

СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ПЛАНИРОВАНИИ ТРАНСКАТЕТЕРНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТРИКУСПИДАЛЬНОГО КЛАПАНА ПРОТЕЗОМ LUX-VALVE PLUS

Федотенков И.С.¹, Имаев Т.Э.¹, Кучин И.В.¹, Комлев А.Е.¹, Ширкин А.В.¹ Терновой С.К.^{1,2}

1 – ФГБУ НМИЦ кардиологии им. академика Е.И. Чазова МЗ РФ. г. Москва, Россия.

2 – ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский университет). г. Москва, Россия.

Цель исследования. Оценить роль компьютерной томографии (КТ) в планировании транскатетерного протезирования трикуспидального клапана с использованием протеза Lux-Valve Plus и представить первый опыт применения данной технологии в России.

Материалы и методы. Выполнено комплексное обследование пациента 84 лет с тяжёлой вторичной трикуспидальной недостаточностью (4–5 ст.), высоким хирургическим риском (EuroSCORE II 8,6%) и коморбидностью, включавшее эхокардиографию (ЭхоКТ) и КТ сердца (Canon Aquilion ONE Genesis). Проведён анализ фиброзного кольца трикуспидального клапана, зон якорения и сосудистого доступа.

Результаты и обсуждение. По данным предоперационной КТ определены основные анатомические параметры трикуспидального клапана и правых камер сердца: размеры фиброзного кольца, периметр, площадь, толщина межжелудочковой перегородки, угол между плоскостью кольца трикуспидального клапана и перегородкой, длина правого желудочка. Определён диаметр внутренней яремной вены, расстояние от фиброзного кольца до правой коронарной артерии. По результатам междисциплинарного консилиума был выбран протез Lux-Valve Plus размером 60 мм. Выполнена успешная транскатетерная имплантация протеза трикуспидального клапана трансъюгулярным доступом. По данным контрольной эхокардиографии, степень трикуспидальной недостаточности уменьшилась с 4–5 до 2 степени, отмечена положительная клиническая динамика.

Заключение. КТ является важным этапом предоперационного планирования транскатетерного протезирования трикуспидального клапана, позволяя точно оценить анатомию ТК и прилежащих структур, выбрать размер протеза и минимизировать риск осложнений. Представленный опыт применения протеза Lux-Valve Plus подчёркивает необходимость предоперационного проведения КТ и стандартизации протокола исследования.

Ключевые слова: трикуспидальная недостаточность, компьютерная томография, эхокардиография, транскатетерное протезирование трикуспидального клапана, протез трикуспидального клапана Lux-Valve Plus.

Контактный автор: Федотенков И.С., e-mail: ifedotenkov@yandex.ru

Для цитирования: Федотенков И.С., Имаев Т.Э., Кучин И.В., Комлев А.Е., Ширкин А.В. Терновой С.К. Компьютерная томография в планировании транскатетерного протезирования трикуспидального клапана протезом Lux-Valve Plus. REJR 2026; 16(2):169-179. DOI: 10.21569/2222-7415-2026-16-2-169-179.

Статья получена: 15.03.26

Статья принята: 01.08.26

COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE PLANNING OF TRANSCATHETER TRICUSPID VALVE REPLACEMENT WITH THE LUX-VALVE PLUS PROSTHESIS

Fedotenkov I.S.¹, Imaev T.E.¹, Kuchin I.V.¹, Komlev A.E.¹, Shirkin A.V.¹, Ternovoy S.K.^{1,2}

1 – National Medical Research Center of Cardiology.

2 – Sechenov University. Moscow, Russia.

Purpose. To evaluate the role of CT in planning of transcatheter tricuspid valve replacement (TTVR) using the Lux-Valve Plus prosthesis and to present the first experience with this technology in Russia.

Materials and Methods. Based on the first domestic experience with the Lux-Valve Plus, a comprehensive examination was performed on an 84-year-old patient with severe secondary mitral regurgitation (grade 4–5), high surgical risk (EuroSCORE II 8.6%), and comorbidities, including echocardiography and cardiac CT (Canon Aquilion ONE Genesis). A detailed analysis of the tricuspid annulus, anchoring zones, and vascular access was performed.

Results and discussion. Preoperative CT scans were used to determine the main anatomical parameters of the tricuspid valve and the right ventricular chambers: the dimensions of the annulus, its circumference, area, and thickness of the interventricular septum; the angle between the plane of the tricuspid annulus and the septum; and the length of the right ventricle. The diameter of the internal jugular vein and the distance from the fibrous annulus to the right coronary artery were determined. Following an interdisciplinary consultation, the Lux-Valve Plus prosthesis, size 60 mm, was selected. Successful transcatheter implantation of the tricuspid valve prosthesis via a transjugular approach was performed. According to follow-up echocardiography, the severity of mitral regurgitation decreased from grade 4–5 to grade 2, and positive clinical dynamics were noted.

Conclusion. CT is an important step in preoperative planning for transcatheter tricuspid valve replacement, allowing for an accurate assessment of the anatomy of the tricuspid valve and adjacent structures, selection of prosthesis size, and minimization of the complications risk. The presented experience with the Lux-Valve Plus prosthesis emphasizes the need for preoperative CT scanning and standardization of the examination protocol.

Keywords: tricuspid regurgitation, computed tomography, echocardiography, TTVR, Lux-Valve Plus tricuspid valve prosthesis.

Corresponding author: Fedotenkov I.S. e-mail: ifedotenkov@yandex.ru

For citation: Fedotenkov I.S., Imaev T.E., Kuchin I.V., Komlev A.E., Shirkin A.V., Ternovoy S.K. Computed tomography in the planning of transcatheter tricuspid valve replacement with the Lux-Valve Plus prosthesis. REJR 2026; 16(2):169-179. DOI: 10.21569/2222-7415-2026-16-2-169-179.

Received: 15.03.26

Accepted: 01.08.26

Трикуспидальная недостаточность (ТН) длительное время оставалась недооценённой патологией в сравнении с поражением левых отделов сердца, что во многом было обусловлено исторически сложившимся представлением о «функциональном» характере данной патологии и ее регрессии после коррекции гемодинамики на левых отделах сердца. За последние десятилетия накоплены убедительные доказательства, что тяжёлая ТН является самостоятельным фактором неблагоприятного прогноза,

ассоциированным с повышенной смертностью, частыми госпитализациями по поводу сердечной недостаточности и значительным снижением качества жизни пациентов [1, 2]. По данным регистров, даже после коррекции митрального или аортального порока сохраняющаяся значимая ТН ухудшает отдалённые исходы [3].

Несмотря на доказанную клиническую значимость, хирургическое лечение ТН применяется ограниченно. Изолированная пластика или протезирование трикуспидального клапана сопряжены с высоким риском ле-

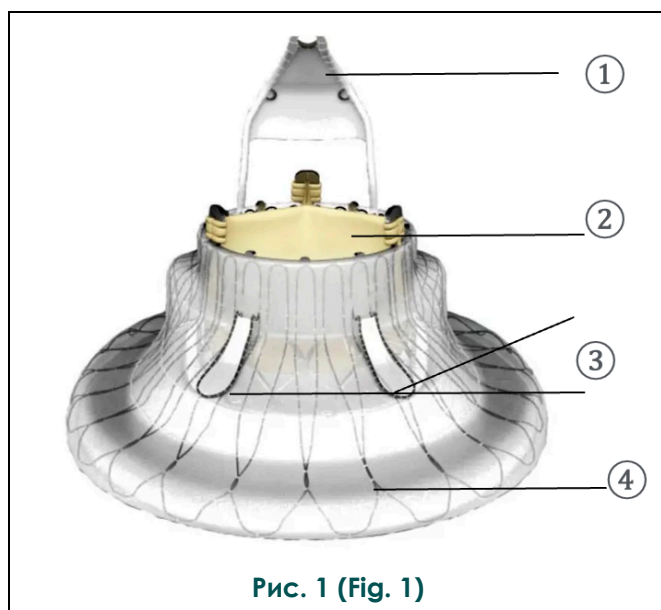


Рис. 1. Схема.

Эндоваскулярный протез трикуспидального клапана LuX-Valve Plus [9].

1 — анкерный язык; 2 — створки клапана; 3 — клипсы («заячьи уши»); 4 — юбка клапана.

Fig. 1. Scheme.

LuX-Valve Plus endovascular tricuspid valve prosthesis [9].

1 — anchor tongue; 2 — valve leaflets; 3 — clips (“hare ears”); 4 — valve skirt.

тальности (до 8–10%) и значительной частотой осложнений, особенно у пациентов с правожелудочковой недостаточностью, циррозом печени, тяжёлой лёгочной гипертензией и повторными операциями на сердце [3, 4]. По данным регистров, до 50% пациентов с тяжёлой симптомной ТН не получают оперативного лечения из-за неприемлемого риска [4].

В этой связи транскатетерные технологии лечения ТН приобретают важное значение [5]. Однако, в отличие от транскатетерного протезирования аортального клапана (TAVI), которое за последние 15 лет стало стандартом лечения и выполняется сотнями тысяч пациентов ежегодно, транскатетерное протезирование трикуспидального клапана (TTVR) находится на начальном этапе клинического внедрения. По данным международных регистров, к 2024–2025 гг. общее число выполненных TTVR не превышает нескольких тысяч, а большинство устройств остаются в стадии клинических исследований или ограниченного применения [6, 7].

Причины столь медленного развития

TTVR многогранны и связаны с анатомическими особенностями трикуспидального клапана: отсутствие жёсткого фиброзного кольца, выраженная овальная форма и значительная динамическая изменчивость размеров в течение сердечного цикла, близость к проводящей системе (пучок Гиса) и правой коронарной артерии (ПКА), которая в 70–80% случаев проходит в непосредственной близости от фиброзного кольца [11, 13]. Кроме того, кальциноз створок, характерный для аортального стеноза, при ТН встречается редко, что лишает оператора естественной опоры для протеза.

На рынке присутствуют несколько устройств для TTVR, каждое из которых имеет свою конструктивную специфику. Среди них — система Evoque (Edwards Lifesciences), Cardiovalve, а также LuX-Valve и LuX-Valve Plus (Jenscare). Протез Lux-Valve Plus, использованный в настоящем исследовании, представляет собой самораскрывающееся устройство с оригинальным механизмом фиксации, не зависящим от радиальной силы (Рис. 1). Фиксация осуществляется за счёт захвата створок нативного клапана и септального якоря, что снижает риск компрессии ПКА и повреждения проводящей системы [8]. Доступ к клапану выполняется через внутреннюю яремную вену, что обеспечивает более прямой и коаксиальный ход системы доставки.

Современные исследования демонстрируют высокую эффективность TTVR: устранение значимой регургитации ($\leq 2+$) достигается у 90–95% пациентов, отмечается улучшение функционального класса хронической сердечной недостаточности, снижение уровня натрийуретических пептидов и признаки обратного ремоделирования правого желудочка [10, 11]. Вместе с тем процедура остаётся технически сложной, требует строгого отбора пациентов и тщательного предоперационного планирования.

КТ, в отличие от эхокардиографии, которая остаётся основным методом функциональной оценки клапанов сердца, позволяет получить точное трёхмерное изображение трикуспидального клапана и окружающих структур, измерить периметр и площадь фиброзного кольца, оценить его динамическую изменчивость, определить взаимоотношения с ПКА и коронарным синусом, а также спланировать сосудистый доступ [12–15]. Без выполнения полноценного КТ-планирования проведение TTVR не может считаться безопасным [16].

В настоящей работе представлен первый в Российской Федерации опыт транска-

тетерного протезирования трикуспидального клапана с использованием протеза Lux-Valve Plus. Детально описан протокол предоперационной КТ, её роль в отборе пациентов, выборе размера протеза и минимизации рисков вмешательства. Данный опыт позволяет сформулировать рекомендации по стандартизации протокола КТ для успешного внедрения технологии в отечественную практику.

Материалы и методы.

В рамках первого в России применения протеза Lux-Valve Plus для TTVR выполнено комплексное клиническое обследование пациента Т, 84 лет, поступившего в ФГБУ «НМИЦК им. академика Е.И. Чазова» с жалобами на выраженные периферические отёки, увеличение живота в объёме (анасарка), одышку при минимальной физической нагрузке, общую слабость. Пациент в детстве перенёс ревматическую лихорадку. В 2010 г. было выполнено протезирование митрального клапана. Клинический статус при поступлении: состояние тяжёлое. Риск по EuroSCORE II – 8,6% (высокий), риск по шкале Triscore – 7%.

Было выполнено: предоперационное эхокардиографическое исследование, КТ трикуспидального клапана с оценкой сосудистого доступа, операция транскатетерного протезирования трикуспидального клапана и постоперационное эхокардиографическое исследование.

Предоперационная КТ.

Исследование выполнено на 320-срезовом томографе Canon Aquilion ONE (Genesis Edition). Параметры: напряжение 120 кВ, автоматическая модуляция силы тока на трубке в диапазоне 300-500 мА, толщина томографического среза 0,5 мм. Анатомическое покрытие — от уровня большого затылочного отверстия до диафрагмы с последующим выполнением венозных фазы исследования. Использовался неионный рентгенконтрастный препарат Йогексол (350 мг I/мл), доза рассчитана из соотношения 1,5 мл на 1 кг массы тела (всего 100 мл).

Использовался трёхфазный протокол контрастирования со скоростью введения 4,5 мл/с:

1-я фаза – 100% контрастный препарат (объём 80 мл);

2-я фаза – смесь 50% контрастного препарата и 50% физиологического раствора (общий объём 40 мл) для равномерного заполнения правых камер и предотвращения артефактов от контрастного препарата в верхней полой вене;

3-я фаза – 20 мл чистого физиологического раствора.

Автоматическое определение болюса в нисходящей аорте на уровне 100 HU на 1 см ниже бифуркации трахеи (нисходящая аорта).

Постпроцессинговая обработка – выполнена мультифазная реконструкция всего сердечного цикла с шагом 10% интервала R–R. Для оценки динамики трикуспидального клапана артерий использовались оптимальные систолическая и диастолическая фазы.

Измерялось расстояние от наружного края кольца трикуспидального клапана до ближайшей стенки правой коронарной артерии. Измерения проводились по всей полуокружности кольца от передней до задней комиссуры. Расстояние < 2-3 мм повышает риск компрессии артерии при раздувании или фиксации протеза.

Для оценки венозного доступа оценивалась анатомия и состояние просвета правой яремной вены.

Результаты.

Компьютерная томография: фиброзное кольцо: большая ось – 58,2 мм, малая ось – 54,8 мм, производный диаметр (из периметра) – 56,4 мм (периметр $\approx 177,2$ мм, площадь $\approx 2493,6$ мм²) (Рис. 2А), расстояние от основания передней до септальной створок – 55,3 мм (Рис. 2Б), кольцо имеет округлую форму. Расстояние до правой коронарной артерии 3-7 мм – по данным КТ риск компрессии низкий (Рис. 2В). Толщина межжелудочковой перегородки – 10,5 мм (Рис. 2Г). Угол между плоскостью кольца и перегородкой – 77° (Рис. 2Г). Длина правого желудочка (от центра кольца клапана до свободной стенки) – 77,3 мм (Рис. 2Д).

Оценка сосудистого доступа: внутренняя яремная вена – минимальный внутренний диаметр – 9,2 мм, максимальный – 22,9 мм, средний диаметр – 15,9 мм, извитость и кальциноз отсутствуют (Рис. 3А). Верхняя полая вена и нижняя полая вена контрастируются на всем протяжении (Рис. 3Б).

Данные КТ подтвердили соответствие анатомии для транскатетерного протезирования, позволили выбрать размер протеза (модель LuX-Valve Plus, размер 60 мм), исключить риски компрессии ПКА и повреждения проводящей системы сердца.

Предоперационное эхокардиографическое исследование: трикуспидальный клапан: кольцо 4,7 × 4,6 см ($\approx 47 \times 46$ мм), створки рестриктивно натянуты, глубина коаптации 1,6 см, центральный эффект коаптации 1,0 см (Рис. 4).

Недостаточность ТК: 4–5 ст., vena contracta = 1,5 см, выраженный заброс в печёночную вену. ПП расширено (объём 158

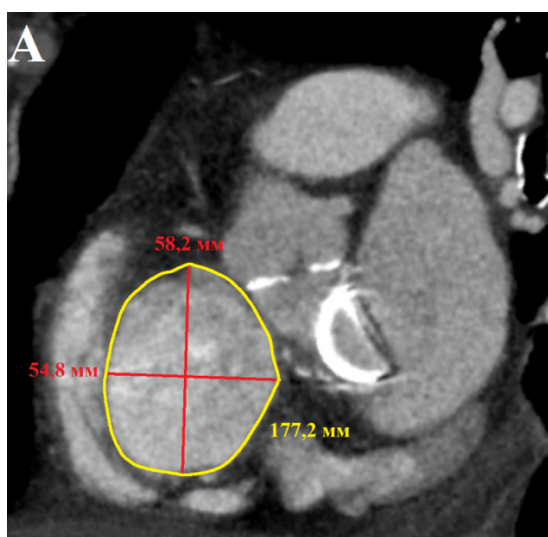


Рис. 2 а (Fig. 2 a)

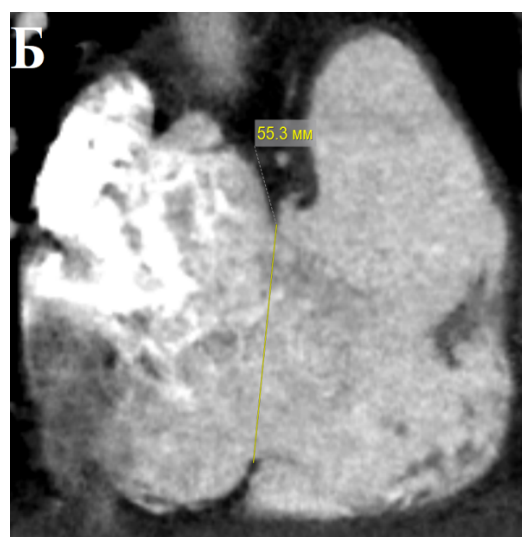


Рис. 2 б (Fig. 2 b)

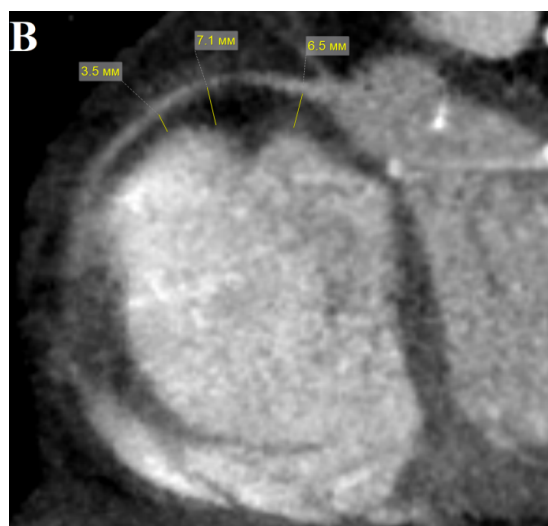


Рис. 2 в (Fig. 2 c)

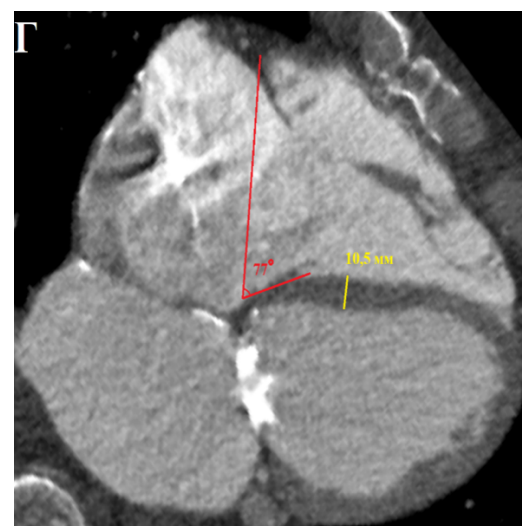


Рис. 2 г (Fig. 2 d)

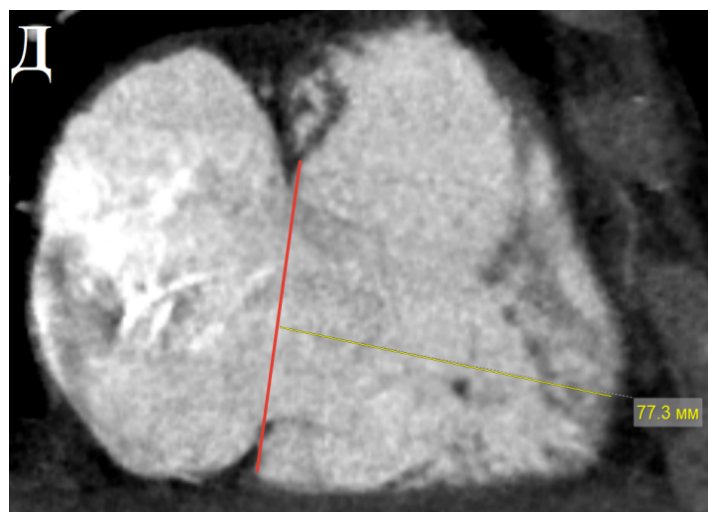


Рис. 2 д (Fig. 2 e)

Рис. 2. МСКТ, сердце. Пациент Т., 84 лет.

А – мультипланарная реконструкция на уровне трикуспидального клапана. Красными линиями обозначены максимальный (58,2 мм) и минимальный (54,8 мм) диаметры фиброзного кольца трикуспидального клапана. Желтой линией обозначен периметр фиброзного кольца трикуспидального клапана (177,2 мм).

Б – мультипланарная реконструкция на уровне трикуспидального клапана. Желтой линией обозначено расстояние от основания передней до септальной створок (55,3 мм).

В – криволинейная реконструкция ПКА на уровне кольца трикуспидального клапана. Линиями показано расстояние от фиброзного кольца трикуспидального клапана до правой коронарной артерии (минимальное – 3,5 мм, максимальное – 7,1 мм).

Г – мультипланарная реконструкция на уровне трикуспидального клапана, четырёхкамерная проекция. Красными линиями отмечен угол между плоскостью фиброзного кольца трикуспидального клапана и межжелудочковой перегородкой (77 градусов). Желтой линией отмечена толщина межжелудочковой перегородки (10,5 мм).

Д – мультипланарная реконструкция на уровне трикуспидального клапана. Красной линией обозначена плоскость фиброзного кольца трикуспидального клапана. Желтой линией отмечено расстояние от фиброзного кольца трикуспидального клапана до свободной стенки правого желудочка (77,3 мм).

Fig. 2. MSCT, heart. Patient T., 84 years old.

A – Multiplanar reconstruction at the level of the tricuspid valve. The red lines indicate the maximum (58,2 mm) and minimum (54,8 mm) diameters of the tricuspid annulus. The yellow line indicates the perimeter of the tricuspid annulus (177,2 mm).

B – Multiplanar reconstruction at the level of the tricuspid valve. The yellow line indicates the distance from the base of the anterior to the septal leaflets (55,3 mm).

C – Curvilinear reconstruction of the RCA at the level of the tricuspid annulus. The lines indicate the distance from the tricuspid annulus to the right coronary artery (minimum – 3,5 mm, maximum – 7,1 mm).

D – Multiplanar reconstruction at the level of the tricuspid valve, four-chamber projection. The red lines indicate the angle between the plane of the tricuspid valve annulus and the interventricular septum (77 degrees). The yellow line indicates the thickness of the interventricular septum (10,5 mm).



Рис. 3 а (Fig. 3 a)



Рис. 3 б (Fig. 3 b)

Рис. 3. МСКТ, сердце. Пациент Т., 84 лет.

А – проекция максимальной интенсивности на уровне правой внутренней яремной вены. Желтыми линиями обозначены максимальный (22,9 мм) и минимальный (9,2 мм) диаметры правой внутренней яремной вены.

Б – проекция максимальной интенсивности на уровне впадения верхней и нижней полых вен в полость правого предсердия. Желтыми стрелками обозначена верхняя полая вена. Красными стрелками отмечена нижняя полая вена.

Fig. 3. MSCT, heart. Patient T., 84 years old.

A – Maximum intensity projection at the level of the right internal jugular vein. Yellow lines indicate the maximum (22,9 mm) and minimum (9,2 mm) diameters of the right internal jugular vein.

B – Maximum intensity projection at the level of the confluence of the superior and inferior vena cava into the right atrium. Yellow arrows indicate the superior vena cava. Red arrows indicate the inferior vena cava.

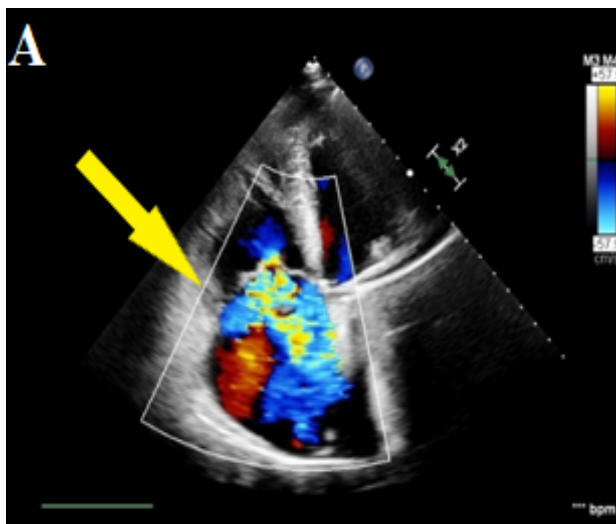


Рис. 4 а (Fig. 4 a)

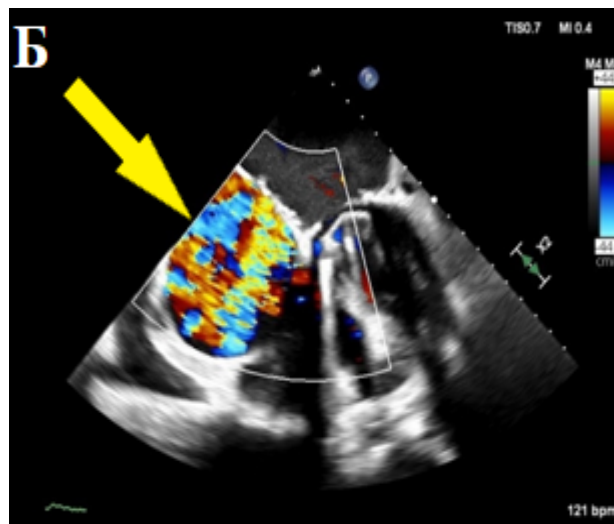


Рис. 4 б (Fig. 4 b)

Рис. 4. Предоперационная эхокардиография.

А – Трансторакальная эхокардиография.

Б – Чреспищеводное эхокардиография, профузная трикуспидальная регургитация (стрелками показана струя регургитации).

Fig. 4. Preoperative echocardiography.

A – Transthoracic echocardiography.

B – Transesophageal echocardiography, profuse tricuspid regurgitation (arrows indicate the regurgitation jet).

мл, индекс 81,9 мл/м²). ПЖ расширен (базальный размер 3,6 см, БРПЖ 5,4 см). TAPSE = 2,1 см, ФАС ПЖ = 42%. НПВ расширена до 3,4/2,8 см, коллабирует <50%, печёночные вены расширены до 1,9 см.

Операция: под комбинированной эндо-трахеальной анестезией выполнен доступ к правой внутренней яремной вене, установлен интродьюсер 6F. Через пункцию правой бедренной вены заведён диагностический катетер pigtail в правый желудочек для вен-трикулографии. Через интродьюсер правой верхней яремной вены проведён жёсткий проводник с диагностическим катетером через трикуспидальный клапан в правый желудочек. На супержёстком проводнике с помощью системы доставки в позицию трикуспидального клапана доставлен и имплантирован под контролем интраоперационного ЧП-ЭХО исследования биологический протез Lux-Valve Plus размером 60 мм (Рис. 5). Удалены проводники, катетеры, интродьюсеры. Гемостаз, послойное ушивание раны.

Эхокардиографическое исследование после операции: протез ТК стабилен, без признаков мальпозиции (Рис. 6). Клипсы клапана фиксированы за переднюю и заднюю створки нативного клапана, анкерный язык протеза плотно прилежит к МЖП. Парапротезная регургитация лёгкой степени (1–2 ст.) преимущественно за счёт эксцентричной струи со стороны передней створки, мелкая парапротезная струя со стороны септальной створки. Внутрипротезной регургитации нет. Средний диастолический градиент 3 мм рт. ст. Глобальная сократимость ПЖ удовлетворительная. НПВ расширена до 3,1 см, ЦВД по мониторингу 10–11 мм рт. ст.

Данные КТ подтвердили соответствие анатомии для транскатетерного протезирования, позволили выбрать размер протеза (модель LuX-Valve Plus, размер 60 мм), исключить риски компрессии ПКА и повреждения проводящей системы сердца. По результатам выполненной TTVR у пациента уменьшилась степень выраженности недостаточности ТК с 4–5 степени до 2 степени, отмечалось уменьшение размера полости правого предсердия, уменьшение диаметра нижней полой вены. Пациент был выписан из стационара на 9 сутки после операции в удовлетворительном состоянии.

Обсуждение.

В современной практике вмешательств на клапанах сердца КТ прочно заняла позицию «золотого стандарта» предоперационного планирования. За последние годы детально изучены анатомические характеристики аортального клапана, что позволяет детально

оценивать риски развития постоперационных осложнений [17]. В отличие от аортального клапана, на данный момент не существует стандартизированного алгоритма предоперационной оценки трикуспидального клапана. Для транскатетерного протезирования трикуспидального клапана роль КТ ещё более значима, поскольку трикуспидальный клапан не обладает жёстким фиброзным кольцом, а его геометрия сложна и изменчива [12, 13].

В нашем случае КТ позволила провести точное измерение фиброзного кольца трикуспидального клапана. Использование трёхмерной оценки позволило выявить значительную овальность кольца (большая ось 58,2 мм, малая 54,8 мм) и рассчитать производный диаметр 56,4 мм, что определило выбор протеза размером 60 мм. Исследование TRIMA подтверждает, что игнорирование трёхмерной геометрии может привести к выбору неподходящего протеза в 15–20% случаев [18].

По данным КТ была проведена оценка зон якорения. Толщина межжелудочковой перегородки составила 10,5 мм, угол между плоскостью кольца и перегородкой – 77°, что соответствует критериям надёжной фиксации септального якоря протеза Lux-Valve Plus. Расстояние от центра кольца до свободной стенки правого желудочка (77,3 мм) подтвердило достаточную глубину для позиционирования устройства.

Риск компрессии правой коронарной артерии и коронарного синуса по результатам КТ был признан низким, анатомия соответствовала критериям безопасности.

КТ предоставила точную информацию для планирования сосудистого доступа. Минимальный диаметр внутренней яремной вены (9,2 мм) превышал требуемый порог (8,5 мм), что позволило выполнить процедуру без осложнений, связанных с доступом.

Таким образом, КТ не просто дополняет эхокардиографию, а является важным независимым методом, без которого корректное планирование транскатетерного протезирования трикуспидального клапана невозможно.

Представленный алгоритм выполнения КТ и анализа полученных данных может служить основой для стандартизации предоперационного обследования пациентов, что повысит безопасность транскатетерного протезирования трикуспидального клапана.

Заключение.

Настоящая работа представляет собой первый опыт применения технологии транскатетерного протезирования трикуспи-

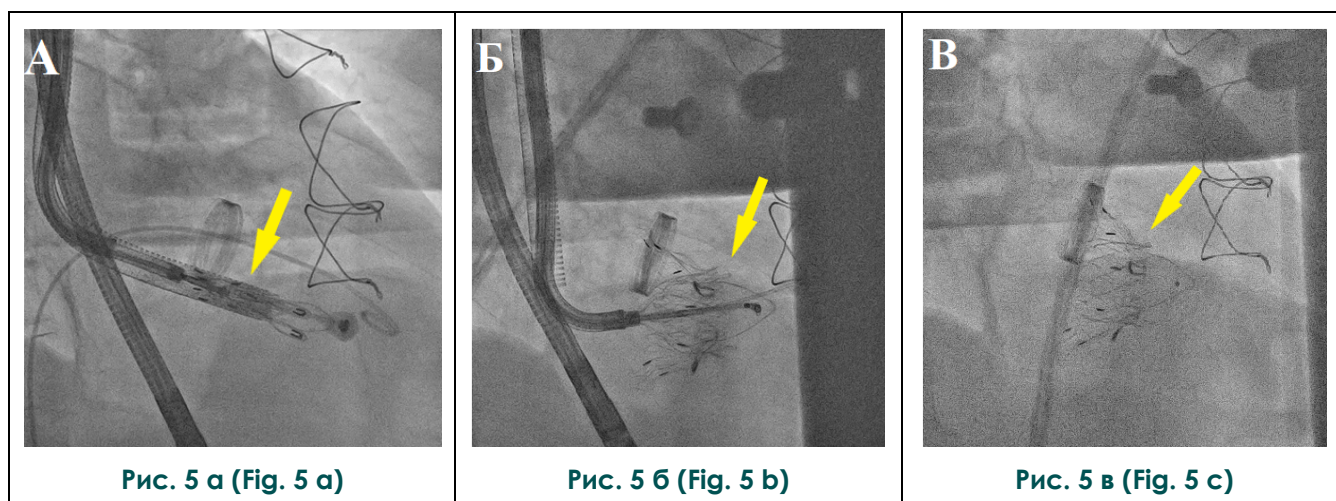


Рис. 5. Интраоперационная ангиография сердца. Сагиттальная проекция на уровне трикуспидального клапана.

А – доставка эндоваскулярного протеза трикуспидального клапана. Стрелкой показана система доставки протеза клапана.

Б – стрелкой показано позиционирование и расправление протеза трикуспидального клапана.

В – стрелкой показан полностью раскрытый протез трикуспидального клапана, система доставки удалена.

Fig. 5. Intraoperative cardiac angiography. Sagittal view at the level of the tricuspid valve.

A – delivery of the endovascular tricuspid valve prosthesis. The arrow indicates the valve delivery system.

B – the arrow indicates the positioning and expansion of the tricuspid valve prosthesis.

C – the arrow indicates the fully deployed tricuspid valve prosthesis, the delivery system removed.

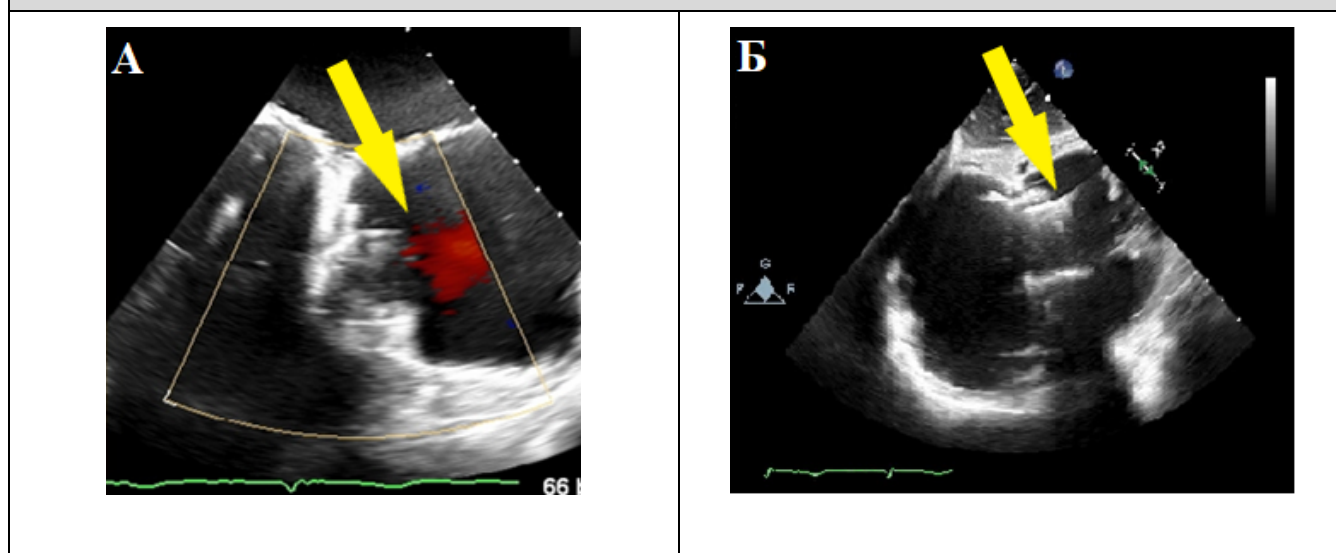


Рис. 5. Послеоперационная чреспищеводная эхокардиография.

А – стрелкой показана остаточная парапротезная регургитация 1-2 степени.

Б – положение протеза трикуспидального клапана. Стрелка указывает на каркас протеза.

Fig. 5. Postoperative transesophageal echocardiography.

A – the arrow indicates residual paraprosthetic regurgitation of grade 1-2.

B – the position of the tricuspid valve prosthesis. The arrow points to the prosthesis frame.

дального клапана в России. КТ является важным этапом предоперационного планирования транскатерного протезирования трикуспидального клапана, позволяя точно оценить анатомию ТК и прилежащих структур, выбрать размер протеза и минимизировать риск осложнений. Представленный опыт применения протеза Lux-Valve Plus подчёркивает необходимость предопераци-

онного проведения КТ и стандартизации протокола исследования.

Источник финансирования и конфликт интересов.

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

Список литературы:

1. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43(7):561–632. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab395.
2. Hahn RT, Badano LP, Bartko PE, et al. Tricuspid regurgitation: advances in pathophysiology and imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23(7):e213–e228. DOI: 10.1093/ehjci/jeac009.
3. Dreyfus J, Flagiello M, Bazire B, et al. Isolated tricuspid valve surgery: impact of aetiology and clinical presentation on outcomes. *Eur Heart J*. 2020;41(45):4304–4312. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa643.
4. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. *Circulation*. 2021;143(5):e72–e227. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000923.
5. Комлев А.Е., Саудова М.А., Имаев Т.Э., Акчурун Р.С.. Диагностика и транскатетерные методы лечения трикуспидальной регургитации. *Кардиологический вестник*. 2022; 17 (2): С. 5-15.
6. Hausleiter J, et al. Transcatheter tricuspid valve replacement: state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2025. DOI: 10.1016/j.jacc.2025.01.001.
7. Stolz L, et al. Real world experience with transcatheter tricuspid valve replacement. *Eur Heart J*. 2025. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae123.
8. Wong LN, Kam KK, Lai LK, et al. Step by step transcatheter tricuspid valve replacement using the LuX Valve Plus system. *JACC Case Rep*. 2024;29(21):102699. DOI: 10.1016/j.jaccas.2024.102699.
9. LuX-Valve Shows Promise, a Nod to Growing Diversity of TTVR Devices (2015) Available at: <http://www.medpagetoday.com/cardiology/chf/115067> (accessed 10 April 2026) (in Russian).
10. Pan X, et al. One year outcomes of transcatheter tricuspid valve replacement with LuX Valve Plus: the TRAVEL study. *JACC Cardiovasc Interv*. 2025. DOI: 10.1016/j.jcin.2025.02.008.
11. Kodali S, Hahn RT, George I, et al. Transcatheter tricuspid valve replacement with the EVOQUE system: 30 day outcomes from the TRISCEND study. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022;15(14):1466–1477. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.05.009.
12. Khalique OK, Cavalcante JL, Shah D, et al. Multimodality imaging of the tricuspid valve and right heart anatomy. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(3):516–531. DOI: 10.1016/j.jcmg.2019.01.006.
13. Hell MM, Emrich T, Kreidel F, et al. Computed tomography imaging needs for novel transcatheter tricuspid valve repair and replacement therapies. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;22(6):601–610. DOI: 10.1093/ehjci/jeaa308.
14. van Rosendael PJ, Kamperidis V, Kong WK, et al. Computed tomography for planning transcatheter tricuspid valve therapy. *Eur Heart J*. 2017;38(9):665–674. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw499.
15. Hinzpeter R, Eberhard M, Burghard P, et al. Computed tomography in patients with tricuspid regurgitation prior to transcatheter valve repair: dynamic analysis of the annulus with an individually tailored contrast media protocol. *EuroIntervention*. 2017;12(15):e1828–e1836. DOI: 10.4244/EIJ-D-16-00891.
16. So KC, Wong LN, et al. Preprocedural assessment for LuX Valve Plus implantation. *Structural Heart*. 2024;8(2):100–109. DOI: 10.1016/j.shj.2024.100109.
17. Веселова Т.Н., Ширкин А.В., Терновой С.К., Имаев Т.Э., Сырхаева А.А. Компьютерная томография в оценке ранних постоперационных осложнений после транскатетерного протезирования аортального клапана. *REJR*. 2023; 13(2):75-82. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-75-82.
18. Cammalleri V, Carpenito M, De Stefano D, et al. Novel computed tomography variables for assessing tricuspid valve morphology: results from the TRIMA study. *J Clin Med*. 2022;11(10):2825. DOI: 10.3390/jcm11102825.
19. Dreyfus J, Flagiello M, Bazire B, et al. Isolated tricuspid valve surgery: impact of aetiology and clinical presentation on outcomes. *Eur Heart J*. 2020;41(45):4304–4312. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa643.
20. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. *Circulation*. 2021;143(5):e72–e227. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000923.

References:

1. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43(7):561–632. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab395.
2. Hahn RT, Badano LP, Bartko PE, et al. Tricuspid regurgitation: advances in pathophysiology and imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23(7):e213–e228. DOI: 10.1093/ehjci/jeac009.
3. Dreyfus J, Flagiello M, Bazire B, et al. Isolated tricuspid valve surgery: impact of aetiology and clinical presentation on outcomes. *Eur Heart J*. 2020;41(45):4304–4312. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa643.
4. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. *Circulation*. 2021;143(5):e72–e227. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000923.

- Disease. *Circulation*. 2021;143(5):e72–e227. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000923.
5. Komlev AE, Saidova MA, Imaev TE, Akchurin RS. Diagnosis and transcatheter treatment of tricuspid regurgitation. *Russian Cardiology Bulletin*. 2022;17(2):5-15 (in Russian).
6. Hausleiter J, et al. Transcatheter tricuspid valve replacement: state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2025. DOI: 10.1016/j.jacc.2025.01.001.
7. Stolz L, et al. Real world experience with transcatheter tricuspid valve replacement. *Eur Heart J*. 2025. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae123.
8. Wong LN, Kam KK, Lai LK, et al. Step by step transcatheter tricuspid valve replacement using the LuX Valve Plus system. *JACC Case Rep*. 2024;29(21):102699. DOI: 10.1016/j.jaccas.2024.102699.
9. LuX-Valve Shows Promise, a Nod to Growing Diversity of TTVR Devices (2015) Available at: <http://www.medpagetoday.com/cardiology/chf/115067> (accessed 10 April 2026) (in Russian).
10. Pan X, et al. One year outcomes of transcatheter tricuspid valve replacement with LuX Valve Plus: the TRAVEL study. *JACC Cardiovasc Interv*. 2025. DOI: 10.1016/j.jcin.2025.02.008.
11. Kodali S, Hahn RT, George I, et al. Transcatheter tricuspid valve replacement with the EVOQUE system: 30 day outcomes from the TRISCEND study. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022;15(14):1466–1477. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.05.009.
12. Khaliq OK, Cavalcante JL, Shah D, et al. Multimodality imaging of the tricuspid valve and right heart anatomy. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(3):516–531. DOI: 10.1016/j.jcmg.2019.01.006.
13. Hell MM, Emrich T, Kreidel F, et al. Computed tomography imaging needs for novel transcatheter tricuspid valve repair and replacement therapies. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;22(6):601–610. DOI: 10.1093/ehjci/jeaa308.
14. van Rosendael PJ, Kamperidis V, Kong WK, et al. Computed tomography for planning transcatheter tricuspid valve therapy. *Eur Heart J*. 2017;38(9):665–674. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw499.
15. Hinzpeter R, Eberhard M, Burghard P, et al. Computed tomography in patients with tricuspid regurgitation prior to transcatheter valve repair: dynamic analysis of the annulus with an individually tailored contrast media protocol. *EuroIntervention*. 2017;12(15):e1828–e1836. DOI: 10.4244/EIJ-D-16-00891.
16. So KC, Wong LN, et al. Preprocedural assessment for LuX Valve Plus implantation. *Structural Heart*. 2024;8(2):100–109. DOI: 10.1016/j.shj.2024.100109.
17. Veselova T.N., Shirkin A.V., Ternovoy S.K., Imaev T.E., Syrkhaeva A.A. Computed tomography in the evaluation of early postoperative complications after transcatheter aortic valve replacement. *REJR*. 2023; 13(2):75-82. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-75-82 (in Russian).
18. Cammalleri V, Carpenito M, De Stefano D, et al. Novel computed tomography variables for assessing tricuspid valve morphology: results from the TRIMA study. *J Clin Med*. 2022;11(10):2825. DOI: 10.3390/jcm11102825.