
Total (n=192)	30	15.6	33	17.2	32	16.7	7	3.6	12	6.3

Note: CET - conventional elephant trunk (Borst's technique); FET - frozen elephant trunk (hybrid aortic graft); RETO - rethoracotomy for haemorrhage; DSC - delayed sternal closure; PRIND - prolonged reversible ischaemic neurological deficit; * - paresis of the left recurrent nerve.

at 80–90 mm Hg, decreasing central venous pressure, improving oxygenation and the value of haematocrit. Anticoagulation with heparin is carried out in therapeutic doses. The resuscitator is in constant contact with neurosurgeons, performing dynamic monitoring of patients for timely clinical and roentgenological diagnosis of ischaemic stroke – dislocation of the brain. Once intracranial hypertension develops it should immediately be followed by deciding upon performing decompression craniotomy.

Paraparesis of lower limbs resulting from ischaemia of the spinal cord develops after FET implantation in 0–24%, as evidenced by the literature reports [25–27]. This complication may develop several days or even a week after the intervention and requires immediate diagnosis and treatment. Preventive drainage of cerebrospinal fluid is not carried out by us. However, even in suspicion for ischaemia of the spinal cord we perform drainage of cerebrospinal fluid during up to 72 hours. An obligatory examination is MRI of the spinal column.

We analysed own experience in surgical treatment of AADA starting from January 2011 when in our practice we began to regularly use multi-branched grafts. Over this period of time (till December 2018 inclusive) we operated on a total of 129 patients presenting with AADA. The overall 30-day mortality rate amounted to 15.6% (30 of the 192 patients). The immediate results and the frequency of postoperative complications depending on the technique of aortic arch reconstruction are shown in the Table below. The lowest postoperative lethality was noted in patients after implantation of the hybrid graft, and the highest one after prosthetic repair of the aortic arch according to the end-to-end technique. The frequency of central neurological complications remained high in all groups but again higher in the group of the end-to-end technique. Damage to the left recurrent nerve still remains a serious problem in total aortic arch replacement. Therefore, some authors recommend fixation of CET or FET in zone 2 for prevention of pharyngeal paresis [28].

POSTOPERATIVE DISPENSARY FOLLOW-UP

Dispensary follow up of patients operated on for AADA envisages an interdisciplinary approach in diagnosis of long-term postoperative complications, which should be carried out in specialized cardiovascular centres possessing sufficient experience in operations on the thoracic aorta. It should include regularly performed and appropriately scheduled CT or MRI of all portions of the aorta, echocardiography, as well as adequate treatment of arterial hypertension, postoperative cognitive impairments and accompanying diseases with the aim of prevention or early diagnosis of proximal and distal complications (Fig. 7). The proposed scheme also depicts a wider but currently only still being implemented into clinical practice approach to dispensary follow up of patients. Such an approach envisages an active policy while carrying out neurophysiological monitoring, assessment of quality of life of the patient, genetic and instrumental examination of his or her relatives of first degree in order to evaluate the level of the risk for the development of aortic disease. Patients with hereditary syndromes of connective tissue dysplasia should be followed up at a specialized cardiotherapeutic ambulatory clinic.

CONCLUSION

The accumulated experience, improved surgical technique, advances in diagnosis and intensive therapy in treatment of this complicated disease of the aorta make it possible to currently perform increasingly more extensive primary resections of the thoracic aorta. Total aortic arch reconstruction, including the use of a FET hybrid graft leads to thrombosis of the false lumen, promoting remodelling of the thoracic aorta and prevention of the development of a pseudoaneurysm and eventually the improvement of the remote outcomes. Such extended resections of the thoracic aorta, beginning from its root, are feasible in patients without severe accompanying diseases, being in a stable condition, as well as in young adults, focusing the efforts on prevention of late complications influencing the long-

term prognosis. Herein the decisive role appears to be played by the operating surgeon's experience and skills, as well as capabilities of a referral cardiological centre in comprehensive approach to individual treatment of the patient. In the absence of these conditions it is necessary to confine to supracoronary prosthetic repair of the ascending aorta in its classical performance for the sole purpose of preventing the patient's death.

In patients with aggravating concomitant diseases, as well as in elderly and aged patients over 75 years we should seek to the a limited extent of resection, trying to diminish the injury and to shorten the duration of circulatory arrest and the operation as a whole, thereby accomplishing the mission of directly preserving the patient's life.

In emergency situations when the patient is admitted to the clinic in the condition of a coma with signs of a severe neurological complication manifesting itself by malperfusion of abdominal organs or in conditions of continuous resuscitation it is advisable to abstain from immediate operative intervention. In rare cases of stabilization of haemodynamics it is necessary to perform repeat assessment of the patient's state for a possibility of surgical intervention.

An important prerequisite for successfully performing the operation on the aorta in conditions of circulatory arrest is antegrade connection of the arterial line of the HLM to the right subclavian or maxillary artery. This provides better perfusion of cerebral vessels through the true lumen as compared with the retrograde connection to the femoral artery. Cerebral protection during hypothermic circulatory arrest is achieved with the help of uni- or bilateral ASCP with compulsory control of efficacy of cerebral perfusion of vessels of the brain with the help of NIRS.

Currently, due to a number of circumstances in the majority of AADA patients the scope of the intervention is still confined to the classical supracoronary replacement of the ascending aorta along with open formation of a distal anastomosis.

Obligatory postoperative dispensary follow up with timely diagnosis of proximal and distal complications makes it possible to perform a redo operation in an elective manner and thereby to dramatically reduce the risk of a lethal outcome, as well as the development of severe postoperative complications.

Conflict of interest: none to declare.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. *Alli O., Jacobs L., Amanullah A.M.* Acute aortic syndromes: pathophysiology and management. *Rev. Cardiovasc. Med.* 2008; 9: 2: 111–124.
2. *Belov Yu.V., Gens A.P., Stepanenko A.B., et al.* Surgical treatment of patients with acute aortic dissection.

Cardiovascular centre (polyclinic)

CT/MR angiography

- prior to discharge from hospital
- after 3, 6, and 12 months
- annually thereafter

Echocardiography

- prior to discharge from hospital
- after 3, 6, and 12 months
- annually thereafter

Control and actualization of medicamentous therapy

(antihypertensive, hypoglycaemic and cholesterol-lowering agents)

Neurophysiological monitoring and assessment of quality of life

(control over restoration of full physical and mental status of the patient)

Screening of first-degree relatives

- CT/MR angiography
- echocardiography
- genetic testing

Fig. 7. Algorithm of postoperative dispensary follow up

Angiology and Vascular Surgery. 2006; 12: 1: 103–110 (in Russian).

3. *Mukharyamov M.N., Dzhordzhikia R.K., Vagizov I.I.* Experience with surgical treatment of type A acute aortic dissection in the context of evolution of therapeutic policy and modification of surgical risk factors. *Bulletin of Contemporary Clinical Medicine.* 2014; 7: 2: 126–129 (in Russian).
4. *Fattouch K., Sampognaro R., Navarra E., et al.* Long-term results after repair of type A acute aortic dissection according to false lumen patency. *Ann. Thorac. Surg.* 2009; 88: 4: 1244–1250.
5. *Wei J., Chen Z., Zhang H., et al.* In hospital major adverse outcomes of acute type A aortic dissection. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2019; 55: 2: 345–350.
6. *Schneider S.R., Dell'Aquila A.M., Akil A., et al.* Results of elephant trunk total aortic arch replacement using a multi-branched, collared graft prosthesis. *Heart vessels.* 2016; 31: 3: 390–396. doi: 10.1007/s00380-014-0612-6.
7. *Westaby S., Saito S., Katsumata T.* Acute type A dissection: conservative methods provide consistently low mortality. *Ann. Thorac. Surg.* 2002; 73: 707–713.
8. *Russo C.F., Mariscalco G., Colli A., et al.* Italian multicentre study on type A acute aortic dissection: a 33-year follow-up. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 49: 1: 125–131.
9. *David T.E.* Surgery for acute type A aortic dissection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015; 150: 2: 279–283.

10. **Rylski B., Beyersdorf F., Blanke P., et al.** Supracoronary ascending aortic replacement in patients with acute aortic dissection type A: what happens to the aortic root in the long run? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013; 146: 2: 285–290.
11. **Kimura N., Itoh S., Yuri K., et al.** Reoperation for enlargement of the distal aorta after initial surgery for acute type A aortic dissection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015; 149(Suppl 2): 91–98.
12. **Geirsson A., Bavaria J.E., Swarr D., et al.** Fate of the residual distal and proximal aorta after acute type a dissection repair using a contemporary surgical reconstruction algorithm. *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 84: 6: 1955–1964.
13. **Suehiro K., Pritzwald-Stegmann P., West T., et al.** Surgery for acute type A aortic dissection. A 37-year experience in Green Lane Hospital. *Heart Lung and Circ.* 2006; 15: 2: 105–112.
14. **Schoenhoff F.S., Jungi S., Czerny M., et al.** Acute aortic dissection determines the fate of initially untreated aortic segments in Marfan syndrome. *Circulation.* 2013; 127: 1569–1575.
15. **Di Bartolomeo R., Pantaleo A., Berretta P., et al.** Frozen elephant trunk surgery in acute aortic dissection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014; 149(Suppl 2): 105–109.
16. **Jacob H.** Frozen elephant trunk in acute type I dissection – a personal view. *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2013; 2: 5: 640–641.
17. **Shrestha M., Haverich A., Martens A.** Total aortic arch replacement with frozen elephant trunk in acute DeBakey type I aortic dissections. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2017; 51(Suppl 1): 29–31.
18. **Hiratzka L.F., Bakris G.L., Beckman J.A., et al.** 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA /SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with Thoracic Aortic Disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *Circulation.* 2010; 121: 13: 266–369.
19. **Erbel R., Aboyans V., Boileau C., et al.** 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: 41: 2873–2926.
20. **Rahimi-Barfeh A., Grothusen C., Haneya A., et al.** Transatrial Cannulation of the Left Ventricle for Acute Type A Aortic Dissection: A 5-Year Experience. *Ann. Thorac. Surg.* 2016; 101: 5: 1753–1758.
21. **Urbanski P.P.** Vorteile der Arteria-carotis-Kanülierung bei akuter Aortendissektion. *Herz-Thorax-Gefäßchir.* 2012; 26: 14–17.
22. **Rosseykin E., Kobzev E., Bazylev V.** One more method for arterial cannulation in aortic arch surgery (“Penza cannulation”). *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.* 2018; 26: 7: 584–586.
23. **Rukosujew A., Martens S.** Technical aspects of using the Thoraflex™ Hybrid prosthesis in acute type A aortic dissection. *Angiology and Vascular Surgery.* 2018; 24: 1: 146–155 (in Russian).
24. **Czerny M., Schmidli J., Adler S., et al.** EACTS/ESVS scientific document group. Clinical Cases Referring to Diagnosis and Management of Patients With Thoracic Aortic Pathologies Involving the Aortic Arch: A Companion Document of the 2018 European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESVS) Expert Consensus Document Addressing Current Options and Recommendations for the Treatment of Thoracic Aortic Pathologies Involving the Aortic Arch. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2019; 55: 1: 133–162.
25. **Leontyev S., Tsagakis K., Pacini D., et al.** Impact of clinical factors and surgical techniques on early outcome of patients treated with frozen elephant trunk technique by using EVITA open stent-graft: results of a multicentre study. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 49: 2: 660–666.
26. **Katayama K., Uchida N., Katayama A., et al.** Multiple factors predict the risk of spinal cord injury after the frozen elephant trunk technique for extended thoracic aortic disease. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015; 47: 4: 616–620.
27. **Ius F., Hagl C., Haverich A., Pichlmaier M.** Elephant trunk procedure 27 years after Borst: what remains and what is new? *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 40: 1: 1–11.
28. **Czerny M., Rylski B., Kari F.A., et al.** Technical details making aortic arch replacement a safe procedure using the Thoraflex™ Hybrid prosthesis. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2017; 51(Suppl 1): 15–19.

Адрес для корреспонденции:

Рукосуев А.

Тел.: +49 251-83-561-11

E-mail: andreas.rukosujew@ukmuenster.de

Correspondence to:

Rukosujew A.

Tel.: +49 251-83-561-11

E-mail: andreas.rukosujew@ukmuenster.de