

Исходные данные пациентов с артериальной гипертензией и аневризмой нисходящего грудного или брюшного отделов аорты, направленных для эндоваскулярного лечения

Гуревич А. П., Ионов М. В., Емельянов И. В., Ванюркин А. Г., Пантелеева Ю. К., Чернов А. В., Чернявский М. А., Конради А. О.

Цель. Проанализировать клинико-инструментальные характеристики, в т.ч. показатели центральной гемодинамики, когорты пациентов с аневризмой нисходящего грудного (АНГА) или брюшного отделов аорты (АБА) в сочетании с артериальной гипертензией (АГ) в периоперационном периоде после планового эндоваскулярного лечения аорты ([T]EVAR).

Материал и методы. Использованы данные локального реестра. В исследование включены 126 пациентов (103 мужчины, 67±9 лет). Кроме базового обследования выполнено неинвазивное измерение центрального артериального давления (АД) и каротидно-фemorальной скорости распространения пульсовой волны (кфСРПВ), определены индикаторы качества жизни (КЖ) по опроснику EQ-5D-3L.

Результаты. Наиболее часто встречающиеся сопутствующие заболевания — ишемическая болезнь сердца (68%), ожирение (39%), хроническая болезнь почек (26%) и сахарный диабет тип 2 (18%). У пациентов с АБА возраст и бремя коморбидности значительно выше, но КЖ лучше, чем у пациентов с АНГА (59% vs 71%, $p<0,05$). Высоко привержены к лечению 31% пациентов, хотя в среднем пациентам было назначено 2 антигипертензивных препарата; 59% пациентов с контролируемой АГ. У пациентов с АНГА выше показатель кфСРПВ (10,9 vs 9,6 м/с, $p=0,006$), но ниже индекс аугментации (Alx) (21% vs 29%, $p<0,001$). Большой размер аневризмы был связан с меньшей кфСРПВ и увеличением центрального диастолического АД ($p=0,01$ и $p=0,03$). Повышение центрального пульсового АД (ЦПД) ассоциировалось с большим индексом массы миокарда левого желудочка ($r=0,21$, $p=0,037$). После [T]EVAR наблюдалось снижение ЦПД и Alx.

Заключение. У пациентов с АГ и АНГА/АБА, направленных для [T]EVAR, имеется высокое бремя коморбидности при высоких показателях КЖ. Хотя подавляющее большинство больных получают комбинацию лишь двух препаратов, выявлена недостаточно высокая приверженность к терапии. Увеличение диаметра аневризмы ассоциировано со снижением кфСРПВ и повышенным центральным диастолическим АД, что свидетельствует о потенциальном влиянии аневризмы на центральную гемодинамику у пациентов, принимающих антигипертензивную терапию.

Ключевые слова: аневризма аорты, регистры, артериальная гипертензия, эндоваскулярное лечение аневризмы аорты, центральное артериальное давление, скорость пульсовой волны, стент-графт.

Отношения и деятельность. Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (номер гранта № 23-25-00272, соглашение от 12.01.2023).

ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

Гуревич А. П.* — м.н.с. НИЛ патогенеза и терапии артериальной гипертензии НИО артериальной гипертензии, ORCID: 0000-0002-1489-3618, Ионов М. В. —

к.м.н., н.с. НИЛ патогенеза и терапии артериальной гипертензии НИО артериальной гипертензии, ORCID: 0000-0002-3664-5383, Емельянов И. В. — к.м.н., с.н.с. НИЛ патогенеза и терапии артериальной гипертензии НИО артериальной гипертензии, ORCID: 0000-0002-3176-0606, Ванюркин А. Г. — н.с. НИО сосудистой и интервенционной хирургии, ORCID: 0000-0002-8209-9993, Пантелеева Ю. К. — н.с. НИО сосудистой и интервенционной хирургии, ORCID: 0000-0001-5799-7778, Чернов А. В. — зав. отделением сердечно-сосудистой хирургии № 2, ORCID: 0000-0003-3092-7774, Чернявский М. А. — д.м.н., зав. НИО сосудистой и интервенционной хирургии, ORCID: 0000-0003-1214-0150, Конради А. О. — д.м.н., академик Российской академии наук, зам. генерального директора по научной работе, ORCID: 0000-0001-8169-7812.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
gurevich_ap@almazovcentre.ru

АА — аневризма аорты, АБА — аневризма брюшного отдела аорты, АГ — артериальная гипертензия, АГТ — антигипертензивная терапия, АД — артериальное давление, АНГА — аневризма нисходящего грудного отдела аорты, АПД — амплификация пульсового давления, ВАШ — визуально-аналоговая шкала, ГЛЖ — гипертрофия левого желудочка, ДА — давление аугментации, ДАД — диастолическое артериальное давление, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, КЖ — качество жизни, кфСРПВ — каротидно-фemorальная скорость распространения пульсовой волны, ЛЖ — левый желудочек, ПД — пульсовое давление, САД — систолическое артериальное давление, СД — сахарный диабет, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, Т1 — время до первого (P1) систолического пика прямой волны, Т2 — время до второго (P2) систолического пика прямой волны, ЦПД — центральное пульсовое давление, ЧСС — частота сердечных сокращений, Alx — индекс аугментации, P1H — давление на первом пике (P1) подъема прямой пульсовой волны, Тг — время появления отраженной волны, [T]EVAR — эндоваскулярное лечение [грудного отдела] аорты.

Рукопись получена 17.07.2024

Рецензия получена 30.08.2024

Принята к публикации 10.09.2024



Для цитирования: Гуревич А. П., Ионов М. В., Емельянов И. В., Ванюркин А. Г., Пантелеева Ю. К., Чернов А. В., Чернявский М. А., Конради А. О. Исходные данные пациентов с артериальной гипертензией и аневризмой нисходящего грудного или брюшного отделов аорты, направленных для эндоваскулярного лечения. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(11):6051. doi: 10.15829/1560-4071-2024-6051. EDN ICCQJF

Baseline characteristics of hypertensive patients with descending thoracic or abdominal aortic aneurysm referred for endovascular treatment

Gurevich A. P., Ionov M. V., Emelianov I. V., Vanyurkin A. G., Panteleeva Yu. K., Chernov A. V., Chernyavsky M. A., Konradi A. O.

Aim. To analyze perioperative characteristics, including central hemodynamic parameters, of patients with hypertension (HTN) and descending thoracic aortic aneurysm (TAA) or abdominal aortic aneurysm (AAA) who were referred for endovascular aortic repair ([T]EVAR).

Material and methods. Local registry data were used. The study included 126 patients (103 men, 67±9 years). In addition to the basic examination, noninvasive

measurement of central blood pressure (BP) and carotid-femoral pulse wave velocity (cfPWV) was performed. Quality of life (QOL) was assessed using the EQ-5D-3L questionnaire.

Results. The most common comorbidities were coronary artery disease (68%), obesity (39%), chronic kidney disease (26%), and type 2 diabetes (18%). Patients with AAA were significantly older and had a higher comorbidity burden, but had

a better QOL than patients with TAA (59% vs 71%, $p < 0.05$). High medication adherence was noted in 31% of patients receiving an average of 2 antihypertensive drugs and 59% of them had controlled HTN. Carotid-femoral PWV was higher (10.9 vs 9.6 m/s, $p = 0.006$) and augmentation index (AIx) was lower in TAA (21% vs 29%, $p < 0.001$). Large aneurysm size was associated with lower cfPWV and increased central diastolic BP ($p = 0.01$ and $p = 0.03$, respectively). Increased central pulse pressure (CPP) was positively associated with left ventricular mass index ($r = 0.21$, $p = 0.037$). A decrease in CPP and AIx was observed after [T]EVAR.

Conclusion. Patients with HTN and TAA/AAA referred for [T]EVAR have a high comorbidity burden and high QOL. Although the vast majority of patients receive a combination of only two drugs, insufficient adherence to therapy has been revealed. An increase in aneurysm diameter is associated with a decrease in cfPWV and increased central diastolic BP, indicating a potential impact of aneurysm on central hemodynamics in patients receiving antihypertensive therapy.

Keywords: aortic aneurysm, registries, hypertension, endovascular aortic repair, central blood pressure, pulse wave velocity, aortic endograft.

Relationships and Activities. The study was supported by the Russian Science Foundation (grant number 23-25-00272, agreement dated January 12, 2023).

Almazov National Medical Research Center, St. Petersburg, Russia.

Gurevich A. P.* ORCID: 0000-0002-1489-3618, Ionov M. V. ORCID: 0000-0002-3664-5383, Emelianov I. V. ORCID: 0000-0002-3176-0606, Vanyurkin A. G. ORCID: 0000-0002-8209-9993, Panteleeva Yu. K. ORCID: 0000-0001-5799-7778, Chernov A. V. ORCID: 0000-0003-3092-7774, Chernyavsky M. A. ORCID: 0000-0003-1214-0150, Konradi A. O. ORCID: 0000-0001-8169-7812.

*Corresponding author:
gurevich_ap@almazovcentre.ru

Received: 17.07.2024 **Revision Received:** 30.08.2024 **Accepted:** 10.09.2024

For citation: Gurevich A. P., Ionov M. V., Emelianov I. V., Vanyurkin A. G., Panteleeva Yu. K., Chernov A. V., Chernyavsky M. A., Konradi A. O. Baseline characteristics of hypertensive patients with descending thoracic or abdominal aortic aneurysm referred for endovascular treatment. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(11):6051. doi: 10.15829/1560-4071-2024-6051. EDN ICCOJF

Ключевые моменты

- Среди направленных для эндоваскулярного лечения гипертензивных пациентов с аневризмой нисходящего грудного отдела аорты/аневризмой брюшного отдела аорты высокий индекс коморбидности, часто встречается ишемическая болезнь сердца, хроническая болезнь почек, сахарный диабет 2 типа.
- Практически у половины пациентов артериальная гипертензия недостаточно контролируется.
- Повышение центральных систолического артериального давления и пульсового давления главным образом обусловлено увеличением прямой пульсовой волны в независимости от локализации аневризмы, в то время как влияние отраженной волны (давление аугментации и индекс аугментации) различается, и более выражено у пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты.
- При увеличении диаметра аневризмы наблюдается снижение каротидно-фemorальной скорости распространения пульсовой волны, при этом центральное диастолическое артериальное давление повышается. Эти феномены следует учитывать для выработки тактики лечения подобных пациентов.

У пациентов с аневризмой аорты (АА) нередко присутствует артериальная гипертензия (АГ), что, в свою очередь, усугубляет тяжесть основного заболевания и увеличивает риски развития краткосрочных и отсроченных осложнений [1]. С целью предот-

Key messages

- Among hypertensive patients with descending thoracic aortic aneurysm/abdominal aortic aneurysm referred for endovascular treatment, the comorbidity index is high — coronary artery disease, chronic kidney disease, and type 2 diabetes are common.
- In almost half of the patients, hypertension is not adequately controlled.
- The increase in central systolic blood pressure and pulse pressure is mainly due to an increase in the direct pulse wave regardless of the aneurysm location, while the reflected wave (augmentation pressure and augmentation index) effect varies and is more pronounced in patients with abdominal aortic aneurysm.
- With an increase in the aneurysm diameter, a decrease in the carotid-femoral pulse wave velocity is observed, while the central diastolic blood pressure increases. These phenomena should be taken into account when developing treatment tactics for such patients.

вратить потенциально фатальные осложнения и при этом снизить периоперационные риски пациентам все чаще выполняется эндоваскулярное лечение аорты ([T]EVAR) [2]. Стабильно повышенное артериальное давление (АД) утяжеляет дегенеративные процессы в медиальном слое аорты [3]. Для подтверждения этой гипотезы все чаще прибегают к неинвазивной оценке центрального АД и величины отраженной волны методом аппланационной тонометрии, позволяющей рассчитать и глобальную сосудистую

жесткость. В одном из среднесрочных исследований (3 года наблюдения) пациентов с аневризмой восходящей аорты было показано, что повышение каротидно-фemorальной скорости распространения пульсовой волны (кфСРПВ) и центрального (но не периферического) систолического АД (САД) связано с прогрессированием АА. При этом чем больше размер АА изначально, тем значительнее роль этих показателей [4]. Потому ряд исследователей считают, что центральное АД и кфСРПВ могут являться более чувствительными предикторами прогноза, нежели сам размер АА [4, 5]. Результаты оценки влияния описанных показателей на прогноз у пациентов с поражением других участков аорты противоречивы: у пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты (АБА) может наблюдаться и повышение, и снижение показателей кфСРПВ при сравнении с контрольными группами, а закономерности изменений параметра у пациентов с аневризмой нисходящего грудного отдела аорты (АНГА) и вовсе мало изучены [6–8]. Данные Роттердамского исследования показали, что повышенная жесткость аорты тесно связана с развитием атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) у лиц пожилого возраста [9]. Вместе с тем вариативность частоты возникновения клинических проявлений атеросклероза и аневризматического поражения различных участков аорты и их связи с ишемической болезнью сердца (ИБС) позволяет предположить гетерогенность патофизиологических механизмов повышения артериальной жесткости при АА.

С учетом ограниченности доказательной базы, сложностей в проведении рандомизированных исследований, направленных на оценку различных гемодинамических параметров и разнородности выполняемых на современном этапе [T]EVAR процедур, все чаще исследователи прибегают к использованию регистров. Такие исследования являются, вследствие оценки состояния проблемы в условиях рутинной клинической практики, гипотеза-генерирующими и могут быть полезны для формирования траекторий для научно-практической работы [10].

Целью исследования являлся анализ клинико-инструментальных характеристик, в т.ч. показателей центральной гемодинамики когорты пациентов с АНГА или АБА в сочетании с АГ в периоперационном периоде после плановой [T]EVAR.

Материал и методы

Настоящее исследование выполнено с использованием данных локального реестра больных с АГ и АБА или АНГА в ФГБУ "НМИЦ им. В. А. Алмазова" Минздрава России (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023620874). Реестр предназначен для сбора, хранения и анализа общеклинических, лабораторных, инструментальных, пе-

риоперационных данных пациентов, прошедших процедуру [T]EVAR, и для анализа отдаленных клинических исходов.

Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и проведено в соответствии с этическими нормами, изложенными в Хельсинкской декларации 2013г, одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ "НМИЦ им. В. А. Алмазова" Минздрава России (протокол № 7/22 от 11.07.2022). Все больные дали письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Всем пациентам проведено эндоваскулярное лечение в ФГБУ "НМИЦ им. В. А. Алмазова" Минздрава России в период 2018–2024гг. Критерии включения в исследование: диаметр АНГА от ≥ 55 мм; диаметр АБА ≥ 45 –50 мм у женщин и ≥ 50 –55 мм у мужчин; прогрессирующий рост бессимптомной АА >10 мм в год; при мешотчатой АА — вне зависимости от ее диаметра; эссенциальная АГ и прием как минимум 1 антигипертензивного препарата. Критериями не-включения являлись: клинически значимые сердечно-сосудистые или иные заболевания в острой или подострой форме (<6 мес. от возникновения или последнего рецидива/обострения), нарушения ритма сердца и проводимости на момент исследования или наличие имплантированных сердечных устройств, не позволяющих провести оценку кфСРПВ, предшествующее вмешательство на аорте (открытое или эндоваскулярное), хроническая болезнь почек С4 стадии или выше, возраст >80 лет.

Показания для выполнения [T]EVAR соответствовали Клиническим рекомендациям международных экспертных профильных сообществ [11]. Размеры аорты определяли с помощью мультиспиральной компьютерной томографии-ангиографии. В соответствии с современными руководствами измерение диаметра аорты проводили перпендикулярно продольной оси с захватом стенки на рекомендованных уровнях.

Заключение о наличии сопутствующих патологий ставили на основании анамнеза, стандартных лабораторных и инструментальных исследований. Выраженность бремени сопутствующей патологии оценивалась по шкале Charlson Comorbidity Index [12]. Оценка качества жизни (КЖ), связанного со здоровьем, проводилась с использованием Опросника по здоровью (European Quality of Life Questionnaire, EQ-5D-3L) с расчетом индекса и по данным визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) [13]. Оценка приверженности к терапии проводилась по данным шкалы комплаентности Мориски-Грин (4-балльный опросник). Риски краткосрочных осложнений были рассчитаны отдельно для пациентов с АБА с помощью Risk of In-Hospital Postoperative Myocardial Infarction: EVAR [14] и EVAR Short-Stay Discharge [15], и для пациентов с АНГА с помощью TEVAR Mortality Risk Calculator [16].

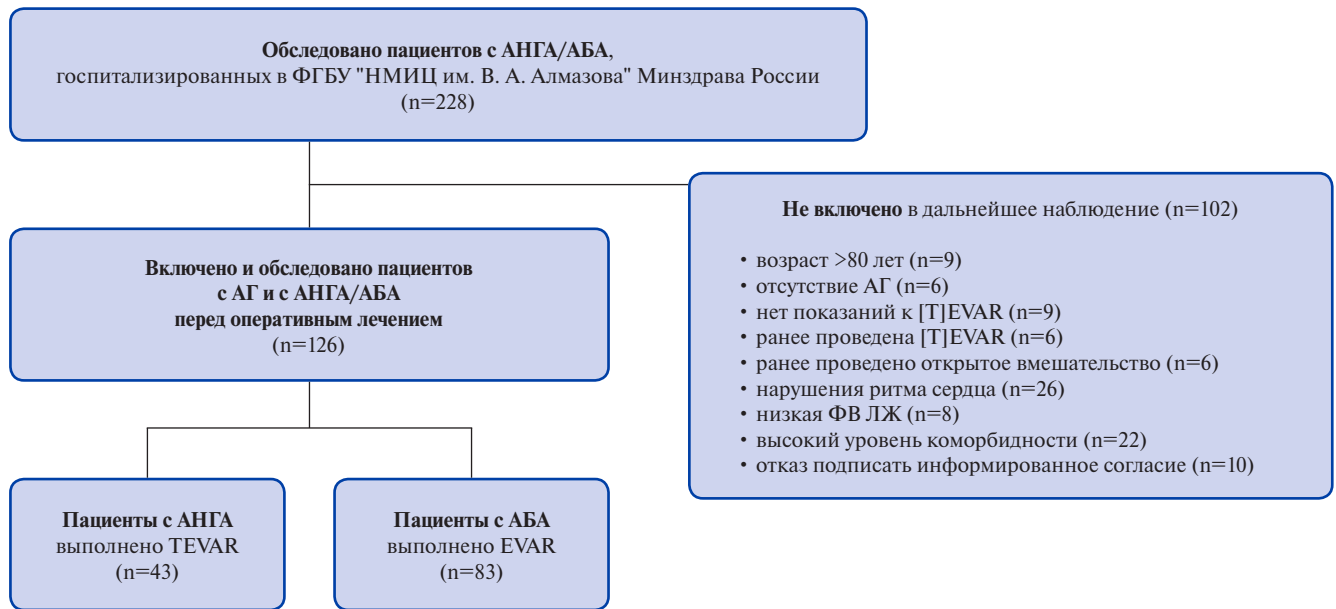


Рис. 1. Дизайн исследования.

Сокращения: АБА — аневризма брюшного отдела аорты, АГ — артериальная гипертензия, АНГА — аневризма нисходящего грудного отдела аорты, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, [T]EVAR — эндоваскулярное лечение аорты.

До и после (перед выпиской из стационара) оперативного лечения всем пациентам проводили измерение периферического АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС) в соответствии с Клиническими рекомендациями по АГ в положении пациента сидя после пятиминутного отдыха осциллометрическим автоматическим тонометром AND UA-651 BLE (AND, Япония) с плечевой манжетой диаметром соответствующей окружности плеча пациента. Проводили 3 последовательных измерения на доминантной руке с интервалом в 1-2 мин, и расчетом среднего значения САД и диастолического АД (ДАД) из двух последних измерений [17]. Неконтролируемой АГ считали повышение клинического (офисного) АД $\geq 140/90$ мм рт.ст.

Аппланационная тонометрия для расчета центрального АД и кфСРПВ проводилась с использованием прибора Sphygmocor (AtCor, Австралия), программное обеспечение которого позволяет трансформировать пульсовую волну, зарегистрированную на лучевой артерии, в центральную, способ был валидирован и у пациентов с АА [18]. Измерение центрального АД проводилось в положении пациента сидя с расслабленной верхней конечностью, лежащей на опоре. Регистрация пульсовой волны на лучевой артерии кисти доминантной верхней конечности осуществлялась с помощью высокоточного пьезоэлектрического датчика Миллара (Millar Instruments, TX, США) в течение ~10 с, после получения изображения сфигмограммы с постоянной формой. Автоматически рассчитывались уровни АД в аорте — центральное САД, ДАД, пульсовое АД (ЦПД), характеристики центральной пульсовой вол-

ны (давление на первом пике (P1) подъема прямой пульсовой волны (P1H) принималось за давление выброса, дальнейший прирост до второго пика (P2) означал отраженное давление — давление аугментации (ДА)). Рассчитывались время до первого (T1) и до второго (T2) систолических пиков прямой волны, время появления отраженной волны (Tr). В качестве дополнительных показателей, полученных с помощью указанного прибора, определялся индекс усиления отраженной волны, индекс аугментации (AIx) — выраженный в процентах показатель, демонстрирующий соотношение амплитуд прямой и отраженной пульсовой волн по отношению к пульсовому давлению в аорте: $AIx = (ДА/ЦПД) \times 100$. С целью минимизировать влияние ЧСС на данный показатель, использовались результаты оценки AIx, скорректированные по стандартной ЧСС, составляющей по умолчанию 75 уд./мин. Значение амплификации пульсового давления (АПД) рассчитывалось как соотношение пульсового давления в аорте к периферическому пульсовому давлению (ПД): $АПД = (ЦПД/периферическое ПД) \times 100$.

Показатель кфСРПВ измерялся исключительно до операции с использованием того же прибора путем последовательной регистрации пульсовой волны на сонной и на бедренной артериях в положении пациента лежа на спине. Сфигмограмма была синхронизирована с зубцом R на поверхностной электрокардиограмме, и расчет кфСРПВ основывался на времени, необходимом для прохождения прямой волны кровотока между точками ее регистрации по формуле: $кфСРПВ = D/\Delta t$, где D — расстояние (метры), которое

проходит пульсовая волна между двумя точками регистрации (сонной и бедренной артериями); Δt — время прохождения волной этого расстояния (секунды) [19].

Эхокардиографическое исследование выполняли по стандартному протоколу центра на аппарате Toshiba Medical Systems (Япония) или VIVID-7 (GE, США). Для определения субклинического поражения миокарда использовали критерии, описанные в Клинических рекомендациях по АГ [17]. Объем левого предсердия и индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) индексировали к площади поверхности тела. Критериями гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ) считали ИММЛЖ для мужчин $>115 \text{ г/м}^2$, для женщин $>95 \text{ г/м}^2$. Относительную толщину стенки левого желудочка (ЛЖ) рассчитывали как сумму толщины межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ к конечному диастолическому размеру ЛЖ. В качестве критерия концентрического ремоделирования ЛЖ использовали пограничное значение относительной толщины стенки в 0,43 единицы. Кроме этого, оценивали параметры, характеризующие диастолическую функцию ЛЖ (E/A — соотношения пиков трансмитрального кровотока, E/e' — отношение пика скорости фазы раннего диастолического наполнения к пику миокардиальной скорости раннего диастолического наполнения латеральной части фиброзного митрального кольца).

Статистический анализ. Количественные переменные представлены в виде среднего и среднеквадратичного отклонения ($M \pm SD$), 95% доверительного интервала, или же медианы (Me) с указанием 25-ого и 75-го квартилей. Проверка согласия распределения количественных показателей с нормальным (Гауссовым) проводилась при помощи критерия Шапиро-Уилка. В случае соответствия данных нормальному распределению значимость различий между переменными осуществлялась согласно критериям t Стьюдента, в противном случае — по критериям У

Манна-Уитни или Уилкоксона. Качественные признаки, выраженные категориальными переменными, представлены как их частота и доля, выраженная в процентах. Сравнение категориальных переменных проводилось с использованием критерия хи-квадрат. Корреляционный анализ проводили согласно критерию Пирсона или Спирмена, в зависимости от характера распределения данных.

Проводили одно-/многофакторный линейный регрессионный анализ. Так как использовали в качестве независимых переменных в т.ч. и качественные характеристики, то применяли принудительное включение (enter) в потенциальную модель всех использованных переменных. Независимые переменные использовались на основании подготовительного корреляционного анализа, руководствуясь логикой и клинической значимостью переменных-кандидатов.

Различия показателей считались статистически значимыми при значениях $p < 0,05$. Статистический анализ данных, полученных в ходе исследования, проведен с использованием пакета статистических прикладных программ SPSS Statistics (версия 23.0), IBM Corp., США и программного обеспечения для статистического анализа с открытым исходным кодом JASP (версия 0.18.1), JASP Team.

Результаты

Всего было обследовано 228 пациентов, из которых 102 не были включены (рис. 1). Анализ выполнен на данных 126 пациентов, разделенных на 2 группы в зависимости от локализации АА — больные с АНГА (43 пациента) и с АБА (83 пациента). Среди обследованных преобладали пациенты мужского пола (103 мужчин), средний возраст — 67 ± 9 лет. Оценена распространенность частоты сопутствующих ССЗ и факторов сердечно-сосудистого риска, иные характеристики когорты пациентов (табл. 1). Медиана про-

Таблица 1

Исходные характеристики включенных пациентов

Показатели, n (%); $M \pm SD$; Me [Q 25%; 75%]	Все пациенты (n=126)	Пациенты с АНГА (n=43)	Пациенты с АБА (n=83)	Значение p, АНГА vs АБА
Клинико-демографические характеристики				
Пол:				0,94
Мужчины, n (%)	103 (82)	35	68	
Женщины, n (%)	23 (18)	8	15	
Возраст (годы)	67 ± 9	63 ± 10	69 ± 7	$<0,001$
ИМТ (кг/м^2)	$28,1 [25,5; 31,3]$	$28,7 [25,5; 32,3]$	$27,8 [25,4; 30,7]$	0,38
Ожирение, n (%)	49 (39)	19	30	0,38
Активные курильщики, n (%)	55 (44)	17	38	0,79
Длительность анамнеза АГ (годы)	10 [6; 15]	10 [8; 15]	10 [5; 20]	0,77
Достигнут контроль АД на момент отбора, n (%)	74 (59)	22	52	0,25
Высокий уровень приверженности к АГТ, n (%)	38 (31)	10	28	0,6
ИБС, n (%)	85 (68)	21	64	0,001

Таблица 1. Продолжение

Показатели, n (%); M±SD; Me [Q 25%; 75%]	Все пациенты (n=126)	Пациенты с АНГА (n=43)	Пациенты с АБА (n=83)	Значение p, АНГА vs АБА
Перенесенный ИМ, n (%)	35 (28)	6	29	0,013
Перенесенное ОНМК, n (%)	6 (5)	3	3	0,4
Перенесенная ТИА, n (%)	8 (6)	2	6	0,57
ХСН (по классификации NYHA >II ФК), n (%)	7 (6)	2	5	0,75
Диагностированная ХБП, n (%)	33 (26)	7	26	0,07
Сахарный диабет тип 2, n (%)	22 (18)	4	18	0,08
Индекс коморбидности (индекс Charlson)	4 [3; 6]	3 [2; 5]	5 [4; 6]	<0,001
Данные EQ-5D-3L (индекс)	0,85 [0,78; 0,96]	0,82 [0,78; 0,89]	0,88 [0,79; 1,0]	0,19
Данные EQ-5D-3L (визуально-аналоговая шкала)	66±17	59±18	71±16	<0,05
Данные TEVAR-RISK (%)	—	0,94 [0,59; 0,94]	—	—
Данные EVAR Short-Stay Discharge (баллы)	—	—	12 [10; 13,5]	—
Данные EVAR-MI-RISK (%)	—	—	0,6 [0,5; 0,8]	—
Биохимические показатели				
Общий холестерин сыворотки (ммоль/л)	4,3 [3,4; 5,3]	4,1 [3,3; 4,9]	4,4 [3,5; 5,6]	0,28
Глюкоза сыворотки (ммоль/л)	5,5 [4,9; 5,9]	5,3 [4,9; 5,9]	5,5 [5; 6]	0,04
Креатинин сыворотки (мкмоль/л)	91,5 [76,2; 109,8]	87 [74,5; 105,3]	92 [76; 116]	0,21
Расчетная скорость клубочковой фильтрации (мл/мин/1,73 м ²)	71,3±19,5	76,7±20,3	68,5±18,6	0,03
Результаты мультиспиральной компьютерной томографии-ангиографии				
Диаметр аневризмы аорты (мм)	60 [53; 70]	55 [43; 65]	60 [55; 72]	0,009
Длина аневризмы аорты (мм)	100 [71,5; 125]	80 [42,5; 121,3]	106 [77,5; 125]	0,06
Медикаментозная терапия				
Количество антигипертензивных препаратов, n	2 [2; 4]	3 [2; 4]	2 [1; 3]	0,003
Прием бета-адреноблокаторов, n (%)	98 (78)	37	61	0,11
Прием иАПФ, n (%)	47 (37)	14	33	0,43
Прием БРА II, n (%)	64 (51)	26	38	0,12
Прием тиазидных диуретиков, n (%)	37 (29)	20	17	0,002
Прием петлевых диуретиков, n (%)	9 (7)	2	7	0,43
Прием блокаторов кальциевых каналов, n (%)	48 (38)	22	26	0,03
Прием антагонистов минералокортикоидных рецепторов, n (%)	9 (7)	2	7	0,43
Прием агонистов имидазолиновых рецепторов, n (%)	7 (6)	5	2	0,03
Прием препаратов ацетилсалициловой кислоты, n (%)	120 (95)	41	79	0,97
Прием препаратов ингибиторов ГМГ-КоА-редуктазы, n (%)	118 (94)	39	79	0,33
Особенности оперативного лечения				
Длина основного модуля стент-графта (мм)*	140 [103; 198,5]	200 [160; 200]	111 [103; 140]	<0,001
Койко-день (дни)	10 [8; 14]	10 [8; 17]	10 [7,5; 13]	0,49

Примечание: * — конструкции стент-графта различались в зависимости от отдела аорты, подлежащего эндопротезированию: в группе АНГА при лечении аорты применялся один модуль, в то время как количество модулей и баншей стент-графта в группе АБА составляло от 1 до 5.

Сокращения: АБА — аневризма брюшного отдела аорты, АГТ — антигипертензивная терапия, АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, АНГА — аневризма нисходящего грудного отдела аорты, БРА II — блокаторы рецепторов ангиотензина II, иАПФ — ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМТ — индекс массы тела, ИМ — инфаркт миокарда, ингибиторы ГМГ-КоА-редуктазы — ингибиторы гидроксиметилглутарил-коэнзим А-редуктазы, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, ТИА — транзиторная ишемическая атака, ФК — функциональный класс, ХБП — хроническая болезнь почек, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, EQ-5D-3L (European Quality of Life Questionnaire) — Европейский опросник оценки качества жизни.

должительности АГ составила 10 [6; 15] лет. Показано, что часто в диагнозе фигурирует ИБС (в т.ч. в форме перенесенного инфаркта миокарда), ожирение, хроническая болезнь почек, сахарный диабет (СД) 2 типа. Приблизительно две трети больных либо были активными курильщиками, либо у них был внушительный стаж курения. Не столь характерными для пациентов оказались симптомная хроническая сер-

дечная недостаточность, редки перенесенные острое нарушение мозгового кровообращения и транзиторная ишемическая атака.

В рамках сравнительного анализа групп пациентов АНГА и АБА (табл. 1) показано, что последние значительно старше, у них чаще встречается ИБС, однако частота регистрации других сопутствующих заболеваний у пациентов одинакова. Также не выявлено раз-

Таблица 2

Исходные показатели периферической, центральной гемодинамики и эхокардиографии включенных пациентов

Показатели, n (%); M±SD; Me [Q 25%; 75%]	Все пациенты (n=126)	Пациенты с АНГА (n=43)	Пациенты с АБА (n=83)	Значение p, АНГА vs АБА
Показатели офисного АД, центрального АД и артериальной жесткости				
Офисное САД (мм рт.ст.)	134±18	139±18	132±18	0,043
Офисное ДАД (мм рт.ст.)	80±11	83±11	79±10	0,029
Офисное пульсовое давление (мм рт.ст.)	54±14	55±13	53±14	0,35
Офисная ЧСС (уд./мин)	61 [57; 66]	61 [58; 68]	61 [55; 67]	0,58
Центральное САД (мм рт.ст.)	125±17	128±17	124±18	0,25
Центральное ДАД (мм рт.ст.)	81±11	84±11	79±11	0,026
Центральное пульсовое давление (мм рт.ст.)	44±13	44±12	45±14	0,89
Давление аугментации (мм рт.ст.)	14 [9; 19]	12 [6; 14]	15 [10; 21]	<0,001
Индекс аугментации (%)	26 [18,5; 32]	21 [10; 27]	29 [22; 34]	<0,001
P1H (мм рт.ст.)	30±8	32±8	29±8	0,15
Амплификация пульсового давления (%)	122 [115; 129]	126 [117,8; 138,3]	118 [114; 127,8]	0,007
T1 (мс)	106 [100; 112,8]	109 [100,8; 115,5]	105 [100; 110]	0,11
T2 (мс)	224 [208,3; 238]	222 [201; 236,3]	228 [210,5; 242,3]	0,11
Tr (мс)	139 [129,8; 145]	143 [133,5; 150,3]	136 [128,8; 142,3]	0,003
ED (мс)	308 [285; 325,5]	300 [284,8; 324,5]	309,5 [285; 327,5]	0,69
DD (мс)	664 [580; 744,8]	654 [589; 713]	673 [566,8; 765,8]	0,57
Каротидно-феморальная СРПВ (м/с)	10,1±2,4	10,9±2,3	9,6 ± 2,3	0,006
Эхокардиографические показатели				
Фракция выброса ЛЖ (%)	60 [55; 64]	60 [56,3; 64]	60 [54,5; 64,5]	0,33
Левое предсердие, размер (мм)	44±6	44±7	43±6	0,7
Индекс объема левого предсердия (мл/м ²)	37 [31,8; 42,5]	35 [28,5; 40,5]	37 [34,9; 44]	0,07
E/A	0,76 [0,61; 0,97]	0,96 [0,55; 1,3]	0,82 [0,74; 1,1]	0,23
E/e' сред.	8,5 [6,7; 11]	7,4 [5,5; 11,7]	9 [7,5; 10,4]	0,16
Относительная толщина стенки ЛЖ	0,44±0,08	0,45±0,08	0,43±0,07	0,4
Индекс массы миокарда ЛЖ (г/м ²)	114 [100; 134,8]	110 [98; 139,3]	115 [101; 135]	0,44
ГЛЖ, n (%)	70 (56)	24	46	0,83

Сокращения: АБА — аневризма брюшного отдела аорты, АД — артериальное давление, АНГА — аневризма нисходящего грудного отдела аорты, ГЛЖ — гипертрофия левого желудочка, ДАД — диастолическое артериальное давление, ЛЖ — левый желудочек, САД — систолическое артериальное давление, СРПВ — скорость распространения пульсовой волны, ЧСС — частота сердечных сокращений, DD — длительность диастолы, E/A — соотношения пиков трансмитрального кровотока, E/e' — отношение пика скорости фазы раннего диастолического наполнения к пику миокардиальной скорости раннего диастолического наполнения латеральной части фиброзного митрального кольца, ED — длительность систолы, P1H — давление на первом пике (P1) подъема прямой пульсовой волны, T1 — время до первого (P1) систолического пика прямой волны, T2 — время до второго (P2) систолического пика прямой волны, Tr — время появления отраженной волны.

личий по показателям липидного профиля. Индекс коморбидности (индекс Charlson) варьировал в общей группе от 1 до 8 (медиана 4 [3; 6] единицы), был выше в группе больных АБА. Пациентам с АНГА было назначено больше антигипертензивных препаратов, в частности, дигидропиридиновых блокаторов кальциевых каналов, тиазидных диуретиков и агонистов имидазолиновых рецепторов. Гиполипидемическую терапию ингибиторами ГМГ-КоА-редуктазы и бета-адреноблокаторы получали подавляющее большинство пациентов, различий между группами не наблюдалось. Отмечено, что лишь треть из всех включенных пациентов были высоко приверженными к терапии, однако межгрупповой анализ вновь не показал значимых различий.

По результатам офисного измерения АД удовлетворительный контроль АД наблюдался более, чем

в половине случаев. У пациентов с АНГА исходные показатели офисного САД и ДАД были существенно выше (табл. 2). При сопоставлении показателей пульсовой волны в аорте значимых различий центрального САД и АД, P1H между группами выявлено не было. DA и AIx были ниже, а Tr и АПД у пациентов с АНГА были выше по сравнению с АБА. Показатели глобальной сосудистой жесткости также различались: кфСРПВ в группе АНГА была выше. Проанализированы факты субклинического поражения других органов-мишеней: скорость клубочковой фильтрации у пациентов с АБА была ниже, однако эхокардиографические признаки ГЛЖ встречались с одинаковой частотой в группах и обнаружены у половины пациентов.

По данным EQ-5D-3L КЖ, оцененное пациентами по ВАШ, находилось в диапазоне 60-70%, и зна-

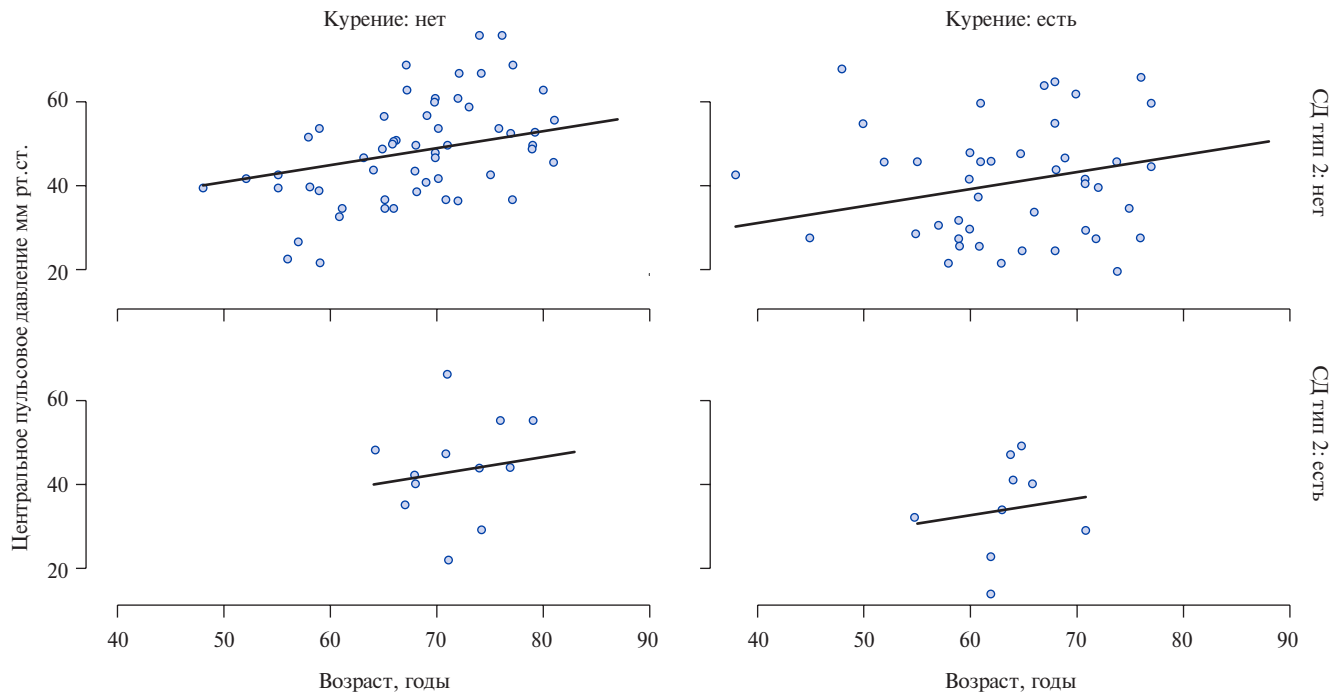


Рис. 2. Взаимосвязи между ЦПД и возрастом, курением, СД 2 типа.

Сокращение: СД — сахарный диабет.

чительно выше согласно индексам пользы — в среднем выше 0,8 единиц. В группе больных АНГА показатель КЖ по ВАШ был ниже, чем в группе АБА, однако не различался при оценке ответов на вопросы с использованием специфичных для российской популяции наборов значений [20].

При проведении однофакторных линейных регрессионных анализов были выявлены прямая связь между кфСРПВ и возрастом ($\beta=0,308$, $p=0,001$), обратная — с диаметром АА ($\beta=-0,239$, $p=0,013$). Центральное ДАД было прямо связано с диаметром АА ($\beta=0,196$, $p=0,028$). При проведении многофакторного линейного регрессионного анализа ЦПД было прямо связано с возрастом, обратная связь найдена с наличием СД 2 типа и курением ($p<0,05$ для всех независимых переменных, включенных в модель) (рис. 2).

В попытках определить факторы, связанные с ремоделированием миокарда ЛЖ, включали показатели глобальной сосудистой жесткости и гемодинамические параметры. В общей группе больных для ИММЛЖ отмечены слабые, но статистически значимые прямые корреляционные связи с центральным ($p=0,037$) и периферическим ПД ($p=0,018$). Прямая и умеренная корреляционная связь выявлена между показателями ИММЛЖ и Р1Н ($r=0,32$; $p=0,002$). Показатели артериальной жесткости были слабо, но статистически значимо связаны с эхокардиографическими показателями, отражающими диастолическую

функцию ЛЖ: чем выше значения ДА и кфСРПВ, тем ниже Е/А и Е/е' (для всех пар сравнения $p<0,05$). Однако при включении всех этих переменных в модель линейной регрессии не получено значимой ассоциативной связи.

Технический успех эндопротезирования достигнут во всех случаях. Госпитальной летальности не зафиксировано. Период госпитализации (койко-день) в клинике в обеих группах не различался и в среднем составлял чуть более 1 нед. При выписке из стационара (после выполнения [T]EVAR) было выявлено снижение САД и ДАД по сравнению с исходными показателями. Разность средних периферического САД составила — 9 мм рт.ст. ($p<0,001$). Снижение центрального САД после операции было более выражено и составило — 14 мм рт.ст. ($p<0,001$). Разность средних значений ДАД составила — 9 мм рт.ст. как для периферического, так и центрального АД (оба $p<0,001$). Наблюдалось значимое снижение ЦПД (–5 мм рт.ст., $p=0,001$), но не периферического ПД ($p=0,89$). В то же время после операции была отмечена тенденция к повышению Р1Н в сравнении с исходными значениями. Наблюдалось значимое снижение ДА ($p<0,001$) и А1х ($p<0,001$) после выполнения [T]EVAR, независимо от локализации эндопротеза ($r_{\text{межгрупповая}}=0,898$). После операции регистрировали повышение АД ($p<0,001$) и ЧСС (+10 уд./мин, $p<0,001$). Время отраженного давления снизилось (–26 мс, $p<0,001$).

Обсуждение

В настоящем исследовании описаны особенности довольно крупной выборки пациентов с АГ в сочетании с АНГА/АБА, госпитализированных для плановой [Т]ЕVAR, проанализированы исходные характеристики данной выборки пациентов при поступлении, а также изменения гемодинамических параметров в раннем послеоперационном периоде. Хотя внушительная доля пациентов не была включена в анализ, окончательная выборка довольно крупная и данные, представленные в данной работе, могут иметь и научный, и практический интерес. Нами была найдена зависимость кфСРПВ и центрального ДАД от диаметра аневризмы, а также различия в параметрах центральной гемодинамики, которые зависели от локализации АА. Показано, что оперативное лечение проходит без значимых осложнений, и что в раннем послеоперационном периоде наблюдается значительное снижение центрального ПД, AIx , при этом ЧСС увеличивается.

Подобно данным других крупных регистров, включающих пациентов с АА, показано, что среди пациентов с АНГА и АБА преобладали мужчины пожилого возраста, подавляющее большинство из которых имело внушительный стаж курения [1, 2]. Было выявлено, что ИБС, ожирение, хроническая болезнь почек, СД 2 типа являются наиболее частыми сопутствующими заболеваниями. Вместе с тем сравнительный анализ показал, что индекс коморбидности (индекс Charlson) различался в зависимости от уровня поражения аорты, и был выше в группе АБА. Можно отметить, что среди больных с АНГА и АБА, частота регистрации ИБС (в т.ч. перенесенного инфаркта миокарда) находится в среднем характерном для них диапазоне величин, но превышающих показатели популяций пациентов с иными ССЗ [1, 2, 21]. Продемонстрирован низкий риск периоперационных осложнений в обеих исследуемых группах, что согласуется с результатами других исследований [15, 16]. Нами было установлено, что до операции в группе пациентов АНГА показатель КЖ был ниже, чем в группе АБА. Согласно результатам исследований после [Т]ЕVAR у пациентов пожилого возраста в целом психологический и физический компоненты КЖ изменялись в позитивную сторону [22].

Длительность АГ в исследуемой выборке была сравнима с результатами других исследований [1]. Частота контролируемой АГ по данным офисного АД мало отличается от других популяций пациентов с АА, но выше, чем среди больных с АГ без патологии аорты [1, 23]. Важно, что отсутствие контроля АГ, т.е. сохраняющееся повышенное АД, является установленным фактором риска острых аортальных событий у пациентов с АА. В метаанализе, включающем >15 тыс. пациентов с АБА, показано, что риск разрыва стенки аорты значимо увеличивался при повыше-

нии ПД [24]. В нашем исследовании было показано, что лишь у трети пациентов наблюдалась удовлетворительная приверженность терапии. В одном исследовании, включающем >12 тыс. больных с АБА, показали, что пятилетняя выживаемость была значимо выше у пациентов, стабильно принимавших антигипертензивную терапию (АГТ), по сравнению с менее приверженными пациентами [25]. Чаще всего из антигипертензивных препаратов пациентам, включенным в регистр, назначались бета-адреноблокаторы и ингибиторы ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. Однако схемы АГТ различались: интенсивность АГТ была выше при АНГА, чаще чем пациентам с АБА им был рекомендован прием блокаторов кальциевых каналов, тиазидных диуретиков и агонистов имидазолиновых рецепторов.

Оба заболевания — АА и АГ характеризуется повышенной артериальной жесткостью [26]. Была признана линейная положительная зависимость артериальной жесткости от возраста, что, в свою очередь, приводит к увеличению амплитуды прямой пульсовой волны, и следовательно, повышению центрального САД и ПД [27]. Следует подчеркнуть, что в настоящем исследовании старший возраст ассоциировался с повышением кфСРПВ и ЦПД. Было показано, что давление на первом пике подъема прямой волны и центральное САД у пациентов двух групп не различалась, таким образом, демпфирование пульсовой волны не отличалось в зависимости от отдела патологической дилатации аорты. Давление на первом систолическом пике волны центрального АД напрямую связано с кфСРПВ [27].

При сопоставлении кфСРПВ выявили более высокие ее значения среди больных с АНГА, несмотря на то, что пациенты с АБА были значительно старше и у них чаще выявлялись клинические признаки атеросклероза. Предполагается, что увеличение диаметра сосуда может снижать СРПВ. Подтверждением вышеописанного механизма является наблюдаемая в исследовании обратная корреляционная связь диаметра аневризмы и кфСРПВ. Эта зависимость была продемонстрирована в более ранних наших исследованиях и в работах научной группы Bailey MA, et al. [8, 28]. С другой стороны, повышенное центральное ДАД оказалось связано с большей выраженностью дилатации АА, что отчасти совпадает с результатами крупного и длительного когортного исследования о большей роли повышения ДАД исходно для увеличении риска развития АБА, в сравнении с риском выявления иных ССЗ и их осложнений [29]. Помимо этого, Bhak RH, et al., пронаблюдав 534 пациента с АБА в течение 3 лет, показали и обратную и прогрессивную зависимость: исходное повышение периферического ДАД было связано с ростом размера АБА, в то время как для САД не было найдено такой зависимости [30]. Эти результаты дают основание по-

лагать, что именно показатели ДАД в данной популяции играют определяющую роль. Парадоксально, но ЦПД оказалось ниже у курящих пациентов и/или у пациентов с диабетом, а диаметр АА среди включенных нами пациентов с этими факторами риска, оказался выше. В основе снижения ЦПД при большем размере АА, вероятно, лежит снижение амплитуды прямой волны в сосуде из-за псевдообъема и снижения функции демпфирования [31].

В группе АБА значения ДА и АІх были выше нежели в популяциях пациентов с АГ без поражения аорты [6], что можно связать с высокой ригидностью стенки сосуда. Показатель сосудистой жесткости, кФСРПВ, приводит к более раннему отражению волны, тем самым увеличивая прирост центрального САД. Кроме этого, а) близость к аневризме бифуркации брюшной аорты — главного естественного препятствия на пути кровотока, где впервые возникает отраженная волна, и б) возможная компенсаторная вазоконстрикция периферических артерий, возникающая при снижении скорости потока крови при АБА, приводят к более раннему возникновению отраженной волны, тем самым увеличивая ее амплитуду и АІх. Феномен не столь высоких показателей ДА и АІх у пациентов с АНГА, вероятно, объясняется смещением локусов отражения волны. Важно отметить, что выявленные различия во времени прихода отраженной волны между АНГА и АБА не были связаны с ЧСС.

Наши результаты противоречат устоявшемуся мнению о том, что ЦАД сильнее периферического АД связано с субклиническим поражением органов-мишеней (в т.ч. ГЛЖ) [27]. Однако связи ПД и некоторых характеристик пульсовой волны (например, РІН) с ИММЛЖ оказываются значительнее, чем таковые для САД. Мы также продемонстрировали влияние повышения артериальной жесткости на состояние диастолической функции ЛЖ. Повышение ДА и кФСРПВ ассоциировалось с меньшим отношением E/A и E/e' . Однако здесь нужно упомянуть о смещении выборки в сторону диастолической дисфункции первого типа (нарушение релаксации), и мы не можем исключить влияния АГТ и других, возможно, скрытых и неучтенных факторов.

При исследовании динамики АД после [T]EVAR мы показали, что снижение ЦПД реализовывалось преимущественно за счет изменений САД. Но динами-

ки абсолютных значений периферического ПД после операции не наблюдалось. После [T]EVAR наблюдалось повышение ЧСС на 10 уд./мин. При этом существенно снижался АІх в раннем послеоперационном периоде, что соответствует данным литературы [7].

Ограничения исследования. Критерии включения в исследование были достаточно строгими, поэтому количество пациентов невелико, и возможно мощность выборки оказалась недостаточной для определения более сильных связей между указанными параметрами. Нет группы сравнения. Несоответствие степени приверженности довольно высоким показателям контролируемости АГ можно объяснить также и тем фактом, что измерения офисного АД регистрировали в стационарных условиях, т.е. нельзя исключить психологический компонент, а также тот факт, что во время госпитализации выше вероятность стабильного приема выдаваемой пациентам лекарственной терапии. Методики выполнения [T]EVAR и сами материалы эндографтов постоянно эволюционируют. В нашем исследовании не учитывались и не прослежена связь между количеством модулей графтов, фактом их фенестрации и особенностями материала, т.к. подобное разделение создало бы серьезную разнородность выборки. Поиск подобных взаимосвязей — предмет будущих исследований

Заключение

У пациентов с АГ и АНГА/АБА, направленных для [T]EVAR, имеется высокое бремя коморбидности при высоких показателях КЖ. Хотя подавляющее большинство больных получают комбинацию лишь двух препаратов, выявлена недостаточно высокая приверженность к терапии. Увеличение диаметра АА ассоциировано со снижением кФСРПВ и повышенным центральным ДАД, что свидетельствует о потенциальном влиянии аневризмы на центральную гемодинамику у пациентов, принимающих АГТ. Имплантация эндопротеза в аорту сопровождается снижением ЦПД и АІх в раннем послеоперационном периоде у всех пациентов.

Отношения и деятельность. Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (номер гранта № 23-25-00272, соглашение от 12.01.2023).

Литература/References

- McClure RS, Brogly SB, Lajkosz K, et al. Epidemiology and management of thoracic aortic dissections and thoracic aortic aneurysms in Ontario, Canada: A population-based study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155(6):2254-64.e4. doi:10.1016/j.jtcvs.2017.11.105.
- Cochennec F, Couture T, Chiche L. Comparison of Immediate, Medium, and Long-Term Postoperative Results of Open Surgery and Fenestrated/Branched Stent Grafts for Extended Thoracoabdominal Aortic Aneurysms. *J Clin Med.* 2023;12(23):7207. doi:10.3390/jcm12237207.
- Khbulava GG, Shikhverdiev NN, Peleshok AS, et al. Acute aortic syndrome: predictors of hospital mortality. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2019; 61(4):317-22. (In Russ.) Хубулава Г.Г., Шихвердиев Н.Н., Пелешок А.С. и др. Острый аортальный синдром: предикторы общей госпитальной летальности. *Грудная И Сердечно-Сосудистая Хирургия.* 2019;61(4):317-22. doi:10.24022/0236-2791-2019-61-4-317-322.
- Rooprai J, Boodhwani M, Beauchesne L, et al. Central Hypertension in Patients With Thoracic Aortic Aneurysms: Prevalence and Association With Aneurysm Size and Growth. *Am J Hypertens.* 2022;35:79-86. doi:10.1093/ajh/hpaa183.
- Boczar KE, Boodhwani M, Beauchesne L, et al. Aortic Stiffness, Central Blood Pressure, and Pulsatile Arterial Load Predict Future Thoracic Aortic Aneurysm Expansion. *Hypertension.* 2021;77:126-34. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.16249.

6. Åström Malm I, De Basso R, Blomstrand P, et al. Increased arterial stiffness in males with abdominal aortic aneurysm. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2021;41:68-75. doi:10.1111/cpf.12667.
7. Lee CW, Sung SH, Chen CK, et al. Measures of carotid-femoral pulse wave velocity and augmentation index are not reliable in patients with abdominal aortic aneurysm. *J Hypertens*. 2013;31:1853-60. doi:10.1097/HJH.0b013e328362360a.
8. Bailey MA, Davies JM, Griffin KJ, et al. Carotid-femoral pulse wave velocity is negatively correlated with aortic diameter. *Hypertens Res*. 2014;37:926-32. doi:10.1038/hr.2014.101.
9. Van Popele NM, Grobbee DE, Bots ML, et al. Association between arterial stiffness and atherosclerosis: the Rotterdam Study. *Stroke*. 2001;32:454-60. doi:10.1161/01.str.32.2.454.
10. Goodney P, Mao J, Columbo J, et al. Use of linked registry claims data for long term surveillance of devices after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: observational surveillance study. *BMJ*. 2022;379:e071452. doi:10.1136/bmj-2022-071452.
11. Writing Committee Members, Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J, et al. 2022 ACC/AHA guideline for the diagnosis and management of aortic disease: A report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2023;S0022-5223(23)00347-1. doi:10.1016/j.jtcvs.2023.04.023.
12. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, et al. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis*. 1987;40(5):373-83. doi:10.1016/0021-9681(87)90171-8.
13. Amirdjanova VN, Erdes SF. Validation of general questionnaire EuroQol-5D (EQ-5D) Russian version. *Rheumatology Science and Practice*. 2007;45(3):69-76. (In Russ.) Amirdjanova V.N., Эрдеc Ш.Ф. Валидация русской версии общего опросника EuroQol-5D (EQ-5D). *Научно-практическая ревматология*. 2007;45(3):69-76.
14. Bertges DJ, Neal D, Schanzer A, et al.; Vascular Quality Initiative. The Vascular Quality Initiative Cardiac Risk Index for prediction of myocardial infarction after vascular surgery. *J Vasc Surg*. 2016;64(5):1411-21.e4. doi:10.1016/j.jvs.2016.04.045.
15. Zarkowsky DS, Nejim B, Hubara I, et al. Deep Learning and Multivariable Models Select EVAR Patients for Short-Stay Discharge. *Vasc Endovascular Surg*. 2021;55(1):18-25. doi:10.1177/1538574420954299.
16. Naazie IN, Gupta JD, Azzadeh A, et al. Risk calculator predicts 30-day mortality after thoracic endovascular aortic repair for intact descending thoracic aortic aneurysms in the Vascular Quality Initiative. *J Vasc Surg*. 2022;75(3):833-41.e1. doi:10.1016/j.jvs.2021.08.056.
17. Kobalava ZhD, Konradi AO, Nedogoda SV, et al. Arterial hypertension in adults. Clinical guidelines 2020. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(3):3786. (In Russ.) Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(3):3786. doi:10.15829/1560-4071-2020-3-3786.
18. Holewijn S, Vermeulen JJM, van Helvert M, et al. Validation of Central Pressure Estimation in Patients with an Aortic Aneurysm Before and After Endovascular Repair. *Cardiovasc Eng Technol*. 2022;13:265-78. doi:10.1007/s13239-021-00574-3.
19. Van Bortel LM, Laurent S, Boutouyrie P, et al. Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity. *J Hypertens*. 2012;30:445-8. doi:10.1097/HJH.0b013e32834fa8b0.
20. Omelyanovskiy V, Musina N, Ratushnyak S, et al. Valuation of the EQ-5D-3L in Russia. *Qual Life Res*. 2021;30(7):1997-2007. doi:10.1007/s11136-021-02804-6.
21. Shalnova SA, Deev AD, Kapustina AV, et al. Coronary heart disease in persons older than 55 years. Prevalence and prognosis. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2014;13(4):21-8. (In Russ.) Шальнова С.А., Деев А.Д., Капустина А.В. и др. Ишемическая болезнь сердца у лиц 55 лет и старше. Распространенность и прогноз. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2014;13(4):21-8. doi:10.15829/1728-8800-2014-4-21-28.
22. Kärkkäinen JM, Sandri GA, Tenorio ER, et al. Prospective assessment of health-related quality of life after endovascular repair of pararenal and thoracoabdominal aortic aneurysms using fenestrated-branched endografts. *J Vasc Surg*. 2019;69(5):1356-66.e6. doi:10.1016/j.jvs.2018.07.060.
23. Balanova YuA, Shalnova SA, Imaeva AE, et al. Prevalence, Awareness, Treatment and Control of Hypertension in Russian Federation (Data of Observational ESSERF-2 Study). *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2019;15(4):450-66. (In Russ.) Баланова Ю.А., Шальнова С.А., Имаева А.Э. и др. Распространенность артериальной гипертензии, охват лечением и его эффективность в Российской Федерации (данные наблюдательного исследования ЭССЕ-РФ-2). *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2019;15(4):450-66. doi:10.20996/1819-6446-2019-15-4-450-466.
24. Sweeting MJ, Thompson SG, Brown LC, et al.; RESCAN collaborators. Meta-analysis of individual patient data to examine factors affecting growth and rupture of small abdominal aortic aneurysms. *Br J Surg*. 2012;99(5):655-65. doi:10.1002/bjs.8707.
25. Bahia SS, Vidal-Diez A, Seshasai SR, et al. Cardiovascular risk prevention and all-cause mortality in primary care patients with an abdominal aortic aneurysm. *Br J Surg*. 2016;103(12):1626-33. doi:10.1002/bjs.10269.
26. Gurevich AP, Emelyanov IE, Ionov MV, et al. Central aortic blood pressure and pulse wave characteristics in patients with descending thoracic and abdominal aortic aneurysm: features, dynamics, and prognostic significance. *Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension*. 2023;29(4):342-52. (In Russ.) Гуревич А.П., Емельянов И.В., Ионов М.В. и др. Показатели центрального артериального давления и характеристики пульсовой волны при аневризме нисходящего грудного и брюшного отделов аорты: особенности, динамика и прогностическое значение. *Артериальная гипертензия*. 2023;29(4):342-52. doi:10.18705/1607-419X-2023-29-4-342-352.
27. Asmar R, Stergiou G, de la Sierra A, et al. Blood pressure measurement and assessment of arterial structure and function: an expert group position paper. *J Hypertens*. 2024;42(9):1465-81. doi:10.1097/HJH.0000000000003787.
28. Gurevich AP, Emelyanov IV, Ionov MV, et al. Changes of vascular stiffness and central blood pressure after endovascular aneurysm repair in patients with hypertension. Results of one-year follow-up. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(12):5645. (In Russ.) Гуревич А.П., Емельянов И.В., Ионов М.В. и др. Динамика сосудистой жесткости и центрального артериального давления после эндоваскулярной изоляции аневризмы аорты у пациентов с артериальной гипертензией. Результаты годичного наблюдения. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(12):5645. doi:10.15829/1560-4071-2023-5645.
29. Rapsomaniki E, Timmis A, George J, et al. Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: lifetime risks, healthy life-years lost, and age-specific associations in 1.25 million people. *Lancet*. 2014;383(9932):1899-911. doi:10.1016/S0140-6736(14)60685-1.
30. Bhak RH, Wininger M, Johnson GR, et al.; Aneurysm Detection and Management (ADAM) Study Group. Factors associated with small abdominal aortic aneurysm expansion rate. *JAMA Surg*. 2015;150(1):44-50. doi:10.1001/jamasurg.2014.2025.
31. Salvi L, Alfonsi J, Grillo A, et al. Postoperative and mid-term hemodynamic changes after replacement of the ascending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2022;163:1283-92. doi:10.1016/j.jtcvs.2020.05.031.