DOI: 10.15825/1995-1191-2021-2-8-12

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОТАЦИОННОЙ КОРОНАРОАНГИОГРАФИИ У РЕЦИПИЕНТОВ СЕРДЦА

С.А. Саховский, Е.А. Кальченко, Б.Л. Миронков

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Коронарная ангиография как скрининговый метод выявления поражения коронарного русла приобретает все большее значение в деятельности трасплантологических центров. Ангиографическое исследование коронарных артерий выполняется потенциальным реципиентам различных органов, родственным донорам и ежегодно реципиентам сердца. Учитывая тяжелое состояние реципиентов в раннем посттрансплантационном периоде и ежегодные ангиографические исследования, необходимо стремиться к уменьшению лучевой нагрузки на организм и снижению дозы используемых рентгеноконтрастных препаратов. **Цель:** оценка возможности применения ротационной коронароангиографии в деятельности трансплантологического центра. **Материалы и методы.** Наблюдали 254 пациента, которым выполнили коронароангиографию. Возраст исследуемых составлял от 21 до 79 лет (ср. 46,92 ± 1), 90% были мужчины. Все пациенты были разделены на две группы: в 1-ю группу входили 142 пациента, которым выполняли ротационную ангиографию коронарных артерий, 2-я группа была контрольной (где выполнялась классическая полипроекционная КАГ) и включала 112 человек. Первая группа была разделена на 2 подгруппы – это подгруппа пациентов после трансплантации сердца, которым вместе с коронароангиографией выполняли эндомиокардиальную биопсию (n = 51), и подгруппа пациентов которым выполняли только ротационную коронароангиографию. **Результаты.** У 91% пациентов КАГ была выполнена радиальным доступом. В первой группе стенотическое поражение было выявлено у 33 пациентов: у 19 – однососудистое, у 9 – двухсосудистое, у 5 – трехсосудистое поражение. Всего было выявлено 56 гемодинамически значимых стенозов, 9 из которых составляли хронические тотальные окклюзии. У 83 пациентов (60%) было достаточно выполнения всего по 2 серии ротационных съемок (одна – левой коронарной артерии и одна – правой). У 32 (23%) пациентов потребовалось выполнение еще одной уточняющей проекции, у 17 – двух и у 9 – от 3 до 5 дополнительных проекций. В 3 случаях был переход на полипроекционную коронароангиографию. Среднее количество использованного контрастного вещества составило 24,4 ± 0,9 мл, средняя доза рентгеновского облучения составила 34561,3 ± 1695,2 mGycm^2. Потребность в контрастном веществе была достоверно выше в группе сравнения и составляла 24,4 ± 0,9 и 103,5 ± 1,7 мл соответственно. Средняя доза рентгеновского облучения в основной группе составляла 34561,3 ± 1695,2 mGycm^2, в группе сравнения 41430,9 ± 4141,7 mGycm^2, однако достоверного различия в группах не было. Подгрупповой анализ показал, что пациенты, которым выполняли только ротационную КАГ, имели меньшую лучевую нагрузку по сравнению с пациентами, которым выполняли КАГ в сочетании с ЭМБ, а также достоверно меньшую нагрузку, чем в группе сравнения. **Заключение.** Ротационная коронароангиография может рассматриваться как метод выбора в деятельности трансплантологических центров, где требуется скрининговая диагностика состояния коронарного русла, эквивалентный по информативности и безопасности. Ротационная коронароангиография позволяет более чем в три раза уменьшить количество вводимого контрастного вещества, что, в свою очередь, снижает число сопутствующих этому рисков осложнений, а также уменьшить лучевую нагрузку на пациентов и медицинский персонал.

Ключевые слова: ротационная коронарография, трансплантация сердца, трансплантология.

Для корреспонденции: Саховский Степан Анатольевич. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 1.
Тел. (926) 636-00-31. E-mail: milifolium@gmail.com

Corresponding author: Stepan Sakhovsky. Address: 1, Shchukinskaya str., Moscow, 123182, Russian Federation.
Phone: (926) 636-00-31. E-mail: milifolium@gmail.com

ROTATIONAL CORONARY ANGIOGRAPHY IN HEART TRANSPLANT RECIPIENTS

S.A. Sakhovsky, E.A. Kalchenko, B.L. Mironkov
Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation

As a screening method for detecting coronary lesions, coronary angiography (CAG) is becoming increasingly important in the activities of transplant centers. Angiography examination of coronary arteries is performed in potential recipients of various organs, related donors, and annually in heart recipients. Given the grave condition of recipients in the early post-transplant period and annual angiographic studies, it is necessary to strive for reduction of radiation load on the body and reduction of dose of X-ray contrast agents used. **Objective:** to assess the possibilities of using rotational CAG in the activities of transplant centers. **Materials and methods.** We observed 254 patients who underwent CAG. Their ages ranged from 21 to 79 years (mean 46.92 ± 1), and 90% were men. All patients were divided into two groups: group 1 included 142 patients who underwent rotational CAG, while group 2 was the control group (where classical polyprojection CAG was performed) and included 112 patients. Group 1 was divided into 2 subgroups – the subgroup of patients after heart transplantation who underwent endomyocardial biopsy along with CAG (n = 51), and the subgroup of patients who underwent only rotational CAG. **Results.** In 91% of patients, CAG was performed by radial access. In group 1, stenotic lesions were detected in 33 patients: 19 had single-vessel lesions, 9 had two-vessel lesions, and 5 had three-vessel lesions. A total of 56 hemodynamically significant stenoses were detected, 9 of which were chronic total occlusions. In 83 patients (60%), performing only 2 series of rotational scans (one left and one right coronary artery) was sufficient. In 32 (23%) patients, one more clarifying projection was required, in 17 patients two and in 9 – 3–5 additional projections. In 3 cases, we switched to polyprojection CAG. The average amount of contrast agent used was 24.4 ± 0.9 ml, the average X-ray dose was 34561.3 ± 1695.2 $mGycm^2$. The need for a contrast agent was significantly higher in the comparison group – 24.4 ± 0.9 mL and 103.5 ± 1.7 mL, respectively. The average X-ray dose in the main group was 34561.3 ± 1695.2 $mGycm^2$, in the comparison group 41430.9 ± 4141.7 $mGycm^2$. However, there was no significant difference between the groups. Subgroup analysis showed that patients who underwent only rotational CAG had lower radiation exposure compared to patients who underwent CAG combined with endomyocardial biopsy biopsy (EMB), as well as significantly lower load compared to the control group. **Conclusion.** Rotational CAG can be considered as the method of choice at transplant centers, where screening diagnostics of the state of the coronary bed is required, which is equivalent in terms of information content and safety. Rotational CAG allows to reduce the amount of injected contrast agent by more than three times, which in turn reduces the number of associated complications, as well as the radiation exposure of patients and medical personnel.

Keywords: rotational coronary angiography, heart transplantation, transplantology.

ВВЕДЕНИЕ

Коронарная ангиография как скрининговый метод выявления поражения коронарного русла приобретает все большее значение в деятельности трасплантологических центров [1, 2]. Омоложение атеросклероза в современной цивилизации и все большее его распространение в популяции уменьшает пул потенциальных доноров и становится противопоказанием для реципиентов [3]. Особой категорией пациентов, у которых коронарная ангиография рассматривается как золотой стандарт в оценке состояния венечных артерий, являются реципиенты сердца. Данным пациентам сразу после операции трансплантации сердца с целью выявления донор-ассоциированного атеросклеротического поражения коронарных артерий трансплантата, и впоследствии ежегодно, выполняется скрининговая КАГ для выявления и контроля прогрессирования васкулопатии трансплантата сердца. Каждому родственному донору органов старше 30 лет, а также всем реципиентам других органов, за исключением пациентов детского возраста, перед операцией по изъятию и трансплантации выполняют КАГ [4]. Ротационная коронарная ангиография, является относительно современным методом, которой позволяет максимально оптимизировать процедуру КАГ путем снижения времени процедуры и уменьшения использования контрастного вещества. Последнее особенно актуально для пациентов с терминальной почечной недостаточностью, потенциальным реципиентам с тяжелой сопутствующей патологией, а также потенциальным родственным донорам, которые после выполнения КАГ подвержены контраст-индуцированной нефропатии, что, в свою очередь, требует коррекции и переноса сроков трансплантации. Рассмотрение преимуществ ротационной коронарной ангиографии в сравнении с классической полипроекционной КАГ является актуальным вопросом в трансплантологической практике.

Цель: сравнить ротационную коронарную ангиографию с классической у пациентов трансплантологического центра.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Представлены результаты наблюдения за 254 пациентами, которые поступили в ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России в период с 2018-го по 2020 год для выполнения коронарографии. Возраст исследуемых составлял от 21 до 79 лет (ср. 46,92 ± 1), 90% были мужчины. Все пациенты были разделены на две группы: в 1-ю группу входили 142 пациента, которым выполняли ротационную ангиографию коронарных артерий, 2-я группа была контрольной (где выполнялась классическая полипроекционная КАГ) и включала 112 человек. Первая группа была разделена на 2 подгруппы – это подгруппа пациентов после ОТТС, которым вместе с коронароангиографией выполняли ЭМБ (n = 51), и подгруппа пациентов, которым выполняли только ротационную коронароангиографию. Все пациенты проходили стандартное обследование, которое включало ЭКГ, ЭхоКГ. ЭКГ включало 12-канальную регистрацию потенциалов сердца на аппарате «Megacart» фирмы «Siemens» (Германия). ЭхоКГ проводили на аппарате «VIVID 9» фирмы «GE» (США). Классическую полипроекционную коронарную ангиографию (КГ) выполняли по методике M. Judkins бедренным или радиальным доступом на аппарате ALLURA XPER (Phillips, Нидерланды). Стандартный протокол включал в себя 5 проекций для левой коронарной артерии и 2 проекции для правой. Ротационную коронароангиографию выполняли на аппарате ALLURA XPER (Phillips, Нидерланды) при помощи программы XperSwing.

Данные исследования обработали методами параметрической статистики с помощью программы Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics версии 22. В исследовании приведены средние арифметические величины показателей и стандартные ошибки среднего значения. Достоверность отличий оценивали критериями для непараметрических переменных: критерий Уилкоксона для парных сравнений зависимых переменных и Манна–Уитни (U-критерий) для сравнения независимых переменных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Успех процедуры составил 100%. У 91% пациентов КАГ была выполнена радиальным доступом, остальным – феморальным. Технические сложности при радиальном доступе были у 10 пациентов: 2 – сосудистые петли плечевой или лучевой артерии, 1 – окклюзия лучевой артерии, 7 – выраженный спазм лучевой артерии. В двух случаях потребовалась конверсия доступа на феморальный. Для выполнения 90% коронароангиографий требовался один билатеральный диагностический катетер. Ни у одного из исследуемых пациентов не выявлено признаков контрасиндуцированной нефропатии.

При анализе первой группы в результате КАГ стенотическое поражение было выявлено у 33 пациентов: у 19 – однососудистое, у 9 – двухсосудистое, у 5 – трехсосудистое поражение. Всего было выявлено 56 гемодинамически значимых стенозов, 9 из которых, составляли хронические тотальные окклюзии. У 83 пациентов (60%) было достаточно выполнения всего по 2 серии ротационных съемок (одна – левой коронарной артерии и одна – правой). Из-за тяжести и распространенности стентического поражения у 32 (23%) пациентов потребовалось выполнение еще одной уточняющей проекции, у 17 – двух и у 9 – от 3 до 5 дополнительных проекций. В 3 случаях был переход на полипроекционную КАГ. Среднее количество использованного контрастного вещества составило 24,4 ± 0,9 мл, средняя доза рентгеновского облучения составила 34561,3 ± 1695,2 mGycm^2.

При сравнении групп пациентов, которым проводилась ротационная и «классическая» полипроекционная КАГ, была выявлена достоверно большая потребность в контрастном веществе – 24,4 ± 0,9 и 103,5 ± 1,7 мл соответственно. Средняя доза рентгеновского облучения в основной группе составляла 34561,3 ± 1695,2 mGycm^2, в группе сравнения – 41430,9 ± 4141,7 mGycm^2, однако достоверного различия в группах не было. Показатели лучевой нагрузки представлены в таблице.

Таблица

Сравнение групп (подгрупп) по количеству использованного контрастного вещества и дозе рентгеновского облучения

Comparison of groups (subgroup groups) by the amount of contrast agent used and X-ray dose

	Основная группа		Группа сравнения	p
	Подгруппа КАГ	Подгруппа КАГ + ЭМБ		
Количество использованного контрастного вещества, мл	24,4 ± 0,9		103,5 ± 1,7	**0,001**
Доза, mGycm	34561,3 ± 1695,2			0,678
	28390,9 ± 1679,8		41430,9 ± 4141,7	**0,001**

Данное обстоятельство можно объяснить тем, что у 51 пациента вместе с КАГ выполнялась эндомиокардиальная биопсия, которая увеличивала время рентгеноскопии, и соответственно, лучевую нагрузку. Это подтвердил подгрупповой анализ, который показал, что пациенты, которым выполняли только ротационную КАГ, имели меньшую лучевую нагрузку по сравнению с пациентами, которым выполняли КАГ в сочетании с ЭМБ, а также достоверно меньшую нагрузку по сравнению с группой сравнения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Поражение коронарных артерий пересаженного сердца является основной причиной гибели трансплантата у реципиентов сердца, что, в свою очередь, снижает качество жизни и увеличивает смертность у данной категории пациентов. Коронарная ангиография остается методом выбора в скрининге для выявления донор-ассоциированного атеросклероза венечных артерий в раннем послеоперационном периоде. Последние рекомендации по ведению пациентов с ТС рассматривают коронарную ангиографию как «золотой стандарт» выявления поражения коронарных артерий в раннем послеоперационном периоде и болезни коронарных артерий (БКАПС) в отдаленном периоде. Характер поражения коронарного русла определяется по классификации S.Z. Gao, которая была модифицирована сотрудниками ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России [5, 6]. Стэнфордская классификация используется для описания морфологии коронарных поражений от дискретного атеросклероза до концентрической облитерации артерий [5, 7]. Однако анализ полипроекционных ангиограмм может недооценивать как распространенность, так и степень БКАПС из-за ремоделирования сосудов, вовлекающего все коронарное русло, что на ранней стадии не всегда уменьшает диаметр просвета [8, 9]. Следовательно, ангиограммы следует интерпретировать серийно, так как новые и концентрические поражения могут быть не визуализированны на одноплоскостных ангиограммах. Из-за этих ограничений для повышения чувствительности обнаружения БКАПС были предложены дополнительные методы визуализации, такие как внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) и оптическая когерентная томография (ОСТ) и т. п. Технологический прогресс в ангиографическом оборудовании и программном обеспечении дали возможность выполнять ротационную коронарную ангиографию. Ротационная коронароангиография (рКАГ) – это относительно новый метод визуализации, который включает в себя предварительно заданный алгоритм вращения рентгеновской трубки вокруг пациента во всех необходимых осях. Полученные ангиограммы дают значительно больше информации и позволяют реконструировать трехмерное изображение сосудистого русла и визуализировать каждую коронарную артерию в разных проекциях с помощью однократного введения рентгенконтрастного вещества в систему левой или правой коронарной артерии [10–12]. Многочисленные исследования показали преимущества ротационной ангиографии, включая уменьшение объема рентгенконтрастного вещества, снижение времени процедуры и меньшее облучение по сравнению со стандартной коронарной ангиографией [13, 14–16]. Исследования взрослых показали, что рКАГ обеспечивает сопоставимое, а в некоторых случаях превосходное качество изображения по сравнению со статической ангиографией для оценки ишемической болезни сердца. Имеются данные об использовании рКАГ у детей. Международное общество трансплантации сердца и легких (ISHLT) рекомендует проводить коронарную ангиографию даже один раз в год у пациентов после трансплантации сердца [17, 18]. Поскольку пациенты с ОТТС в основном не страдают стенокардией ввиду денервации донорского сердца, стеноз коронарных артерий является случайной находкой, что является прогностическим признаком процесса отторжения трансплантата. Наряду с реципиентами сердца в деятельности трансплантологических центров существуют дополнительные категории пациентов, требующих выполнения скрининговой КАГ, такие как потенциальные реципиенты почек, печени, легких и т. п., родственные доноры органов. Для данных групп пациентов ротационная КАГ предпочтительна как высокоинформативный метод диагностики с минимальными рисками возникновения осложнений (контраст-индуцированная нефропатия и т. п.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ротационная коронароангиография представляет относительно новый ангиографический метод, который эквивалентен с точки зрения качества изображения и информативности, требует меньшего использования контрастного вещества, характеризуется меньшим радиационным воздействием и временем выполнения процедуры КАГ по сравнению с «классической» полипроекционной КАГ. Данный подход может быть предпочтительным в деятельности трансплантологических центров, где требуется скрининговая диагностика состояния коронарного русла, потому что является информативным и позволяет снизить более чем в три раза количество вводимого в пациента контрастного вещества и сопутствующие этому риски осложнений, а также уменьшить лучевую нагрузку на пациентов и медицинский персонал.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. *Национальные* клинические рекомендации: трансплантация сердца / Под ред. С.В. Готье и др. М.: Российское трансплантологическое общество, 2013: 93. *Natsional'nye* klinicheskie rekomendatsii: transplantatsiya serdtsa / Pod red. S.V. Got'e i dr. M.: Rossiyskoe transplantologicheskoe obshchestvo, 2013: 93.
2. *Кальченко ЕА, Гончарова АЮ, Саховский СА*. Проблема диагностики и лечения болезни коронарных артерий пересаженного сердца (обзор литературы). *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2019; 13 (3): 58–67. *Kal'chenko EA, Goncharova AYu, Sakhovskiy SA*. Problema diagnostiki i lecheniya bolezni koronarnykh arteriy peresazhennogo serdtsa (obzor literatury). *Diagnosticheskaya i interventsionnaya radiologiya*. 2019; 13 (3): 58–67.
3. *Саховский СА, Абугов СА, Вартанян ЭЛ, Пурецкий МВ, Поляков РС, Марданян ГВ, Миронков БЛ.* Эндоваскулярная коррекция структурной патологии клапанов и аорты у реципиентов сердца. *Эндоваскулярная хирургия*. 2021; 8 (1): 53–59. *Sakhovskiy SA, Abugov SA, Vartanyan EL, Puretskiy MV, Polyakov RS, Mardanyan GV, Mironkov BL.* Endovaskulyarnaya korrektsiya strukturnoy patologii klapanov i aorty u retsipientov serdtsa. *Endovaskulyarnaya khirurgiya*. 2021; 8 (1): 53–59.
4. *Национальные* клинические рекомендации: трансплантация печени / Профессиональная ассоциация: Общероссийская общественная организация трансплантологов «Российское трансплантологическое общество». 2016: 13. *Natsional'nye* klinicheskie rekomendatsii: transplantatsiya pecheni / Professional'naya assotsiatsiya: Obshcherossiyskaya obshchestvennaya organizatsiya transplantologov «Rossiyskoe transplantologicheskoe obshchestvo». 2016: 13. URL: http://transpl.ru/files/rto/transpl_pecheni.pdf (дата обращения: 10.03.2021).
5. *Gao SZ, Alderman EL, Schroeder JS, Silverman JF, Hunt SA.* Accelerated coronary vascular disease in the heart transplant patient: coronary arteriographic findings. *J Am Coll Cardiol.* 1988; 12: 334–340.
6. *Казаков ЭН, Кормер АЯ, Честухин ВВ, Голубицкий ВВ*. Патология коронарных артерий пересаженного сердца по данным коронарографии. *Трансплантология и искусственные органы*. 1996; 4: 74–77. *Kazakov EN, Kormer AYa, Chestukhin VV, Golubitskiy VV.* Patologiya koronarnykh arteriy peresazhennogo serdtsa po dannym koronarografii. *Transplantologiya i iskusstvennye organy*. 1996; 4: 74–77.
7. *Johnson DE, Gao SZ, Schroeder JS, DeCampli WM, Billingham ME.* The spectrum of coronary artery pathologic findings in human cardiac allografts. *J Heart Transplant*. 1989; 8: 349–359.
8. *Nissen S.* Coronary angiography and intravascular ultrasound. *Am J Cardiol*. 2001; 87: 15A–20A.
9. *Rickenbacher PR, Pinto FJ, Chenzbraun A, Botas J, Lewis NP, Alderman EL et al.* Incidence and severity of transplant coronary artery disease early and up to 15 years after transplantation as detected by intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol*. 1995; 25: 171–177.
10. *Garcia JA, Movassaghi B, Casserly IP, Klein AJ, Chen SY, Messenger JC et al.* Determination of optimal viewing regions for X-ray coronary angiography based on a quantitative analysis of 3D reconstructed models. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2009; 25: 455–462.
11. *Hudson PA, Klein AJ, Kim MS, Wink O, Hansgen A, Casserly IP et al.* A novel dual-axis rotational coronary angiography evaluation of coronary artery disease – case presentation and review. *Clin Cardiol*. 2010; 33: E16–E19.
12. *Klein AJ, Garcia JA, Hudson PA, Kim MS, Messenger JC, Casserly IP et al.* Safety and efficacy of dual-axis rotational coronary angiography vs. standard coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011; 77: 820–827.
13. *Empen K, Kuon E, Hummel A, Gebauer C, Dorr M, Konemann R et al.* Comparison of rotational with conventional coronary angiography. *Am Heart J*. 2010; 160: 552–563.
14. *Liu HL, Jin ZG, Yang SL, Luo JP, Ma DX, Liu Y, Han W.* Randomized study on the safety and efficacy of dual-axis rotational versus standard coronary angiography in. *Chin Med J*. 2012; 125: 1016–1022.
15. *Liu H, Jin Z, Deng Y, Jing L.* Dual-axis rotational coronary angiography can reduce peak skin dose and scattered dose: a phantom study. *J Appl Clin Med Phys*. 2014; 15: 4805.
16. *Loomba RS, Rios R, Buelow M, Eagam M, Aggarwal S, Arora RR.* Comparison of contrast volume, radiation dose, fluoroscopy time, and procedure time in previously published studies of rotational versus conventional coronary angiography. *Am J Cardiol*. 2015; 116: 43–49.
17. *Ponikowski P, Voors AA, Anker SD et al.* 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2016; 37: 2129–2200.
18. *Herre JM.* Heart transplant medicine: beyond the guidelines. *J Heart Lung Transplant*. 2013; 32: 1170–1171.

Статья поступила в редакцию 21.04.2021 г.
The article was submitted to the journal on 21.04.2021