

РОТАЦИОННАЯ АНГИОГРАФИЯ С ТРЕХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИЕЙ КОРОНАРНОГО СИНУСА ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ КАРДИОРЕСИНХРОНИЗИРУЮЩИХ СИСТЕМ ФГБУ Федеральный центр сердца, крови и эндокринологии им. В.А.Алмазова Минздрава России

С целью оценки возможности использования ротационной ангиографии с трехмерной реконструкцией коронарного синуса при имплантации кардиоресинхронизирующих устройств обследованы и прооперированы 28 пациентов в возрасте 59±16 лет, страдающих хронической сердечной недостаточностью.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, кардиоресинхронизирующая терапия, вены сердца, коронарный синус, ротационная ангиография.

To assess potentialities of rotational angiography with 3D reconstruction of the coronary sinus during implantation of cardiac resynchronization devices, 28 patients aged 59±16 years with chronic heart failure were examined and treated.

Key words: chronic heart failure, cardiac resynchronization therapy, cardiac veins, coronary sinus, rotational angiography.

Кардиоресинхронизирующая терапия (КРТ) - широко используемый и высокоэффективный метод лечения пациентов, страдающих хронической сердечной недостаточностью (ХСН), который применяется на протяжении почти двух десятилетий. Основные эффекты КРТ хорошо известны. Одним из главных преимуществ этой методики является то, что КРТ сама по себе, без сочетания с имплантируемым дефибриллятором, улучшает функциональный статус пациентов и уменьшает смертность, что было показано в исследовании CARE-HF [7, 8]. Другие эффекты, являющиеся свидетельством обратного ремоделирования, включают увеличение фракции выброса левого желудочка (ВФ ЛЖ), уменьшение митральной регургитации, сокращение размеров и объемов ЛЖ [11]. Известно, что технический успех КРТ зависит от многих факторов, включая качество визуализации коронарного синуса (КС) и его ветвей. С целью изучения анатомического строения КС может применяться несколько интра- и предоперационных методик [1, 3, 10]. Поэтому целью данного исследования явилась оценка возможности использования ротационной ангиографии с трехмерной реконструкцией коронарного синуса при имплантации кардиоресинхронизирующих устройств.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Федеральном центре сердца, крови и эндокринологии им В.А.Алмазова выполнено более 200 имплантаций кардиоресинхронизирующих систем. Возраст пациентов составил 59±16 лет, функциональный класс ХСН по NYHA - 2,65±0,21, ширина QRS - 174±35 мс, ФВ ЛФ - 25,6±12,7%, больные ишемической болезнью сердца составили 55% обследованных, дилатационной кардиомиопатией - 30%. Показаниями к имплантации, которые определялись в соответствии с клиническими рекомендациями EHRA/ESC, ACC/AHA/HRS и Всероссийского научного общества специалистов по клинической электрофизиологии, аритмологии и электрокардиостимуляции (ВНОА) [9, 16], являлись: ХСН II-IV ф.кл. несмотря на оптимальную фармакотерапию, ФВ ЛЖ < 35%, QRS > 120 мс, наличие признаков диссинхронии.

Сосудистый доступ осуществлялся из v.cephalica, v.subclavia или v.axillaris. Катетеризация КС осуществлялась с использованием управляемой или неуправляемой системы доставки (Medtronic, Biotronik), ангиографического катетера Amplatz или Multipurpose (Cordis Corp., J&J). В трудных случаях применялся комбинированный подход: использовался электрофизиологический катетер и/или выполнялась коронароангиография с оценкой венозной фазы с целью уточнения особенностей венозной анатомии по разработанной нами ранее методике [1]. Успех катетеризации КС составил 100%. После катетеризации КС всем пациентам производилась статическая окклюзионная ангиография КС с использованием баллонного катетера.

Двадцати восьми пациентам была выполнена ротационная ангиография КС с его последующей 3D реконструкцией. Ротационный изоцентричный скан выполнялся при вращении С-дуги в аксиальной плоскости от LAO 45° до RAO 45° со скоростью 240° за 4 секунды (Allura Expert FD 10, Philips Medical Systems, Best, The Netherlands). Результаты исследования подвергались обработке на графической станции (Allura 3D-CA Release 2, Philips Medical Systems) с последующим созданием трехмерной модели КС. Полученную модель венозного дерева использовали для масштабной оценки диаметра целевых вен, их устьев и углов отхождения и на основании этого производился выбор необходимой проекции и инструмента для каждого конкретного случая. Также проводилась оценка качества полученного изображения, объема использованного контраста, лучевой нагрузки и длительности операции.

Все величины представлены как среднее ± стандартное отклонение. Для выбора критерия оценки значимости различий проверяли соответствие формы распределения нормальному, используя одновыборочный тест Колмогорова-Смирнова. Учитывая, что этим условиям удовлетворяла лишь часть эмпирических распределений признаков, проверку гипотезы о равенстве генеральных средних во всех случаях проводили с помощью U-критерия Манна-Уитни для независимых переменных. Нулевую гипотезу отвергали в случае $p < 0,05$. Статистический анализ проводился

с использованием программного обеспечения SPSS Statistics 17.0.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Хорошую визуализацию венозной анатомии при ротационной ангиографии удалось получить в 25 из 28 случаев (89%). Трём пациентам потребовалось выполнение дополнительных 2-D селективных венографий для уточнения особенностей анатомии. При этом использовались «субселективные» катетеры типа Judkins right (Cordis Corp., J&J). Неудовлетворительная визуализация объяснялась неадекватным контрастированием КС и была связана, в основном, с чрезмерным диаметром КС и невозможностью адекватной его окклюзии баллонным катетером.

Трёхмерная модель КС создавалась следующим образом. Полученный ротационный скан автоматически передавался на графическую станцию, на которой выполнялась реконструкция. Для этого производился выбор двух проекций из полученных 91 (RAO 45°-1°, AP 0°, LAO 1°-45°), где оптимально визуализировались все ветви КС (рис. 1). На каждой из этих двух проекций выполнялось «выделение» самого КС, ветвей первого и второго порядка. Этот процесс происходит в полуавтоматическом режиме и занимает не более 5 минут. В результате, создавалась пространственная реконструкция КС, предоставляющая оператору значительно больше информации о венозной анатомии сердца и возможность оценить на трёхмерной модели наличие стенозов, патологической извитости, остиальные углы и т.д. Возможность просмотра этой модели «с любой стороны» позволяет выбрать оптимальную проекцию (в том числе с коррекцией на каудальную или краниальную ангуляцию) для флюороскопической навигации, что может иметь решающее значение в случаях сложной анатомии вблизи устья целевой вены (рис. 2).

Было установлено, что при применении ротационной ангиографии значительно сокращается объем использованного контраста по сравнению с применением традиционной ангиографии, так как за одно контрастирование производится запись всех интересующих проекций (табл. 1). Нам не было выявлено статистически значимой разницы в точности измерения диаметра КС или его ветвей. Выполнение ротационной ангиографии КС позволяет чаще выявлять наличие ветвей 2-го порядка. Методика также способствует более точному определению угла, под которым целевая вена впадает в КС. Это становится возможным благодаря именно трёхмерной реконструкции, на которой возможно отображение этого угла точно в плоскости изображения. При использовании ротационной ангиографии статистически значимо уменьшается кумулятивная воздушная керма, международный параметр, определяемый как общая воздушная керма, накопленная от начала процедуры, включающий суммарную дозу

радиации, полученную при флюороскопическом или рентгенографическом облучении (табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Одним из значимых преимуществ описываемой методики, безусловно, является минимизация использования контрастного препарата. Исходя из соображения, что большинство пациентов с тяжелой ХСН имеют ту или иную степень нарушения функции почек, минимизация риска возникновения контраст-индуцированной нефропатии становится вполне весомым аргументом для данной группы пациентов. Несмотря на то, что применение методики не уменьшает длительность операции, она позволяет сократить лучевую нагрузку на пациента и оператора. В условиях относительно длительного времени рентгеноскопии при имплантациях кардиоресинхронизирующих устройств это также является важным аспектом в работе рентгенохирурга.

Известно, что оптимальными для имплантации ЛЖ электрода венами являются латеральная и задне-латеральная, менее оптимальной - задняя и худшим вариантом - передняя [6]. Стремление к имплантации электрода в зону наибольшей задержки электрической активации и, как следствие, механического сокращения поддерживается данными о лучшем ответе на КРТ при стимуляции зон миокарда с наиболее выраженной диссинхронией [4, 15]. Однако, трудности анатомии «целевой», «идеальной» вены для имплантации могут приводить к значительному удлинению времени процедуры или вовсе к невозможности имплантировать электрод в конкретный участок. «Краеугольным

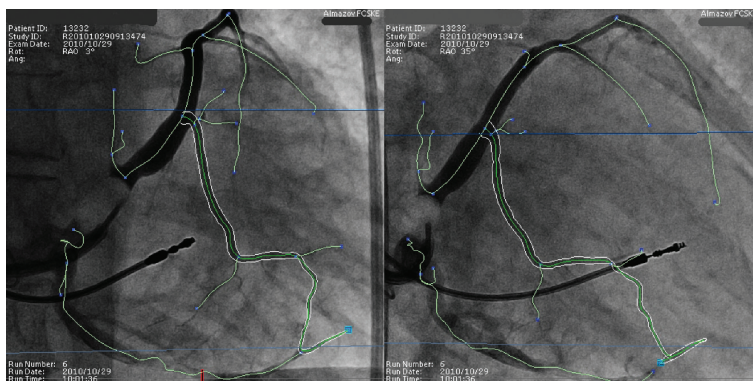


Рис. 1. Этап трехмерной реконструкции, полуавтоматическая синхронная идентификация вен в разных проекциях.



Рис. 2. Результат трехмерной реконструкции коронарного синуса. Цветное изображение см. на вклейке.

Сравнение результатов измерений статической и ротационной ангиографии

	Статическая ангиография	Ротационная ангиография	p
Объем контраста, мл	48,6±29,9	11,2±3,3	<0,0001
Диаметр КС, мм	14±3	13±2	>0,05
Диаметр ветвей, мм	4,7±1,6	5,1±1,9	>0,05
Число ветвей 2-го порядка	1,7±1,2	2,8±1,0	<0,05
Угол КС-целевая вена, °	61,8±32,1	69,0±28,4	<0,05
Длительность операции, мин	122,2±47,9	124,8±34,2	0,45
КВК, мГр	312±187,5	215±120,0	0,03

где, КС - коронарный синус, КВК - кумулятивная воздушная керма

камнем» этих трудностей зачастую и является устье целевой вены, об анатомии которого, вследствие наложения теней, оператор может получить неверное представление. Выполнение ротационной ангиографии с последующей 3D реконструкцией при условии качественного заполнения позволяет выбрать ангиюляцию, при которой отображение соустья КС и целевой вены будет оптимальным для наиболее точного манипулирования электродом и его максимально быстрой имплантации. Благодаря точной анатомической реконструкции венозного русла, методика позволяет осуществить выбор вены с минимальным риском стимуляции диафрагмального нерва.

Современные технологии сегодня позволяют значительно облегчить и ускорить процедуру имплантации устройств для КРТ. Использование EP navigator® совместно с Allura Expert FD10 (Philips Medical

Systems, Best, The Netherlands) позволяет интегрировать полученную трехмерную модель КС с «живым» флюороскопическим изображением. Таким образом, при изменении положения С-дуги (изменении проекции) интегрированная 3D модель венозного дерева будет отклоняться на столько же градусов и на мониторе с флюороскопическим изображением. Подобная методика уже с успехом используется при катетерных вмешательствах в левом предсердии [14]. Применительно к КРТ в доступной литературе нет сведений о преимуществах такой интеграции. Дальнейшие исследования

в этом направлении могут способствовать улучшению эффективности и безопасности КРТ и содействовать развитию технологий визуализации.

ВЫВОДЫ

1. Использование ротационной ангиографии позволяет сократить лучевую нагрузку на пациента и персонал и минимизировать объем использованного контраста.
2. Ротационная ангиография дает более достоверную информацию об анатомии коронарного синуса, позволяет чаще визуализировать ветви 2-го порядка и выбрать оптимальную проекцию для соустья коронарного синуса и целевой вены, что может иметь важное значение в сложных случаях.
3. При наличии технической возможности методика может быть рекомендована для рутинного использования в клинической практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осадчий, А.М. Выбор хирургического доступа для имплантации левожелудочкового электрода по данным продленной коронароангиографии / А.М.Осадчий [и др.] // Вестн. хирургии им. И.И.Грекова. - 2011. Т. 170, № 3. - С. 11-16.
2. Fagih, A.A. An initiative to minimize amount of contrast media utilizing a novel rotational coronary sinus occlusive venography technique with ordinary cath-lab X-ray machine during CRT implantation / A.A.Fagih [et al.] // J. Invasive Cardiol. - 2010. - Vol. 22 (9). - P. 428-431.
3. Auricchio, A. Accuracy and usefulness of fusion imaging between three-dimensional coronary sinus and coronary veins computed tomographic images with projection images obtained using fluoroscopy / A.Auricchio [et al.] // Europace. - 2009. - Vol. 11 (11). - P. 1483-1490.
4. Becker, M. Impact of left ventricular lead position on the efficacy of cardiac resynchronization therapy: a two-dimensional strain echocardiography study / M.Becker [et al.] // Heart. - 2007. - Vol. 93 (10). - P. 1197-1203.
5. Blendea, D. Usefulness of high-speed rotational coronary venous angiography during cardiac resynchronization therapy / D.Blendea [et al.] // Am. J. Cardiol. - 2007. - Vol. 100 (10). - P. 1561-1565.
6. Butter, C. Effect of resynchronization therapy stimulation site on the systolic function of heart failure patients / C.Butter [et al.] // Circulation. - 2001. - Vol. 104 (25). - P. 3026-3029.
7. Cleland, J.G. Effects of cardiac resynchronization therapy on long-term quality of life: an analysis from the Cardiac Resynchronisation-Heart Failure (CARE-HF) study / J.G.Cleland [et. al.] // Am. Heart J. - 2009. - Vol. 157 (3). - P. 457-466.
8. Cleland, J.G. Longer-term effects of cardiac resynchronization therapy on mortality in heart failure [the Cardiac Resynchronization-Heart Failure (CARE-HF) trial extension phase] / J.G.Cleland [et. al.] // Eur. Heart J. - 2006. - Vol. 27 (16). - P. 1928-1932.
9. Dickstein, K. 2010 Focused Update of ESC Guidelines on device therapy in heart failure: an update of the 2008 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure and the 2007 ESC Guidelines for cardiac and resynchronization therapy. Developed with the special contribution of the Heart Failure Association and the European Heart Rhythm Association / K.Dickstein [et. al.] // Europace. - 2010. - Vol. 12 (11). - P. 1526-1536.
10. Duckett, S.G. Advanced image fusion to overlay coronary sinus anatomy with real-time fluoroscopy to facilitate left ventricular lead implantation in CRT / S.G.Duckett [et. al.] // Pacing Clin. Electrophysiol. - 2011. - Vol. 34 (2). - P. 226-234.
11. Ghio, S. Long-term left ventricular reverse remodeling with cardiac resynchronization therapy: results from

the CARE-HF trial / S.Ghio [et. al.] // Eur. J. Heart Fail. - 2009. - Vol. 11 (5). - P. 480-488.

12. Gutleben, K.J. Three-dimensional coronary sinus reconstruction-guided left ventricular lead implantation based on intraprocedural rotational angiography: a novel imaging modality in cardiac resynchronization device implantation / K.J.Gutleben [et al.] // Europace. - 2011. - Vol. 13 (5). - P. 675-682.

13. Kofune, M. Three-dimensional reconstruction of the coronary sinus with rotational angiography / M.Kofune [et al.] // Circulation J. - 2008. - Vol. 72 (6). - P. 1020-1021.

14. Li, J.H. Segmentation and registration of three-dimensional rotational angiogram on live fluoroscopy to guide

atrial fibrillation ablation: a new online imaging tool / J.H.Li [et. al.] // Heart Rhythm. - 2009. - Vol. 6 (2). - P. 231-237.

15. Murphy, R.T. Tissue synchronization imaging and optimal left ventricular pacing site in cardiac resynchronization therapy / R.T.Murphy [et al.] // Am. J. Cardiol. - 2006. - Vol. 97 (11). - P. 1615-1621.

16. Vardas, P.E. Guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: The Task Force for Cardiac Pacing and Cardiac Resynchronization Therapy of the European Society of Cardiology Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association / P.E.Vardas [et al.] // Eur. Heart J. - 2007. - Vol. 28 (18). - P. 2256-2295.

РОТАЦИОННАЯ АНГИОГРАФИЯ С ТРЕХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИЕЙ КОРОНАРНОГО СИНУСА ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ КАРДИОРЕСИНХРОНИЗИРУЮЩИХ СИСТЕМ

Е.И.Зубарев, Д.С.Лебедев

С целью оценки возможности использования ротационной ангиографии (РА) с трехмерной реконструкцией коронарного синуса (КС) при имплантации кардиоресинхронизирующих устройств обследованы и прооперированы 28 пациентов. Ротационный изоцентричный скан выполнялся при вращении С-дуги в аксиальной плоскости от LAO 45° до RAO 45° со скоростью 240° за 4 секунды (Allura Expert FD 10, Philips Medical Systems, Best, The Netherlands). Результаты исследования подвергались обработке на графической станции (Allura 3D-CA Release 2, Philips Medical Systems) с последующим созданием трехмерной модели КС. Хорошую визуализацию венозной анатомии при РА удалось получить в 25 из 28 случаев (89%). Трём пациентам потребовалось выполнение дополнительных 2-D селективных венографий. Неудовлетворительная визуализация объяснялась неадекватным контрастированием КС и была связана, в основном, с чрезмерным диаметром КС и невозможностью адекватной его окклюзии баллонным катетером. При использовании РА значительно сокращался объем использованного контраста по сравнению с традиционной ангиографией (48,6±29,9 и 11,2±3,3 мл, соответственно, $p < 0,0001$), уменьшалась лучевая нагрузка на пациента и персонал. РА предоставляла более достоверную информацию об анатомии КС, позволяла чаще визуализировать ветви 2-го порядка и выбрать оптимальную проекцию для соустья КС и целевой вены. При наличии технической возможности методика может быть рекомендована для рутинного использования в клинической практике.

ROTATIONAL ANGIOGRAPHY WITH THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION OF CORONARY SINUS DURING IMPLANTATION OF CARDIAC RESYNCHRONIZATION SYSTEMS

E.I. Zubarev, D.S. Lebedev

To assess potentialities of rotational angiography with 3D reconstruction of the coronary sinus during implantation of cardiac resynchronization devices, 28 patients were examined and treated. The isocentric rotational scan was performed during the C-arc rotation in the axial plane from LAO 45° to RAO 45° with the velocity of 240° over 4 s (Allura Expert FD 10, Philips Medical Systems, Best, the Netherlands). The study results were processed on the graphic station Allura 3D CA Release 2, Philips Medical Systems) with subsequent creation of 3D model of the coronary sinus. Good visualization of venous anatomy during rotational angiography was achieved in 25 cases of 28 (89%). In three patients, additional 2D selective venography was required. The cases of unacceptable visualization were caused by inadequate contrasting of the coronary sinus and were related in general to an excessive coronary sinus diameter and impossibility of its occlusion by a balloon catheter. When using rotational angiography, the volume of the contrast medium was lower than in case of conventional angiography (48.6±29.9 ml and 11.2±3.3 ml, respectively, $p < 0.0001$), the X ray exposure of the patient and lab personnel were lower as well. Rotational angiography provided more reliable information on the coronary sinus anatomy, allowed one to visualize second-order branches more frequently, and to select an optimal site for anastomosis of the coronary sinus with the target vein. When technically available, the method can be recommended for the routine use in clinical practice.