



УДК 616-073.755.4

А.В. МАКСИМОВ^{1,2}, Э.Ш. МАКАРИМОВ¹, В.В. ГЛИНКИН¹, А.К. ФЕЙСХАНОВ¹¹Республиканская клиническая больница МЗ РТ, 420064, г. Казань, Оренбургский тракт, д. 138²Казанская государственная медицинская академия, 420012, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 36

Опыт применения двуокиси углерода в ангиографии

Максимов Александр Владимирович — доктор медицинских наук, заведующий отделением сосудистой хирургии №1, доцент кафедры кардиологии, рентгенэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии, тел. +7-917-877-16-65, e-mail: maks.av@mail.ru**Макаримов Эльдар Шамильевич** — врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, тел. +7-917-887-01-01, e-mail: makarim@inbox.ru**Глинкин Владимир Вадимович** — заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, тел. +7(843) 237-34-80, e-mail: vladimir-glinkin@yandex.ru**Фейсханов Айгиз Камилевич** — врач отделения сосудистой хирургии №1, тел. +7-987-296-06-42, e-mail: aygizf@live.com

В современных клиниках CO₂ безопасно применяется при проведении эндоваскулярных вмешательств как на венозной, так и артериальной системах. Основным преимуществом CO₂ является возможность его безопасного применения в группе пациентов с высоким риском контрастиндуцируемой нефропатии. Представлен первый клинический опыт успешного применения карбоксиангиографии в РКБ МЗ РТ. Продемонстрированы результаты CO₂-ангиографий, выполненных с помощью системы CO₂-AngioSet компании OptiMED пациентам с аллергией на йодсодержащие контрастные вещества, пациентам на программном гемодиализе с остаточной функцией почек и пациентам с хронической почечной недостаточностью.

Ключевые слова: CO₂, ангиография, карбоксиангиография, контраст-индуцированная нефропатия.

A.V. MAKSIMOV^{1,2}, E.Sh. MAKARIMOV¹, V.V. GLINKIN¹, F.K. FEYSKHANOV¹¹Republican Clinical Hospital of the MH of RT, 138 Orenburgskiy Trakt, Kazan, Russian Federation, 420064²Kazan State Medical Academy, 36 Butlerov St., Kazan, Russian Federation, 420012

Carbon dioxide application experience in angiography

Maksimov A.V. — D. Med. Sc., Head of the Vascular Surgery Department №1, Associate Professor of the Department of Cardiology, Endovascular and Cardiovascular Surgery, tel. +7-917-877-16-65, e-mail: maks.av@mail.ru**Makarimov E.S.** — doctor of the Roentgenosurgical Diagnostics and Treatment Department, tel. +7-917-887-01-01, e-mail: makarim@inbox.ru.**Glinkin V.V.** — Head of the Roentgenosurgical Diagnostics and Treatment Department, tel. +7(843) 237-34-80, e-mail: vladimir-glinkin@yandex.ru**Feyskhanov A.K.** — doctor of the Vascular Surgery Department №1, tel. +7-987-296-06-42, e-mail: aygizf@live.com

To provide endovascular interventions on venous and arterial systems in modern hospitals carbon dioxide is safely used. The main advantage of carbon dioxide is its ability to safely use in patients with high risk of contrast induced nephropathy. Here is the first clinical experience of carbon dioxide successful application in the Republican Clinical Hospital. Results of CO₂-angiography performed using a system of CO₂ AngioSet by OptiMED in patients with allergy to iodinated contrast agents, in patients on hemodialysis with residual renal function and in patients with chronic renal failure were demonstrated.

Key words: carbon dioxide, digital subtraction angiography, contrast-induced nephropathy.

В 1950-х годах диоксид углерода использовался в качестве контрастного вещества для диагностики эксудативного перикардита. Проведенные исследования показали, что болюсное внутривенное введение 100-200 см³ CO₂ не вызывает существенных изменений жизненно важных функций [1]. В 1969 г. Хипона сообщил о безопасном использовании CO₂ для визуализации нижней полой вены [2]. В 1970-х годах CO₂ используется как контрастное вещество для внутриартериального введения. Изучение внутриартериального применения CO₂ нача-

лось Хокинсом после случайного введения 70 см³ воздуха пациенту и визуализации чревного ствола без каких-либо отрицательных последствий. С появлением цифровой субтракционной ангиографии в 1980 г. карбоксиангиография стала полезным диагностическим инструментом. В настоящее время CO₂ безопасно применяется для проведения эндоваскулярных вмешательств как на венозной, так и артериальной системах [3].

CO₂ является нетоксичным, негорючим, невидимым, плавучим, хорошо сжимаемым га-

Таблица. Объем вводимого CO₂ в зависимости от области исследования

Область визуализации	Объем вводимого CO ₂ (см ³)
Брюшная аорта	60-80
Артерии таза	40-60
Артерии нижних конечностей	20-30
Почечные артерии	20-30
Висцеральные артерии	20-30
Гемодиализные шунты	20-30
Вены	20-40
Артерии верхних конечностей	20-30
TIPS (трансьюгулярное внутрипеченочное портосистемное шунтирование)	10-20

зом. CO₂ производится эндогенно примерно 200 см³/мин., поэтому отсутствует риск аллергических реакций и нефротоксического действия газа. Вязкость CO₂ в 400 раз меньше вязкости йодсодержащих рентгеноконтрастных веществ, растворимость CO₂ в 20-30 раз выше, чем O₂, поэтому частота эмболии при работе с CO₂ минимальна. При внутривенном введении растворяется в крови за 30-60 сек. и выводится из организма при однократном прохождении через легкие [4].

Показания к проведению CO₂-ангиографии:

1. Аллергия на йодсодержащие контрастные вещества. Частота тяжелых анафилактических реакций при использовании йодсодержащих контрастных веществ составляет 0,02-0,04% [5].

2. Острая и хроническая почечная недостаточность. Контраст индуцированная нефропатия одна из основных причин внутрибольничной почечной недостаточности. Развивается в 7% случаев после эндоваскулярных вмешательств с применением йодсодержащих контрастных веществ [6, 7].

3. Визуализация АВФ и центральных вен у пациентов, находящихся на программном гемодиализе с низкой/остаточной функцией почек [8].

4. Визуализация воротной вены при трансьюгулярном внутрипеченочном портосистемном шунтировании [9].

Рисунок 3. Венограммы. Критический стеноз головной вены в средней трети плеча (А). Центральные вены без патологии (Б)

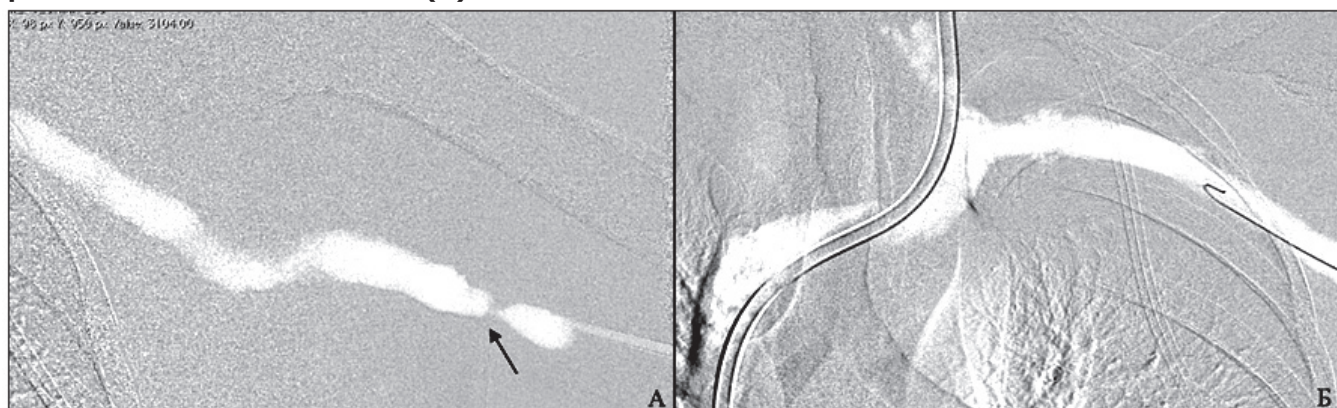


Рисунок 1. Система CO₂-Angioset компании OptiMED для CO₂-ангиографии

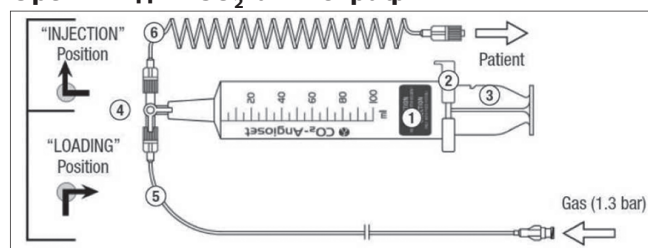
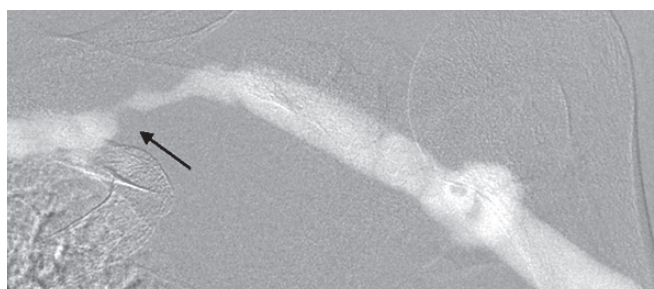


Рисунок 2. Венограмма. Критический стеноз устья головной вены



5. Диагностика кровотечений.

Из-за малой вязкости CO₂ чувствительность метода для диагностики острой кровопотери в 2,5 раза выше, чем ангиографии с рентгеноконтрастными веществами [10].

Материал и методы

За период с ноября 2014 по март 2015 г. в отделении РХМДЛ РКБ МЗ РТ было выполнено семь CO₂-ангиографий. Возраст пациентов составил 50-79 лет (средний возраст — 63,4±3,4 года). Показаниями для проведения исследования были: аллергия на йодсодержащие контрастные вещества — 1 пациент (14,3%), пациенты на программном гемодиализе с остаточной функцией почек — 2 человека (28,6%), хроническая почечная недостаточность — 4 пациента (57,1%). Среди проведенных CO₂-ангиографий было 5 диагностических и 2 лечебных манипуляции. Диагностические CO₂-ангиографии: аортография — 2, дистальная ангиография артерий нижних конечностей — 2, фистулография — 1. Лечебные манипуляции: ангиопластика головной вены — 1, имплантация кава-фильтра — 1.

Все исследования были выполнены с применением системы CO₂-Angioset компании OptiMED с портативным шприцем и запорным клапаном, ко-



Рисунок 4. Артериограмма. Инфраренальный отдел аорты и подвздошные артерии

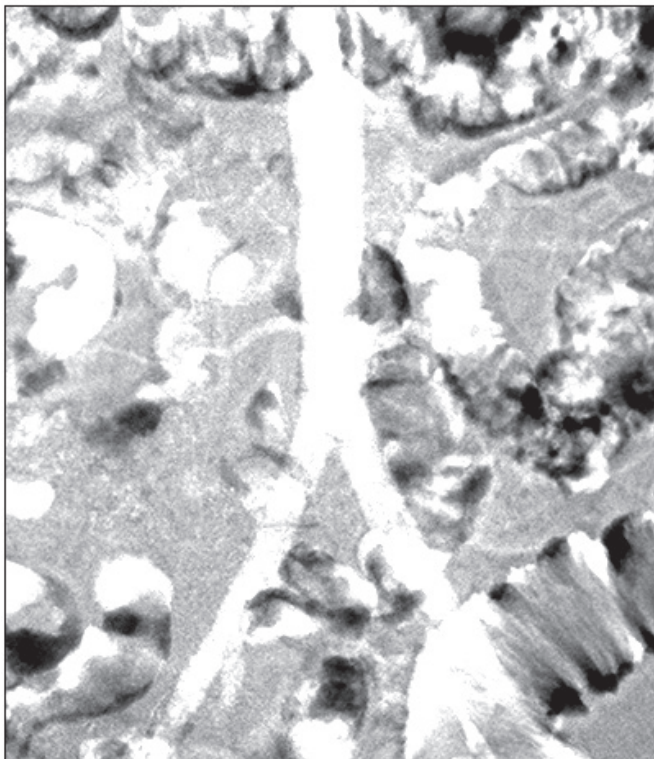
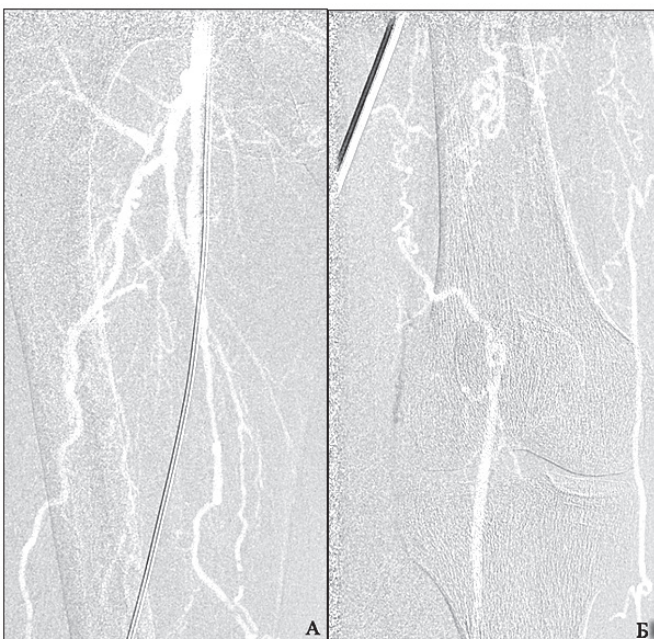


Рисунок 6. Артериограммы. Окклюзия поверхностной бедренной артерии (А). Контрастирование подколенной артерии через коллатерали (Б)



торый предотвращает попадание CO₂ из баллона с медицинским газом непосредственно пациенту (рис. 1). Газ доставлялся из баллона с медицинским углекислым газом (степень очистки 99,5%), оснащенный редуктором с фиксацией давления более 1,3 бар и фильтром дополнительной тонкой очистки (стерильный). Специальной подготовки перед проведением процедуры не было. Перед венозной CO₂-ангиографией пациентам выполнялась эхокардиография для исключения дефектов

Рисунок 5. Артериограммы. Окклюзия левой почечной артерии (А). Стент общей подвздошной артерии, стеноз наружной подвздошной артерии до 60%, окклюзия поверхностной бедренной артерии (Б)

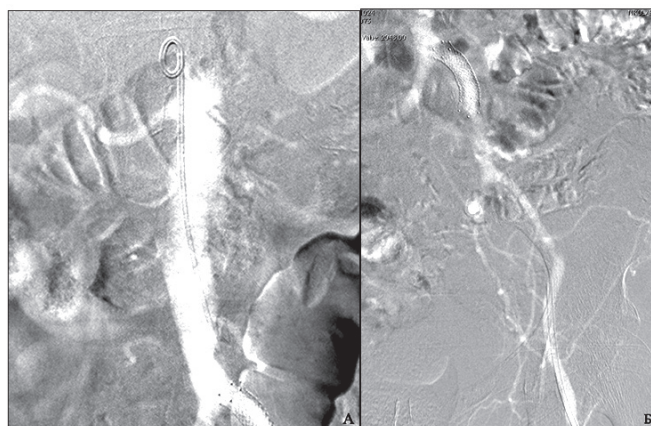
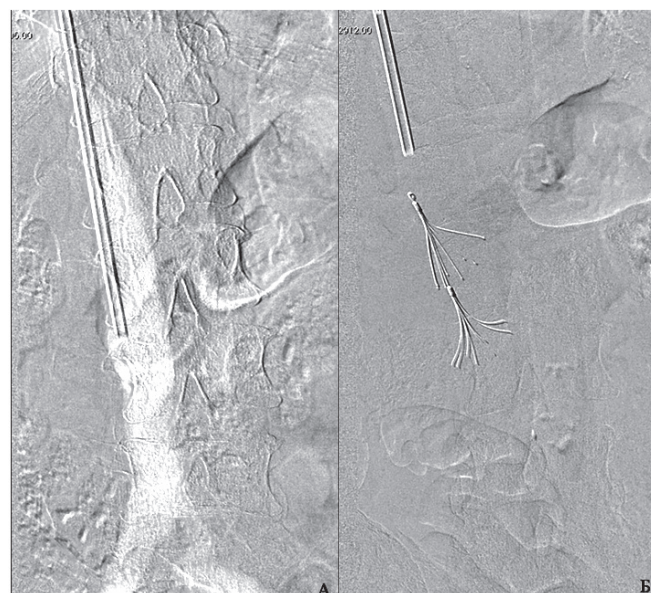


Рисунок 7. Венограмма. Ретроградная CO₂ венография нижней полой вены (А). Кава-фильтр в просвете нижней полой вены (Б)



внутрисердечной перегородки. Во время проведения процедуры всем пациентам проводился мониторинг ЭКГ, оксигенации крови, частоты сердечных сокращений, частоты дыхания, артериального давления. CO₂-ангиография проводилась в режиме цифровой субтракционной ангиографии со скоростью съемки 4-6 кадров в секунду. Интервал между инъекциями составлял 30-60 секунд.

Дозировка CO₂ — разовый объем CO₂ 1,6 см³/кг не приводит к существенным изменениям сердечно-легочных параметров организма. Для человека массой 70 кг это составляет 112 см³, что превышает необходимый объем для исследования любого, даже самого крупного сосуда [11] (см. табл.).

Результаты

CO₂-ангиография во всех случаях была выполнена успешно без осложнений. Позволила получить удовлетворительные ангиограммы (рис. 2-7), которые определили дальнейшую тактику ведения пациентов. Таким образом, CO₂-ангиография при соблюдении методики процедуры является безо-



пасным методом обследования. Качество изображений при CO₂-ангиографии сопоставимо с изображениями, получаемыми при ангиографии с использованием йодсодержащих рентгеноконтрастных веществ. Этот метод может эффективно применяться при непереносимости препаратов йода и должен использоваться у пациентов с высоким риском контрастиндуцируемой нефропатии. CO₂-ангиография — недорогой высокоинформативный метод, который следует иметь в арсенале многопрофильной клиники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bendib M., Tourni M., Boudjellab A. CO₂-angiography and enlarged CO₂-angiography in cardiology // *Ann Radiol (Paris)*. 1977. — Vol. 20. — P. 673-686.
2. Hipona F.A., Ferris E.J., Pick R. Capnocavaography: a new technique for examination of the inferior vena cava // *Radiology*. — 1969. — Vol. 92. — P. 606-609.
3. Hawkins I.F., Caridi J.G. Carbon dioxide (CO₂) digital subtraction angiography: 26 year experience at the University of Florida // *Eur Radiol*. — 1998. — Vol. 8(3). — P. 391-402.
4. Roussos C., Koutsoukou A. Respiratory failure // *Eur Respir J*. — 2003. — Vol. 22(47). — P. 3-14.
5. Lieberman P.L., Seigle R.L. Reactions to radiocontrast material. — P. anaphylactoid events in radiology // *Clin Rev Allergy Immunol*. — 1999. — Vol. 17(4). — P. 469-496.
6. Bartholomew B.A., Harjai K.J., Dukkupati S. Impact of nephropathy after percutaneous coronary intervention and a method for risk stratification // *Am J Cardiol*. — 2004. — Vol. 93(12). — P. 1515-1519.
7. Nash K., Hafeez A., Hou S. Hospital-acquired renal insufficiency // *Am J Kidney Dis*. — 2002. — Vol. 39(5). — P. 930-936.
8. Heye S., Maleux G., Marchal G.J. Upper-extremity venography. — P. CO₂ versus iodinated contrast media // *Radiology*. 2006. — Vol. 241(1). — P. 291-297.
9. Rees C.R., Niblett R.L., Lee S.P. et al. Use of carbon dioxide as a contrast medium for transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures // *J Vasc Interv Radiol*. 1994. — Vol. 5(2). — P. 383-386.
10. Hawkins I.F., Caridi J.G., Wiechman B.N., et al. Carbon dioxide (CO₂) digital subtraction angiography in trauma patients // *Semin Intervent Radiol*. — 1997. — Vol. 14. — P. 175-180.
11. Cho K.J., Hawkins I.F. CO₂ as a venous contrast agent: safety and tolerance. In: *Carbon Dioxide Angiography: Principles, Techniques and Practices*. New York // Informa Healthcare. — 2007. — P. 37-44.