

<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-2-129-133>
УДК 616.133.32-073.53-073.756.8:616-056.43:546.15

Применение CO₂ для создания оптического окна при проведении внутрисосудистой оптической когерентной томографии у пациента с аллергической реакцией на йодсодержащий контраст

М.Г. Тарасов, С.Е. Пекарский, А.Е. Баев, Е.С. Гергерт

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук,
634012, Российская Федерация, Томск, ул. Киевская, 111а

Аннотация

Необходимым условием получения качественного изображения при оптической когерентной томографии (ОКТ) является вытеснение крови из визуализируемого сегмента сосуда для обеспечения прозрачной среды между сосудистой стенкой и фотодетектором. Традиционно для этого используется жидкий йодсодержащий контраст, что может быть опасно у пациентов с аллергией на йод или с почечной недостаточностью. Мы представляем клинический случай успешного проведения ОКТ с использованием CO₂ у пациента с анафилактической реакцией на йодсодержащий контраст. ОКТ проводили для контроля безопасности радиочастотной (РЧ) денервации почек. CO₂ вводили стандартным способом в проводниковый катетер, расположенный в почечной артерии. С помощью CO₂ удалось эффективно вытеснить кровь из почечной артерии и получить качественные ОКТ изображения микроструктуры сосудистой стенки.

Ключевые слова:	оптическая когерентная томография, ангиография, карбоксиангиография, ренальная денервация, клинический случай.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
Соответствие принципам этики:	информированное согласие получено от пациента
Для цитирования:	Тарасов М.Г., Пекарский С.Е., Баев А.Е., Гергерт Е.С. Применение CO ₂ для создания оптического окна при проведении внутрисосудистой оптической когерентной томографии у пациента с аллергической реакцией на йодсодержащий контраст. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2022;37(2):129–133. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-2-129-133 .

The use of CO₂ to create an optical window during intravascular optical coherence tomography in a patient with an allergic reaction to iodine contrast

Mikhail G. Tarasov, Stanislav E. Pekarskiy, Andrey E. Baev, Egor S. Gergert

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences,
111a, Kievskaya str., Tomsk, 634012, Russian Federation

Abstract

A necessary condition for obtaining a high-quality image with optical coherence tomography (OCT) is the displacement of blood from the visualized segment of the vessel to provide a transparent medium between the vascular wall and the photo detector. Traditionally, liquid iodine-containing contrast is used for this, which can be dangerous in patients with iodine allergy

✉ Тарасов Михаил Георгиевич, e-mail: m3107@rambler.ru.

or renal insufficiency. We present a clinical case of successful OCT using CO₂ in a patient with anaphylactic reaction to iodine-containing contrast. OCT was performed to monitor the safety of radiofrequency renal denervation. CO₂ was injected as standard into a guide catheter located in the renal artery. With the help of CO₂, it was possible to effectively displace blood from the renal artery and obtain high-quality OCT images of the vascular wall microstructure.

Keywords:	optical coherence tomography, angiography, carboxyangiography, renal denervation, case report.
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest.
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
Adherence to ethical standards:	informed consent was obtained from the patient.
For citation:	Tarasov M.G., Pekarskiy S.E., Baev A.E., Gergert E.S. The use of CO ₂ to create an optical window during intravascular optical coherence tomography in a patient with an allergic reaction to iodine contrast. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2022;37(2):129–133. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-2-129-133 .

Введение

Оптическая когерентная томография (ОКТ) – революционная технология визуализации в современной рентгенэндоваскулярной хирургии. Обладая высоким разрешением, ОКТ позволяет видеть структуру стенки сосуда практически на клеточном уровне. Для получения изображения оптическое устройство, располагающееся на конце специального катетера, излучает свет и регистрирует его отражение от окружающих структур. Для проведения исследования необходимо наличие прозрачной среды между оптическим устройством и визуализируемыми объектами. То есть получение изображения стенки сосуда требует полного вытеснения крови из просвета, поскольку любое количество остаточных эритроцитов вызывает ослабление сигнала. Обычно это достигается с помощью инъекции йодсодержащего контрастного вещества. При получении необходимой прозрачности система выполняет автоматическую протяжку датчика внутри оболочки катетера ОКТ и визуализирует участок артерии длиной от 4 до 6 см менее чем за 3 с. Для получения изображения используется ближний инфракрасный спектр с длиной волны в диапазоне 1250–1350 нм. Это позволяет получить изображение стенки сосуда на глубину от 1 до 3 мм, с аксиальным разрешением 12–20 мкм и латеральным 20–90 мкм [1, 2].

Высокое разрешение изображения ОКТ обеспечивает возможность интраоперационного контроля эффективности и безопасности эндоваскулярных манипуляций и воздействий. Сегодня для лечения лекарственно-резистентной артериальной гипертензии (АГ) применяют радиочастотную (РЧ) ренальную денервацию (РДН) [3]. По данным гистологических исследований, РЧ РДН вызывает локальные повреждения в точках контакта электродов со стенкой артерии, а в наблюдениях *in vivo* обнаружено, что эта процедура может вызвать диссекцию, деформацию сосудистой стенки или образование пристеночных тромбов, т. е. потенциально опасные изменения, которые могут привести к нарушению кровотока [4].

У пациентов с хронической почечной недостаточностью или аллергией на йод использование йодсодержащих контрастных веществ небезопасно. Альтернативой может быть применение углекислого газа (CO₂) в качестве контрастного агента. Использование для этих целей диоксида углерода восходит к 1920-м гг., когда газ использовали для визуализации забрюшинных структур. Однако

из-за потенциальной нейротоксичности и аритмогенности CO₂ не следует использовать для контрастирования грудной аорты, коронарных артерий и сосудов головного мозга. В отличие от жидкого контрастного вещества, которое в просвете сосуда смешивается с кровью, CO₂ вытесняет кровь. А благодаря высокой растворимости, углекислый газ за короткое время полностью растворяется и высвобождается капиллярами легких. Несмотря на разницу в физических свойствах, ангиограммы, полученные с помощью газообразного CO₂ и жидкого контрастного вещества, вполне сопоставимы [5].

Клинический случай

Пациентка Н., 73 года, поступила в плановом порядке в кардиологическое отделение № 3 НИИ кардиологии Томского НИМЦ с жалобами на ухудшение состояния в течение нескольких недель, неэффективный контроль артериального давления (АД) на фоне комбинированной антигипертензивной терапии, эпизоды дискомфорта за грудиной.

Анамнез. Гипертоническая болезнь более 10 лет с максимальным АД 240/110 мм рт. ст. Около года назад была экстренная госпитализация с диагнозом острого инфаркта миокарда (ОИМ). Выполняли стентирование перерейной нисходящей артерии (ПНА) (инфаркт-связанная коронарная артерия), после выписки принимала назначенные препараты. Через 3 мес. при плановой госпитализации, по данным коронарной ангиографии, стент проходим, выполнили стентирование ветви тупого края (ВТК). Процедура осложнилась анафилактикоидной реакцией II степени на йодсодержащее контрастное вещество.

При поступлении состояние удовлетворительное, АД 180/85 мм рт. ст. на фоне комбинированной антигипертензивной терапии: азилсартан 40 мг + гидрохлортиазид 25 мг + карведилол 25 мг + лерканидипин 20 мг.

Нагрузочная сцинтиграфия миокарда: достоверных данных о нарушении перфузии миокарда левого желудочка (ЛЖ) не выявлено. Эхокардиография: толщина стенок и масса миокарда ЛЖ на верхней границе нормы. Общая сократимость ЛЖ в норме, фракция выброса ЛЖ – 65%. Ультразвуковое исследование почек: паренхима нормальной толщины, дифференцируется от синусов, однородная. С обеих сторон небольшое расширение отдельных групп чашечек, конкрементов нет. Допплерография почечных артерий: кровоток симметричный, признаков стенозирования и аномалий развития не выявлено.

Биохимический анализ крови: глюкоза 7,40 ммоль/л (N = 3,80–6,10); мочевины 7,80 ммоль/л (N = 2,20–7,20); креатинин 119,00 мкмоль/л (N = 44,00–80,00).

Учитывая резистентность и отсутствие данных за симптоматический характер АГ, принято решение о выполнении РЧ РДН. Принимая во внимание указание на анафилактикоидную реакцию в анамнезе, в качестве контрастного вещества решено использовать CO₂. Кроме того, принято решение выполнить интраоперационную оценку безопасности РЧ воздействия и выявить возможные повреждения сосудистой стенки с помощью внутрисосудистой ОКТ. При этом для создания бескровного поля также было решено вместо йодсодержащего контраста использовать CO₂, а внутреннее пространство катетера ОКТ между оптоволоком и оболочкой заполнить вместо обычно используемого контрастного вещества раствором NaCl 0,9% (который во время автоматической протяжки оператор непрерывно подавал шприцем для исключения попадания крови во внутреннее пространство катетера).

Процедура РДН и ОКТ исследование

Перед процедурой РДН внутривенно ввели нефракционированный гепарин в дозе, необходимой для дости-

жения активированного времени свертывания крови более 300 с. Радиальным доступом через направляющий катетер 6F, по проводнику 0,014", катетер ОКТ Dragonfly OPTIS Kit (Abbot Medical, США) провели в зону запланированного РЧ воздействия. С помощью автоматического иньектора CO₂ ANGIODROID (Angiodroid, Италия), подключенного к направляющему катетеру, выполнили инъекцию углекислого газа. При получении бескровного поля аппарат Illumien (St. Jude Medical, США) произвел автоматическую тракцию катетера ОКТ с записью поперечных срезов почечной артерии с интервалом 0,2 мм. Следующим этапом провели саму процедуру РЧ РДН с использованием генератора Symplicity G3 и многоэлектродного катетера Symplicity Spyral (Medtronic, США) по стандартной методике, под контролем карбоксиангиографии. После этого процедуру ОКТ повторили. Основываясь на ранее опубликованных в литературе данных, мы предполагали обнаружить следующие изменения стенки артерии: отек, коагуляцию, диссекцию, спазм, тромб [4]. При сравнительной оценке поперечных срезов мы не нашли вышеуказанных изменений, однако выявили небольшие повреждения эндотелия в проекции РЧ воздействия, не видимые при ангиографии (рис. 1).

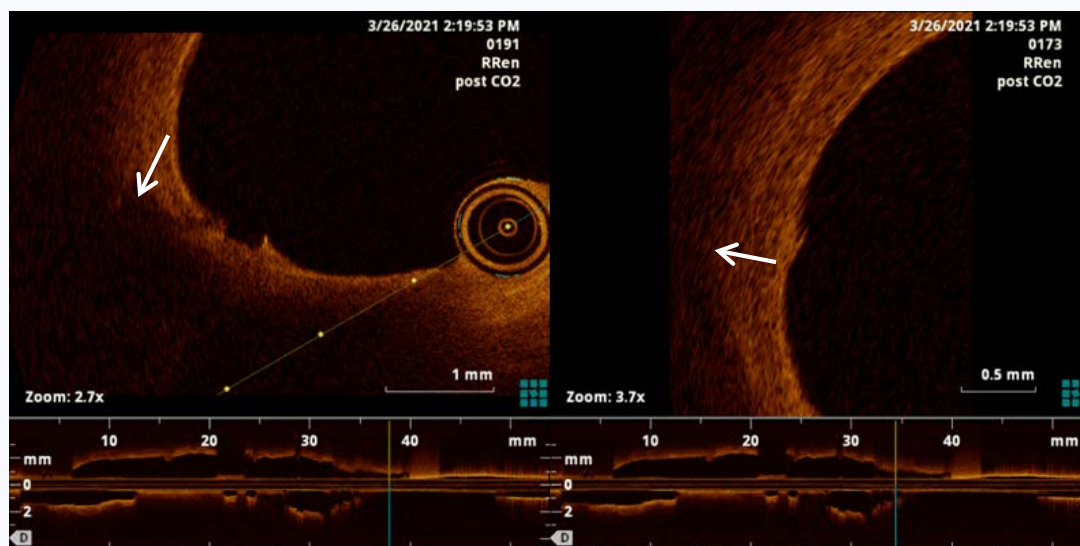


Рис. 1. Участки повреждения эндотелия (обозначены стрелкой) после РЧ РДН на поперечных ОКТ срезах правой почечной артерии, полученных с помощью инъекции углекислого газа

Fig. 1. Areas of endothelial damage (indicated by an arrow) after radiofrequency renal denervation on the cross sectional optical coherence tomography images of the right renal artery obtained with injection of carbon dioxide

Повреждения носили локальный характер, занимали < 10° окружности просвета сосуда и прослеживались на протяжении не более двух последовательных кадров. Осложнений в послеоперационном периоде выявлено не было.

Обсуждение

По нашим данным, это первое применение CO₂ для выполнения ОКТ. Нам удалось обеспечить эффективное вытеснение крови с получением качественных ОКТ изображений. Однако на некоторых поперечных срезах часть изображения просвета артерии осталась скрытой из-за остаточного объема крови между катетером ОКТ и стенкой сосуда (рис. 2).

Для преодоления этой проблемы мы предлагаем выполнять нескольких протяжек ОКТ с изменением положения катетера в просвете артерии, при этом дополнительное введение инертного CO₂ не увеличивает риск вмешательства. Кроме того, на части изображений сохранялся пристеночный слой крови, который однако существенно не влиял на качество изображения, позволяя детально оценить структуру стенки артерии.

При этом следует отметить, что наличие пристеночного слоя крови может привести к занижению истинного диаметра просвета сосуда, измеренного по рентгенографическим изображениям.

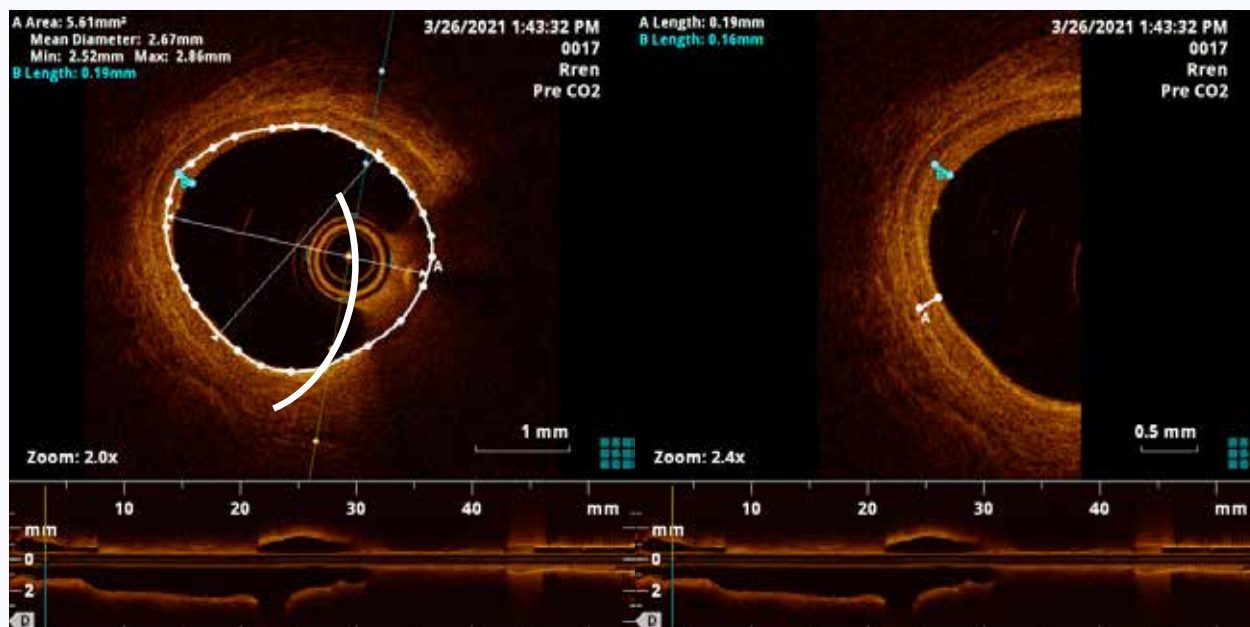


Рис. 2. Поперечный ОКТ срез правой почечной артерии, выполненный на фоне инъекции CO_2 . Видно остаточный объем крови между катетером ОКТ и стенкой сосуда (обозначен дугой), измерены толщина комплекса интима-медиа (А) и остаточный пристеночный слой крови (В)
 Fig. 2. Cross sectional optical coherence tomography image of the right renal artery performed with CO_2 injection. The residual volume of blood between the optical coherence tomography catheter and the vessel wall is visible (indicated by an arc); the thickness of the intima-media complex (A) and the residual wall layer of blood (B) are measured

Заключение

Таким образом, у пациентов с аллергической реакцией на йодсодержащие рентгеноконтрастные препараты внутрисосудистое ОКТ исследование можно выполнить с использованием углекислого газа в качестве агента для создания бескровного поля. При этом качество изображе-

ния позволяет провести необходимые измерения и оценить строение стенки сосуда, выявить наличие локальных повреждений, вызванных РЧ воздействием. Данную методику можно рекомендовать и пациентам с нарушением функции почек для предотвращения контраст-индуцированной нефропатии.

Литература / References

1. Lowe H.C., Narula J., Fujimoto J.G., Jang I.K. Intracoronary optical diagnostics current status, limitations, and potential. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2011;4(12):1257–1270. DOI: 10.1016/j.jcin.2011.08.015.
2. Gutierrez-Chico J.L., Alegria-Barrero E., Teijeiro-Mestre R., Chan P.H., Tsujioaka H., de Silva R. et al. Optical coherence tomography: From research to practice. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2012;13(5):370–384. DOI: 10.1093/ehjci/jes025.
3. Kandzari D.E., Bohm M., Mahfoud F., Townsend R.R., Weber M.A., Pocock S. et al. Effect of renal denervation on blood pressure in the presence of antihypertensive drugs: 6-month efficacy and safety results from the SPYRAL HTN-ON MED proof-of-concept randomised trial. *Lancet.* 2018;391(10137):2346–2355. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30951-6.
4. Roleder T., Skowerski M., Wiecek A., Adamczak M., Czerwinska B., Wanha W. et al. Long-term follow-up of renal arteries after radio-frequency catheter-based denervation using optical coherence tomography and angiography. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2016;32(6):855–862. DOI: 10.1007/s10554-016-0853-9.
5. Cho K.J. Carbon dioxide angiography: Scientific principles and practice. *Vasc. Specialist Int.* 2015;31(3):67–80. DOI: 10.5758/vsi.2015.31.3.67.

Информация о вкладе авторов

Тарасов М.Г. – разработка методики оценки безопасности процедуры ренальной денервации, выполнение оптической когерентной томографии, обработка результатов, обзор литературы, написание первичного варианта статьи, окончательная редакция статьи.

Пекарский С.Е. – разработка концепции и дизайна исследования, разработка методики денервации почечных артерий, разработка методики оценки безопасности процедуры ренальной денервации, обзор литературы, рецензирование первичного варианта статьи.

Баев А.Е. – разработка концепции и дизайна исследования, разработка методики денервации почечных артерий, разработка методики оценки безопасности процедуры ренальной денервации.

Гергерт Е.С. – выполнение процедуры денервации почечных артерий, выполнение оптической когерентной томографии.

Information on author contributions

Tarasov M.G. – development of methodology for assessing the safety of the renal denervation procedure, performing optical coherence tomography, processing the results, literature review, writing the primary version of the manuscript, and final revision of the article.

Pekarsky S.E. – development of the concept and design of the study, development of methods of renal artery denervation, development of methods for assessing the safety of the renal denervation procedure, literature review, and review of the primary version of the article.

Baev A.E. – development of the concept and design of the study, development of methods of renal artery denervation, development of methods for assessing the safety of the renal denervation procedure.

Gergert E.S. – performing the procedure of renal artery denervation and optical coherence tomography.

Информация об авторах

Тарасов Михаил Георгиевич, канд. мед. наук, младший научный сотрудник, отделение хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0001-5263-9488.

E-mail: m3107@rambler.ru.

Пекарский Станислав Евгеньевич, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, отделение хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-4008-4021.

E-mail: pekarski@cardio-tomsk.ru.

Баев Андрей Геннадьевич, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-8163-1618.

E-mail: stent111@mail.ru.

Гергерт Егор Сергеевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

E-mail: gergert-egor88@mail.ru.

 **Тарасов Михаил Георгиевич**, e-mail: m3107@rambler.ru.

Information about the authors

Mikhail G. Tarasov, Cand. Sci. (Med.), Research Scientist, Department of Interventional Arrhythmology, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0001-5263-9488.

E-mail: m3107@rambler.ru.

Stanislav E. Pekarskiy, Leading Research Scientist, Department of Interventional Arrhythmology, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-4008-4021.

E-mail: pekarski@cardio-tomsk.ru.

Andrei E. Baev, Cand. Sci. (Med.), Chief of the Department of Invasive Cardiology, Cardiology Research Institute, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-8163-1618.

E-mail: stent111@mail.ru.

Egor S. Gergert, Doctor for Endovascular Diagnostics and Treatment, Department of Invasive Cardiology, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences.

E-mail: gergert-egor88@mail.ru.

 **Mikhail G. Tarasov**, e-mail: m3107@rambler.ru.

Received March 04, 2022

Поступила 04.03.2022