

Вестник рентгенологии и радиологии Russian Journal of Radiology

Научно-практический журнал
Выходит 1 раз в два месяца

Основан в 1920 году

Журнал входит в Перечень периодических научно-практических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в котором рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора медицинских наук

Журнал индексируется: Index Medicus; Web of Science

Сайт журнала: rusradiology.ru

Главный редактор д. м. н., профессор А. П. САВЧЕНКО

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д. м. н., профессор С. А. Абугов (заместитель главного редактора);
д. м. н., профессор, акад. РАМН Б. Г. Алекян;
д. м. н., профессор Т. В. Балахонова; д. м. н., профессор А. В. Брюханов;
д. м. н., профессор, член-корр. РАМН А. Ю. Васильев;
к. м. н. Л. И. Дмитриева; д. м. н. Е. А. Егорова;
д. м. н., профессор, акад. РАМН В. Н. Корниенко;
к. м. н. И. З. Коробкова (ответств. секретарь);
д. м. н., профессор, акад. АНРТ М. К. Михайлов;
д. м. н., профессор А. К. Морозов; д. м. н., профессор Л. А. Низовцова;
д. м. н., профессор Е. Б. Ольхова; д. м. н., профессор В. А. Ратников;
д. м. н., профессор Т. В. Ридэн; д. м. н., профессор А. Н. Рогоза;
д. м. н., профессор Н. И. Рожкова; д. м. н., профессор В. Б. Сергиенко;
д. м. н., профессор В. Е. Сеницын; д. м. н., профессор,
акад. РАМН С. К. Терновой (1-й заместитель главного редактора);
д. м. н., профессор И. Е. Тюрин (заместитель главного редактора);
д. м. н., профессор В. М. Черемисин; д. м. н. О. В. Черкавская (заведующая редакцией); д. м. н., профессор М. А. Шария;
д. м. н., профессор Б. Е. Шахов; к. м. н. Ш. Ш. Шотемор

2 март–апрель 2013

**Щипский А.В., Годунова И.В.,
Серова Н.С.**

Лучевая диагностика при планировании хирургического лечения обширных кист челюстей

Котляров П.М., Шимановский Н.Л.

Мультиспиральная компьютерная томография грудной клетки с болюсным контрастированием – новые возможности диагностики заболеваний легких

**Сивокозов И.В., Зайцев А.А.,
Фокин А.В., Артемкин Э.Н.**

Эффективность эндобронхиальной ультрасонографии в диагностике периферических образований легких

**Гордина Г.С., Серова Н.С.,
Дробышев А.Ю., Глушко А.В.**

Роль мультиспиральной компьютерной томографии в оценке изменений объема верхних дыхательных путей при хирургическом лечении пациентов с зубочелюстными аномалиями

**Мершина Е.А., Синицын В.Е.,
Плотникова М.Л., Фролова Ю.В.,
Мершин К.В.**

Применение двухэнергетической компьютерно-томографической ангиопульмонографии у пациентов с хронической тромбоемболической легочной гипертензией до и после тромбэндартерэктомии из легочной артерии

**Демин В.В., Чевычалов А.М.,
Демин Д.В., Долгов С.А.,
Демин А.В., Алмакаев А.К.**

Первый клинический опыт имплантации стентов нового поколения – скаффолдов под контролем оптической когерентной томографии

**Майоров Н.В., Давыденко В.В.,
Амосов В.И., Лапекин С.В.,
Литвинов А.П.**

Индивидуальный подход к выбору времени экспозиции при выполнении перфузионной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда

**4 Shchipsky A.V., Godunova I.V.,
Serova N.S.**

Radiodiagnosis in the planning of surgical treatment for extensive jaw cysts

8 Kotlyarov P.M., Shimanovsky N.L.

Bolus contrast-enhanced multislice spiral computed tomography of the chest: New possibilities in the diagnosis of lung diseases

**16 Sivokozov I.V., Zaitsev A.A.,
Fokin A.V., Artemkin E.N.**

Efficiency of endobronchial ultrasonography in the diagnosis of peripheral lung masses

**21 Gordina G.S., Serova N.S.,
Drobyshev A.Yu., Glushko A.V.**

Role of multislice spiral computed tomography in the evaluation of changes in upper airway volume during surgical treatment in patients with dentomaxillary abnormalities

**27 Mershina E.A., Sinitsyn V.E.,
Plotnikova M.L., Frolova Yu.V.,
Mershin K.V.**

Use of dual-energy computed tomographic angiopulmonography in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension before and after pulmonary artery thromboendarterectomy

**32 Demin V.V., Chevychalov A.M.,
Demin D.V., Dolgov S.A., Demin A.V.,
Almakayev A.K.**

The first clinical experience with a new type of stents – scaffolds, under optical coherence tomography guidance

**40 Maiorov N.V., Davydenko V.V.,
Amosov V.I., Lapekin S.V.,
Litvinov A.P.**

Individual approach to choosing the exposure time during myocardial perfusion single-photon emission computed tomography

Нагайцева Е.А., Серова Н.С.

Возможности ультразвукового исследования в оценке формирования хронической плацентарной недостаточности

**Шария М.А., Ширяев Г.А.,
Титов В.Н., Иванова К.В.**

Опыт неинвазивного определения концентрации жира в печени с помощью магнитно-резонансной спектроскопии по водороду у пациентов с жировым гепатозом до и после лечения препаратом Эслидин

В помощь практикующему врачу

Власов В.Ю., Филатов Д.Н.

Морфология, частота и факторы риска рестеноза при различных видах эндоваскулярного лечения

Обзоры литературы

**Касаткина Е.А., Лядов В.К.,
Мершина Е.А., Синицын В.Е.**

Методы лучевой диагностики в оценке состава тела человека

45

Nagaitseva E.A., Serova N.S.

Potentialities of ultrasound study in the evaluation of developing chronic placental insufficiency

50

**Sharia M.A., Shiryaev G.A.,
Titov V.N., Ivanova K.V.**

Experience in noninvasively quantifying hydrogen magnetic resonance imaging spectroscopic hepatic fat concentrations in patients with fatty hepatitis before and after treatment with Eslidin

Guidelines for the Practitioner

55

Vlasov V.Yu., Filatov D.N.

The morphology, rate, and risk factors of restenosis during different endovascular treatment options

Reviews of Literature

59

**Kasatkina E.A., Lyadov V.K.,
Mershina E.A., Sinitsyn V.E.**

Radiodiagnostic methods in the assessment of human body composition

Журнал «ВЕСТНИК РЕНТГЕНОЛОГИИ И РАДИОЛОГИИ»
Зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации
Регистрационный номер 0110962
Полная версия статей размещается на сайте электронной библиотеки **e-library.ru**

Адрес редакции: ФГБУ РКНПК Министерства здравоохранения РФ,
121552, Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15А,
корпус 4, каб. 320
тел. 7 (495) 414-63-86
E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Подписной индекс в каталоге «Роспечать»:

71486 – для индивидуальных подписчиков, предприятий и организаций

81601 и 81602 – в Объединенном Каталоге «Пресса России. Газеты и журналы»

© Общество с ограниченной ответственностью «Лучевая диагностика»

Лучевая диагностика при планировании хирургического лечения обширных кист челюстей

Щипский А.В.¹, Годунова И.В.¹, Серова Н.С.²

¹ ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения РФ; ² ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения РФ

Radiodiagnosis in the planning of surgical treatment for extensive jaw cysts

Shchipsky A.V.¹, Godunova I.V.¹, Serova N.S.²

¹ A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of the Russian Federation; ² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation

Цель. Создание алгоритма оптимального планирования методики операции у пациентов с кистами челюстей.

Материал и методы. По методике цистотомии прооперированы 66 пациентов. На этапе планирования проведено лучевое обследование, в том числе 7 обзорных рентгенографий, 62 ортопантомографии, 33 компьютерных томографии (КТ). Выполнен сравнительный анализ показателей информативности наиболее часто используемых лучевых методов исследования при данной патологии. Наибольшую информативность и диагностическую ценность показали высокотехнологичные методы лучевого исследования (КТ).

Заключение. В работе показана зависимость метода оперативного вмешательства и анатомографических взаимоотношений патологического процесса. Полученные данные позволяют избежать осложнений и рецидивов при цистотомии, создать благоприятные условия для регенерации кости.

Актуальность вопроса лечения кист челюстей обусловлена частотой встречаемости данной патологии (от 7 до 12 %) относительно всех остальных заболеваний челюстно-лицевой области [1, 3]. Кистозные образования челюстей длительное время протекают бессимптомно, поздно диагностируются и могут достигать значительных размеров. В связи с этим выбор методики оперативного вмешательства затруднителен. В литературе встречаются весьма противоречивые мнения относительно лечения обширных кист челюстей. Существует, на-

пример, точка зрения, что цистотомия при лечении кист челюстей значительных размеров может являться лишь первым этапом двухэтапной методики, и для исключения рецидива лечение следует завершить цистэктомией. Тем не менее убедительных данных о необходимости проведения второго этапа в виде цистэктомии в литературе не приводится. В связи с этим представляет интерес комплексный анализ эффективности различных лучевых методов визуализации обширных кист челюстей, что имеет важное значение для

планирования хирургического лечения и повышения его качества [2, 4].

Материал и методы

С 2007 по 2011 г. мы провели хирургическое лечение 66 паци-

Ключевые слова: кисты челюстей, цистотомия, рентгенография, ортопантомография, конусно-лучевая томография, мультиспиральная компьютерная томография

Index terms: jaw cysts, cystotomy, X-ray study, orthopantomography, cone-beam tomography, multislice spiral computed tomography

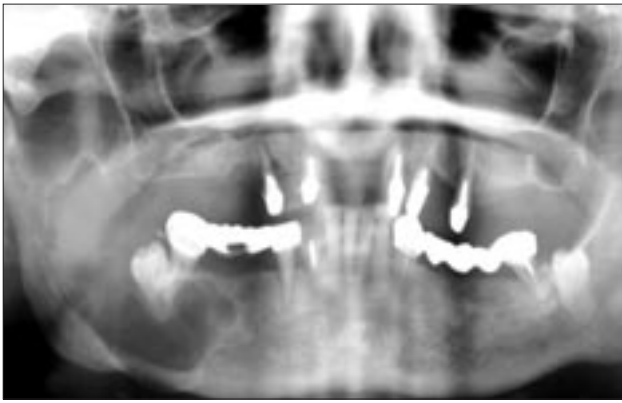


Рис. 1. Ортопантомограмма. Определяется киста тела и ветви нижней челюсти справа, отсутствуют данные о вестибулолингвальном распространении образования, сохранности кортикальных пластинок, стенок нижнечелюстного канала.



Рис. 2. Ортопантомограмма. Определяется киста во фронтальном отделе верхней челюсти, отсутствуют данные о соотношении с полостью носа, верхнечелюстного синуса, состоянии кортикального слоя.

ентов (44 мужчины, 22 женщины) с различными кистозными образованиями челюстей значительных размеров. Радикулярные кисты были выявлены в 32 (48%) случаях, зубосодержащие (фолликулярные) – в 21 (32%), резидуальные – в 9 (14%), кератокисты – в 4 (6%). Возраст пациентов варьировал от 24 до 84 лет, причем наибольшей по численности оказалась группа пациентов среднего возраста по классификации ВОЗ (46–59 лет) – 25 человек. В 29 (44 %) случаях кисты располагались на верхней челюсти, в 37 (56 %) – на нижней челюсти. В 37 случаях причинные зубы были удалены. Обследование всех пациентов проводилось с использованием клинично-лабораторных и лучевых методов. На этапе планирования было проанализировано 7 обзорных рентгенограмм, 62 ортопантомограммы (21 цифровая, 41 аналоговая), 33 компьютерные томограммы (27 конусно-лучевых компьютерных томограмм, 6 мультиспиральных компьютерных томограмм). Информативность клинично-лучевых исследований определяли и подтверждали в ходе последующего оперативного лечения. Анализ диагностических изображений проводился по следующим критериям:

- расположение кистозного образования;
- размеры, контуры и форма кистозного образования;

- наличие ретенированного зуба;
- анатомо-топографическое соотношение очага деструкции;
- состояние окружающей костной ткани;
- состояние соседних анатомических структур.

Результаты

Согласно полученным нами данным, диагностическая эффективность ортопантомографии составила 90%. Ортопантомография была наиболее достоверна при локализации патологического очага в области нижней челюсти. В 100% случаев мы получили данные о локализации кисты, состоянии окружающей костной ткани. Однако не имели четкого представления о границах кистозного образования, сохранности кортикального слоя, анатомо-топографических соотношениях очага деструкции, пространственном расположении ретенированного зуба в зубосодержащих кистах (рис. 1). В области верхней челюсти, особенно при расположении кисты во фронтальном ее отделе, данные этого метода исследования не представляли значимости для принятия решения о методе хирургического вмешательства. Отсутствовала информация о размерах, контуре образования, наличии ретенированных зубов, состоянии стенки носа, синуса, небного отростка, что имело решающее значение

при планировании операции (рис. 2).

Сопоставимые данные были получены при обзорной рентгенографии черепа. Обзорная рентгенограмма не всегда позволяла выявить очаг деструкции (только в области нижней челюсти), также не давала возможности определить границы полости, наличие ретенированных зубов, соотношение с соседними анатомическими образованиями. Для выбора методики операции во всех случаях дополнительно требовался еще один метод лучевого исследования.

Наибольшую информативность и диагностическую ценность показала компьютерная томография – мультиспиральная и конусно-лучевая (МСКТ, КЛКТ). Получены данные о размерах, контурах образования, учитывалась информация о состоянии стенки носа, верхнечелюстного синуса, небного отростка. Анализ данной информации позволил сделать выбор в пользу одной из методик цистотомии. Цистэктомия в данном случае не рассматривалась как эффективная методика. Нами применялись следующие способы цистотомии: вестибулярная, небная, ороназальная.

Показаниями к вестибулярной цистотомии служат деструкция вестибулярной стенки альвеолярного отростка при сохранности стенок носа, верхнечелюстного



Рис. 3. Интраоперационные фото при проведении вестибулярной цистотомии: *а* – оперативный доступ осуществлялся с вестибулярной поверхности; *б* – вид созданного орокистозного сообщения.



Рис. 4. Интраоперационные фото при проведении небной цистотомии: *а* – создано небное орокистозное сообщение; *б* – тугой валик из йодоформной турунды; *в* – фиксация валика.

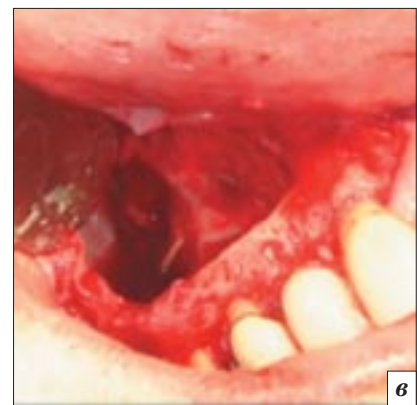


Рис. 5. Интраоперационные фото при проведении ороназальной цистотомии: *а* – в полости кисты обнаружены ретенционные зубы; *б* – деструкция стенки верхнечелюстного синуса; *в* – объединение полости кисты с полостью верхнечелюстного синуса.

синуса, небного отростка верхней челюсти (рис. 3).

Способ небной цистотомии использовался нами в случае разрушения стенки небного отростка при сохранности стенки носа и верхнечелюстного синуса (рис. 4).

Деструкция стенки синуса предполагала проведение ороназальной цистотомии даже при наличии других особенностей (рис. 5).

В качестве примера представляем краткое описание клинического случая. Пациент Л.,

75 лет. Диагноз: Зубосодержащая киста верхней челюсти во фронтальном отделе. Ретенция сверхкомплектного зуба.

Выполнено рентгенологическое обследование (рис. 6).

Полученные рентгенограммы позволили выявить во фронтальном отделе верхней челюсти образование округлой формы, с четким контуром, содержащее тень повышенной плотности. Тем не менее достоверных данных о границах и распространении

кисты, анатомо-топографических соотношениях, характере включения мы не получили.

В связи с отсутствием необходимой информации о степени разрушения стенки носа, небного отростка и верхнечелюстного синуса пациенту была проведена компьютерная томография. По ее данным определены границы кистозной полости, состояние окружающей костной ткани, выявлен ретенционный сверхкомплектный зуб (рис. 7).

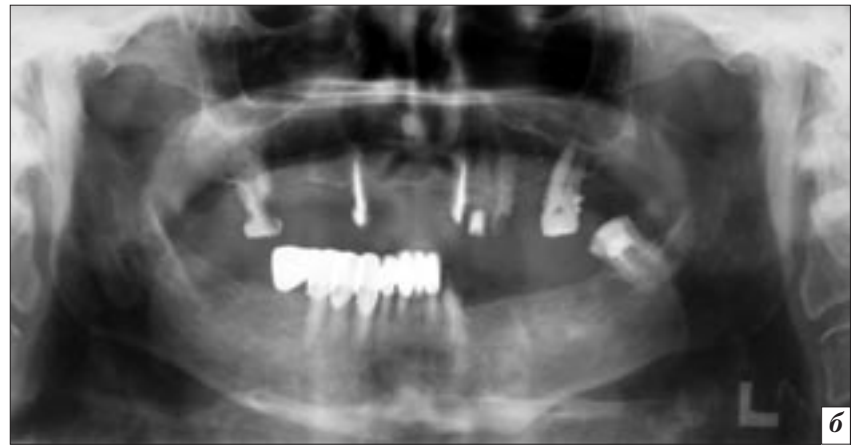


Рис. 6. Пациент Л.: *а* – обзорная рентгенограмма; *б* – ортопантограмма. Диагностируется кистозное образование во фронтальном отделе верхней челюсти, содержащее тень повышенной плотности. Достоверных данных о границах кисты, анатомо-топографических соотношениях, состоянии соседних анатомических структур не получено.

Пациенту была проведена операция по типу вестибулярной цистотомии. В процессе хирургического вмешательства информация, полученная с помощью компьютерной томографии, полностью подтверждена (рис. 8).

Таким образом, данное клиническое наблюдение показывает, что информативность КТ превосходит таковую у рентгенологических методик и позволяет оптимально спланировать тактику лечения.

Заключение

Методы лучевой диагностики дают возможность определять границы патологического очага, состояние костной ткани, анатомо-топографические соотношения, сохранность структур и таким образом играют важную роль в планировании хирургического лечения пациентов с обширными кистозными образованиями челюстей. Наиболее информативной является методика КТ, позволяющая в деталях оценить параметры кистозной полости, что имеет решающее значение при выборе тактики хирургического лечения пациентов, создании благоприятных условий для регенерации кости.

Литература

1. Безруков В.М., Григорьянц Л.А., Рабухина Е.А. Амбулаторная

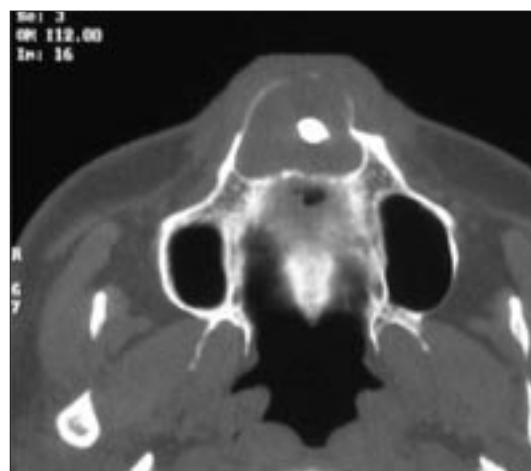


Рис. 7. Пациент Л. Компьютерная томограмма. Определяется обширное кистозное образование во фронтальном отделе верхней челюсти, резорбция вестибулярной кортикальной пластинки, выявлен ретенированный сверхкомплектный зуб.



Рис. 8. Интраоперационные фото при проведении вестибулярной цистотомии: *а* – ревизия полости; *б* – обнаружен ретенированный сверхкомплектный зуб.

хирургическая стоматология. – М.: МИА, 2002.
 2. Лучевая диагностика в стоматологии / А.Ю. Васильев, Ю.И. Воробьев, Н.С. Серова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010.
 3. Овруцкий Г.Д., Лившиц Ю.Н., Лукиных Л.М. Неоперативное

лечение околокорневых кист челюстей. – М.: Медицина, 1999.
 4. Шакирова А.Т. Сравнительная оценка лучевых методов диагностики одонтогенных кист верхней челюсти // Мед. визуализация. – 2002. – № 1. – С. 28–33.

Поступила 04.03.2013

Мультиспиральная компьютерная томография грудной клетки с болюсным контрастированием – новые возможности диагностики заболеваний легких

Котляров П.М.¹, Шимановский Н.Л.²

¹ ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Министерства здравоохранения РФ, г. Москва; ² ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения РФ, г. Москва

Bolus contrast-enhanced multislice spiral computed tomography of the chest: New possibilities in the diagnosis of lung diseases

Kotlyarov P.M.¹, Shimanovsky N.L.²

¹Russian Research Center for X-ray Radiology, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow; ²N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

Цель. Разработка оптимальных программ мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) грудной клетки с болюсным контрастным усилением для различных типов томографов при некоторых заболеваниях легких.

Материал и методы. Проанализированы данные МСКТ с контрастным усилением 637 больных, у 536 из которых в легких выявлялся очаговый патологический процесс и у 101 – эмфизема легких.

Результаты. Приведены сведения, доказывающие целесообразность применения в качестве контрастного средства йодомиды, имеющие оптимальный баланс высокой концентрации йода и отличной переносимости благодаря низкой осмолярности и низкой вязкости.

Заключение. Применение внутривенного болюсного контрастного усиления с использованием автоматического инжектора позволяет визуализировать органы грудной клетки в разные фазы контрастного усиления, добиваться 100% диагностики заболевания, сопоставимой с морфологическим диагнозом.

Внедрение в клиническую практику мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с контрастным усилением расширило потенциальные возможности метода в визуализации патологических изменений органов и сосудистых структур. 64-срезовые и более МСКТ с использованием новых технологий позволяют получить высококачественные изображения крупных сосудов и их ветвей и тем самым исключить применение инвазивных методов диагностики, в част-

ности ангиографии. Основанная на технологии МСКТ, КТ-ангиография (КТА) все больше применяется в качестве диагностического метода, имеет широкие клинические показания, как при уточнении природы патологических изменений в легких, так и при выявлении атеросклероза, определении причины боли в груди у пациентов с атипичной грудной болью и визуализации тромбоза легочных артерий.

Мультиспиральная компьютерная томография с болюсным

Objective. To elaborate optimal programs for bolus contrast-enhanced multislice spiral computed tomography (MSCT) of the chest for different types of tomographic scanners and in some lung diseases.

Material and methods. Contrast-enhanced MSCT findings were analyzed in 637 patients, 536 of whom presented with a focal pathological process in the lung and 101 had pulmonary emphysema.

Results. There is evidence proving the expedience of using the contrast medium iopromide that has an optimal balance between the high concentration of iodine and its excellent tolerance due to low osmolarity and low viscosity.

Conclusion. Intravenous bolus contrast-enhancement using an automated injector can visualize chest organs in different phases of contrast enhancement, by significantly improving the quality of diagnosis and achieving 100% disease diagnosis comparable with its morphological diagnosis.

контрастным усилением позволяет диагностировать онкологические заболевания лёгких на самых ранних стадиях, тем самым

Ключевые слова: заболевания легких, мультиспиральная компьютерная томография, внутривенное болюсное контрастирование, рентгеноконтрастные средства, йодомид

Index terms: lung diseases, multislice spiral computed tomography, intravenous bolus contrast-enhancement, radiopaque contrast agents, iopromide

увеличивая шансы выполнения радикальной операции и полного излучения [1].

В шаговых и спиральных томографах используется один или два ряда детекторов, тогда как мультиспиральные (мультидетекторные, многосрезовые) компьютерные томографы имеют 4, 8, 16, 24, 32, 64 ряда детекторов и более (например, 128 или 256). В мультиспиральных аппаратах значительно сокращается время объёмного сканирования и улучшается пространственная разрешающая способность по продольной линии тела пациента. Значительно улучшается качество мультиспиральных и объёмных реконструкций.

На сканере с 4 рядами детекторов в течение одной задержки дыхания (15–25 с) удаётся получить объёмную информацию о состоянии грудной клетки, живота и таза. При этом обычный объём (например, грудная клетка) может быть исследован за те же 15–25 с с толщиной среза 0,5–1,0 мм, то есть с улучшенными пространственными характеристиками. Качество компьютерных томограмм напрямую зависит от количества фотонов рентгеновского излучения, достигающих до детектора. С увеличением силы тока снижается нежелательный шум изображения и улучшается контрастная разрешающая способность, но, к сожалению, увеличивается доза облучения. Однако улучшение одного параметра качества изображения достигается ценой ухудшения другого и приходится выбирать, что важнее для данной клинической задачи. На этом принципе строится низкодозная КТ лёгких, для которой необходимо всего 20 мАс в отличие от 90 мАс при стандартном исследовании грудной клетки. 20 мАс оказывается достаточно для выявления очагов в лёгких, структуры же средостения при этом видны очень плохо из-за значительного шума. Доза облучения при таком методе исследования снижается более чем в 2 раза.

Зависимость качества изображения от напряжения во многом

аналогична зависимости от силы тока: больше напряжение – меньше шум – лучше контрастная разрешающая способность – больше доза облучения. Увеличивать напряжение целесообразно при исследовании тучных пациентов для усиления проникающей способности излучения. Хотя принципы оптимизации протокола введения рентгеноконтрастного средства (РКС) были предметом многочисленных исследований, пока нет четких алгоритмов, которые были бы уже внедрены в практику. Вместе с тем такие разработки очень важны, так как без индивидуализации протокола введения РКС не всегда удастся получить диагностически значимые томограммы грудной клетки из-за недостаточности синхронизации доставки йода и параметров сканирования. В ряде исследований было показано, что при проведении КТА с болюсным контрастированием лёгочных артерий до 40% ангиограмм были недостаточно хорошего качества [2–6].

Целью настоящего исследования была разработка оптимальных программ МСКТ грудной клетки с болюсным усилением для различных типов томографов при некоторых заболеваниях легких.

Материал и методы

Проанализированы данные МСКТ с контрастным усилением 637 больных, у 536 из которых в легких выявлялся очаговый патологический процесс и у 101 – эмфизема легких. Исследования выполнялись на МСКТ Toshiba Aquilion 16 (16 срезов), Toshiba Aquilion One (320 срезов) с использованием одноколбового автоматического инжектора Stellant® фирмы Medrad Inc. (США) и двухколбового – фирмы Гусо. Введение контрастного препарата осуществлялось в периферическую вену (локтевая вена) с помощью внутривенной канюли (катетера). Для введения оптимально применять катетер G20, скорость введения 6 мл/мин. Лучевая нагрузка на пациента рассчитывается аппаратом индивидуально,

зависит от массы тела и плотности тканей, в среднем она составила 11 мЗв (максимально 18 мЗв, минимально 8 мЗв).

Результаты

Как показал анализ полученных данных, при МСКТ грудной клетки с болюсным усилением в случае подозрения на наличие патологических изменений в легких, средостении, сосудах требуется применение современных неионных РКС. К преимуществам использования неионных РКС типа йопромида (Ультрависта) при КТ грудной области относятся:

- хорошая местная и общая переносимость;
- превосходное качество контрастирования.

Как показал сравнительный анализ качества КТА однофазного (при одноколбовом автоматическом инжекторе) и двухфазного (двухколбовый инжектор) введения контрастного средства, двухфазное введение – сначала РКС, затем солевого раствора – позволяет контролировать время введения болюса и обеспечивает получение качественного изображения сосудов органа с оценкой их макроструктуры. Используя возможности программного обеспечения инжектора, можно добиваться оптимальных характеристик болюса контрастного вещества с целью достижения диагностически значимого эффекта контрастирования сосудов (КТ-ангиография) и контрастного усиления, используемого для получения различных фаз, с последующей интерпретацией симптомов, связанных с прохождением болюса контрастного вещества в зоне интереса при наличии изменений в легочной ткани. Основными параметрами, влияющими на достижение оптимального результата при болюсном контрастном усилении, являются скорость инъекции, характеристика типа болюса, концентрация контрастного вещества, длительность инъекции, время сканирования и использование солевого болюса непосредственно после введения дозы контрастно-

го вещества. При КТА без последующего введения солевого раствора нередко возникают артефакты в виде полос, причиной которых является наличие значительного количества контрастного вещества в верхней полой вене, что затрудняет визуальную интерпретацию картины легких, средостения.

Эффективность контрастирования в артериальную фазу обеспечивается дозой йода, введенного в кровеносное русло. Для введения 45 г йода необходимо 150 мл РКС в концентрации 300 мг I/мл или 122 мл РКС в концентрации 370 мг I/мл. Следовательно, при диагностически значимой дозе контрастного вещества и короткой длительности болюса наиболее целесообразно использовать РКС в концентрации 370 мг I/мл.

Продолжительность введения РКС зависит от условий сканирования и клинических целей исследования. Она равна отношению всего количества РКС к скорости введения, определяет время максимальной концентрации в зоне интереса и величину контрастного усиления. Увеличение продолжительности введения без снижения его скорости приводит к пропорциональному повышению контрастного усиления. Короткая продолжительность введения РКС (вследствие малого объема или высокой скорости введения) приводит к более раннему появлению пика контрастирования и поэтому требует укорочения времени задержки сканирования. Большая продолжительность введения (вследствие большого объема или низкой скорости введения), наоборот, сопровождается увеличением времени появления пика контрастного усиления и требует увеличения времени задержки начала сканирования. Для КТ грудной клетки необходимо вводить РКС с большой скоростью и в течение короткого времени – для денситометрического анализа накопления и вымывания РКС в различные фазы циркуляции с целью определения природы очаговых изменений легких.

Введение РКС в зависимости от индивидуальных особенностей пациента позволило выявить целесообразность учета следующих параметров:

1. Масса тела является ключевым пациентзависимым фактором, влияющим на степень контрастного усиления сосудов грудной клетки.

Такие показатели, как степень ожирения и площадь поверхности тела, труднее определить, и пока не получено достоверных данных о преимуществах их использования для оптимизации протоколов введения РКС, по крайней мере в случае КТА грудной области. Поэтому в настоящее время рекомендуется использовать для протокола введения РКС массу тела пациента как наиболее легко получаемый параметр.

2. Время начала сканирования в настоящий момент определяется программой Surestart. Ее суть заключается в установке метки на сосудистую структуру; при достижении плотности контрастирования в ней порядка 100 HU дается команда на начало исследования. Внедрение данной программы учитывает особенности сердечного выброса пациента, состояние правого желудочка и позволяет оптимизировать МСКТ легких с болюсным усилением.

3. Йодсодержащие контрастные средства позволяют получать более сильный контрастирующий эффект при более низком напряжении на рентгеновской трубке. Поэтому снижение напряжения на рентгеновской трубке до 100 или 80 кВ у отдельных пациентов позволяет уменьшить объем вводимого контрастного средства и скорость его введения при сохранении уровня контрастирования.

4. Для достижения оптимального контрастирования сосудов при проведении КТА грудной клетки рекомендуется обеспечить быструю доставку контрастного вещества и сократить продолжительность его введения.

5. Рекомендуется использовать высококонцентрированные

контрастные средства (370 мг I/мл), благодаря которым достигается более высокая степень контрастного усиления и снижается риск экстравазации, например Ультравист-370. Перед введением РКС следует нагреть до температуры тела для снижения вязкости и облегчения введения.

При исследовании сосудов органов грудной клетки с контрастным усилением можно выделить две фазы: визуализация малого и большого кругов кровотока. В правых отделах сердца контрастный препарат появляется на 4-й с от начала введения контрастного препарата в кубитальную вену, в левых отделах сердца – на 11-й с. Эти фазы могут понадобиться при изучении гемодинамики сердца.

Для качества визуализации сосудов легких ключевое значение имеют такие факторы, зависящие от РКС, как место, продолжительность и скорость введения, форма болюса, объем введения и концентрация РКС.

Выбор соответствующей скорости введения РКС имеет большое значение для достижения однородного контрастирования и адекватной визуализации небольших сосудов. Если объем вводимого РКС и концентрация постоянны, то скорость введения прямо пропорциональна величине максимального контрастного усиления и обратно пропорциональна времени доставки болюса и продолжительности максимального контрастного усиления. Когда продолжительность введения РКС фиксирована, ускорение введения приводит к увеличению скорости доставки болюса и повышению контрастного усиления сосуда, что улучшает качество КТА. Одним из ограничений увеличения скорости введения является сокращение временного окна для КТ, что требует более точного времени сканирования. Как показали наши исследования, скорость введения РКС в локтевую вену до 6 мл/с обычно используется при проведении КТ коронарных сосудов, 4 мл/с – легочных сосудов, что согласуется

с данными других исследователей [7–12].

Нами проведено исследование влияния скорости введения РКС с помощью одно- и двухколбового автоматического инжектора на степень контрастирования легочных сосудов, наличие артефактов. Адекватное формирование болюса РКС способствует достижению желаемого контрастирования и одновременно минимизации артефактов, которые могут ограничивать качество диагностики. При использовании одноклобового автоматического инжектора РКС вводится в виде однофазного неразбавленного болюса. При однофазном введении наблюдается прогрессивное увеличение рентгеновской плотности в зоне интереса, которая достигала пика после введения всего объема РКС, после чего контрастное усиление быстро исчезало. Такой вид контрастного усиления, при котором нет истинного плато контрастирования, называется горбовидным или пикообразным [7]. При КТА на одно-, двух- и 4-срезовых томографах сканирование длится 20–30 с, поэтому сбор данных начинается, когда контрастное вещество еще находится в плечеголовных венах, что приводит к появлению полосковидных артефактов. Общий подход для предотвращения артефактов на сканерах предыдущего поколения состоял в увеличении задержки начала сканирования до тех пор, пока закончится введение РКС, что влекло за собой потерю пика контрастирования. Кроме того, скорость введения РКС при осуществлении КТА, как правило, выше, чем эндогенная скорость тока крови в периферических венах. По окончании введения РКС поток контрастного вещества в периферических венах замедляется в соответствии с эндогенной скоростью кровотока, что потенциально может приводить к избыточному увеличению болюса.

С внедрением двухколбовых шприцов появилась возможность применять двухфазные протоколы введения РКС. Ти-



Рис. 1. Мультиспиральные компьютерные томограммы грудной клетки с контрастным усилением: *а* – артефакты от РКС в верхней полой вене при однофазном введении РКС; *б* – при двухфазном введении артефакты почти не определяются.

пичный двухфазный протокол предусматривает введение болюса РКС и последующее введение солевого раствора с одинаковой скоростью. Использование этого физиологического раствора позволяет уменьшить проблемы, связанные с протоколами монофазных инъекций. Как показали наши исследования, «проталкивание» контрастного вещества физиологическим раствором при использовании двухколбового инжектора ведет к исчезновению или значительному уменьшению артефактов. Так, в нашем исследовании сразу после введения Ультрависта (120 мл) вводился физиологический раствор (60 мл). Частота появления артефактов была ниже на 50% по сравнению с контрольными введениями без «проталкивания» физиологическим раствором. Появление артефактов уменьшается главным образом за счет ускорения вымывания средства из центральных вен (рис. 1). Однако такая методика требует строгого соблюдения объема вводимого контрастного вещества. Значение также имеет продолжительность введения. По нашим данным, при введении Ультрависта-370 для визуализации легочной артерии в течение 30 с с последующим «проталкиванием» физиологическим раствором в течение 10 с отмечалось оптимальное контрастирование сосудов. Данные нашего исследования совпадают с результатами работ N. Vogel и соавт. [13] и С. Н. Lee и соавт. [14].

Следует подчеркнуть, что увеличение скорости введения РКС

более 8 мл/с не приводит к увеличению контрастного усиления из-за рефлюкса контрастного вещества в нижнюю полую вену и печеночные вены.

По данным наших исследований, использование по крайней мере 18–25 мл физиологического раствора, вводимого с той же скоростью, что и болюс РКС, необходимо для обеспечения соответствующей плотности болюса контрастного вещества в центральном звене кровообращения и снижения риска появления артефактов от присутствия контрастного вещества в периферических венах или в правых камерах сердца. Дополнительным преимуществом является экономия контрастных средств благодаря увеличению содержания контрастного вещества в контрастируемых сосудах.

Некоторые параметры МСКТ грудной области с болюсным контрастированием Ультравистом приведены в таблице.

Внедрение МСКТ с болюсным усилением в клиническую практику привело к тому, что метод стал эталонным в диагностике и дифференциальной диагностике патологических изменений органов грудной клетки – легких, средостения, плевры, мягких тканей и костных структур:

– при уточнении природы очаговых изменений, дифференциальной диагностике воспалительных и опухолевых процессов;

– при определении распространенности рака легкого, уточнении анатомических особенностей зоны оперативного вмеша-

**Рекомендуемый протокол КТ-исследования грудной клетки с контрастным усилением
(за исключением исследований сердца) [15, 16]**

Показатель	Количество срезов		
	4	16	64
Коллимация	4 × 2,5/4 × 5 мм	16 × 1,25/16 × 2/16 × 2,5 мм	64 × 1,25/64 × 2,5/64 × 5 мм
Толщина среза/пространственное разрешение	5/3 мм	3/1,3 мм	2/1 мм
Время полного оборота/временное разрешение	0,5 с/250 мс	0,375–0,5 с/200–220 мс	0,375 с/200 мс
Время сканирования	30–40 с	20–30 с	15–25 с
Протокол контрастного усиления*	100 мл со скоростью 2,5 мл/с	100 мл со скоростью 2,5 мл/с	100 мл со скоростью 2 мл/с

*После введения контрастного средства следует ввести не менее 20 мл физиологического раствора со скоростью 5 мл/с.



Рис. 2. Центральный рак правого легкого: *а* – МСКТ в легочном режиме; *б* – денситометрические показатели опухоли – 28 HU; *в* – венозная фаза МСКТ с усилением – денситометрические показатели опухоли увеличились на 38 HU.

ва, планировании лечебных мероприятий;

- при выявлении внелегочных патологических процессов (новообразования средостения, различные виды медиастинита, опухоли плевры), интерстициальных заболеваний легких (альвеолит, лимфогенный карциноматоз, гистиоцитоз, саркоидоз, силикоз и антракоз, гиперчувствительный пневмонит, эмфизема);

- при оценке нарушений легочного кровообращения (тромбоэмболия легочной артерии, инфаркт легкого, септическая эмболия легких, аномалии легочных сосудов, нарушение гемодинамики малого круга кровообращения);

- при выявлении метастатических поражений легких.

**Определение природы
очаговых заболеваний
легких**

Мультиспиральная компьютерная томография с болюсным контрастированием позволяет проводить более качественную диагностику опухолевых заболе-

ваний легких благодаря более быстрому получению изображений на различных этапах контрастирования после внутривенного болюсного введения контрастного средства. Протокол сканирования должен включать получение изображения без контрастирования и последующее выполнение серии снимков в артериальной и паренхиматозной фазах распределения контрастного вещества. Ранняя артериально-паренхиматозная фаза наиболее чувствительна в отношении выявления опухоли, тогда как поздние фазы более важны для визуализации вен и степени распространения опухоли. Трехмерные реконструкции помогают хирургу определить анатомическую взаимосвязь очага поражения с крупными сосудами, а также с близлежащими органами.

Как показали проведенные исследования, МСКТ оказалась весьма ценным методом при уточнении злокачественной природы очаговых изменений легких размером от 0,6 см и более.

Непрерывное объемное сканирование зоны интереса после болюсного введения в вену 100,0 мл неионного рентгеноконтрастного вещества с регистрацией артериальной, капиллярной и венозной фаз позволяет оценить характер васкуляризации образования, его связь с сосудами.

При раке легкого в 86% случаев в опухоли определялось хаотично-неравномерное накопление контрастного вещества, пик которого наступал к 17–20-й с от начала введения с повышением плотности узла на 20 HU и более (рис. 2).

Для доброкачественных образований было характерно незначительное повышение плотности (5–20 HU) к 20–25-й с. В 40% случаев при раке легкого удается визуализировать зоны сниженного накопления контрастного препарата относительно остальной ткани опухоли, не определяемые при обычном исследовании в артериальную и венозную фазы контрастирования в промежутке между 13-й и 40-й с, что соответ-

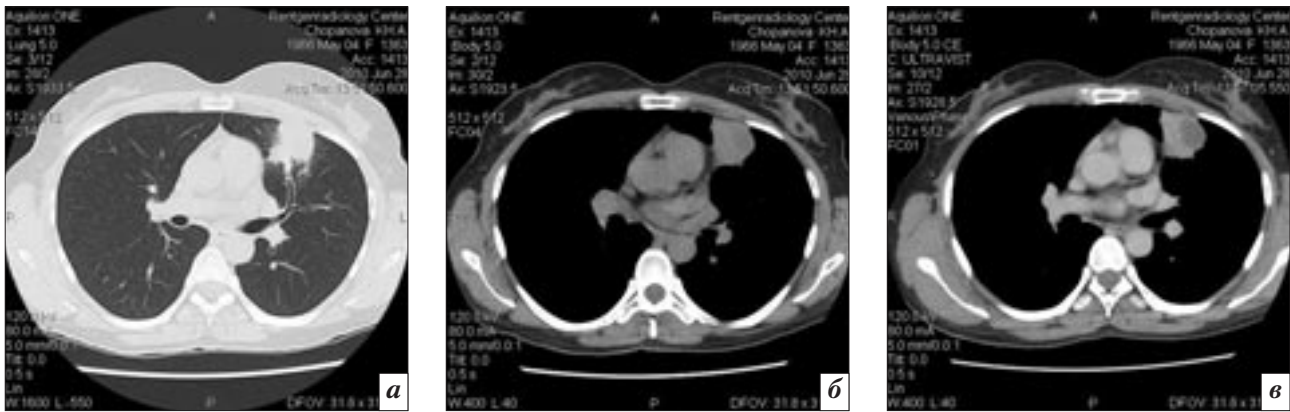


Рис. 3. «Шаровидная» пневмония верхней доли левого легкого: *а* – МСКТ в легочном режиме; *б* – мягкотканый режим – гетерогенные денситометрические показатели в центре очага – 12 HU, по периферии – 28 HU; *в* – МСКТ с болюсным усилением – денситометрические показатели в центре не изменились (абсцесс), по периферии увеличились на 9 HU.

ствовало, как показало гистологическое исследование, зонам распада (рис. 3).

Мультиспиральная компьютерная томография грудной клетки с контрастным усилением и в многоплоскостном формате позволяет получить полное анатомическое изображение патологических очагов. Проанализированы данные 48 больных с бронхиальной карциномой IIIa ст. до и после химиотерапии и перед оперативным вмешательством. После введения 100 мл Ультрависта со скоростью 2,5 мл/с и с задержкой на 25 с выполнялась МСКТ грудной клетки с коллимацией, равной 1 мм. Преобразованные изображения в корональной плоскости позволяли хорошо визуализировать опухоль и определять степень ее распространения. В частности, можно было увидеть такие детали, необходимые для планирования операции, как распространение опухоли по трахеобронхиальной системе и степень вовлечения в патологический процесс бифуркационных лимфатических узлов, что совпало с результатами исследования M. Grandy и соавт. [17].

Установление стадии любого опухолевого заболевания необходимо для определения прогноза и решения вопроса о тактике лечения. Наиболее распространена международная система TNM, усовершенствованная версия которой для рака лёгкого была предложена в 1986 г. В классификации TNM: T – характерис-

тики роста первичной опухоли, N – наличие и выраженность метастазирования в регионарные лимфатические узлы, M – наличие отдалённых метастазов [1].

Компьютерная томография стала основным методом визуализации при обследовании пациентов с бронхогенной карциномой. При определении T-фактора исследование с контрастным усилением позволяет выявить инвазию магистральных сосудов и вовлечённость в процесс основных медиастинальных структур. При определении T-фактора исследование с контрастным усилением дает возможность выявить инвазию магистральных сосудов и вовлечённость в процесс структур средостения, плевры, грудной стенки, перикарда. Поиск отдалённых метастазов (фактор M) в брюшной полости осуществляют в паренхиматозную фазу контрастирования.

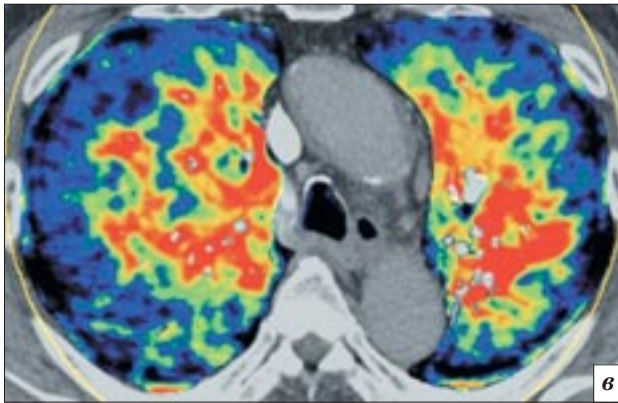
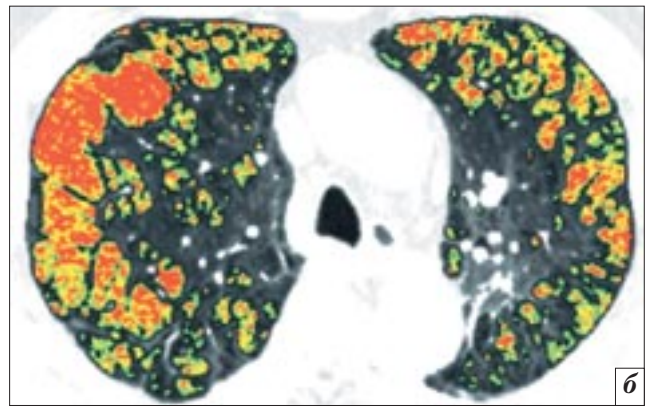
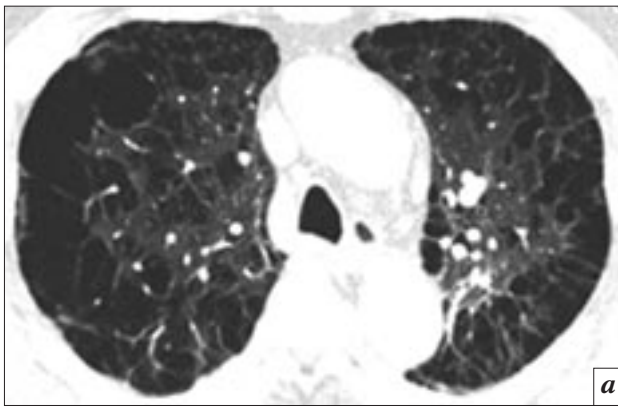
При определении N-фактора выявляют увеличенные лимфатические узлы средостения и корней лёгких. В средостении патологически увеличенными считают узлы, меньший диаметр которых больше 9–10 мм. Без контрастного усиления затруднительно дифференцировать лимфатические узлы корней лёгких от сосудов. Следовательно, точное определение метастазирования в регионарные лимфатические узлы при бронхогенной карциноме также возможно только при применении КТ с внутривенным болюсным контрастированием.

Лимфатические узлы проявляются в виде округлых или эллипсоидных гиподенсивных структур по отношению к контрастированным сосудам.

Таким образом, МСКТ с болюсным усилением в режиме двухфазного введения РКС с высоким содержанием йода (Ультравист-370) на сегодняшний день является «золотым стандартом» при неинвазивной диагностике природы очаговых изменений лёгких, определении местной распространённости рака лёгкого, наличия метастазов в регионарных лимфатических узлах. Для выявления метастатического поражения печени, надпочечников (наиболее частые органы-мишени) мы рекомендуем включать данные анатомические структуры в зону сканирования наряду с грудной клеткой.

Диагностика эмфиземы легких

Эмфизема лёгких характеризуется необратимой обструкцией воздушных путей и изменением паренхимы вследствие нарушения перфузии лёгких. Диагностика у пациентов с эмфиземой лёгких должна заключаться не только в выяснении степени анатомических нарушений, но также оценке статуса перфузии лёгких. Для решения первой задачи с успехом используют КТ с высоким разрешением, а для решения второй – радионуклидную сцинтиграфию. Однако последняя имеет недостаточное пространствен-



а

б

в

Рис. 4. Изображение лёгких 72-летнего пациента с эмфиземой, полученное с помощью ДЭКТА: *а* – наблюдается тяжелая эмфизема, более выраженная – в периферических областях обоих легких; *б* – на цветной карте ВБИ области эмфиземы с разной плотностью отражаются соответствующим цветом – красным (-1024 ~ -990 НУ), желтым (-989 ~ -970 НУ) и зеленым (-969 ~ -950 НУ); *в* – на карте с контрастированием Ульгравистом визуализируются множественные области эмфиземы с нарушенной перфузией.

ное и временное разрешение. Поэтому для этой цели желательно использовать МРТ с контрастным усилением гадобутролом или, что для легких лучше, двухэнергетическую КТА (ДЭКТА) с двумя источниками излучения, которая позволяет выявлять корреляцию между степенью анатомических изменений и функциональным нарушением перфузии легких при проведении лишь одного сканирования.

Имеются данные о применении ДЭКТА с контрастированием Ульгравистом-370 (100 мл внутривенно, со скоростью 3,5 мл/с) и последующим введением 50 мл 30% контрастного препарата у 27 пациентов с эмфиземой легких без легочной эмболии [18]. Виртуальные бесконтрастные изображения (ВБИ) получали с помощью специальной компьютерной программы. Пример ДЭКТА с контрастированием Ульгравистом-370 и с использованием цветового кодирования представлен на рисунке 4.

При визуальной оценке выявлена хорошая корреляция между областями нарушения перфузии на картах контрастирования

и областями эмфиземы, полученными на ВБИ. Это позволило сделать вывод, что ДЭКТА с контрастным усилением можно использовать для количественной оценки эмфиземы и определения региональной перфузии с помощью одновременного получения ВБИ и карт с контрастированием йодом.

Заключение

Внедрение в практику МСКТ значительно увеличило потенциальные возможности диагностики различных заболеваний легких. МСКТ позволяет проводить сканирование очень быстро, с высоким пространственным и временным разрешением, точным определением фаз контрастного усиления [19]. В то же время для достижения всех преимуществ МСКТ с контрастным усилением необходимо в протокол исследования включать индивидуальные особенности пациента и используемого контрастного средства. При выполнении МСКТ протокол введения РКС должен быть оптимальным, так как учет многих факторов и компьютерное моделирование позволяют

оптимизировать введение РКС и улучшить визуализацию. Продолжительность введения РКС влияет на задержку начала сканирования потому, что от нее зависит пик контрастного усиления. Масса тела, объем вводимого РКС, концентрация йода и промывание физиологическим раствором больше влияют на величину рентгеновской плотности, а сердечный выброс, скорость и продолжительность введения РКС – на временное разрешение.

Немаловажное значение для успеха проведения МСКТ грудной клетки с болюсным контрастированием имеют свойства РКС и их переносимость. Поэтому радиологу важно применять препараты с наилучшим сочетанием диагностической эффективности и безопасности, к которым относится йопромид (Ульгравист-370).

Применение внутривенного болюсного контрастного усиления с использованием автоматического инжектора позволяет визуализировать органы грудной полости в разные фазы контрастного усиления: артериальную, паренхиматозную и отсроченную, добиваться 100% диагностики

заболевания, сопоставимой с морфологическим диагнозом. Также возможность болюсного контрастного усиления позволяет отчетливо визуализировать сосуды, определять взаимоотношения их с патологическими образованиями, что помогает при планировании хирургического вмешательства.

На необходимость контрастирования при проведении компьютерной томографии указывают и другие авторы, получившие результаты, подтверждающие значимость болюсного контрастирования и помогающие сделать правильный выбор контрастного средства:

1. «Исследования без контрастирования пригодны только для структур с естественным высоким контрастом (кости) и для обнаружения гематом. Почти все прочие виды мягкотканых исследований выигрывают от применения парентерального контрастирования» [20].

2. «КТ-диагностика без внутривенного контрастирования малоэффективна (до 40% заключений без применения РКС оказываются неверными)» [1].

3. «Среди неионных мономерных РКС оптимальным сочетанием низкой осмотичности, низкой вязкости и наивысшей концентрации йода (наилучшей диагностической эффективностью) обладает йопромид, который практически не влияет на сердечно-сосудистую систему и почки и имеет наименьший риск развития острых и отсроченных побочных реакций». (Федеральное руководство по использованию лекарственных средств (формулярная система) [21].)

Литература

1. Поляев Ю.А., Юдин А.Л., Шимановский Н.Л. *Применение контрастных средств в лучевой диагностике*. – М.: Калганов, 2010. – 432 с.
2. Bae K.T., Heiken J.P., Brink J.A. *Aortic and hepatic contrast medium enhancement at CT. I. Prediction with a computer*

- model // Radiology*. – 1998. – Vol. 207. – P. 647–655.
3. *Cardiothoracic CT angiography: current contrast medium delivery strategies / M. Weininger, J.M. Baraza, C.A. Kemper et al. // Am. J. Roentgenol.* – 2011. – Vol. 196. – P. 260–272.
4. Bae K.T., Tran H.Q., Heiken J.P. *Multiphasic injection method for uniform prolonged vascular enhancement at CT angiography: pharmacokinetic analysis and experimental porcine model // Radiology*. – 2000. – Vol. 216. – P. 872–880.
5. *A clinical evaluation of an automated software program for patient-specific contrast injection during chest CTA to exclude pulmonary embolism (abstr) / C.R. Deible, J. Alexander, I. Ocal et al.* – Charleston, SC: Society of Thoracic Radiology, 2007.
6. *Waiting to exhale: salvaging the nondiagnostic CT pulmonary angiogram by using expiratory imaging to improve contrast dynamics / Y.H. Chen, V. Velayudhan, D.I. Weltman et al. // Emerg. Radiol.* – 2008. – Vol. 15. – P. 161–169.
7. Bae K.T. *Optimization of contrast enhancement in thoracic MDCT // Radiol. Clin. North Am.* – 2010. – Vol. 48. – P. 9–29.
8. *Diagnostic accuracy of dual-source multi-slice CT-coronary angiography in patients with an intermediate pretest likelihood for coronary artery disease / A.W. Leber, T. Johnson, A. Becker et al. // Eur. Heart J.* – 2007. – Vol. 28. – P. 2354–2360.
9. Wittram C. *How I do it: CT pulmonary angiography // Am. J. Roentgenol.* – 2007. – Vol. 188. – P. 1255–1261.
10. *Adenosine-stress dynamic myocardial CT perfusion imaging: initial clinical experience / G. Bastarrika, L. Ramos-Duran, M.A. Rosenblum et al. // Invest. Radiol.* – 2010. – Vol. 45. – P. 306–313.
11. *Adenosine-stress dynamic myocardial volume perfusion imaging with second generation dual-source computed tomography: concepts and first experiences / G. Bastarrika, L. Ramos-Duran, U.J. Schoepf et al. // J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* – 2010. – Vol. 4. – P. 127–135.
12. *Clinical relevance of retrograde inferior vena cava or hepatic vein opacification during contrast-enhanced CT / B.M. Yeh, P. Kurzman, E. Foster et al. // Am. J. Roentgenol.* – 2004. – Vol. 183. – P. 1227–1232.
13. *Artefact reducing in diagnosis of lung embolism using spiral CT with saline bolus / N. Vogel, H.U. Kauczor, C.P. Heussel et al. // ROFO.* – 2001. – Vol. 173. – P. 460–465.
14. *Determination of optimal timing window for pulmonary artery MDCT angiography / C.H. Lee, J.M. Goo, H.J. Lee et al. // Am. J. Roentgenol.* – 2007. – Vol. 188. – P. 313–317.
15. *Improvement of parenchymal and vascular enhancement using saline flush and power injection for multiple-detector-row abdominal CT / H. Schoellnast, M. Tillich, H.A. Deutschmann et al. // Eur. Radiol.* – 2004. – Vol. 14. – P. 659–664.
16. *Helical CT protocols for the abdomen and pelvis: a survey / M.E. O'Malley, E. Halpern, P.R. Mueller, G.S. Gazelle // Am. J. Roentgenol.* – 2000. – Vol. 175. – P. 109–113.
17. *Multislice CT of patients with IIIa stage bronchial carcinoma / M. Grandy, S. Schoenberg, H. Dischof et al. // Eur. Radiol.* – 2011. – Vol. 11, Suppl. 2. – P. 370.
18. *Pilot trial on pulmonary emphysema quantification and perfusion mapping in a single-step using contrast-enhanced dual-energy computed tomography / C.W. Lee, J.B. Seo, Y.A. Lee et al. // Invest. Radiol.* – 2012. – Vol. 47. – P. 92–97.
19. Котляров П.М. *Мультисрезовая КТ – новый этап развития лучевой диагностики заболеваний легких // Мед. визуализация*. – 2011. – № 4. – С. 14–20.
20. Прокоп М., Галански М. *Спиральная и многослойная компьютерная томография*. – М., 2006. – Т. 1. – С. 94.
21. *Федеральное руководство по использованию лекарственных средств (формулярная система)*. – М., 2012. – Вып. 13. – С. 887.

Поступила 05.03.2013

Эффективность эндобронхиальной ультрасонографии в диагностике периферических образований легких

Сивокозов И.В., Зайцев А.А., Фокин А.В., Артемкин Э.Н.

ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь

им. академика Н.Н. Бурденко», г. Москва

Efficiency of endobronchial ultrasonography in the diagnosis of peripheral lung masses

Sivokozov I.V., Zaitsev A.A., Fokin A.V., Artemkin E.N.

Academician N.N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Moscow

Цель. Оценить эффективность эндобронхиальной ультрасонографии (EBUS) в диагностике периферических образований легких.

Материал и методы. В исследование включены 38 пациентов (из них 34 мужчины), средний возраст составил 63,8±15,8 года. Всем пациентам выполнялась бронхоскопия гибким эндоскопом с трансbronхиальной биопсией легкого (ТББЛ). Во время исследования в рабочий канал бронхоскопа через устья бронхов последовательно проводился ультразвуковой мини-зонд радиального сканирования с частотой 20 МГц. Если с помощью EBUS удавалось определить местоположение периферического образования, после извлечения зонда проводилась ТББЛ с помощью биопсийных щипцов.

Результаты. С помощью EBUS удалось определить местоположение патологического образования и выполнить ТББЛ в 34 (89,5%) из 38 случаев. Суммарная эффективность ТББЛ составила 63,2% (24/38): аденокарцинома выявлена в 16 (42,1%) случаях, плоскоклеточный рак – в 6 (15,8%), гамартома и туберкулема – по 1 (2,6%) случаю соответственно. Предикторами эффективности биопсии являлись: размер образования более 20 мм, наличие дренирующего бронха по данным компьютерной томографии, центральное положение мини-зонда относительно образования, проксимальное положение образования по отношению к устью бронха, длительность исследования менее 1,5 мин, индекс курения.

Заключение. Эндобронхиальная ультрасонография является эффективным и безопасным методом контроля эндоскопической биопсии легкого при периферических образованиях легких.

Введение

Периферические образования в легких (peripheral pulmonary lesions, PPL) характеризуются наличием в легочной ткани по данным рентгенографии или компьютерной томографии высокого разрешения (КТВР) органов грудной клетки очагов, отвечающих определенным критериям, а именно относительно четко дифференцированных, окруженных, хотя бы частично, легочной тканью и преимущественно

округлой формы. В случае, если размер такого очага не превышает 3 см, его относят к особой подгруппе – солитарным легочным узелкам, при этом дополнительно не должны отмечаться аденопатия средостения или ателектаз. Во всех остальных случаях такие очаги относят к группе PPL [1]. Ключевым в разграничении двух этих сходных симптомов является размер, определяющий стадию вероятного рака легкого как T1 или T2 (размер

очага до 3 см и более 3 см соответственно). Изменения по типу PPL являются частой находкой: так, по данным В. Тан и соавт. [2],

Objective. To evaluate the efficiency of endobronchial ultrasonography (EBUS) in the diagnosis of peripheral lung masses.

Material and methods. The investigation enrolled 38 patients, including 34 males; their mean age was 63.8±15.8 years. Bronchoscopy was carried out under local anesthesia in all the patients in their sitting position, by using a flexible endoscope, along with transbronchial lung biopsy (TBLB). During the study, a 20 MHz radial scanning ultrasonic miniprobe was successively introduced into the working channel of a bronchoscope through the ostium into the preselected bronchi. If the peripheral mass could be located by EBUS, after withdrawing the probe, TBLB was performed using biopsy forceps.

Results. EBUS could locate a pathological mass and perform TBLB in 34 (89.5%) of the 38 cases. The cumulative efficiency of TBLB was seen in 63.2% (24/38) patients: there was adenocarcinoma in 16 (42.1%) cases, squamous cell carcinoma in 6 (15.8%), hamartoma in 1 (2.6%), and tuberculoma in 1 (2.6%). The predictors of biopsy efficiency were tumor sizes above 20 mm; bronchial drainage as shown by computed tomography; the central position of a miniprobe about the mass, the proximal position of a mass about the bronchial ostium; a less than one-and-a-half-minute study; smoking index.

Conclusion. Endobronchial ultrasonography is an effective and safe method for controlling endoscopic lung biopsy in peripheral lung masses.

Ключевые слова:

эндобронхиальная ультрасонография, периферические образования легких, бронхоскопия, трансbronхиальная биопсия легкого

Index terms:

endobronchial ultrasonography, peripheral lung masses, bronchoscopy, transbronchial lung biopsy

они определяются в среднем на одной из 500 рентгенограмм легких. Внедрение в практику КТВР органов грудной клетки привело к значительному увеличению числа выявляемых периферических образований [3]: так, в США количество ежегодно выявляемых случаев превышает 150 тыс. Около половины таких образований – злокачественные [4], поэтому своевременная верификация изменений является крайне важной, позволяет осуществить эффективное и обоснованное лечение пациента.

Верификация изменений по типу PPL представляет сложную проблему, частично из-за их расположения, частично из-за небольшого размера. Эффективность эндоскопической трансбронхиальной биопсии легкого (ТББЛ), выполняемой при бронхологическом исследовании, даже при рентгеноскопическом контроле не превышает 40%, а при отсутствии такового – стремится к нулю [5].

В последние годы с внедрением эндосонографических радиальных датчиков стало возможным выполнение эндобронхиальной ультрасонографии (EBUS) с точным позиционированием и биопсией периферических образований легких [6], однако показатели эффективности трансбронхиальных эндоскопических биопсий при ультразвуковой навигации, по данным разных авторов, значительно варьируют – от 46 до 77% [7, 8].

Целью нашего исследования стала оценка эффективности эндобронхиальной ультрасонографии в диагностике периферических образований легких.

Материал и методы

В исследование включены пациенты, госпитализированные в стационар с подтвержденными по данным КТВР периферическими образованиями легких, которым на догоспитальном этапе выполнялась бронхоскопия с ТББЛ, оказавшаяся неинформативной. Более подробно кри-

терии включения приведены в таблице 1.

В рамках исследования всем пациентам (в положении сидя, под местной анестезией) выполнялась бронхоскопия гибким эндоскопом (Olympus BF-P60 либо Fujinon FB-120S) с ТББЛ. Перед исследованием определялась предполагаемая локализация образования на основании данных КТВР, с формированием перечня сегментарных/субсегментарных бронхов, проходящих через образование или максимально близко от него. Во время исследования в рабочий канал бронхоскопа через устья предварительно выбранных бронхов последовательно проводился ультразвуковой мини-зонд радиального сканирования с частотой 20 мГц (Fujinon SP-702, внешний диаметр 2,0 мм) по методике F. Herth и соавт. [7] (рис. 1–4). В случае, если при EBUS удавалось определить местоположение периферического образования, выявлялся целевой субсегментарный бронх, замерялось расстояние от его устья до образования, после извлечения

зонда проводилась ТББЛ с помощью биопсийных щипцов фирмы Olympus (FB-34C-1, диаметр канала 2,0 мм). Выполнялось не менее трех попыток биопсии с получением как минимум двух адекватных образцов для гистологического и цитологического исследования. Если же после пяти попыток выполнения биопсии материал для гистологического исследования не удавалось получить, исследование прекращалось. В случае, если при EBUS не было определено положение образования, биопсия легкого не осуществлялась.

В ходе выполнения EBUS во всех случаях проводилась видеофиксация ультразвукового изображения с момента введения УЗ-датчика в рабочий канал эндоскопа до момента его удаления. Определение положения образования относительно мини-зонда, описание характеристик образования выполнялись по N. Kurimoto и соавт. [9].

Для каждого пациента была сформирована индивидуальная регистрационная карта, куда вно-

Таблица 1

Критерии включения пациентов в исследование

Параметр	Значение
Согласие на проведение исследования	Да
Возраст	> 18 лет
Аденопатия средостения	Отсутствует
Ателектаз легкого, доли, сегмента	Отсутствует
Объем форсированного выдоха за 1 с, % должного	> 60
Уровень тромбоцитов периферической крови	> 50 • 10 ⁹ /л
Прием непрямых антикоагулянтов в последние 7 сут	Не принимает



Рис. 1. Компьютерная томограмма пациента 65 лет: периферическое образование переднего сегмента верхней доли правого легкого (S3), выявленное при профилактическом осмотре. Размер образования не превышает 2 см.



Рис. 2. Видеобронхоскопия у того же пациента. Устья субсегментарных бронхов S3 – без признаков патологии.



Рис. 3. Эндосонографическая картина периферического образования в S3 правого легкого. Зонд полностью окружен патологической тканью. Образование с четкими контурами, округлой формы, с артефактами воздуха (белый штрих в положении на 11 часов), однако в остальном – гомогенное (тип I по Kurimoto).

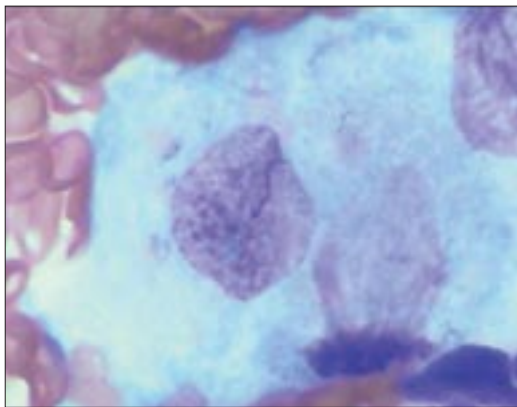


Рис. 4. Цитограмма ТББЛ под контролем EBUS – картина плоскоклеточного рака.

сились данные о поле, возрасте, рентгенологических характеристиках периферического образования, длительности процедуры EBUS, характере ультразвуковой картины, положении мини-зонда относительно образования, результатах биопсии. Все полученные результаты вносились в базу данных в среде MS Access. Статистический анализ проводился методами описательной и непараметрической статистики (критерий Манна–Уитни, χ^2) с использованием программы Statistica.

Результаты

Всего в исследование включены 38 пациентов, подавляющее число составили мужчины –

34 человека. Средний возраст больных $63,8 \pm 15,8$ года. Более подробно клинико-рентгенологическая характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в таблице 2.

Распределение образований между долями (верхняя/нижняя) было одинаковым, преобладали правосторонние изменения. С помощью EBUS удалось определить местоположение патологического образования и выполнить ТББЛ в 34 (89,5%) из 38 случаев. Суммарная эффективность ТББЛ составила 63,2%

(24/38). В большинстве случаев был верифицирован рак легкого: аденокарцинома – в 16 (42,1%), плоскоклеточный рак – в 6 (15,8%) случаях. По 1 (2,6%) случаю пришлось на доброкачественные процессы – гамартому и туберкулему.

Случаев пневмоторакса, кровотечений, связанных с выполнением ТББЛ под контролем EBUS, выявлено не было.

Из 14 пациентов с неверифицированными образованиями легких у 8 была выполнена трансторакальная игловая аспи-

Таблица 2

Характеристика больных, включенных в исследование

Параметр	Значение
Число пациентов	38
Пол, м/ж	34/4
Возраст, лет	$63,8 \pm 15,8$
Длительность с момента выявления изменений, нед	$30,2 \pm 42,8$
Индекс курения, п/лет	$20,1 \pm 20,1$
Индекс массы тела, кг/м ²	$0,24 \pm 0,04$
Размер образования, мм	
максимальный	$30,1 \pm 16,2$
минимальный	$22,5 \pm 14,2$
Локализация образования	
верхняя доля (справа/слева)	12/4
нижняя доля (справа/слева)	14/2
средняя доля справа	6
Расстояние до образования, мм	
от устья бронха	$27,8 \pm 19,3$
от плевры	$27,1 \pm 21,0$
Продолжительность EBUS, с	$141,3 \pm 68,4$

Влияние клинико-рентгенологических и эндосонографических параметров образований на информативность биопсии

Параметр	Информативность биопсии		p
	неинформативна	информативна	
Возраст, лет	62,6±17,3	64,7±15,3	0,700**
Индекс курения, п/лет	7,1±12,0	27,7±20,3	0,003**
ИМТ, кг/м ²	0,24±0,03	0,23±0,04	0,451**
Длительность заболевания, нед	52,7±64,2	17,1±11,8	0,226**
Размер образования по данным КТ, мм			
максимальный	25,8±13,9	33,8±16,9	0,142**
минимальный	19,6±12,7	24,3±15,0	0,336**
Размер образования, мм			
> 20	6/14	20/24	0,026*
≤ 20	8/14	4/24	0,026*
Наличие дренирующего бронха по данным КТВР	10/14	22/24	0,099*
Центральное положение датчика относительно образования	4/14	22/24	0,0002*
Расстояние до образования, мм			
от устья бронха	37,9±17,3	22,0±18,3	0,013**
от плевры	31,1±25,1	24,7±18,5	0,367**
Продолжительность EBUS, с	262,3±170,0	70,8±63,9	0,0005**

* Достоверность различий определена по критерию χ^2 .

** Достоверность различий определена по критерию Манна–Уитни.

рационная биопсия под контролем КТ (у 6 доказана аденокарцинома), 2 пациентам проведена диагностическая резекция легкого (оба случая являлись поствоспалительным фиброзом), для 4 пациентов была выбрана наблюдательная тактика с периодическим выполнением КТ органов грудной клетки.

Проведен анализ возможных факторов, оказывающих влияние на информативность ТББЛ. По результатам анализа, информативность биопсий была достоверно выше при высоком индексе курения, размере образования по данным КТВР свыше 20 мм, наличии дренирующего бронха по данным КТВР, при центральном положении мини-зонда относительно образования по данным EBUS, проксимальном расположении образования относительно устья бронха и длительности исследования менее 1,5 мин (табл. 3).

Обсуждение

Эффективность эндоскопической трансбронхиальной биопсии легкого, выполняемой при бронхологическом исследовании, даже при рентгеноскопическом контроле не превышает 40%, а при отсутствии такового стре-

мится к нулю [5]. Трансторакальная пункция под контролем КТ, эффективность которой колеблется от 40 до 70%, в 10–50% случаев сопровождается осложнениями в виде травматического пневмоторакса и зачастую требует дренирования плевральной полости. Наконец, применение оперативных методов диагностики – открытой биопсии легкого или видеоассистированной торакоскопической биопсии позволяет верифицировать характер образования почти в 100% случаев, но сопряжено с высокой инвазивностью метода, операционными рисками, а также большими материальными затратами.

Выполнение биопсии легкого с помощью ультразвуковой навигации позволяет повысить ее информативность. Как и при классической ТББЛ, эффективность интервенций под контролем эндосонографии зависит от размера и локализации образования. В целом суммарная информативность ТББЛ под контролем EBUS, по данным метаанализа D. P. Steinfert и соавт. [11], достигает 73%. В нашем исследовании суммарная информативность биопсии оказалась несколько ниже – 63,2%. Однако

стоит учитывать разницу в методиках биопсии: в большинстве исследований, как зарубежных, так и в единственном исследовании, опубликованном в настоящее время в России, применяется методика эндобронхиальной ультрасонографии с использованием тубуса-проводника (guide sheet, EBUS-GS), которая позволяет более точно выполнять биопсию. К сожалению, в нашем распоряжении имелся датчик слишком большого диаметра, что не позволяло выполнять биопсию типа EBUS-GS. Тем не менее данные, полученные В. Н. Королевым и соавт. [8], согласно которым информативность метода EBUS-GS достигала 61,4%, хорошо сочетаются с результатами нашего исследования.

Среди факторов, влияющих на информативность метода, ожидаемыми оказались размер образования по данным КТВР, положение мини-зонда относительно образования. В многочисленных публикациях было показано, что при величине PPL более 20 мм эффективность биопсии резко повышается и достигает 75–88% [10, 11]. Естественно ожидать, что и при центральном положении датчика внутри образования

эффективность ТББЛ будет выше. Результаты нашего исследования только подтвердили важность этих двух критериев.

Относительно неожиданным для нас оказалось различие в индексе курения между пациентами с информативной и неинформативной биопсией. Это можно объяснить особенностями выборки нашего исследования, ведь почти 75% от всех верифицированных нозологий составили неопластические процессы, для которых безусловно ожидаемым является больший стаж курения.

Оценки влияния расположения образования относительно плевры/устья бронха в настоящее время противоречивы. Так, в работе D. W. Hsia и соавт. [10] у 40 пациентов не обнаружено зависимости информативности биопсии от расположения целевого очага, в то время как в исследованиях С. Т. Huang и соавт. [12] и D. I. Fielding и соавт. [13] была показана большая информативность биопсий для образований, прилежащих к корню легкого. Полученные нами результаты свидетельствуют в пользу второй точки зрения. Возможным объяснением такого явления может служить меньшая вероятность отклонения биопсийных щипцов за счет меньшего числа ветвлений бронхов при проксимальном положении PPL.

Обнаруженное нами значительное увеличение длительности исследования EBUS при неинформативности биопсии можно объяснить тем, что при выборе целевого бронха для выполнения ТББЛ более продолжительный поиск образования был обусловлен невозможностью достигнуть его центрального позиционирования. По мнению авторов, в случае, если на поиск образования потрачено более 1,5 мин, вероятность достичь оптимального положения зонда относительно образования или даже найти само

образование резко снижается. В такой ситуации мы предлагаем прекращать исследование в связи с его заведомой малоинформативностью.

Заключение

Эндобронхиальная ультрасонография является эффективным и безопасным методом контроля эндоскопической биопсии легкого при периферических образованиях легких. Предикторами эффективности биопсии являются: размер образования более 20 мм, наличие дренирующего бронха по КТ, центральное положение мини-зонда относительно образования, проксимальное положение образования по отношению к устью бронха, длительность исследования менее 1,5 мин, индекс курения.

Литература

1. *Thoracic imaging: pulmonary and cardiovascular radiology* / Eds W. R. Webb, C. B. Higgins. – Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005. – P. 837.
2. *The solitary pulmonary nodule* / B. Tan, K. Flaherty, E. Kazerooni et al. // *Chest*. – 2003. – Vol. 123. – P. 89S–96S.
3. *The probability of malignancy in solitary pulmonary nodules: application to small radiographically indeterminate nodules* / S.J. Swenson, M.D. Silverstein, D.M. Ilstrup et al. // *Arch. Intern. Med.* – 1997. – Vol. 157. – P. 849–855.
4. *Evaluation of nodules detected by screening for lung cancer with low dose spiral computed tomography* / D.E. Midthun, S.J. Swensen, J.R. Jett et al. // *Lung Cancer*. – 2003. – Vol. 41, Suppl. 2. – P. S40.
5. *Rivera M.P., Mehta A.C. Initial diagnosis of lung cancer: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. – 2nd ed.* // *Chest*. – 2007. – Vol. 132. – P. 131S–148S.

6. *Eberhardt R., Ernst A., Herth F.J. Ultrasound-guided transbronchial biopsy of solitary pulmonary nodules less than 20 mm* // *Eur. Respir. J.* – 2009. – Vol. 34. – P. 1284–1287.
7. *Herth F., Ernst A., Becker H.D. Endobronchial ultrasound (EBUS) guided transbronchial lung biopsy (TBBX) in solitary pulmonary nodules and peripheral lesions* // *Eur. Respir. J.* – 2002. – Vol. 20. – P. 972–975.
8. *Эндобронхиальная ультрасонография в диагностике периферических новообразований легких* / В.Н. Королев, А. В. Важенни, А. Ю. Кинзерский и др. // *Онкология*. – 2012. – № 2. – С. 24–27.
9. *Analysis of the internal structure of peripheral pulmonary lesions using endobronchial ultrasonography* / N. Kurimoto, M. Murayama, S. Shinchikiro, T. Nishisaka // *Chest*. – 2002. – Vol. 122. – P. 1887–1894.
10. *Diagnosis of lung nodules with peripheral/radial endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy* / D.W. Hsia, K.W. Jensen, D. Curran-Everett et al. // *J. Bronchol. Intervent. Pulmonol.* – 2012. – Vol. 19. – P. 5–11.
11. *Radial probe endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral lung cancer: systematic review and meta-analysis* / D.P. Steinfert, Y.H. Khor, R.L. Manser, L.B. Irving // *Eur. Respir. J.* – 2011. – Vol. 37, № 4. – P. 902–910.
12. *Factors influencing visibility and diagnostic yield of transbronchial biopsy using endobronchial ultrasound in peripheral pulmonary lesions* / C.T. Huang, C.C. Ho, Y.J. Tsai et al. // *Respirology*. – 2009. – Vol. 14, № 6. – P. 859–864.
13. *Fielding D.I., Robinson P.J., Kurimoto N. Biopsy site selection for endobronchial ultrasound guide-sheath transbronchial biopsy of peripheral lung lesions* // *Intern. Med. J.* – 2008. – Vol. 38, № 2. – P. 77–84.

Поступила 25.02.2013

Роль мультиспиральной компьютерной томографии в оценке изменений объема верхних дыхательных путей при хирургическом лечении пациентов с зубочелюстными аномалиями

Гордина Г.С.¹, Серова Н.С.¹, Дробышев А.Ю.², Глушко А.В.²

¹ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения РФ;

²ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения РФ

Role of multislice spiral computed tomography in the evaluation of changes in upper airway volume during surgical treatment in patients with dentomaxillary abnormalities

Gordina G.S.¹, Serova N.S.¹, Drobyshev A.Yu.², Glushko A.V.²

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; ²A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of the Russian Federation

Цель. Оценить роль мультиспиральной компьютерной томографии в расчете объема верхних дыхательных путей и его изменения у пациентов с различными классами зубочелюстных аномалий после проведения ортогнатической операции.

Материал и методы. Были обследованы 25 пациентов (19 с III классом и 6 со II классом зубочелюстных аномалий). Всем пациентам проведены двухчелюстные операции. Компьютерная томография лицевого скелета выполнялась до начала лечения и через 6 мес после оперативного вмешательства. Для расчета объема воздушного пространства верхних дыхательных путей полученные данные в формате DICOM загружались в Dolphin Imaging 11.5, использовался специальный программный пакет. Проводилось определение твердотканых и мягкотканых точек, по которым строились плоскости, задающие границы воздушного пространства верхних дыхательных путей.

Результаты. У пациентов со II классом развития зубочелюстных аномалий после оперативного вмешательства прослеживаются однонаправленные изменения всех измеряемых нами показателей верхних дыхательных путей (в сторону увеличения или уменьшения воздушного пространства), причем в большинстве случаев – в сторону увеличения. У пациентов с III классом однонаправленные изменения наблюдаются у половины пациентов, при этом увеличение или уменьшение параметров воздушного пространства варьирует приблизительно в равных пропорциях.

Заключение. Компьютерная томография позволяет рассчитывать объемные величины верхних дыхательных путей до и после проведенного ортогнатического лечения у пациентов с зубочелюстными аномалиями, что, в свою очередь, представляет значительный научно-практический интерес.

Введение

Зубочелюстные аномалии занимают важное место в челюстно-лицевой хирургии. По данным Национального института стоматологии США, у 35% насе-

ления наблюдаются аномалии и деформации лицевого черепа, которые в 5–15% случаев требуют хирургического лечения [1]. Возникают данные изменения вследствие нарушения развития

Objective. To assess the role of multislice spiral computed tomography in the calculation of upper airway volume and its change in patients with different types of dentomaxillary abnormalities after orthognathic surgery.

Material and methods. Twenty-five patients with dentomaxillary abnormalities (19 and 6 patients with Classes III and II dentomaxillary abnormalities, respectively) were examined. All the patients underwent two-jaw operations. Facial skeleton computed tomography was performed before treatment initiation and 6 months after surgery. The DICOM data were loaded in Dolphin Imaging 11.5 and a special program package was applied to calculate the volume of air space in the upper airway. The hard tissue and soft tissue points used to construct the planes setting the detection limits of air space in the upper airway were determined.

Results. After surgery, the patients with Class II dentomaxillary abnormalities display unilateral changes in our measured upper airway values (by increasing or reducing the air space); the majority of cases exhibiting higher values. Half of the patients with Class III had unilateral changes, the increase or reduction in air space values varying in approximately equal proportions.

Conclusion. Computed tomography permits the calculation of upper airway volumes before and after orthognathic treatment in patients with dentomaxillary abnormalities, which is in its turn of significant scientific and practical interest.

Ключевые слова:

мультиспиральная компьютерная томография, зубочелюстные аномалии, верхние воздухоносные пути, объем верхних дыхательных путей, ортогнатическая хирургия, челюстно-лицевая хирургия

Index terms: multislice spiral computed tomography, dentomaxillary abnormalities, upper airway, upper airway volume, orthognathic surgery, oral surgery

лицевого скелета, как под действием эндогенных (наследственность, заболевания матери во время беременности эндокринной, обменной, инфекционной природы), так и экзогенных (перенесенные в детском возрасте воспалительные заболевания, травмы в зонах роста челюстей, эндокринные, обменные нарушения и др.) факторов [1, 2, 4, 5]. Показаниями к хирургическому лечению у данной группы пациентов являются не только желание улучшить эстетические пропорции лица, но и функциональные нарушения (различные виды аномалий окклюзии, патология височно-нижнечелюстных суставов, деформация подбородка, заболевания пародонта и др.).

Первые в мире попытки по устранению деформаций лицевого скелета были предприняты еще в 1849 г. (S. H. Hüllihen, США), и впоследствии данное направление хирургии бурно развивалось. Сегодня ортогнатическая хирургия — это комплексное лечение, включающее диагностику, планирование, ортодонтическое и хирургическое лечение [1, 4, 7]. Хирургический метод заключается в проведении остеотомии верхней и/или нижней челюсти с последующей постановкой остеотомированных фрагментов в окклюзионно правильное положение. Данные оперативные вмешательства сильно изменяют не только внешний вид пациента, но и анатомическое соотношение органов носо- и ротоглотки, что в дальнейшем может как положительно (улучшение носового дыхания), так и отрицательно (храп, апноэ сна) сказаться на здоровье пациента [12, 17].

На протяжении долгого времени основным источником данных для подготовки пациентов с зубочелюстными аномалиями к хирургическому лечению являлись рентгенологические снимки: ортопантограмма и телерентгенограмма. Их используют для расчетов линейных и угловых величин (планирование ортогнатической операции), а так-

же для оценки изменений верхних дыхательных путей, которые неизбежно возникают в ходе хирургического лечения [3, 7, 11, 14]. Точность данных значительно варьировала, так как рентгенологические снимки дают искажение и требуют высокого качества их исполнения [11, 14]. Измерение же объемных величин не представлялось возможным. По данным литературы, существует ряд исследовательских работ, посвященных вопросу изменения размеров верхних дыхательных путей на основании данных телерентгенограммы [12, 15, 16], а также их взаимосвязи с различными заболеваниями, например обструктивным апноэ сна.

Создание мультиспирального компьютерного томографа вывело данный метод исследования на совершенно другой уровень. Многие специалисты, как среди врачей-радиологов, так и среди челюстно-лицевых хирургов, вплотную подошли к вопросу о цефалометрическом исследовании мягкотканых и твердотканых структур головы [6, 9–11]. Ряд фирм разрабатывают специальное программное обеспечение, позволяющее на основе данных компьютерной томографии создавать объемные изображения, проводить прицельное изучение любой анатомической структуры, изменять углы обзора, рассчитывать линейные, угловые и объемные параметры [6, 8, 13], появляется возможность не только спланировать хирургический этап лечения, но и виртуально его провести, оценив необходимые перемещения и возможные риски [8].

Цель нашего исследования — оценить роль компьютерной томографии в расчете объема верхних дыхательных путей и его изменения у пациентов с различными классами зубочелюстных аномалий после проведения ортогнатической операции.

Материал и методы

В нашем исследовании приняли участие 25 пациентов в воз-

расте от 18 до 45 лет с различными классами зубочелюстных аномалий (19 с III классом и 6 со II классом). Всем пациентам проводили полный комплекс предоперационного обследования и подготовки, хирургическое лечение, осуществлялось послеоперационное ведение. Объем хирургического лечения (ортогнатической операции) включал остеотомию верхней челюсти по типу Ле Фор I, межкортикальную остеотомию нижней челюсти, в некоторых случаях — гениопластику для достижения более гармоничной формы лица. Всем пациентам были проведены двухчелюстные операции.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) лицевого скелета проводилась всем пациентам до начала лечения и через 6 мес после оперативного вмешательства. Все исследования были выполнены на аппарате Toshiba Aquilion ONE, количество рядов детекторов 320, толщина среза 0,5 мм. Исследование проводилось в спиральном или объемном режиме с использованием костной и мягкотканой реконструкций. Лучевая нагрузка составляла 0,9–2,5 мЗв. В область исследования входили все структуры головы выше IV шейного позвонка. Большое значение уделялось положению головы пациента во время обследования: горизонтальное, со строго выведенной осью по центру. Для правильного позиционирования положения головы использовался специальный головной фиксатор. С целью дальнейшей обработки полученные данные экспортировались в формат DICOM и использовались специализированной компьютерной программой. Планирование ортогнатической операции корректировалось на основании данных компьютерной томографии.

Для расчета объема воздушного пространства верхних дыхательных путей полученные данные в формате DICOM загружались в Dolphin Imaging 11.5

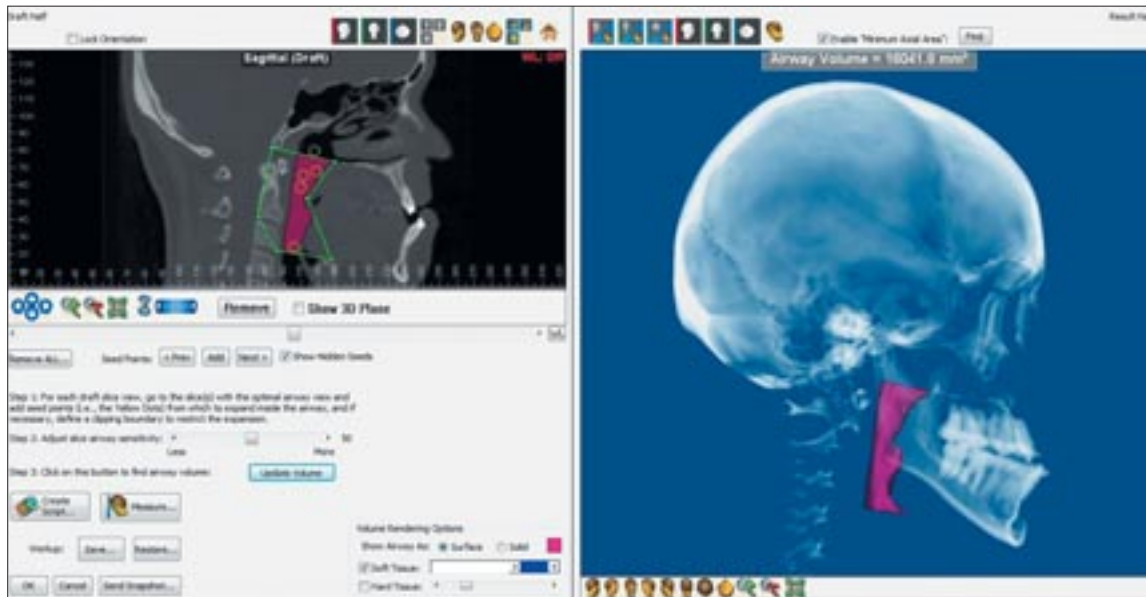


Рис. 1. Интерфейс программы Dolphin Imaging 11.5 для расчета объема верхних дыхательных путей.

Таблица 1

Точки для построения плоскостей ограничения воздушного пространства

Точки	Обозначение	Описание точки
Твердотканые	FMar	Центральная точка переднего края большого отверстия затылочной кости
	PNS	Задняя носовая ось верхней челюсти
	C2pi	Нижняя точка заднего края тела II шейного позвонка
	C3ai	Нижняя точка переднего края тела III шейного позвонка
	H	Выступающая кпереди точка тела подъязычной кости
Мякотканые	sp'mp	Выступающая кзади контурная точка задней стенки мягкого неба

Таблица 2

Плоскости, определяющие границы расчета объема воздушного пространства

Граница	Обозначение	Описание плоскости
Верхняя	FMar-PNS	Плоскость, проходящая через центральную точку переднего края большого отверстия затылочной кости (FMar) и заднюю ось верхней челюсти (PNS)
Передняя	PNS-sp'mp	Плоскость, проходящая через заднюю ось верхней челюсти (PNS) и наиболее выступающую кзади контурную точку задней стенки мягкого неба (sp'mp)
	sp'mp-H	Плоскость, проходящая через выступающую кзади контурную точку задней стенки мягкого неба (sp'mp) и выступающую кпереди точку тела подъязычной кости (H)
Нижняя	H-C3ai	Плоскость, проходящая через выступающую кпереди точку тела подъязычной кости (H) и нижнюю точку переднего края тела III шейного позвонка (C3ai)
Задняя	C3ai-C2pi	Плоскость, проходящая через нижнюю точку переднего края тела III шейного позвонка (C3ai) и нижнюю точку заднего края тела II шейного позвонка (C2pi)
	C2pi-FMar	Плоскость, проходящая через нижнюю точку заднего края тела II шейного позвонка (C2pi) и центральную точку переднего края большого отверстия затылочной кости (FMar)

(© 2012 Patterson Dental Supply, Inc. All rights reserved, USA). Далее использовался специальный программный пакет для проведения анализа объема дыхательных путей (рис. 1).

Чтобы рассчитать объем верхних дыхательных путей, необходимо выделить исследуемую область воздушного пространства с использованием плоскостей,

проходящих через все срезы компьютерной томографии, и провести ограничение исследуемой области в сагиттальной, трансверсальной и аксиальной плоскостях.

Первым этапом, совместно с хирургом, мы проводили определение твердотканых и мягкотканых точек в сагиттальной плоскости, которые станут направ-

ляющими для плоскостей, с помощью которых будут установлены границы исследуемой области (табл. 1).

По разработанным точкам проводилось построение плоскостей, которые задают границы определения воздушного пространства верхних дыхательных путей в сагиттальной и трансверсальной плоскостях (табл. 2).

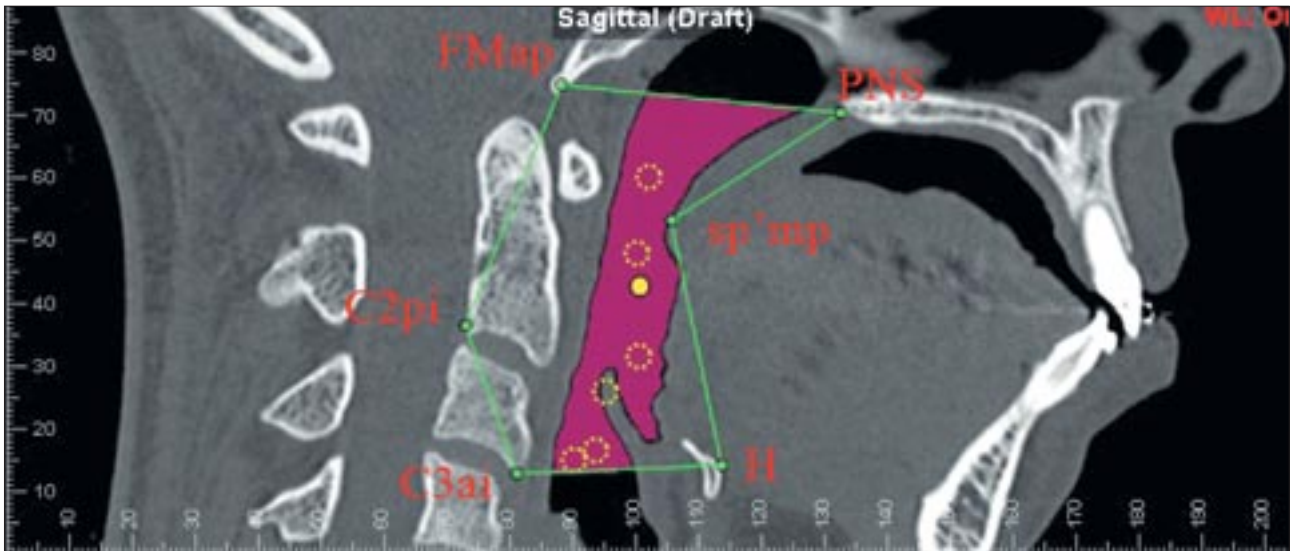


Рис. 2. Точки и плоскости для расчета воздушного пространства.

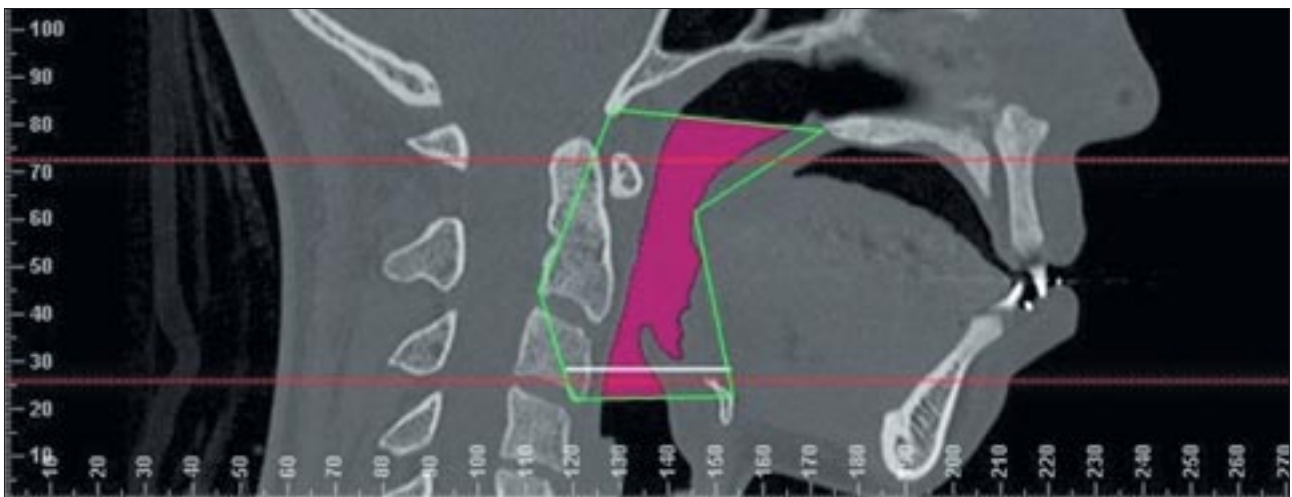


Рис. 3. Измерение минимальной аксиальной площади – MAP (белая линия).

Таблица 3

Результаты анализа исследуемых показателей

Пациенты	Увеличение V	Уменьшение V	Увеличение P	Уменьшение P	Увеличение MAP	Уменьшение MAP
III класс (n=19)	8	11	10	9	6	13
II класс (n=6)	5	1	5	1	5	1

Данная локализация плоскостей исключает воздушное пространство полости рта, полости носа и позволяет определить нижнюю границу в соответствии со структурами, положение которых изменяется в ходе ортогнатической операции, например подъязычной костью (рис. 2).

Расчеты всех показателей проводятся автоматически программным обеспечением: объем воздушного пространства верхних дыха-

тельных путей – V (мм³), площадь поверхности верхних дыхательных путей – P (мм²), поперечное сечение наиболее узкого места – MAP (мм²) (рис. 3).

Результаты

Проведен анализ результатов расчета изменения объема (V), площади поверхности (P) и минимальной аксиальной площади (MAP) верхних дыхательных путей (табл. 3).

По нашим данным, из 19 пациентов с III классом развития зубочелюстной аномалии после проведенного хирургического лечения увеличение объема верхних дыхательных путей наблюдалось у 8 пациентов, а уменьшение – у 11. При этом площадь поверхности увеличилась у 10 пациентов и уменьшилась у 9. Минимальная аксиальная площадь увеличилась у 6 пациентов, уменьшилась – у 13. Стоит отме-

Среднестатистические изменения исследуемых показателей

Показатель	III класс (n=19)		II класс (n=6)	
	абс.	%	абс.	%
V средний общий	3014,8	16,2	5975,9	33,2
V средний, увеличение	1574,2	10,4	5461,0	28,5
V средний, уменьшение	4062,5	21,2	8550,0	56,7
V максимальный	14441,9	49,3	8550,0	56,7
V минимальный	21,6	0,2	366,4	4,6
P средняя общая	89,2	12,2	163,7	23,3
P средняя, увеличение	72,2	10,5	134,6	17,9
P средняя, уменьшение	108,1	14,1	309,2	50,0
P максимальная	450,6	43,0	309,2	50,0
P минимальная	3,8	0,7	7,5	2,0
МАР средняя общая	56,0	34,2	57,3	28,2
МАР средняя, увеличение	60,8	35,9	59,7	29,0
МАР средняя, уменьшение	45,7	33,5	45,3	24,2
МАР максимальная	175,1	81,3	137,9	64,8
МАР минимальная	0,7	0,6	1	1,7

тить, что степень изменения всех трех показателей в сторону увеличения или уменьшения одновременно наблюдалась только у 10 пациентов из 19: у 4 – в сторону увеличения и у 6 – в сторону уменьшения. В группе со II классом развития зубочелюстной аномалии наблюдалось увеличение всех трех показателей у 5 пациентов и уменьшение – у 1 пациента.

Среднестатистические изменения исследуемых показателей, происходящие в верхних дыхательных путях при хирургическом лечении зубочелюстных аномалий, представлены в таблице 4.

Обсуждение

Ортогнатическое лечение у пациентов с зубочелюстными аномалиями изменяет положение не только костных структур (верхней и нижней челюстей, подъязычной кости), но и сопряженных с ними мягких тканей, что приводит к изменению анатомии верхних дыхательных путей (в некоторых случаях очень значительному – до 57%). Анализируя полученные результаты,

можно отметить, что у пациентов со II классом развития зубочелюстных аномалий прослеживаются однонаправленные изменения (в сторону увеличения или уменьшения воздушного пространства) всех измеряемых нами показателей верхних дыхательных путей, причем в большинстве случаев – в сторону увеличения (у 80% пациентов), что дает возможность с достаточно высокой вероятностью прогнозировать послеоперационные результаты в данной группе. У пациентов же с III классом однонаправленные изменения наблюдаются только в 53% случаев, а увеличение или уменьшение параметров воздушного пространства (объема и площади поверхности) варьирует приблизительно в равных пропорциях (объем верхних дыхательных путей увеличился у 42% пациентов, уменьшился – у 58%, площадь поверхности увеличилась у 52% пациентов, уменьшилась – у 48%). Это свидетельствует о невозможности до ортогнатического лечения определить характер послеоперационных изменений верхних дыхательных путей.

Заключение

Определение линейных и объемных величин верхних дыхательных путей после ортогнатического лечения у пациентов с зубочелюстными аномалиями представляет большой научно-практический интерес, и на сегодняшний день МСКТ дает возможность точного расчета данных показателей. Телерентнограмма в прямой и боковой проекциях, применяемая для планирования ортогнатических операций, позволяет оценить только линейные параметры изменения воздушного столба. В то время как данные МСКТ дают возможность оценить большее количество критериев: длину и толщину мягкотканых структур полости носа, рта и верхних дыхательных путей, линейные размеры носоглотки, ротоглотки и гортаноглотки, линейные и угловые величины между различными анатомическими структурами носа, верхней и нижней челюстей, определение позиции подъязычной кости по отношению к окружающим структурам, не говоря уже о возможности проведения объемных расчетов

(особенно это касается группы пациентов с III классом зубочелюстных аномалий, так как у них с большей вероятностью, чем при II классе, происходит уменьшение объема верхних дыхательных путей). Таким образом, компьютерная томография играет незаменимую роль в пред- и послеоперационной оценке верхних дыхательных путей у пациентов с зубочелюстными аномалиями.

Литература

1. Дробышев А.Ю., Анастасов Г. Основы ортогнатической хирургии. – М.: Печатный город, 2007. – 55 с.
2. Каламкаргов Х.А., Рабухина Н.А., Безруков В.М. Деформация лицевого черепа. – М.: Медицина, 1981. – 239 с.
3. Компьютерное моделирование и планирование челюстно-лицевых операций / В.И. Малаховская, А.Д. Ряхин, Г.Б. Осипова и др. // *Анналы пласт., реконстр. и эстет. хир.* – 1998. – № 1. – С. 1–13.
4. Персин Л.С. Ортодонтия. Современные методы диагностики зубочелюстно-лицевых аномалий. – М.: Информкнига, 2007. – 248 с.
5. Патогенез формирования деформаций лицевого скелета / И. А. Рабухина, И.В. Рябова, В.И. Гунько и др. // *Стоматология.* – 1996. – Т. 75, № 2. – С. 44–45.
6. *Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal Class II and III healthy patients* / P.V. Alves, L. Zhao, M. O’Gara, P.K. Patel // *J. Craniofacial Surg.* – 2008. – Vol. 19. – P. 1497–1507.
7. Bell W.H., Jacobs J.D., Quejada J.G. *Simultaneous repositioning of the maxilla, mandible and chin. Treatment planning and analysis of soft tissues* // *Am. J. Orthod. Dentof. Orthoped.* – 1986. – Vol. 89, № 1. – P. 28–50.
8. Dolphin 3D user’s manual. – Chatsworth, Calif.: Dolphin Imaging & Management Solutions, 2006. – P. 106.
9. Degerliyurt K., Ueki K., Hashiba Y. *A comparative CT evaluation of pharyngeal airway changes in class III patients receiving bimaxillary surgery or mandibular setback surgery* // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontol.* – 2008. – Vol. 105. – P. 495–502.
10. *Geometric accuracy of digital volume tomography and conventional computed tomography* / G. Eggers, J. Klein, T. Welzel, J. Muhling // *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2008. – Vol. 46. – P. 39–44.
11. Jakobsone G., Neimane L., Krumina G. *Two- and three-dimensional evaluation of the upper airway after bimaxillary correction of Class III malocclusion* // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontol.* – 2010. – Vol. 110. – P. 234–242.
12. Lowe A.A., Fleetham J.A., Adachi S. *Cephalometric and computed tomographic predictors of obstructive sleep apnea severity* // *Am. J. Orthod. Dentof. Orthoped.* – 1995. – Vol. 107, № 4. – P. 589–595.
13. *Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT* / H.M. Pinsky, S. Dyda, R.W. Pinsky et al. // *Dentomaxillof. Radiol.* – 2006. – Vol. 35. – P. 410–416.
14. Park J.W., Kim N.K., Kim J.W. *Volumetric, planar, and linear analyses of pharyngeal airway change on CT and cephalometry after mandibular setback surgery* // *Am. J. Orthod. Dent. Orthoped.* – 2010. – Vol. 138. – P. 292–299.
15. Samman N., Tang S., Xia J. *Cephalometric study of the upper airway in surgically corrected class III skeletal deformity* // *Int. J. Adult Orthod. Orthogn. Surg.* – 2002. – Vol. 17. – P. 180–190.
16. Schwab R.J. *Upper airway imaging* // *Clin. Chest Medi.* – 1998. – Vol. 19. – P. 33–54.
17. Yildirim N., Fitzpatrick M., Whyte K.F. *The effect of posture on upper airway dimensions in normal subjects and patients with the sleep apnoea/hypopnea syndrome* // *Am. Rev. Resp. Dis.* – 1991. – Vol. 144. – P. 845–847.

Поступила 04.03.2013

Применение двухэнергетической компьютерно-томографической ангиопульмонографии у пациентов с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией до и после тромбэндартерэктомии из легочной артерии

Мершина Е.А.^{1, 2}, Сеницын В.Е.^{1, 2}, Плотникова М.Л.¹, Фролова Ю.В.³, Мершин К.В.⁴

¹ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Министерства здравоохранения РФ, г. Москва; ²ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Министерства здравоохранения РФ, г. Москва; ³ФГБУ «Российский научный центр хирургии им. Б.В. Петровского» РАМН, г. Москва; ⁴ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения РФ, г. Москва

Use of dual-energy computed tomographic angiopulmonography in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension before and after pulmonary artery thromboendarterectomy

Mershina E.A.^{1,2}, Sinitsyn V.E.^{1,2}, Plotnikova M.L.¹, Frolova Yu.V.³, Mershin K.V.⁴

¹*Therapeutic Rehabilitation Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow;* ²*Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow;* ³*B.V. Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow;* ⁴*Russian Cardiology Research-and-Production Complex, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow*

Цель. Определение вклада двухэнергетической компьютерно-томографической ангиопульмонографии в диагностический алгоритм у пациентов с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией (ХТЭЛГ) и ее роли в оценке послеоперационной динамики.

Материал и методы. КТ-ангиопульмонография проводилась на 64-спиральном томографе Discovery HD 750 (GE Healthcare), с применением режима двухэнергетического сканирования (140 и 80 кВ). Представлены результаты обследования 12 пациентов с ХТЭЛГ.

Результаты. У всех пациентов были выявлены типичные КТ-признаки ХТЭЛГ: дефекты контрастирования легочных артерий, расширение и извитость легочных артерий,

Objective. To estimate the contribution of dual-energy computed tomographic (CT) angiopulmonography to a diagnostic algorithm in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH) and its role in the evaluation of postoperative changes.

Material and methods. CT angiopulmonography was performed on the 64-slice Discovery HD 750 system (GE Healthcare) using the dual-energy scanning mode (140 and 80 kV). The examination results in patients with CTEPH were analyzed.

Results. All the patients were found to have typical CT signs of CTEPH: abnormal contrast enhancement of the pulmonary arteries, their dilatation and tortuosity; signs of right cardiac overload: right ventricular dilatation and/or hypertrophy, bronchial artery dilatation, decreased peripheral vascular pattern, mosaic pulmonary

признаки перегрузки правых отделов сердца: дилатация и/или гипертрофия правого желудочка, расширение бронхиальных артерий, обеднение периферического сосудистого рисунка, мозаичная перфузия легких, клиновидные дефекты перфузии на йодных картах. Зоны мозаичной перфузии легких также выявлялись у всех пациентов. При использовании двухэнергетической КТ с построением йодных перфузионных карт дефекты перфузии визуализировались более четко. При анализе перфузионных карт у 6 прооперированных пациентов отмечалось уменьшение дефицита перфузии на 20–50%.

Заключение. В рамках одного исследования у пациентов с ХТЭЛГ может быть получена информация о сосудистом русле и о перфузии легких, что важно для планирования оперативного лечения. Построение йодных карт перфузии легких позволяет оценить восстановление перфузии после операции тромбэндартерэктомии.

Хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия (ХТЭЛГ) вызывается хронической обструкцией ветвей ЛА после однократной или повторной эмболии тромбами с последующей их организацией [1]. Ранее ХТЭЛГ считалась редкой патологией (0,1–0,5%), но в настоящее время благодаря развитию современных методов визуализации её диагностируют все чаще – в 0,5–8,8% случаев после эпизода острой тромбоэмболии легочной артерии [2–4].

Тромбэндартерэктомия из легочной артерии – эффективный метод хирургического лечения пациентов с ХТЭЛГ, устойчивой к медикаментозной терапии [5], в настоящее время считается методом выбора в лечении этого заболевания [6]. Если лечение пациентов с ХТЭЛГ не проведено своевременно, то развивается правожелудочковая недостаточность и наступает преждевременная смерть, хотя в целом это происходит медленнее, чем при первичной легочной гипертензии [6]. Однако требуется тщательный отбор пациентов, для которых данное вмешательство будет наиболее эффективным и безопасным [7]. Компьютерно-томографическая ангиография (КТА) позволяет оценить возможность радикального оперативного вмешательства и во многих случаях способна заменить традиционную инвазивную ангиопуль-

мографию. С помощью этого метода можно получить качественные изображения артериального русла легких вплоть до субсегментарных артерий, визуализировать стенку сосудов и тромботические массы, оценить изменения в паренхиме легких, размеры камер сердца и толщину миокарда. Воспроизводимость данных КТА оказалась выше, чем ангиопульмонографии и вентилиационно-перфузионной сцинтиграфии [8]. Более того, в многоцентровых исследованиях было показано, что информативность КТА в диагностике тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) выше, чем у сцинтиграфии легких. При использовании двухэнергетической компьютерной томографии кроме оценки состояния сосудистого русла легких возможно также оценить перфузию легких, что может быть показательно и при постоперационном контрольном исследовании [9]. У пациентов с ХТЭЛГ возможности двухэнергетической мультиспиральной КТ в диагностике, определении показаний к хирургическому лечению и оценке результатов оперативного вмешательства требуют уточнения и дальнейших исследований [10].

Conclusion. Information on the vascular bed and pulmonary perfusion may be obtained in patients with CTEPH within one investigation, which is important to plan surgical treatment. Construction of iodine pulmonary perfusion maps allows evaluation of perfusion recovery after artery thromboendarterectomy.

Ключевые слова: двухэнергетическая мультиспиральная компьютерная томография, хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия, тромбэндартерэктомия из легочной артерии

Index terms: dual-energy multislice spiral computed tomography, chronic thromboembolic pulmonary hypertension, pulmonary artery thromboendarterectomy

Материал и методы

В 2010–2011 гг. в Центре лучевой диагностики ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России были обследованы 12 пациентов (8 мужчин, 4 женщины, возраст 23–68 лет, в среднем 44 ± 11 лет) с установленным диагнозом ХТЭЛГ. У 7 пациентов источником эмболии был тромбоз вен нижних конечностей; в исследование включены 2 пациента с тромбофилическими состояниями, 1 – с антифосфолипидным синдромом, 1 – с распространенным посттравматическим тромбозом в системе нижней полой вены, 1 – с тромбозом *in situ* легочных артерий вследствие васкулита.

Компьютерно-томографическая ангиопульмонография проводилась на 64-спиральном томографе Discovery HD 750 (GE Healthcare), с применением режима двухэнергетического сканирования (140 и 80 кВ).

Для анализа состояния сосудистого русла и перфузии легких использовалась 10-сегментная модель строения легких. С помощью технологии GSI (Gemstone Spectral Imaging) были получены цветные перфузионные йодные карты, по которым проводилась оценка перфузии каждого сегмента легких. Перфузия легких оценивалась качественно: 0 баллов – отсутствие дефектов перфузии, 1 балл – снижение перфузии, 2 балла – отсутствие перфузии [11].

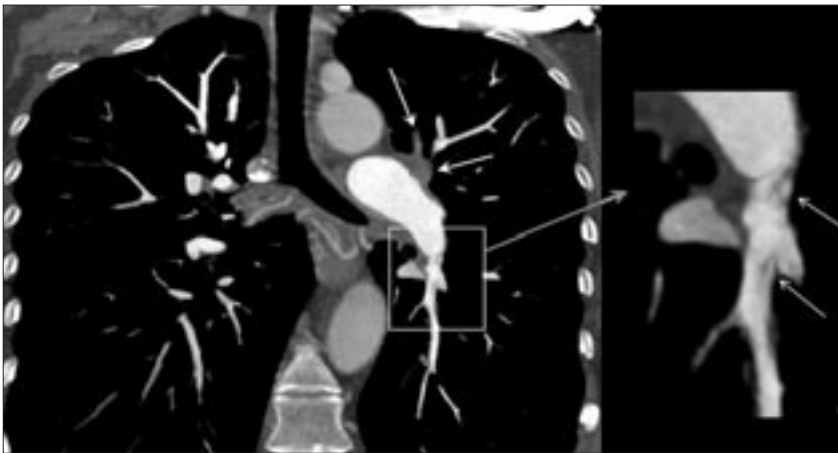


Рис. 1. Пристеночный тромб в левой легочной артерии, распространяющийся на верхнедолевую артерию; артерия 1 сегмента окклюзирована (стрелки). Справа – реканализированные тромбы («паутина») в нижнедолевой артерии.

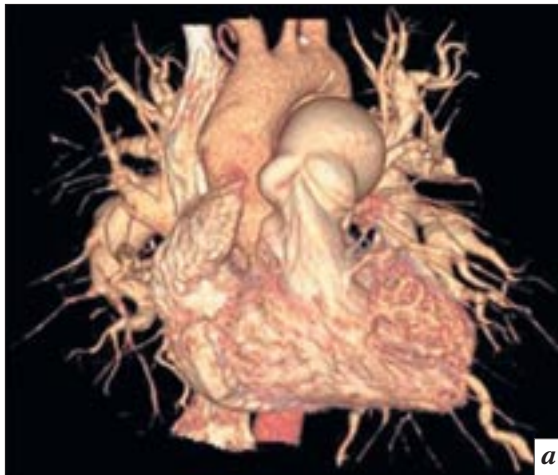


Рис. 2. Трёхмерная (VRT) реконструкция легочных артерий (а, б) пациента с ХТЭЛГ (СДЛА – 115 мм рт. ст.). Периферические артерии редуцированы, долевые и сегментарные – расширены, извиты.

Также определялось наличие тромбов в просвете легочных артерий (вплоть до субсегментарных) с использованием MIP-реконструкций (по методу проекций максимальной интенсивности). Проводилась качественная оценка степени окклюзии просвета артерий с последующим расчетом индекса Qanadli [12].

Результаты КТ-ангиопульмонографии сравнивались с данными прямой ангиопульмонографии (у 5 пациентов), однофотонной эмиссионной КТ (у 5 пациентов) и с интраоперационными данными (у 6 пациентов). Контрольная КТ-ангиопульмонография была проведена 4 пациентам через 1–3 мес после операции.

Результаты

У всех пациентов были выявлены типичные КТ-признаки ХТЭЛГ:

- 1) дефекты контрастирования легочных артерий;
- 2) расширение и извитость легочных артерий;
- 3) признаки перегрузки правых отделов сердца: дилатация и/или гипертрофия правого желудочка;
- 4) расширение бронхиальных артерий;
- 5) обеднение периферического сосудистого рисунка;
- 6) мозаичная перфузия легких, клиновидные дефекты перфузии на йодных картах.

Тромбы при выполнении КТ-ангиопульмонографии выглядели как пристеночные дефекты контрастирования (с гладкими контурами), внутрисветные дефекты наполнения по типу «паутины» (реканализированные тромбы) либо вызывали полную окклюзию артерий (рис. 1).

У 5 больных тромбы локализовались только в сегментарных и субсегментарных артериях (периферическая форма ХТЭЛГ), у 6 пациентов – в центральных и периферических артериях (смешанная форма). У 1 пациента выявлено поражение только главных и долевых легочных артерий (центральная форма ХТЭЛГ).

Систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) по данным ЭхоКГ составляло 50–120 мм рт. ст. (в среднем $79,1 \pm 25,3$ мм рт. ст.). У всех пациентов были выявлены КТ-признаки перегрузки правых отделов сердца (рис. 2). Расширение правого желудочка наблюдалось у 11 (91,7%) из 12 пациентов. Соотношение поперечных размеров правого и левого желудочков составляло от 0,95 до 2,7 (в среднем $1,36 \pm 0,46$). Межжелудочковая перегородка

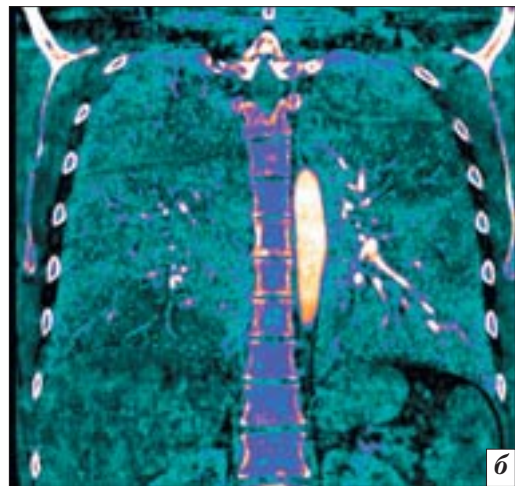
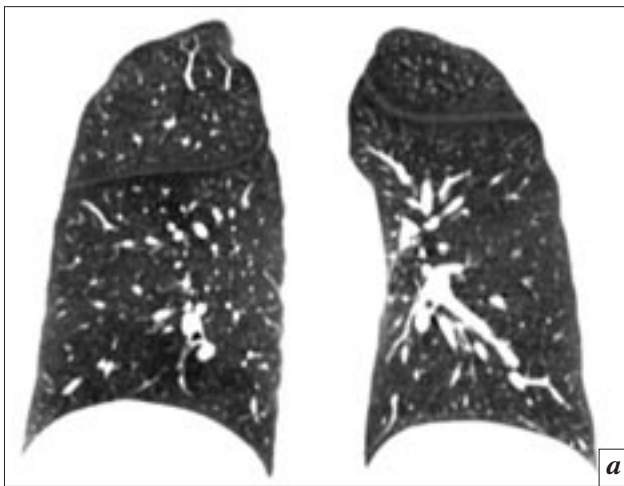


Рис. 3. Дефекты перфузии легких у пациента с ХТЭЛГ: *а* – МСКТ, реконструкция в сагиттальной проекции; *б* – йодная перфузионная карта показывает дефекты более наглядно.

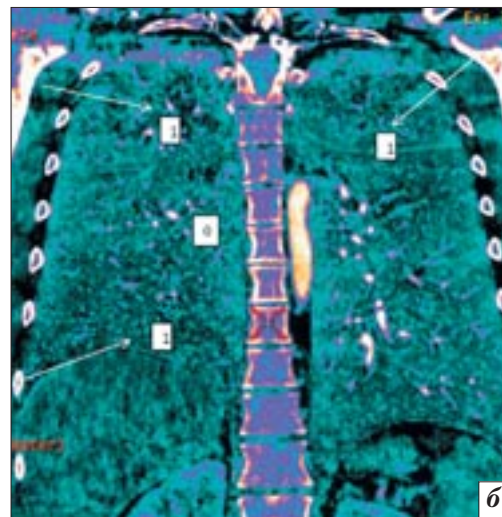
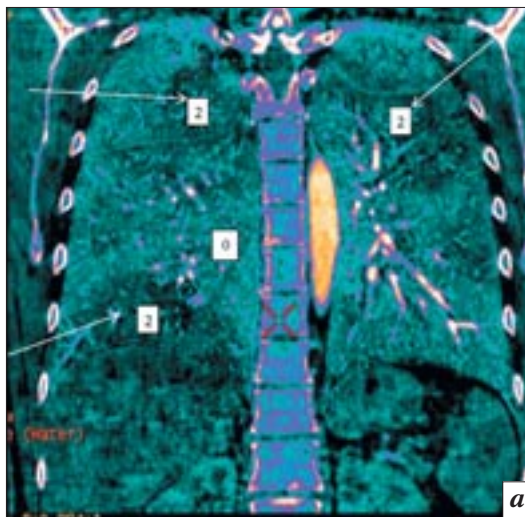


Рис. 4. Уменьшение дефицита перфузии на йодных картах через 3 мес после тромбэндартерэктомии из легочной артерии. Стрелками указаны дефекты перфузии. В участках, где перфузия практически не определялась (2 балла), отмечается сниженный кровоток (1 балл): *а* – до операции; *б* – после операции.

была смещена в сторону левого желудочка у 6 (50%) пациентов. Легочный ствол был расширен до 37 ± 7 мм (от 32 до 46 мм). Соотношение размеров легочной артерии и аорты составило $1,29 \pm 0,19$. Обеднение периферического легочного сосудистого рисунка отмечалось у 9 (75%) пациентов, извитость легочных артерий – у 5 (42%). У 9 пациентов наблюдалось расширение бронхиальных артерий.

У 2 пациентов было выявлено увеличение размеров внутригрудных узлов (лимфаденопатия).

Зоны мозаичной перфузии легких определялись у всех пациентов. При использовании двух-

энергетической КТ с построением йодных перфузионных карт дефекты перфузии визуализировались более четко (рис. 3), за исключением 2 случаев с низким качеством контрастирования за счет венозной контаминации.

Хирургическое лечение (тромбэндартерэктомия) было проведено 6 пациентам (в 4 случаях – успешно, в 2 – с летальным исходом). У 4 выживших пациентов СДЛА снизилось на 45–60 мм рт. ст. При контрольной КТ-ангиопульмонографии отмечалось уменьшение диаметра легочной артерии, размеров правого желудочка у всех 4 больных. При анализе перфузионных карт выявлено

уменьшение дефицита перфузии на 20–50% (рис. 4). Контрольное исследование позволило детально оценить объем проведенной операции у всех пациентов, в 2 случаях – четко визуализировать остаточные тромбы.

Обсуждение

Операция тромбэндартерэктомии из легочной артерии существенно уменьшает легочное сосудистое сопротивление и характеризуется высокими значениями долгосрочной выживаемости (84%) [7, 13, 14]. Несмотря на то что эта операция является методом выбора лечения пациентов с ХТЭЛГ, в 10–50% случаев её

выполнение оказывается технически невозможным [15]. Хирургическое лечение эффективно, когда тромбоэмболическое поражение имеет более проксимальный характер, поражено около 60% легочного русла, при этом субсегментарные и более мелкие ветви остаются интактными; длительность заболевания не превышает 3 лет от момента массивной ТЭЛА, а дефекты перфузии соответствуют бассейну пораженной артерии [13, 16].

У пациентов с множественными дефектами перфузии легких вне бассейнов окклюзированных артерий оперативное лечение скорее всего будет малоэффективным вследствие необратимых изменений периферического артериального сосудистого русла [11]. Определение критериев операбельности требует от современных методов лучевой диагностики высокой точности и информативности [15].

Проведение двухэнергетической КТ-ангиопульмонографии позволяет определить точную локализацию окклюзионно-стенотических поражений легочного русла, степень сужений ЛА и оценить распределение контрастного препарата в паренхиме легких при помощи построения йодных карт.

Заключение

Двухэнергетическая КТ-ангиопульмонография позволяет хирургу получить подробную и разностороннюю информацию о пациенте в рамках одного исследования, помогает выявить причину легочной гипертензии и диагностировать ХТЭЛГ. С помощью этого исследования возможно определить точную локализацию окклюзионно-стенотических поражений легочного русла, степень сужений ЛА и оценить распределение контрастного препарата в паренхиме легких при помощи построения йодных карт. Использование йодных перфузионных карт может быть полезным для плани-

рования оперативного лечения и послеоперационного контроля, позволяет наглядно оценить состояние легочной перфузии на каждом этапе лечения.

Литература

1. *State-of-the-art chronic thromboembolic pulmonary hypertension diagnosis and management* / D. Jenkins, E. Mayer, N. Screatton, M. Madani // *Eur. Respir. Rev.* – 2012. – Vol. 21, № 123. – P. 32–39.
2. *Prospective cardiopulmonary screening program to detect chronic thromboembolic pulmonary hypertension in patients after acute pulmonary embolism* / F.A. Klok, K.W. van Kralingen, A.P. van Dijk et al. // *Haematologica.* – 2010. – Vol. 95. – P. 970–975.
3. *Active search for chronic thromboembolic pulmonary hypertension does not appear indicated after acute pulmonary embolism* / S. Surie, N.S. Gibson, V.E. Gerdes et al. // *Thromb. Res.* – 2010. – Vol. 125. – P. 202–205.
4. *Incidence of chronic pulmonary hypertension in patients with previous pulmonary embolism* / F. Dentali, M. Donadini, M. Gianni et al. // *Thromb. Res.* – 2009. – Vol. 124, № 3. – P. 256–258.
5. *Mayer E. Surgical and post-operative treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension* // *Eur. Respir. Rev.* – 2010. – Vol. 115. – P. 64–67.
6. *Predictors of Outcome in Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension* / D. Bonderman, N. Skoro-Sajer, J. Jakowitsch et al. // *Circulation.* – 2007. – Vol. 115. – P. 2153–2158.
7. *Chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH): results from an international prospective registry* / J. Pepke-Zaba, M. Delcroix, I. Lang et al. // *Circulation.* – 2011. – Vol. 124, № 18. – P. 1973–1981.
8. *Chronic thromboembolic pulmonary hypertension: evaluation with 64-detector row CT versus digital subtraction angiography* / A. Reichelt, M.M. Hoepfer, M. Galanski et al. // *Eur. J. Radiol.* – 2009. – Vol. 71. – P. 49–54.
9. *Thieme S. F., Johnson Th. et al. Dual-Energy CT for the assessment of contrast material distribution in the pulmonary parenchyma* // *Am. J. Roentgenol.* – 2009. – Vol. 193. – P. 144–149.
10. *Current role of imaging in the diagnosis and management of pulmonary hypertension* / E.J. Barbosa, Jr, N. K. Gupta, D. A. Torigian, W. B. Gefter // *Am. J. Roentgenol.* – 2012. – Vol. 198, № 6. – P. 1320–1331.
11. *Chae E. J., Seo J. B., Jang Y. M. et al. Dual-energy CT for assessment of the severity of acute pulmonary embolism: pulmonary perfusion defect score compared with CT angiographic obstruction score and RV/LV diameter ratio* // *Am. J. Roentgenol.* – 2010. – Vol. 194. – P. 604–610.
12. *New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism: comparison with angiographic index and echocardiography* / S.D. Qanadli, M. El Hajjam, A. Vieillard-Baron et al. // *Am. J. Roentgenol.* – 2001. – Vol. 176. – P. 1415–1420.
13. *Kim N. H. Assessment of operability in chronic thromboembolic pulmonary hypertension* // *Proc. Am. Thorac. Soc.* – 2006. – Vol. 3. – P. 584 – 588.
14. *American College of Chest Physicians: surgical treatments/interventions for pulmonary arterial hypertension—ACCP evidence-based clinical practice guidelines* / R. L. Doyle, D. McCrory, R. N. Channick et al. // *Chest.* – 2004. – Vol. 126. – P. 63–71.
15. *Peacock A., Simonneau G., Rubin L. Controversies, uncertainties and future research on the treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension* // *Proc. Am. Thorac. Soc.* – 2006. – Vol. 3. – P. 608–614.
16. *Dual-energy CT angiography for assessment of regional pulmonary perfusion in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: initial experience* / E. T. Hoey, S. Mirsadraee, J. Pepke-Zaba et al. // *Am. J. Roentgenol.* – 2011. – Vol. 196, № 3. – P. 524–532.

Поступила 25.02.2013

Первый клинический опыт имплантации стентов нового поколения – скаффолдов под контролем оптической когерентной томографии

Демин В.В., Чевычалов А.М., Демин Д.В., Долгов С.А., Демин А.В., Алмакаев А.К.

ГБУЗ «Оренбургская областная клиническая больница»

The first clinical experience with a new type of stents – scaffolds, under optical coherence tomography guidance

Demin V.V., Chevychalov A.M., Demin D.V., Dolgov S.A., Demin A.V., Almakayev A.K.

Orenburg Regional Clinical Hospital

Цель. Анализ первого клинического опыта имплантации новых видов стентов с рассасывающимся каркасом – скаффолдов под контролем внутрисосудистых методов визуализации.

Материал и методы. Представлен опыт имплантации в рамках одной операционной сессии 8 стентов нового поколения – скаффолдов Absorb BVS 3 пациентам. Все операции выполнены под контролем внутрисосудистой визуализации: у 3 пациентов на 4 сосудах проведено 8 исследований с использованием оптической когерентной томографии (ОКТ) и у 2 – с использованием внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ).

Результаты. Продемонстрирована возможность имплантации двух устройств с частичным наложением для покрытия большей длины поражения, использования скаффолдов после реканализации окклюзии, применения достаточно высоких цифр давления для адаптации каркаса при условии адекватно выполненной преддилатации. В одном из наблюдений контрольная ОКТ позволила вовремя выявить признаки обширного пролабирования и начинающегося тромбоза, не зарегистрированные при ангиографии и ВСУЗИ. Для коррекции возникшей проблемы впервые успешно применена имплантация второго рассасывающегося каркаса внутрь первого, с оптимальной адаптацией балок и полной коррекцией пролабирования.

Заключение. Рассасывающиеся стенты – скаффолды означают новый этап в развитии интервенционной кардиологии. Однако их использование требует внимательного соблюдения технических особенностей имплантации и в первую очередь – точного определения размеров сосуда и, соответственно, требуемого устройства. Применение рассасывающихся каркасов обуславливает повышенные требования к оснащению и опыту интервенционных лабораторий, планирующих их использование. Возможность применения внутрисосудистой визуализации является в этом ряду одним из приоритетов.

Введение

Интервенционная кардиология в течение последних десятилетий остается одним из наиболее быстро прогрессирующих направлений высокотехнологичной медицинской помощи, характеризующимся как непрерывным эволюционным развитием, так и революционными скачками, с

удивительным постоянством происходящими каждые 10–12 лет. После предыдущих трех революций, знаменовавших появление соответственно коронарной баллонной ангиопластики, коронарного стентирования и стентов с лекарственным покрытием, очередной скачок представляется далеко не столь однозначным,

Objective. To analyze the first clinical experience with new types of stents, absorbable carcasses (scaffolds), under guidance of intravascular imaging techniques.

Material and methods. The paper gives the authors' experience in implanting eight Absorb BVS scaffolds in three patients during one operating session. All operations were performed under intravascular imaging guidance: three patients underwent 8 examinations of four vessels, by using optical coherence tomography (OCT) and 2 did using intravascular ultrasound study (IVUSS).

Results. The investigation demonstrated the possibility of implanting two devices partially applied to cover longer lesion lengths, the use of scaffolds after occlusion recanalization, and that of rather high pressure values to adapt a carcass if predilation was adequately performed. In one of the cases, control OCT could reveal timely the signs of extensive prolapse and early thrombosis, which had been unrecorded by angiography and IVUSS. To correct of the occurring problem, implantation of the second absorbable carcass into the first one was first successfully used by optimally adapting the girders and completely correcting the prolapse.

Conclusion. The absorbable scaffolds may potentially signify a new stage in the development of interventional cardiology. However, their use requires the careful adherence of implantation specifications and primarily the accurate estimation of vessel sizes and accordingly a device that may be needed. The application of absorbable carcasses makes higher standards for the equipment and experience of interventional laboratories that plan their use. The possibility of using intravascular imaging is one the priorities in this series.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, стенты с рассасывающимися каркасами (скаффолды), оптическая когерентная томография, внутрисосудистое ультразвуковое исследование

Index terms: coronary heart disease, stents with absorbable carcasses (scaffolds), optical coherence tomography, intravascular ultrasound study

хотя и весьма вероятным. Появление и внедрение всех ранее упомянутых методов было быстрым, а результаты внедрения – безусловно убедительными. Тогда как концепция рассасывающихся стентов – скаффолдов не появилась внезапно, а была скорее мечтой поколений интервенционных кардиологов о том, чтобы стент исчез, сделав свое дело [1], соответственно, идея разработки временного коронарного каркаса родилась еще в 1980-е годы. Потенциальными преимуществами применения стентов с рассасывающимися каркасами являются: восстановление сосуда до более естественного состояния, при котором сохраняются его исходные функции, в частности вазомоторика; устранение источника хронического раздражения и воспаления в сосуде; возможность в дальнейшем беспрепятственного лечения в данном сегменте; уменьшение необходимости длительной двойной дезагрегантной терапии; возможность использования неинвазивных методов визуализации (МСКТ).

Несколько лет назад казалось, что стенты с рассасывающимися каркасами могут не оправдать возлагаемых на них надежд. Для получения коммерчески доступного продукта необходимо было подобрать материалы и дизайн стента с соблюдением баланса между механическими свойствами, временем разрушения, биосовместимостью [2]. Одними из первых рассасывающихся устройств были стент Igaki-Tamai на основе полимолочной кислоты [3, 4], стенты на основе магниевых сплавов AMS-I, AMS-II, AMS-III (последний также носит название DREAMS – паклитаксельэлютирующий) [5–8], ReZolve (REVA, на основе поли-тирозинпроизводящего поликарбонатного полимера, вторая версия – сиролimusэлютирующая) [8, 9], IDEAL (BTI, на основе полимера салициловой кислоты, сиролimusэлютирующий) [8, 10]. Большинство из этих стентов в вариантах без лекарственного покрытия характеризовались достаточно большой вели-

чиной ангиографической потери просвета и повторной реваскуляризации целевого поражения. Магниевые стенты, кроме того, в короткие сроки теряли радиальную поддержку и слишком быстро разрушались, вызывая при этом воспалительную реакцию в сосуде. Первые данные, полученные по результатам применения вариантов устройств с лекарственным покрытием, более обнадеживающие, но пока недостаточные для полноценных выводов. Интересно, что не вполне удовлетворительными были и результаты, показанные первым поколением стентов Absorb (Absorb BVS 1.0), что явилось наглядным свидетельством важности дизайна устройства. К 6 мес появлялись признаки частичного сжатия стента, это приводило к потере просвета на 0,43 мм (против 0,1 мм у Xience V) и уменьшению площади просвета на 16,8 % [8]. Полученные данные позволили усомниться: настолько ли ценны новые возможности данных устройств по сравнению с ухудшением клинических результатов, показанных в первых исследованиях?

Новая версия устройства (Absorb BVS 1.1) во многом повторяет традиционный дизайн стентов Multi-Link. В ней достигнута большая радиальная сила, более равномерная поддержка сосуда и распределение лекарства, большая продолжительность поддержки. Все это позволило добиться результатов, которые дают основание вернуться к оптимистичному прогнозу относительно будущего данного метода. Помимо снижения потери просвета с получением значений, сопоставимых с таковыми у стента Xience V, продемонстрировано увеличение площади просвета сосуда ко 2-му году на 7,2 % [11–13]. Это позволило говорить о «сосудистой реставрационной терапии» (vascular reparative therapy) как новой парадигме лечения, во многом связанной с восстановлением моторики сосуда. Показано, что к 5-му году в ряде наблюдений достигается результат «золотой трубки» –

восстановление сосуда с практически здоровой стенкой [8, 14].

Сегодня мнение о том, что именно эти устройства знаменуют начало очередной, четвертой, революции в интервенционной кардиологии, представляется достаточно обоснованным. В известной мере это подчеркивается и тем, что данное семейство устройств получило новое общее название – скаффолды.

Материал и методы

14 января 2013 г. в отделении рентгенохирургических методов диагностики и лечения Оренбургской областной клинической больницы впервые в отечественной практике в рамках одной операционной сессии выполнены 4 операции имплантации 8 стентов нового поколения, скаффолдов, трем пациентам.

Саморассасывающийся сосудистый каркас стента Absorb BVS фирмы Abbott является временным, постепенно рассасываясь, он потенциально способствует нормализации сосудистой функции у пациентов с ишемической болезнью сердца. Саморассасывающийся сосудистый каркас Absorb BVS состоит из полимерного поли-L-лактида (PLLA), покрытого смесью из антипролиферативного лекарственного препарата эверолимуса и полимерного поли-D-L-лактида (PDLLA) в соотношении 1:1. Согласно доклиническим исследованиям, полная резорбция устройства наступает через два года после имплантации, с конечными продуктами в виде CO₂ и H₂O [15]. Учитывая рентгеноконтрастность скаффолда, помимо традиционных меток на баллоне нанесены четыре рентгеноконтрастные метки, расположенные на конечных кольцах каркаса. Еще одна особенность системы – наличие устройства мониторинга температуры при транспортировке и хранении TagAlert. Индикатор, который виден в окошке на задней стороне упаковки изделия, должен показывать «ОК» на цифровом экране, свидетельствуя об адекватном поддержании температурного режима при хранении скаффолда.

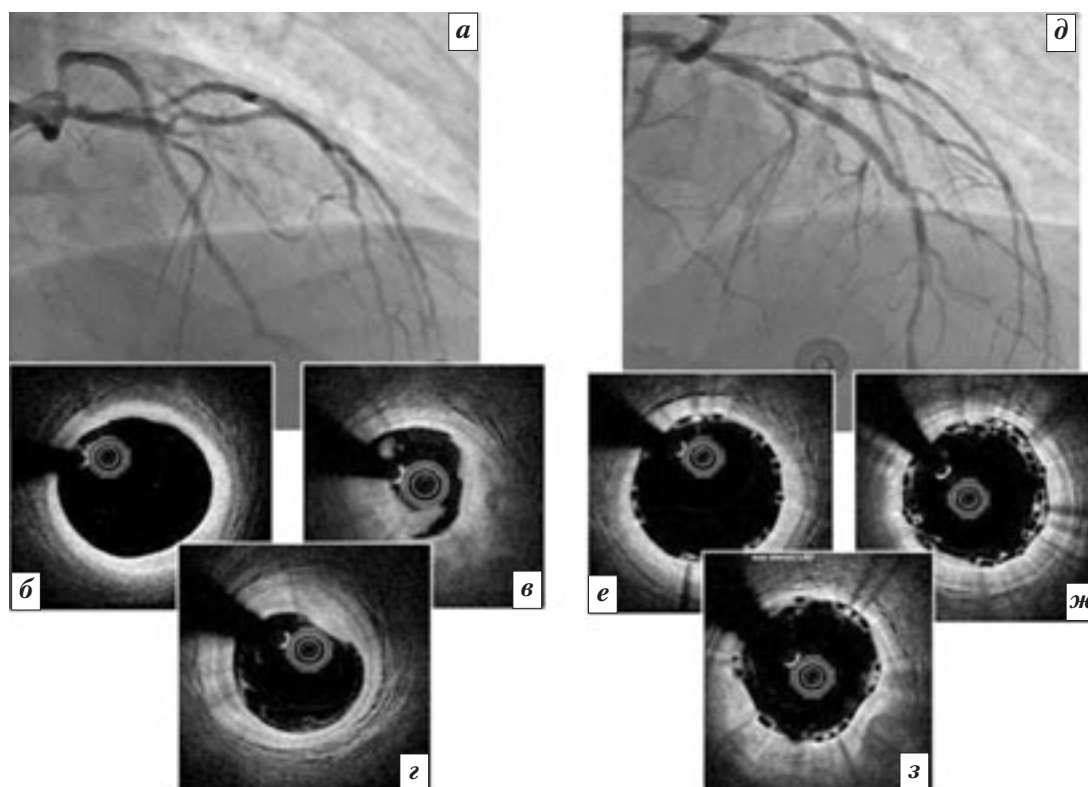


Рис. 1. Пациент К., вмешательство на ПНА: *а* – исходная ангиография, окклюзия ПНА; *б–г* – данные ОКТ после реканализации артерии: *б* – проксимальный референсный сегмент, *в* – зона наибольшего поражения с выраженной диссекцией после преддилатации, *г* – дистальный референсный сегмент; *д* – ангиографический результат после имплантации двух скаффолдов Absorb BVS 3,0 – 18,0 мм; *е–з* – данные контрольной ОКТ, сегменты соответствуют исходным, хорошо видна структура скаффолда, на рис. *ж* – наложение двух каркасов в месте соприкосновения.

В противном случае применение каркаса запрещено.

Возраст оперированных пациентов составил 44, 45 и 54 года. Все больные оперированы в плановом порядке по поводу стабильной стенокардии III функционального класса. Все пациенты перенесли инфаркт миокарда в сроки от 8 мес до 6 лет до операции, с формированием крупноочагового постинфарктного кардиосклероза, в двух случаях – с образованием тромба верхушки левого желудочка. По данным исходной количественной ангиографии, выполненной в среднем за 30 дней до операции, максимальная степень стеноза составила 85, 73, 69 и 65 %. У всех пациентов операции (на исходном и заключительном этапах) впервые в России были проведены под контролем оптической когерентной томографии (ОКТ). У одного пациента на исходном и контрольном этапах вмешательства помимо ОКТ выполнено внутрисосудистое ультразвуково-

вое исследование. Всего трем пациентам на четырех сосудах проведено 8 исследований ОКТ и 2 – ВСУЗИ. Данные исследования позволили не только выбрать оптимальный размер скаффолдов для имплантации и подтвердили эффективность операции, но и в одном случае напрямую повлияли на течение и исход вмешательства. Выбор диаметра каркасов осуществлялся по диаметру просвета относительно неизменных проксимального и дистального сегментов. Общая длина стентирования также определялась по результатам ОКТ и ВСУЗИ.

Результаты

Пациент К., 45 лет, стал первым оперированным в нашей серии. Вмешательство планировалось на передней нисходящей артерии (ПНА) и правой коронарной артерии (ПКА), при этом не исключалось, что в ПКА два каркаса будут имплантированы с интервалом. При исходной ко-

ронарографии во время операции выявлено, что в передней нисходящей артерии имеется уже не стеноз, а окклюзия (рис. 1, *а*). Были проведены реканализация окклюзии гидрофильным коронарным проводником Pilot 150 и пластика баллонами 2,0 – 25,0 и 2,5 – 20,0 мм. После восстановления кровотока выполнены ОКТ (Lunawave, Terumo) (рис. 1, *б–г*) и дополнительная пластика баллоном, соответствующим диаметру выбранного по данным ОКТ эндопротеза (3,0–20,0 при 12 атм). Имплантировано 2 скаффолда Absorb BVS 3,0 – 18,0 мм с минимальным наложением, с преддилатацией некомплаинсным баллоном 3,0 – 12,0 мм при давлении 16 атм. Таким образом, впервые в отечественной практике имплантированы саморассасывающиеся стенты после реканализации окклюзированной коронарной артерии, и использовано их взаимное наложение. По данным оптической когерентной томографии и ангиографии под-

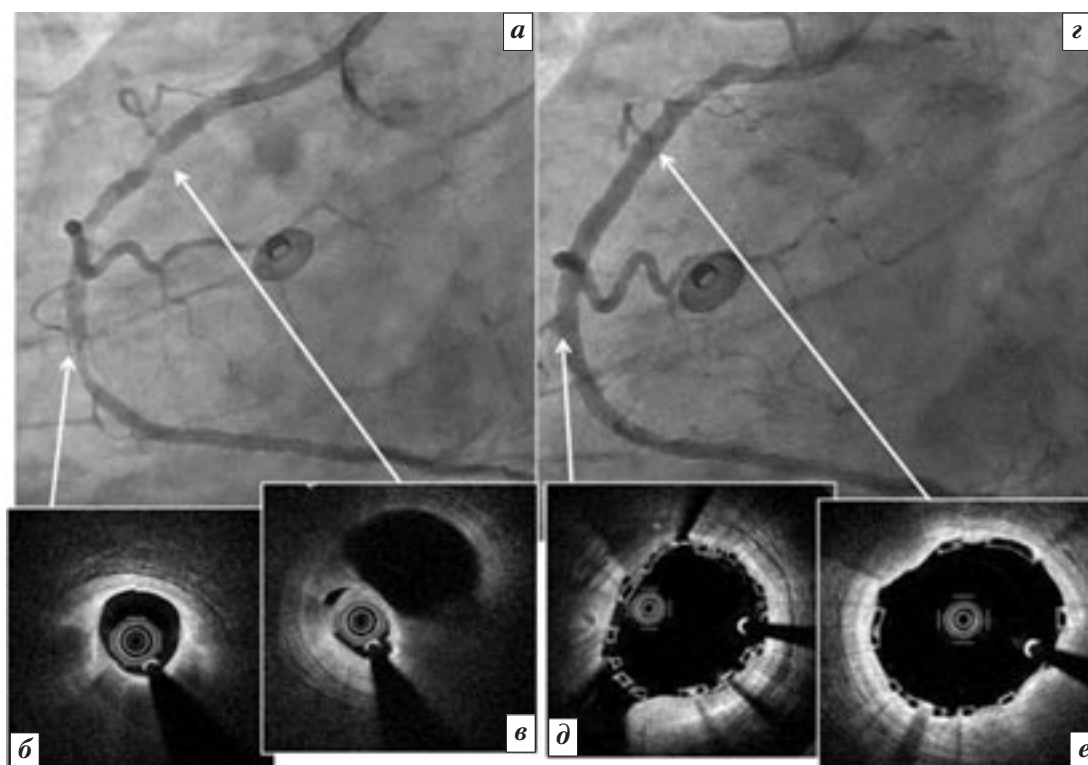


Рис. 2. Пациент К., вмешательство на ПКА: *а* – исходная ангиография; *б, в* – результаты исходной ОКТ, на рис. *в* датчик находится в ложном просвете в результате исходно субинтимального расположения проводника, перед имплантацией проведена коррекция его положения; *г* – контрольная ангиография после имплантации двух скаффолдов, оптимальный результат; *д, е* – контрольная ОКТ, сегменты соответствуют исходным, хорошая аппозиция каркасов, на рис. *д* видно перекрытие боковой ветви.

тверждены оптимальная имплантация эндопротезов, в том числе в области их наложения, и отсутствие пролабирования реканализованного субстрата (рис. 1, *д–з*).

Исходная ОКТ правой коронарной артерии продемонстрировала диффузный характер её поражения, исключавший диастаз между эндопротезами (рис. 2, *а–в*). В связи с этим в данной артерии также избран вариант имплантации двух каркасов с наложением. Преддилатация выполнена баллоном 3,0–20,0 мм, имплантированы скаффолды 3,0–28,0 и 3,5–18,0 мм. Контрольные ангиография и ОКТ показали оптимальную имплантацию устройств (рис. 2, *г–е*).

У пациента Е., 64 лет, имелось поражение передней нисходящей артерии на двух участках, с малоизмененным средним сегментом. Характер поражения подтвержден с помощью оптической когерентной томографии, выполненной на аппарате C7 RX (St Jude Medical) (рис. 3, *а–д*).

В этом случае был избран вариант имплантации двух скаффолдов без их соприкосновения. После преддилатации баллоном 3,0–15,0 мм имплантированы скаффолды Absorb BVS 3,0–28,0 мм в дистальном сегменте и 3,0–18,0 мм – в проксимальном, с преддилатацией некомплайнсным баллоном 3,0–12,0 мм при давлении 15 атм (рис. 3, *е–з*).

Наиболее нестандартно операция протекала у пациента Х., 44 лет. По данным количественной ангиографии референсный диаметр составил 3,13 мм, по данным исходного ВСУЗИ (iLab, Boston Scientific) – 3,3×3,6 мм. Виртуальное стентирование показало возможность оптимальной имплантации стента размером 3,25–28,0 мм (рис. 4). Исходя из имевшихся в наличии размеров, решено имплантировать скаффолд размером 3,0–28,0 мм, с последующей преддилатацией баллоном 3,5 мм. Для уменьшения радиального воздействия на каркас при преддилатации исходное воздействие

выполнено баллоном 3,25–20,0 мм. Осуществлена имплантация скаффолда 3,0–28,0 мм при давлении 16 атм, с последующей преддилатацией некомплайнсным баллоном 3,5–12,0 мм при 12 атм.

Контрольные ангиография и ВСУЗИ продемонстрировали удовлетворительный результат (рис. 5, *а, б*). Однако при контрольной ОКТ выявлен большой объем пролабирующего субстрата через структуру стента, при этом большую его часть можно было охарактеризовать как белый тромб (то есть фактически это были разрушенные элементы бляшки, содержащие старые тромботические массы), но в проксимальной части и на входе в скаффолд имелись и красные тромбы – свежие тромботические элементы (рис. 5, *г–е*). Пациенту введена расчетная болюсная доза интегрилина и начато его внутривенное введение. Коронарография в динамике показала, что тромботические массы стали видны и ангиографически (рис. 6, *а*). Исходя из объема

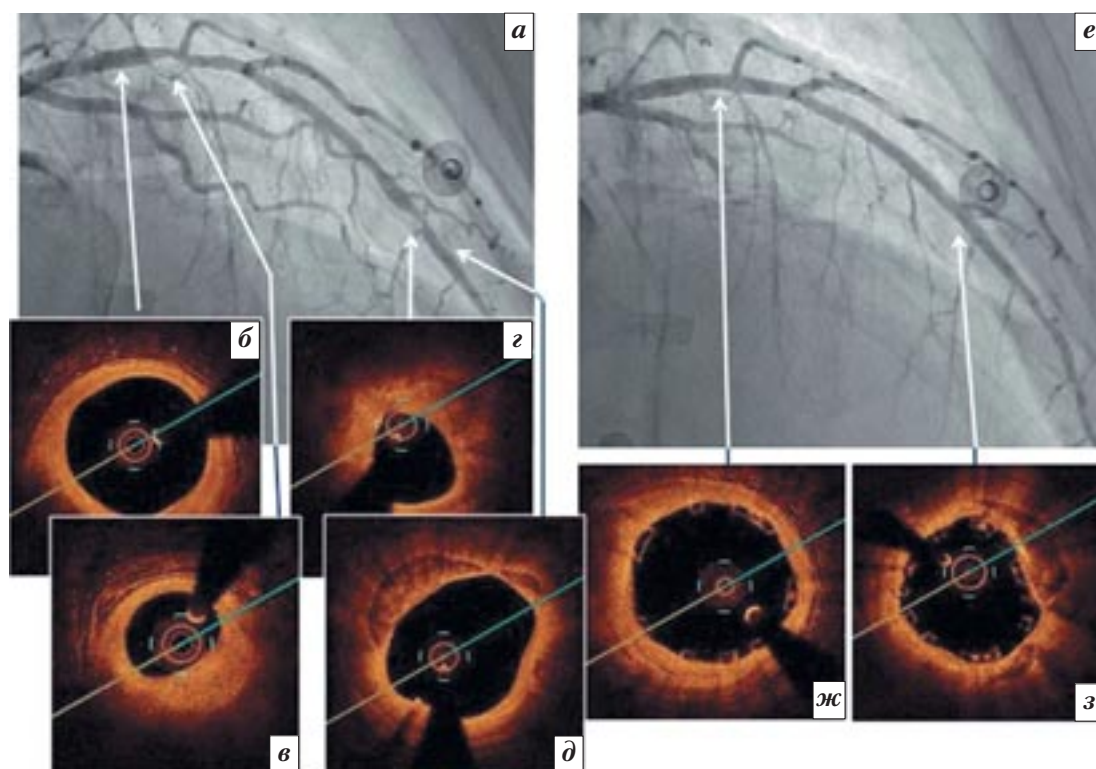


Рис. 3. Пациент Е., операция на двух сегментах ПНА: *а* – исходная ангиография; *б–д* – исходная ОКТ, обращает на себя внимание большая масса фиброзно-липидной бляшки на 12–5 часах в области максимального дистального стеноза (*г*) и пораженный участок с кальцием на 9–1 часах в области «референсного» дистального сегмента (*д*); *е* – контрольная ангиография; *ж, з* – контрольная ОКТ, хорошая аппозиция скаффолдов, дистальная бляшка уменьшилась в объеме и перераспределена по окружности артерии (*з*).

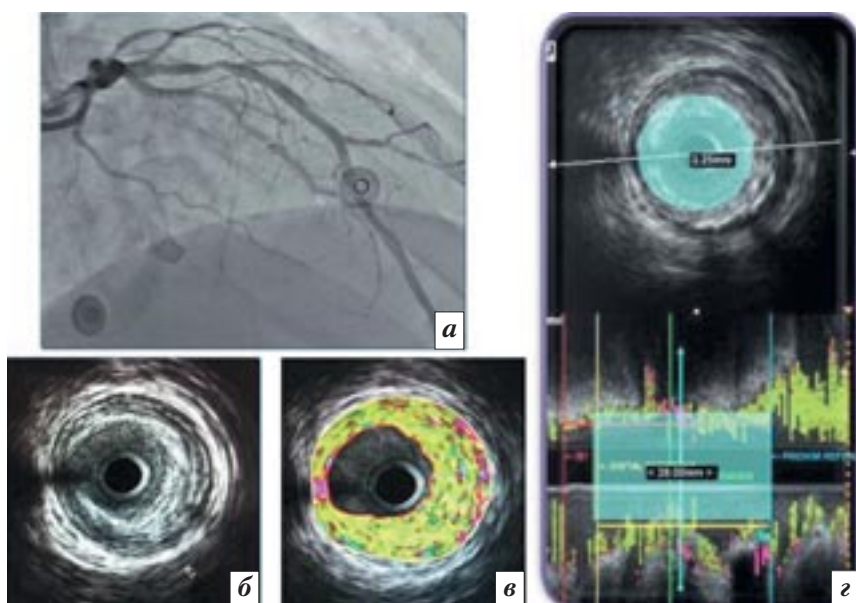


Рис. 4. Пациент Х., исходные ангиография (*а*) и ВСУЗИ (*б–г*). Площадь стеноза по данным ангиографии 65 %, по данным ВСУЗИ – 71 %. По данным радиочастотного анализа (i-MAP, V) атеросклеротическая бляшка преимущественно представлена фиброзным компонентом (зеленый цвет) с включениями нестабильных некротических участков (розовый цвет). На 9 часах – артефакт проводника. По данным «виртуального стентирования» (*д*) оптимальный размер стента – 3,25–28,0 мм.

и характера пролабирования с тромботическим компонентом, показана имплантация второго эндопротеза внутрь первого. При этом достаточно сложной проблемой стал выбор оптимального стента для имплантации. Учитывая большой профиль балок скаффолда по сравнению

с обычным стентом с лекарственным покрытием, казалось предпочтительным имплантировать металлический лекарственный стент. Именно такой вариант действий рекомендован в инструкции производителя. Вместе с тем в процессе рассасывания скаффолда могла возникнуть

и прогрессировать малаппозиция металлического стента с лекарственным покрытием. Поэтому решено произвести имплантацию второго скаффолда внутрь первого. Второй скаффолд Absorb BVS 3,0–28,0 мм имплантирован внутрь первого с небольшим выходом в проксимальной части,

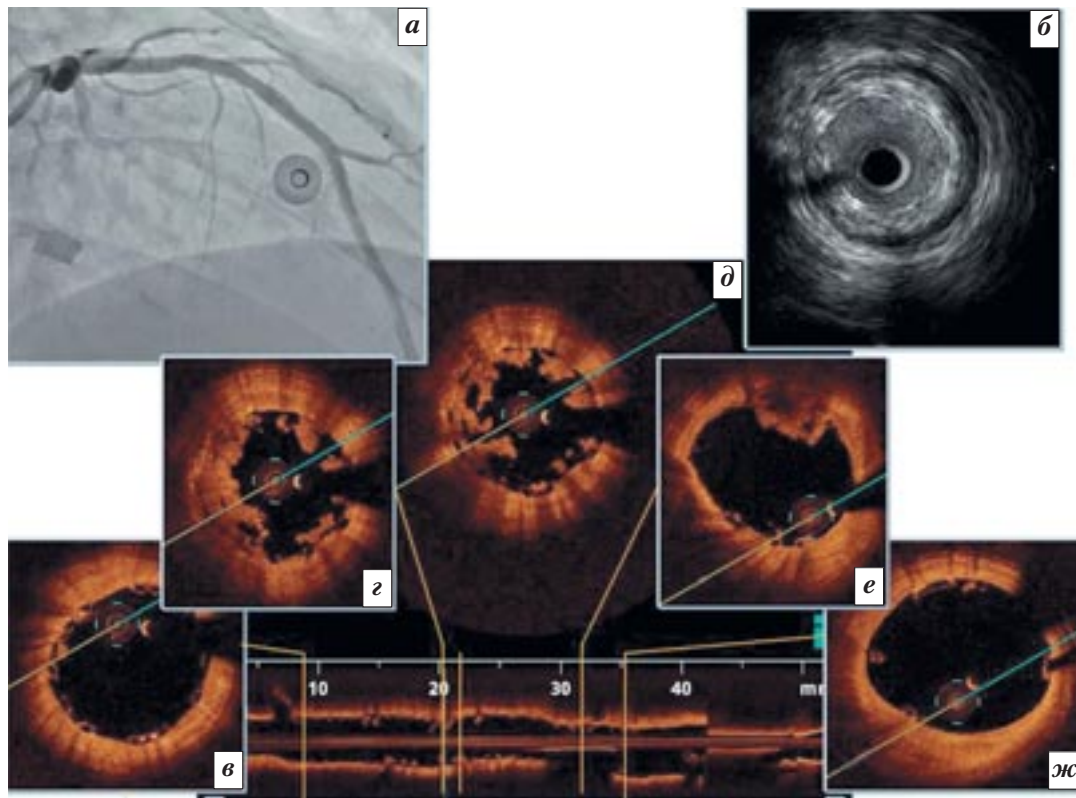


Рис. 5. Результаты контрольных исследований у пациента X. Контрольные ангиография (а) и ВСУЗИ (б) фиксируют удовлетворительный результат. Однако по данным ОКТ при хорошей адаптации каркаса в проксимальном (в) и дистальном (ж) участках в среднем его сегменте имеется массивное пролабирование атероматозных масс с элементами белых (з, д) и красных (е) тромбов.

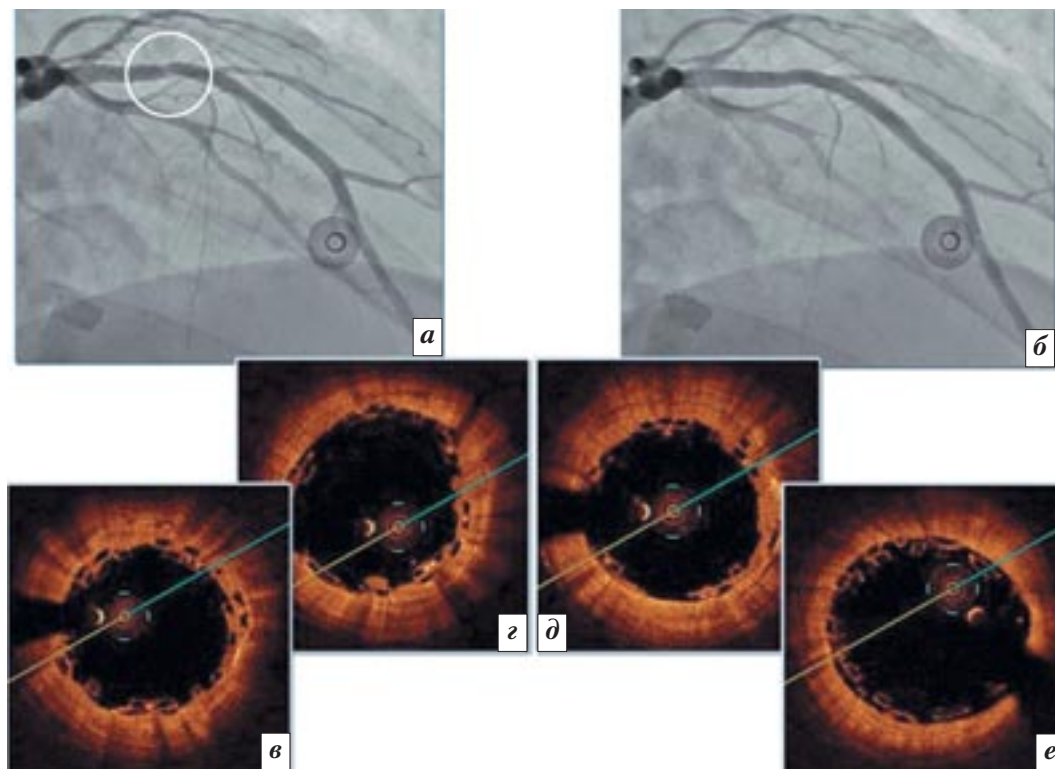


Рис. 6. Промежуточные и окончательные результаты операции у больного X. Через несколько минут после верификации при ОКТ тромботические массы стали видны ангиографически (а). После имплантации второго скаффолда внутрь первого получен хороший ангиографический результат, дистальной эмболизации нет (б). При ОКТ на всех участках хорошая аппозиция обоих стентов, пролабировавшие массы полностью фиксированы (в-е).

для покрытия нестабильных масс на входе в эндопротез. Контрольные ангиография и ОКТ продемонстрировали успешную имплантацию каркаса с оптимальным открытием просвета и полной фиксацией пролабирующего субстрата (рис. 6, б–е). Пациенту продолжено капельное введение интегрилина до 14 ч. Необходимо отметить, что в связи с непереносимостью аспирина пациент до операции получал только плавикс в стандартной дозировке (300 мг + 75 мг). Возможно, учитывая монотерапию, следовало рассмотреть вопрос об исходно двойной дозе плавикса.

Ближайший послеоперационный период у всех оперированных больных протекал благоприятно. Не отмечено стенокардии, изменений ЭКГ и ферментов, а также пункционных осложнений. Пациенты выписаны на 4-й и 5-й дни после вмешательства. При контрольном осмотре через месяц после операции состояние стабильное, стенокардии нет. Планируется динамическое наблюдение с выполнением контрольной коронарографии и ОКТ через 6 и 24 мес после операции.

Обсуждение

Концепция рассасывающихся стентов с лекарственным покрытием появилась достаточно давно и уже претерпела несколько этапов в своем развитии. Первоначальный опыт использования металлических магниевых стентов был весьма неоднозначен – неравномерное их разрушение сопровождалось еще и воспалительным компонентом, что весьма неблагоприятно с точки зрения стимуляции атерогенеза.

Сама идея рассасывания стентов в сроки около 1,5–2 лет тоже не является абсолютно безупречной. При благоприятном течении не только лекарственные, но и голометаллические стенты к этому сроку минимально влияют на состояние сосуда, будучи эндотелизированными и интегрированными в стенку артерии. В ряде случаев жесткая опорная функция стентов необходима и в отдаленном периоде, например при

формировании бляшки в области выраженных изгибов сосуда или в зоне мышечного мостика.

Однако в случае развития рестеноза в стенке ситуация меняется. Особенно острой является проблема лечения повторных сужений, иногда возникающих в лекарственных стентах, имплантированных по поводу уже имевшегося рестеноза. Формирование третьего слоя металла – не самый оптимальный способ решения задачи и, безусловно, исключает последующее стентирование в этом участке. Баллоны с лекарственным покрытием и режущие баллоны решают проблему в части случаев, однако обратное продавливание субстрата через двухслойную структуру стентов является трудной задачей.

В связи с этим применение рассасывающегося эндопротеза позволяет получить дополнительные возможности для повторных операций, что особенно важно в условиях возникновения атеросклеротического поражения артерий у все более молодого контингента пациентов. Возможно, в некоторых случаях полезным будет и восстановление естественной моторики стенки сосуда, не скованной металлическим каркасом. Некоторые исследователи связывают феномен позднего увеличения просвета именно с этим фактором [1].

Безусловным преимуществом скаффолдов Absorb BVS является их физиологичность с точки зрения материала конструкции и его дериватов, образующихся при разложении. Будучи естественным компонентом обмена веществ в организме, полимолочная кислота разлагается на углекислый газ и воду, что исключает какие-либо воспалительные или аллергические реакции.

Наконец, одним из ценных свойств нового продукта, которое в известном смысле было неожиданным и обнаружилось в процессе клинических исследований, является положительное влияние на процессы ремоделирования. В ряде случаев по прошествии 2 лет, с рассасыванием каркаса, документировано уве-

личение просвета сосуда по сравнению с достигнутым непосредственно после операции. Это позволяет шире рассматривать показания к использованию данного инструмента при диффузных поражениях, в том числе периферических сегментов сосудов, и потенциально делает пригодными для дальнейших воздействий, включая шунтирование, ранее неоперабельных участков.

Второе поколение скаффолдов фирмы Abbott показало не только значительно более убедительные клинические результаты по сравнению с первым, но и гораздо большее удобство их использования во время операций. По данным ряда работ, при правильной технике выполнения операций и оптимальном подборе размеров скаффолды допускают использование достаточно большого давления, передилатацию большим баллоном, наложение каркасов один на другой. Все это было продемонстрировано в нашем первом опыте применения этих устройств. Кроме того, наш опыт свидетельствует, что скаффолды можно успешно применять после реканализации окклюзий, а также, при необходимости, использовать имплантацию одного каркаса внутрь другого.

Учитывая особенности конструкции новых устройств и техники их имплантации, предъявляются наиболее жесткие по сравнению с другими стентами требования к правильному исходному подбору размеров скаффолдов. Производитель также подчеркивает приоритетную роль количественных методов оценки размеров сосуда перед имплантацией рассасывающегося каркаса. Отрадно, что почти все лаборатории, первыми в России применившими в клинике рассасывающиеся стенты (ранее единичные имплантации проведены в трех российских клиниках), использовали во время операций методы внутрисосудистой визуализации. Как ВСУЗИ, так и ОКТ позволяют более точно определить оптимальные параметры

имплантируемого устройства по сравнению с ангиографией. При этом ВСУЗИ имеет определенные преимущества в верификации истинных размеров сосуда в зоне поражения и возможности выявления морфологических особенностей бляшки. Однако наш опыт подтвердил, что для контроля оптимальной имплантации стента оптическая когерентная томография имеет безусловные преимущества. Использование ОКТ у третьего пациента в нашем опыте позволило вовремя диагностировать массивное пролабирование бляшки с начинающимся тромбозом, провести коррекцию медикаментозного лечения и дополнительное стентирование. Альтернативой являлось прекращение операции после получения положительного ангиографического результата со всеми вытекающими клиническими последствиями в связи с тромбозом эндопротеза. Поэтому нам представляется, что широкое клиническое внедрение стентов с рассасывающимися каркасами (скаффолдов) обуславливает повышенные требования к оснащению и опыту интервенционных лабораторий, планирующих их использование.

Таким образом, рассасывающиеся стенты – скаффолды знаменуют новый этап в развитии интервенционной кардиологии. Однако их использование требует внимательного соблюдения технических особенностей имплантации и в первую очередь – точного определения размеров сосуда и, соответственно, требуемого устройства.

Пока, видимо, рано судить, оправдают ли рассасывающиеся стенты все возлагаемые на них надежды и станут ли они вестниками четвертой революции в интервенционной кардиологии. Однако, на наш взгляд, уже накопленный исследователями опыт их использования свидетельствует, что новый метод лечения поражений коронарных артерий можно считать состоявшимся. Ближайшие годы обещают стать временем новой «гонки

вооружений» среди ведущих производителей в области эндоваскулярной хирургии. Становится все более интересной и актуальной проблема выбора оптимального устройства для лечения каждого конкретного пациента из того широкого перечня, которым мы располагаем сейчас, включая голометаллические и лекарственные стенты, скаффолды, различные модификации специализированных (в том числе бифуркационных) стентов, режущие и лекарственные баллоны, ротаблятор и многое другое.

Литература

1. Serruys P.W., Garcia-Garcia H.M., Onuma Y. From metallic cages to transient bioresorbable scaffolds: change in paradigm of coronary revascularization in the upcoming decade? // *Eur. Heart J.* – 2012. – Vol. 33. – P. 16–25.
2. Berglund J., Guo Ya., Wilcox J.N. Challenges related to development of bioabsorbable vascular stents // *EuroIntervention Suppl.* – 2009. – Vol. 5, Suppl. F. – P. F72–F79.
3. Initial and 6-month results of biodegradable poly-l-lactic acid coronary stents in humans / H. Tamai, K. Igaki, E. Kyo et al. // *Circulation.* – 2000. – Vol. 102. – P. 399–404.
4. Four-year follow-up of the biodegradable stent (IGAKI-TAMAI Stent) / T. Tsuji, H. Tamai, K. Igaki et al. // *Circ. J.* – 2004. – Vol. 68, Suppl. 1. – P. 135.
5. Preliminary results after application of absorbable metal stents in patients with critical limb ischemia / P. Peeters, M. Bosiers, J. Verbist et al. // *J. Endovasc. Ther.* – 2005. – Vol. 12. – P. 1–5.
6. PROGRESS-AMS (Clinical Performance and Angiographic Results of Coronary Stenting with Absorbable Metal Stents) / R. Erbel, C. Di Mario, J. Bartunek et al. // *Lancet.* – 2007. – Vol. 369. – P. 1869–1975.
7. Images in cardiovascular medicine. Novel magnetic resonance-compatible coronary stent: the absorbable magnesium-alloy stent / H. Eggebrecht, J. Rodermann, P. Hunold et al. // *Circulation.* – 2005. – Vol. 112. – P. e303–e304.
8. Onuma Y., Serruys P.W. Bioresorbable Scaffold: The advent of a new era in percutaneous coronary and peripheral revascularization? // *Circulation.* – 2011. – Vol. 123. – P. 779–797.
9. Grube E. Bioabsorbable stent: the Boston Scientific and REVA technology. Presented at: EuroPCR; May 19–22, 2009; Barcelona, Spain.
10. Novel fully bioabsorbable salicylate-based sirolimus-eluting stent / R. Jabara, L. Pendyala, S. Geva et al. // *EuroIntervention Suppl.* – 2009. – Vol. 5, Suppl. F. – 2009. – Vol. 5. – P. F58–F64.
11. A bioabsorbable everolimus-eluting coronary stent system (absorb): 2-year outcomes and results from multiple imaging methods / P.W. Serruys, J.A. Ormiston, Y. Onuma et al. // *Lancet.* – 2009. – Vol. 373. – P. 897–910.
12. Evaluation of the second generation of a bioresorbable everolimus drug-eluting vascular scaffold for treatment of de novo coronary artery stenosis: six-month clinical and imaging outcomes / P.W. Serruys, Y. Onuma, J.A. Ormiston et al. // *Circulation.* – 2010. – Vol. 122. – P. 2301–2312.
13. Evaluation of the second generation of a bioresorbable everolimus-eluting vascular scaffold for the treatment of de novo coronary artery stenosis 12-month clinical and imaging outcomes / P.W. Serruys, Y. Onuma, D. Dudek et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2011. – Vol. 58. – P. 1578–1588.
14. Five-year follow-up of the ABSORB bioresorbable everolimus-eluting vascular scaffold system: multimodality imaging assessment / H.M. García-García, C. Schultz, E. Duckers et al. // *EuroIntervention.* – 2013. – Vol. 8. – P. 1226–1227.
15. Intracoronary optical coherence tomography and histology at 1 month and 2, 3, and 4 years after implantation of everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffolds in a porcine coronary artery model: an attempt to decipher the human optical coherence tomography images in the absorb trial / Y. Onuma, P.W. Serruys, L.E. Perkins et al. // *Circulation.* – 2010. – Vol. 122. – P. 2288–2300.

Поступила 04.03.2013

Индивидуальный подход к выбору времени экспозиции при выполнении перфузионной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда

Майоров Н.В., Давыденко В.В., Амосов В.И.,
Лапекин С.В., Литвинов А.П.

ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный
медицинский университет им. акад. И.П. Павлова»
Министерства здравоохранения РФ

Individual approach to choosing the exposure time during myocardial perfusion single-photon emission computed tomography

Maierov N.V., Davydenko V.V., Amosov V.I.,
Lapekin S.V., Litvinov A.P.

Acad. I.P. Pavlov Saint Petersburg State Medical University,
Ministry of Health of the Russian Federation

Цель. Оценка возможности повышения качества результатов перфузионной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) миокарда на основе индивидуального подхода к выбору времени экспозиции при выполнении исследования.

Материал и методы. Ретроспективно были проанализированы результаты перфузионной ОФЭКТ миокарда с радиофармпрепаратом (РФП) «Технетрил» с экспозицией 25 с на проекцию (короткая) и 60 с на проекцию (длительная) у 22 пациентов с пороками клапанов сердца (ПКС) и ишемической болезнью сердца (ИБС). В основу сравнительной оценки результатов исследования положено количество импульсов с области миокарда (КИОМ). За эталон информативности КИОМ был принят уровень 21–77 тыс. Все пациенты распределены в две группы: группа 1 – с КИОМ менее 21 тыс. и группа 2 – с КИОМ более 21 тыс. Проведено сравнение сегментарного распределения РФП (raw counts), а также локализации и размеров дефектов перфузии (lesion extent) при двух режимах экспозиции в каждой группе.

Результаты. Статистически достоверного различия между накоплением РФП (raw counts) в сегментах миокарда левого желудочка сердца при короткой и длительной экспозиции независимо от КИОМ выявлено не было. Оценка дефектов перфузии (lesion extent) выявила различия по их размерам и/или локализации у 14 (63,6 %) пациентов при разных экспозициях, при этом большинство (10 пациентов) были из группы 1 и лишь 4 пациента из группы 2, причем у этих больных имела выраженная гипертрофия миокарда.

Заключение. Для повышения информативности перфузионной ОФЭКТ миокарда целесообразно индивидуально подбирать время экспозиции для каждого пациента, ориентируясь на время достижения уровня КИОМ не менее 21 тыс., которое можно определить путем выполнения одной планарной сцинтиграммы в левой косой проекции (LAO 45°).

Objective. To assess whether the quality of the results of myocardial perfusion single-photon emission computed tomography (SPECT) may be improved by applying an individual approach to choosing the exposure time of a study.

Material and methods. The results of myocardial perfusion SPECT with the radiotracer (RT) Technetrit upon 25-sec (short) and 60-sec (long) exposures in 22 patients with valvular heart disease (VHD) and coronary heart disease (CHD) were retrospectively analyzed. The basis for the comparative assessment of the study results was the number of myocardial impulses (NMI). The reference informative value was taken as a NMI equal to 21,000–77,000. All the patients were divided into two groups: 1) those with a NMI of below 21,000 and 2) those with a NMI of above 21,000. The raw counts of RT and lesion extent were compared in each group during two exposure modes.

Results. No statistically significant differences were found between the raw counts of RT in the left ventricular segments upon short and long exposure regardless of NMI. Evaluation of lesion extent revealed differences in sizes and/or location in 14 (63,6%) patient upon various exposures, most (10 patients) of them were from Group 1 and only 4 patients were from Group 2, these patients having marked myocardial hypertrophy.

Conclusion. To enhance the informative value of myocardial perfusion SPECT, it is expedient to individually choose exposure time for each patient, being oriented to the time taken to achieve a NMI of at least 21,000, which can be determined by making one planar scintigram in the left anterior oblique projection (LAO 45°).

Введение

В настоящее время однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) является высокоточным методом исследования перфузии, метаболизма и сократительной способности миокарда [1–6].

Сегодня в России для оценки перфузии миокарда чаще всего используется отечественный радиофармпрепарат (РФП) «Технетрил» (^{99m}Tc-метоксиизобутилизонитрил – МИБИ) производства ООО «ДИАМЕД», являющийся аналогом зарубежного препара-

Ключевые слова: однофотонная эмиссионная компьютерная томография, перфузия миокарда, время экспозиции

Index terms: single-photon emission computed tomography, myocardial perfusion, exposure time

та ^{99m}Tc -sestamibi («Cardiolite», DUPONT). Разработаны и стандартизированы основные методики проведения перфузионной ОФЭКТ миокарда. Полученный в результате записи массив информации анализируется визуально и полуколичественным способом, а также с помощью специально разработанных в лаборатории СПбГМУ и сертифицированных компьютерных программ (AUTOQUANT PHILIPS).

По данным литературы, время экспозиции на каждую из записываемых проекций в различных работах варьирует от 20–25 с (короткая экспозиция) до 40 с и более (длительная экспозиция) [3, 5, 7–9]. В руководствах по методике ОФЭКТ миокарда также обозначена возможность варьирования времени экспозиции исследования в зависимости от дозы РФП: 25 с для высоких доз и 40 с – для низких. Также известно, что при массе тела пациента более 70 кг доза РФП определяется из расчета 9–11 Мбк/кг [10]. Другими важными параметрами исследования ОФЭКТ, обуславливающими его информативность, являются количество импульсов от области миокарда (КИОМ) и суммарное количество импульсов на проекцию (СКИП). Для обеспечения достоверности исследования рекомендуемые значения КИОМ и СКИП должны быть 21–77 тыс. и 190–298 тыс. соответственно [11].

Таким образом, время экспозиции и введенная доза РФП являются важнейшими условиями получения качественного изображения сердца. Однако известно, что у тучных пациентов при движении туловища во время исследования, избыточном накоплении РФП в смежных органах (ободочная кишка, печень) и перекрывании ими области миокарда может происходить потеря качества изображения. Иными словами, при одинаковой дозе РФП и величине экспозиции СКИП и КИОМ могут отличаться у разных пациентов.

В результате в ряде случаев установленного времени экспози-

ции (как правило, 25 с) не всегда достаточно для накопления приемлемого КИОМ. Обработка подобных данных автоматически методами (AUTOQUANT) может приводить к артефактам при определении размеров и локализации дефектов перфузии.

Цель нашего исследования – сравнить КИОМ и СКИП, зафиксированные индивидуально при двух экспозициях (25 и 60 с). Оценить сегментарное распределение РФП (raw counts) полуколичественным методом и проанализировать локализацию и размеры дефектов перфузии (lesion extent) при автоматической обработке данных в указанных экспозициях.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ результатов перфузионной ОФЭКТ у 22 пациентов (3 женщины и 19 мужчин) с пороками клапанов в сочетании с ишемической болезнью сердца. Средний возраст пациентов составил $59,7 \pm 7,3$ года. Средний функциональный класс сердечной недостаточности по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA) $2,3 \pm 0,9$. Всем больным была выполнена перфузионная ОФЭКТ миокарда на двухдетекторной гамма-камере PHILIPS FORTE (США) в состоянии функционального покоя через 60 мин после внутривенного введения РФП «Технетрил» в дозе от 550 до 750 Мбк. Суммарное время исследования – 16 мин. Количество проекций – 32. Положение детекторов – 90° . Фотопик 140 Кэв, окно 20 %. Матрица 64×64 пикселя.

Реконструкция выполнена с помощью программы AUTOSPECT 3.5 с применением фильтра Butterworth, порядок фильтра 5 (короткая экспозиция) – 10 (длительная экспозиция). Возможности пакета программ данной гамма-камеры позволяют организовать протокол записи одновременно по двум и более экспозициям: 25 с (короткая) и 60 с (длительная) на проекцию.

Определяли КИОМ и СКИП в левой косой проекции (LAO 45°). За достаточное КИОМ был принят рекомендуемый Американским обществом ядерной кардиологии (ASNC) уровень 21 тыс. импульсов, а СКИП – 190 тыс. Все пациенты были распределены на две группы: группа 1 – с КИОМ менее 21 тыс. (11 пациентов) и группа 2 – с КИОМ более 21 тыс. (11 пациентов).

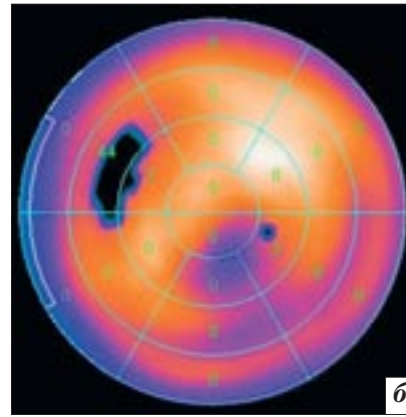
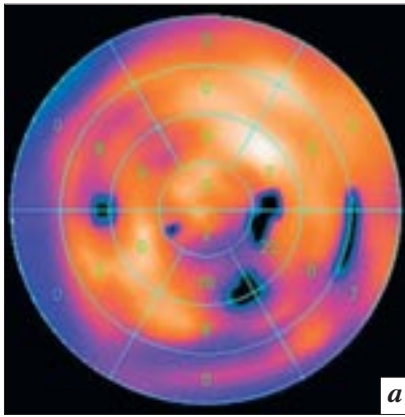
Оценка распределения РФП проводилась визуально по срезам по короткой и длинной оси и полярным перфузионным диаграммам левого желудочка (BULL EYE), с делением миокарда на 20 сегментов в рамках программы AUTOQUANT 6.0. Нумерация сегментов выполнена в соответствии с рекомендациями С. L. Hansen [12]. Накопление РФП (от 0 до 100%) на диаграмме было представлено соответствующей цветовой шкалой. Проведено сравнение сегментарного распределения РФП (raw counts), а также локализации и размеров дефектов перфузии (lesion extent) при двух режимах экспозиции в каждой группе. В качестве базы данных нормальных значений использована предлагаемая PHILIPS база MIBIMALE/FEMALE.

Для каждого пациента получены две полярные диаграммы распределения РФП – при экспозиции 25 и 60 с (raw counts).

В автоматическом режиме были определены дефекты перфузии (lesion extent), размеры и локализацию которых сравнивали в группах 1 и 2 в разных экспозициях (см. рисунок).

Показатели КИОМ и СКИП получены с помощью программы MULTIVIEW PHILIPS путем подсчета числа импульсов с области миокарда и всего кадра в левой косой проекции (LAO 45°).

Показатель легкие/сердце (L/H) был автоматически определен программой AUTOQUANT. За нормальные были приняты значения L/H менее 0,44 [13]. Также автоматически вычислялся объем стенки левого желудочка в миллилитрах (табл. 1).



Размеры и локализация дефектов перфузии (lesion extent) при двух режимах экспозиции (пациент № 23): *a* – время экспозиции 25 с, счет импульсов с области сердца 13 200; *б* – время экспозиции 60 с, счет импульсов – 31400.

Показатели накопления РФП в сегменте рассчитывали как среднее \pm стандартное отклонение ($M \pm m$) для всех обследованных пациентов и сравнивали при экспозиции 25 и 60 с (табл. 2).

Для статистического анализа использован пакет SPSS 13. Для оценки достоверности различий двух выборок, представленных в таблице 2, применяли *t*-критерий для зависимых выборок. При небольшом числе наблюдений достоверность различий определяли с помощью непараметрического критерия Уилкоксона. Вывод о статисти-

Таблица 1

Локализация и размеры дефектов перфузии (lesion extent) в зависимости от количества импульсов в экспозиции 25 и 60 с на угол

Номер пациента в исследовании	Счет ($\times 1000$)		Дефекты перфузии, экспозиция 25 с		Дефекты перфузии, экспозиция 60 с		L/H, экспозиция 25 с	Объем миокарда левого желудочка, мл
	25 с	60 с	Локализация	Размер, %	Локализация	Размер, %		
Группа 1								
8	21,9	53,1	apex	8	apex	20	0,33	107
7	18,1	43,5	sep	2	sep	0	0,29	140
			ant	9	ant	16		
6	20,2	49	apex	100	apex	99	0,38	153
			lat	9	lat	7		
			inf	9	inf	10		
			sep	49	sep	61		
			ant	48	ant	48		
2	21,3	50,3	apex	11	apex	8	0,32	161
			ant	3	ant	0		
5	20,7	49,8	apex	3	apex	3	0,38	200
			sep	1	sep	0		
			inf	2	inf	1		
			lat	12	lat	0		
14	19,2	46,1	inf	20	inf	18	0,29	138
			lat	1	lat	0		
			ant	11	ant	1		
13	15,4	36,9	apex	18	apex	16	0,33	102
			lat	6	lat	5		
			ant	16	ant	15		
11	14,3	30,6	lat	47	lat	47	0,44	181
			apex	5	apex	2		
			inf	11	inf	25		
			sep	2	sep	5		
23	13,2	31,4	apex	2	apex	0	0,43	120
			lat	6	lat	1		
			inf	3	inf	0		
			sep	1	sep	12		
25	13,9	33,3	apex	11	apex	8	0,42	171
			inf	0	inf	6		
19	16,3	38,9	inf	0	inf	2	0,33	183
			sep	0	sep	6		
Группа 2								
1	28,9	70,8	apex	0	apex	18	0,26	134
			inf	0	inf	1		
10	28	68	apex	0	apex	4	0,27	198

Номер пациента в исследовании	Счет ($\times 1000$)		Дефекты перфузии, экспозиция 25 с		Дефекты перфузии, экспозиция 60 с		L/Н, экспозиция 25 с	Объем миокарда левого желудочка, мл
	25 с	60 с	Локализация	Размер, %	Локализация	Размер, %		
16	33,7	81	apex	25	apex	13	0,38	200
			inf	6	inf	1		
			sep	4	sep	0		
24	31,6	78	sep	0	sep	18	0,37	181
			ant	0	ant	4		
15	22,5	53,8	inf	7	inf	7	0,34	132
20	29,3	70,8	apex	31	apex	32	0,43	213
9	25,7	62,2	inf	4	inf	3	0,40	217
18	26,8	64	apex	1	apex	4	0,33	251
			lat	10	lat	8		
3	24,8	58,9	apex	89	apex	92	0,29	173
			lat	1	lat	1		
			inf	8	inf	12		
			sep	4	sep	0		
21	24	57,7	apex	80	apex	82	0,27	210
			lat	4	lat	3		
			inf	47	inf	49		
			sep	5	sep	12		
22	24,3	59	apex	100	apex	100	0,42	250
			lat	21	lat	21		
			inf	23	inf	26		
			sep	75	sep	79		
			ant	60	ant	62		

Примечание. apex – верхушечная область, lat – боковая, inf – нижняя, sep – перегородочная, ant – передняя.

ческой достоверности различий делали по уровню значимости $p < 0,05$.

Таблица 2

Средние значения ($M \pm m$) перфузии в сегментах диаграммы левого желудочка сердца в исследуемой группе пациентов при длительной и короткой экспозиции

Порядковый номер сегмента	Значение перфузии в сегменте	
	Экспозиция 60 с	Экспозиция 25 с
1	64,00 \pm 7,65	64,04 \pm 7,81
2	58,04 \pm 9,27	58,56 \pm 9,77
3	54,96 \pm 8,36	54,76 \pm 8,22
4	53,40 \pm 5,80	53,24 \pm 5,81
5	62,64 \pm 7,72	62,60 \pm 7,95
6	66,60 \pm 6,70	66,96 \pm 7,13
7	73,08 \pm 15,54	73,12 \pm 15,40
8	78,64 \pm 15,61	78,20 \pm 15,22
9	72,36 \pm 11,27	71,76 \pm 11,75
10	63,52 \pm 8,26	63,64 \pm 8,99
11	77,68 \pm 9,10	77,36 \pm 9,48
12	84,56 \pm 9,38	84,60 \pm 8,72
13	72,72 \pm 18,55	72,04 \pm 18,35
14	81,20 \pm 18,36	80,36 \pm 17,75
15	78,12 \pm 15,01	77,84 \pm 14,77
16	64,60 \pm 15,36	63,80 \pm 15,13
17	78,76 \pm 12,98	78,40 \pm 13,18
18	81,08 \pm 14,49	80,12 \pm 13,91
19	68,00 \pm 19,82	67,56 \pm 20,48
20	68,00 \pm 20,05	62,72 \pm 19,75

Как видно из представленных данных, во всех сегментах полярной карты при сопоставлении двух режимов экспозиции не выявлено различий ($p > 0,05$) в средних значениях показателей накопления РФП (raw data) (см. табл. 2). В то же время при визуальной оценке у 14 пациентов было отмечено несовпадение локализации сегментов с сниженным накоплением РФП (raw count) и дефектов перфузии (lesion extent).

У всех пациентов соотношение легкие/сердце не превышало 0,44 и СКИП в экспозиции 25 с на проекцию было более 190 тыс.

Обсуждение

Результаты исследования показали, что в группе 1 трактовка данных ОФЭКТ может быть затруднена, так как локализация и размер дефектов перфузии при двух режимах экспозиции в большинстве случаев различны. В группе 2 наблюдается большая согласованность этих показателей, разногласия выявлены только у 4 пациентов, имевших выраженную гипертрофию миокарда, что может быть их причиной.

Получаемые различия в локализации и размерах дефектов перфузии можно интерпретировать следующим образом.

В случаях, когда размеры дефектов перфузии меньше при короткой экспозиции по сравнению с длительной, логично предположить, что в этой экспозиции дефекты перфузии еще не достигли статистической достоверности, а с увеличением счета импульсов (60 с) они отчетливо визуализируются.

В случаях, когда размеры дефектов перфузии были больше при короткой экспозиции, дефицит счета импульсов уменьшался с увеличением экспозиции, а значит, уменьшался и дефект перфузии. Аналогично объясняется наличие дефектов в областях с меньшей анатомической толщиной миокарда. По мере увеличения времени исследования разница в регистрации импуль-

сов между этими и другими участками миокарда уменьшается, а выявленный при короткой экспозиции дефект перфузии исчезает или уменьшается.

Кроме того, у некоторых пациентов множественные дефекты перфузии, регистрируемые при короткой экспозиции, в условиях увеличения экспозиции до 60 с сливались в один четко очерченный дефект.

Все вышеперечисленное важно учитывать, когда ОФЭКТ выполняется с целью сравнительной оценки лечебного воздействия на миокард. Динамика дефекта перфузии является объективным показателем эффективности лечения. Получить точные и воспроизводимые значения этого показателя возможно только при экспозиции, обеспечивающей оптимальный набор импульсов в области миокарда. Сравнение результатов лечения с исходными данными необходимо выполнять только в условиях той же экспозиции и дозы.

Заключение

Для повышения информативности перфузионной ОФЭКТ миокарда время экспозиции целесообразно подбирать индивидуально для каждого пациента, ориентируясь на время достижения КИОМ не менее 21 тыс. Определить его можно путем выполнения одной планарной сцинтиграммы в левой косой проекции (LAO 45°).

Литература

1. Беленков Ю. Н. *Неинвазивные методы диагностики ишемической болезни сердца* // Кардиология. – 1996. – № 1. – С. 4–11.
2. *Сцинтиграфия как инструмент диагностики, прогнозирования и мониторинга лечения болезней сердца* / Ю. Б. Лишманов, И. Ю. Ефимова, В. И. Чернов, Ж. В. Веснина // Сиб. мед. журн. – 2007. – Т. 22, № 3. – С. 74–77.
3. Paul A. K., Nabi H. A. *Gated myocardial perfusion SPECT: basic principles, technical aspects, and clinical applications* // J. Nucl. Med. Technol. – 2004. – Vol. 32, № 4. – P. 179–187.

4. Остроумов Е. Н., Котина Е. Д., Слободяник В. В. *Синхронизированная с ЭКГ перфузионная томосцинтиграфия в оценке перфузии, функции и асинхронии миокарда левого желудочка при ресинхронизирующей терапии* // Вестн. трансплантол. искусств. органов. – 2009. – Т. 11, № 2. – С. 37–42.
5. *Gated single-photon emission computed tomography detects subendocardial ischemia in hypertrophic cardiomyopathy* / T. Kawasaki, Y. Akakabe, M. Yamano et al. // Circ. J. – 2007. – Vol. 71, № 2. – P. 256–260.
6. *Clinical significance of iodine-123-(p-iodophenyl)-3 R,S – methylpentadecanoic acid myocardial scintigraphy in patients with aortic valve disease* / Y. Otsuka, S. Nakatani, K. Fukuchi et al. // Circ. J. – 2002. – Vol. 66, № 1. – P. 117–120.
7. *Half-time SPECT myocardial perfusion imaging with attenuation correction* / I. Ali, T.D. Ruddy, A. Almgrahi et al. // J. Nucl. Med. – 2009. – Vol. 50, № 4. – P. 554–562.
8. *Baseline/postnitrate tetrofosmin SPECT for myocardial viability assessment in patients with postischemic severe left ventricular dysfunction: new evidence from MRI* / A. Giorgetti, A. Pingitore, B. Favilli et al. // J. Nucl. Med. – 2005. – Vol. 46, № 8. – P. 1285–1293.
9. *Сцинтиграфическая оценка структурно-функциональных изменений миокарда и альвеолярно-капиллярной проницаемости легких у больных внебольничной пневмонией* / Ю. Б. Лишманов, Н. Г. Кривоногов, Ю. Н. Илюшенкова и др. // Сиб. мед. журн. – 2011. – Т. 26, № 1, Вып. 1. – С. 106–109.
10. *Single photon-emission computed tomography* / T. A. Holly, B. G. Abbott, M. Al-Mallah et al. // J. Nucl. Cardiol. – 2010. – Vol. 17, № 5. – P. 941–973.
11. *American society of nuclear cardiology. Updated imaging guidelines for nuclear cardiology procedures. Part 1* // J. Nucl. Cardiol. – 2001. – Vol. 8, № 1, P. G5–G58.
12. *Myocardial perfusion and function single photon emission computed tomography* / C. L. Hansen, R. A. Goldstein, D. S. Berman et al. // J. Nucl. Cardiol. – 2006. – Vol. 13, № 6. – P. 97–120.
13. *Postexercise lung uptake of 99mTc-sestamibi determined by a new automatic technique: validation and application in detection of severe and extensive coronary artery disease and reduced left ventricular function* / C. Bacher-Stier, T. Sharir, P. B. Kavanagh et al. // J. Nucl. Med. – 2000. – Vol. 41, № 7. – P. 1190–1197.

Поступила 08.11.2012

Возможности ультразвукового исследования в оценке формирования хронической плацентарной недостаточности

Нагайцева Е.А., Серова Н.С.

ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения РФ

Potentialities of ultrasound study in the evaluation of developing chronic placental insufficiency

Nagaitseva E.A., Serova N.S.

*I.M. Sechenov First Moscow State Medical University,
Ministry of Health of the Russian Federation*

Изучена ультразвуковая семиотика нормальной эхографической структуры плаценты при физиологическом протекании беременности. Приведены и систематизированы возможные варианты нетипичного строения плаценты при плацентарной недостаточности у пациенток, беременность которых наступила самостоятельно, и женщин с экстракорпоральным оплодотворением.

В современном акушерстве и перинатологии актуальными остаются вопросы, связанные с гестационными осложнениями, в основе которых лежат нарушения физиологических взаимодействий между материнским, плацентарным и плодовым компонентами фетоплацентарной системы. Частота плацентарной недостаточности колеблется от 20 до 50% в зависимости от факторов, отягощающих беременность [1, 8, 9].

Высокая частота плацентарной недостаточности обусловлена повышением доли беременных, страдающих экстрагениральными и гинекологическими заболеваниями, имеющих хронические бактериальные и вирусные инфекции, незнанием женского и мужского населения о физиологии своего репродуктивного здоровья, плохой прегравидарной подготовкой или полным ее отсутствием, возросшим числом женщин, курящих с 14–15 лет и продолжающих активно курить во время беремен-

ности и лактации. Клиническая практика и результаты научных исследований свидетельствуют о многофакторной природе плацентарной недостаточности. В связи с этим трудно выделить какой-либо единственный фактор развития данного осложнения. Чаще всего в развитии такой патологии участвуют несколько этиологических факторов, один из которых может быть ведущим [3, 13].

На сегодняшний день прогнозы по снижению рождаемости и росту частоты случаев бесплодия в браке неутешительны. Снижение численности населения России сейчас рассматривается как самая большая угроза: к 2050 г. россиян будет на 45 млн меньше, в нашей стране доля бесплодных браков составляет 10–15% от всех брачных пар, и отмечается тенденция к росту этого показателя [2]. Около 6 млн супружеских пар бесплодны, из них 3 млн нуждаются во вспомогательных репродуктивных технологиях [10].

The paper clarifies the ultrasound semiotics of the normal echographic pattern of the placenta in physiological pregnancy. It gives and systematizes the possible variants of the atypical placental structure in placental insufficiency in patients with spontaneous pregnancy and in women undergoing *in vitro* fertilization.

В значительной степени здоровье плода зависит не только от генетической программы его развития, но и от структурной полноценности плаценты, оптимального кровообращения, обеспечивающего полноценность ее функции [3].

Плацента имеет определяющее значение для формирования и жизни плода. Функциональное состояние плаценты во многом зависит от темпов структурных перестроек миометриальных сегментов маточно-плацентарных артерий, ворсинчатого дерева и имеет свое характерное эхографическое изображение, зависящее от степени зрелости в соответствии с гестационными сроками [5, 12].

Нарушение структурной организации дифференцировки ворсин в определенные сроки бере-

Ключевые слова:
плацентарная недостаточность,
степень зрелости плаценты
Index terms:
placental insufficiency,
degree of placental maturity

менности приводит к неполноценному формированию плацентарного ложа и возникновению хронической плацентарной недостаточности, представляющей собой длительное (в течение месяцев) нарушение функции плаценты, нередко с компенсаторным приростом ее массы или гипоплазией, предлежанием плаценты, патологической незрелостью ворсин, очаговым или диффузным склерозом их стромы, кровоизлияниями и обширными инфарктами [5, 13].

Развитие плацентарной недостаточности, обусловленное морфофункциональными изменениями в плаценте, пуповине, водах, нередко при родах сопровождается внутриутробной гипоксией, угрожающей асфиксией плода и ранними перинатальными потерями [1, 8].

Современная клиническая медицина по праву ставит ультразвуковое исследование плода и околоплодных структур на лидирующие позиции и отводит ему порой доминирующую роль в комплексном обследовании беременных при подозрении на плацентарную недостаточность. Высокая информативность этого метода позволяет все чаще использовать ультразвуковую визуализацию для диагностики доклинических стадий и выбора адекватных методов лечения и родоразрешения при плацентарной недостаточности [13].

Целью нашего исследования является оценка возможностей ультразвуковой диагностики в определении морфологических форм хронической плацентарной недостаточности.

Материал и методы

В анализ были включены ультразвуковые исследования 60 беременных: 30 пациенток после экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) и 30 пациенток, беременность которых наступила самостоятельно.

Сроки беременности были 22–40 нед. Возраст женщин варьировал от 21 года до 42 лет. Ком-

плексное исследование проводилось на ультразвуковом приборе Medison Sonace R-7 в В- и М-режимах, датчиками конвексного сканирования с частотой 3,5–5 МГц и доплерометрическим измерением.

Ультразвуковое исследование выполнялось по стандартной методике, рекомендуемой для беременных, с оценкой основных фетометрических параметров и соответствия их установленному сроку беременности, частоты сердечных сокращений у плода, степени зрелости плаценты, толщины, расположения и эхографических особенностей плаценты (кальцинаты, кисты, инфаркты, расширения межворсинчатого пространства разной степени выраженности), количества и качества околоплодных вод.

Результаты

В ходе нашего исследования была подтверждена и уточнена ультразвуковая семиотика нормального состояния плаценты в различные сроки беременности.

Типичное эхографическое изображение плацента приобретала во втором триместре беременности, с конца 16-й нед – в начале 17-й нед, когда запускалась вторая волна инвазии цитотрофобласта:

- плодовая поверхность плаценты ограничена четкой эхопозитивной полоской хориальной мембраны;

- внутренняя равномерно гетерогенная среднезернистая центральная часть плаценты представляет собой отражение от многочисленных ворсин и крови в межворсинчатом пространстве (МВП);

- материнская поверхность плаценты выглядела менее четко и выявлялась в виде неравномерной эхонегативной зоны, представленной *decidua basalis* и маточными сосудами.

При ультразвуковом исследовании традиционно выделяют четыре стадии (или степени) зрелости плаценты, характеризующиеся изменениями хориальной

мембраны, паренхимы плаценты и базального слоя при неосложненном, физиологическом течении беременности:

- степень зрелости 0: до 30 нед, с прямой, гладкой хориальной мембраной и гомогенной паренхимой; такая структура плаценты характеризует своевременную вторую волну инвазии цитотрофобласта в миометральные сегменты спиральных артерий при их гестационной перестройке, последовательную дифференцировку ворсин из промежуточных незрелых в промежуточные дифференцированные и увеличение их количества (рис. 1);

- степень зрелости I: 30–32 нед, хориальная мембрана слегка волнистая с небольшим числом рассеянных эхогенных зон, базальный слой не дифференцирован, в паренхиме визуализируются эхопозитивные включения различной формы за счет увеличения соединительнотканного компонента стромы; в поздний фетальный период определяется небольшое увеличение массы плаценты, дальнейшее усложнение ее строения за счет роста промежуточных дифференцированных и появления терминальных ворсин с достаточной васкуляризацией (рис. 2);

- степень зрелости II: 33–36 нед, хориальная мембрана с углублениями, не достигающими до базального слоя, звукопроводимость паренхимы снижается, в ней определяются эхогенные включения в виде линий, точек, запятых, с базальным пунктиром, замедляется рост массы плаценты, завершается котиледонный этап развития, увеличивается объем межворсинчатого пространства (рис. 3);

- степень зрелости III: 37–40 нед, углубления хориальной мембраны до базального слоя (дольчатость) с эхопозитивными неправильной формы включениями в паренхиме, базальный слой – с множественными, отчасти сливающимися гиперэхогенными зонами, что соответствует многократному конечному деле-



Рис. 1. УЗИ. В-режим. Беременность 28–29 нед: 1 – плацента 0 степени зрелости; 2 – анэхогенные околоплодные воды.



Рис. 2. УЗИ. В-режим. Беременность 31–32 нед: 1 – плацента I степени зрелости; 2 – анэхогенные околоплодные воды.



Рис. 3. УЗИ. В-режим. Беременность 34–35 нед: 1 – плацента II степени зрелости; 2 – пуповина; 3 – живот плода.



Рис. 4. УЗИ. В-режим. Беременность 38–39 нед: 1 – плацента III степени зрелости; 2 – анэхогенные околоплодные воды.

нию дихотомического типа терминальных ворсин в виде густой сети по краям котиледонов, инволютивных процессах в комплексе с отложением кальцификатов (рис. 4).

Соответствие зрелости плаценты гестационному сроку является одним из наиболее важных условий обеспечения адекватности развития плода и его защиты, и понимание нормальной ультразвуковой семиотики позволяет своевременно интерпретировать формирование начальных признаков плацентарной недостаточности у данной категории пациенток. Нормальное строение плаценты встречалось у пациенток с ЭКО в 14 (23%) исследованиях, без ЭКО – в 1 (1,6%). Появление раннего «старения» плаценты, запоздалого созревания в сочетании с патологическими включениями (выраженный кальциноз, киста, инфаркт, расширение межворсинчатого

пространства разной степени выраженности) позволяло прогнозировать возникновение фетоплацентарной недостаточности той или иной степени тяжести.

Нами были уточнены и систематизированы патологические варианты эхографического изображения плаценты.

Выраженные структурные изменения плаценты проявлялись в виде тотального кальциноза плаценты, гипер- или гипоплазии всей ее поверхности, что соответствовало преждевременному созреванию плаценты. Эти изменения были обусловлены увеличением количества типичных терминальных ворсин, появляющихся ранее 32–33 нед, и ускоренным темпом кальцинации в них. Большинство из этих ворсин не соответствует специализированному типу терминальных ворсин, которые должны образовываться только в течение последнего месяца беременнос-

ти. Такие изменения снижают функциональную активность плаценты.

Данное состояние визуализировалось у 8 (13,3%) пациенток с ЭКО и у 10 (16,7%) – без ЭКО (рис. 5, 6).

Расширение межворсинчатых пространств отмечалось у пациенток с ЭКО в 4 (6,6%) случаях, без ЭКО – в 6 (10%). Визуализировалось при эхографии в виде неправильной формы кистозных (внутридолевых) или сквозных участков, не соответствующих центрам котиледонов, занимающих большую часть паренхимы плаценты, с медленным током крови в них. Морфологическая особенность строения такой плаценты проявляется персистенцией промежуточных дифференцированных ветвей без образования в дальнейшем терминальных ворсин в результате антенатального повреждения на 21–23 нед и заполнения межворсинчатого про-



Рис. 5. УЗИ. В-режим. Беременность 35–36 нед, без ЭКО. Определяется утолщенная плацента, преимущественно повышенной эхогенности. Участки кальциноза не имеют четких границ, сливаются друг с другом.



Рис. 6. УЗИ. В-режим. Беременность 32 нед, после ЭКО. Визуализируются плацента (1) нормальной толщины со средней эхогенностью, участками и множественными кальцинатами (2) в виде отдельных элементов неправильной формы, гиперэхогенные включения, анэхогенные околоплодные воды (3).



Рис. 7. УЗИ. В-режим. Беременность 22–23 нед, после ЭКО. Определяются плацента (1) средней эхогенности, неравномерно утолщенная, с кистозно расширенными межворсинчатыми пространствами (2), анэхогенные околоплодные воды (3).



Рис. 8. УЗИ. В-режим. Беременность 31–32 нед, без ЭКО: 1 – плацента утолщена для данного срока, средней эхогенности, II степени зрелости (преждевременное созревание), с кистозно расширенными межворсинчатыми пространствами (2), локализующимися преимущественно в центральных участках паренхимы плаценты; 3 – анэхогенные околоплодные воды; 4 – фрагменты пуповины.

странства некоторым объемом материнской крови (рис. 7, 8).

Несоответствие степени зрелости плаценты гестационному сроку (запоздалое созревание плаценты) характеризовалось чередованием участков пониженной и повышенной эхогенности, гиперплазией плаценты. При этом эхографическом строении можно предположить два морфологических варианта: вариант хаотических склерозированных ворсин (антенатальное повреждение на 25–30-й нед с нарушением формирования мелких ворсин с преобладанием стромального компонента) или диссоциированное развитие котиледонов (наличие зон промежуточных дифференцированных или незрелых

ворсин, а также отдельных групп эмбриональных ворсин, наряду с преобладанием нормальных терминальных ворсин, соответствующих данному сроку). Такой вариант эхоструктуры встречался у 3 (5%) пациенток с ЭКО и у 7 (11,7%) – без ЭКО (рис. 9, 10).

Гипоплазия – недостаточная толщина плаценты – встречалась у 2 (3,3%) пациенток, беременность которых наступила самостоятельно, а у пациенток с ЭКО такое состояние плаценты не наблюдалось. Данные изменения проявлялись в уменьшении толщины плаценты, запоздалом или преждевременном ее созревании, сочеталось с низким прикреплением плаценты или полным предлежанием. Характеризова-

лось такое состояние плаценты ранним поражением ворсинчатого дерева (на 16–18-й нед), тяжелой патологической незрелостью и редукцией просвета плодных капилляров вследствие недостаточной второй волны инвазии цитотрофобласта в миометральные сегменты спиральных артерий, а также отсутствием дальнейшего прироста маточно-плацентарного кровотока, ранней задержкой внутриутробного развития плода (рис. 11).

Выводы

1. Сопоставление данных ультразвуковой семиотики нормального строения плаценты и патологического в различные гестационные периоды позволяет пред-



Рис. 9. УЗИ. В-режим. Беременность 35 нед, после ЭКО. Плацента I степени зрелости, толщина ее – по верхней границе нормы. Вариант хаотических склерозированных ворсин. Визуализируются участки повышенной (1) и средней (3) эхогенности, анэхогенные околоплодные воды (2).



Рис. 10. УЗИ. В-режим. Беременность 37–38 нед, без ЭКО. Гиперплазированная плацента (1) I степени зрелости, гетерогенной структуры, пониженной эхогенности, с умеренным распределением кальцинатов (вариант диссоциированного развития котиледонов).

положить начальные признаки формирования хронической плацентарной недостаточности.

2. Ультразвуковой метод в дополнение к клиническим исследованиям достаточно информативен в определении морфологических вариантов изменений ворсинчатого дерева и развития различных форм хронической плацентарной недостаточности, играет ведущую роль в тактике ведения беременных женщин.

Работа выполнена в рамках реализации Гранта Президента РФ для поддержки Ведущей научной школы (НШ-4511.2012.7).

Литература

1. Филиппов О. С. Плацентарная недостаточность. – М., 2009.
2. Биоэтические и правовые проблемы бесплодия и вспомогательных репродуктивных технологий / М. Л. Чернышева, А.В. Чернышев, Э.М. Османов и др. – Тамбов, 2010.
3. Коколина В. Ф., Картелишев А. Ф., Васильева О. А. Фетоплацентарная недостаточность. Руководство для врачей. – М.: Медпрактика, 2006. – С. 11–13, 196–197.
4. Митьков М. М., Медведев М. В. Клиническое руководство по ультразвуковой



Рис. 11. УЗИ. В-режим. Беременность 34–35 нед, без ЭКО. Задержка роста плода II степени: 1 – плацента I степени зрелости, толщина ее меньше нормы; 2 – околоплодные воды.

- диагностике. Т. 2. – М.: Видар, 1996. – С. 73–75.
5. Экстраэмбриональные и околоплодные структуры при нормальной и осложненной беременности / Под ред. проф. В. Е. Радзинского, А. П. Милованова. – М.: Медицинское информационное агентство, 2004. – С. 160–166, 278–292.
6. Эхография в акушерстве и гинекологии. Часть 1 / А. Флейшер, Р. Ромеро, Ф. Меннинг, Ф. Джентти. – М.: Видар, 2005. – С. 447–458.
7. Медведев М. В., Юдина Е. В. Дифференциальная ультразвуковая диагностика в акушерстве. – М.: Видар, 1997. – С. 154–173, 305–306.
8. Акушерство. Национальное руководство / Э. К. Айламазян, В. И. Кулаков, В. Е. Радзинский,

- Г. М. Савельева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – С. 159–160.
9. Руководство к практическим занятиям по акушерству / Под ред. В.Е. Радзинского. – М.: МИА, 2004. – С. 255–258.
10. Яковенко Е. М., Яковенко С. А. Бесплодие. – М., 2009. – С. 197–198.
11. Внутриматочное развитие человека. Руководство для врачей / Под ред. А. П. Милованова, С. В. Савельева. – М.: Медицина для всех, 2006. – С. 137–156.
12. Милованов А. П. Патология системы мать – плацента – плод. Руководство для врачей. – М.: Медицина, 1999. – С. 7–14, 147–153.
13. Ahmed A., Kilby M. D. Hypoxia or hyperoxia in placental insufficiency? // Lancet. – 1997. – Vol. 20, № 350. – P. 826–827.

Поступила 04.03.2013

Опыт неинвазивного определения концентрации жира в печени с помощью магнитно-резонансной спектроскопии по водороду у пациентов с жировым гепатозом до и после лечения препаратом Эслидин

Шария М.А., Ширяев Г.А., Титов В.Н., Иванова К.В.

ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения РФ, г. Москва

Experience in noninvasively quantifying hydrogen magnetic resonance imaging spectroscopic hepatic fat concentrations in patients with fatty hepatitis before and after treatment with Eslidin

Sharia M.A., Shiryaev G.A., Titov V.N., Ivanova K.V.

Russian Cardiology Research-and-Practical Complex,
Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

Цель. Определить роль магнитно-резонансной (МР) спектроскопии печени в оценке терапии жирового гепатоза.

Материал и методы. Были изучены данные МР-спектроскопии 49 пациентов (30 мужчин, 19 женщин), средний возраст которых составил 54 ± 11 лет. Из них здоровых добровольцев было 10 человек (1-я группа) и пациентов с жировым гепатозом, выявленным по данным клинических исследований, – 39 (2-я группа). В группе пациентов было две точки: до лечения и через 6 мес после лечения препаратом Эслидин (на основе полиненасыщенных жирных кислот). Для каждого пациента проводился расчет процентной концентрации липидов по отношению к концентрации воды в паренхиме печени. Если значение превышало 6,5%, то диагноз жирового гепатоза считался подтвержденным.

Результаты. По данным проведенных нами исследований, в группе здоровых добровольцев значение соотношения не превышало 3,2%, что полностью исключает наличие жировой инфильтрации печени. В группе пациентов значение соотношения в 15 случаях превышало 15%, в 20 случаях – 10%, в 4 случаях – 8,5%. При повторном исследовании у 22 (56,4%) пациентов выявлялось снижение концентрации жира до нормальных значений, у 12 (31%) пациентов отмечалось снижение более чем в 2 раза. Снижение концентрации жира не было выявлено у 5 (12,8%) пациентов.

Заключение. Протонная магнитно-резонансная спектроскопия является воспроизводимой методикой, которую возможно применять для оценки эффективности лечения жирового гепатоза печени. На основе ^1H -спектроскопии возможна оценка эффективности отдельных препаратов для лечения этой патологии.

По данным литературы, около 30% населения развитых стран страдает жировым гепатозом [13]. Эта патология по классификации ВОЗ относится к метаболическим заболеваниям и характеризуется на ранних стадиях от-

сутствием клинических симптомов и лабораторных проявлений [1]. Однако следует отметить, что по мере увеличения количества жира в печени происходит перестройка ткани органа и развитие в нем аутоиммунного воспале-

Objective. To define the role of liver magnetic resonance (MR) spectroscopy in the evaluation of therapy for fatty hepatitis.

Material and methods. Spectra were studied in 49 patients (30 men and 19 women) whose mean age was 54 ± 11 years. A study group consisted: 1) healthy volunteers ($n = 10$) and 2) patients with fatty hepatitis ($n = 39$) identified by clinical data. The patient group had two points: before and 6 months after treatment with Eslidin (based on polyunsaturated fatty acids). The lipid-to-water content ratio in the liver parenchyma was calculated for each patient. If its value was over 6.5%, the diagnosis of fatty hepatitis was considered verified.

Results. The findings showed that the ratio was not more than 3.2% in the group of healthy volunteers, which completely excluded hepatic fatty infiltration. In the patient group, the ratio was 15, 10, and 8.5% in 15, 20, and 4 cases, respectively. Reexamination revealed a reduction in fat concentrations to normal values (56,4%) in 22 patients and a more than twice (31%) decrease in 12 patients. No reduction in fat content was found in 5 (12,8%) patients.

Conclusion. Proton MR spectroscopy is a reproducible procedure that may be used to evaluate the efficiency of treatment for fatty hepatitis. ^1H -spectroscopy can be used to evaluate the efficacy of some drugs for the treatment of this pathology.

Ключевые слова:

протонная магнитно-резонансная спектроскопия, стеатоз печени

Index terms:

proton magnetic resonance spectroscopy, hepatic steatosis

ния. Этот патологический процесс, в случае отсутствия контаминации организма известными вирусными агентами (вирусы гепатита А, В, С, Е, F, TTV и др.), расценивается как стеатогепатит (при доказанной жировой инфильтрации ткани печени), который уже имеет характерные для гепатита любой этиологии клинические проявления и изменения в биохимическом анализе крови [5]. При неадекватной терапии возможен переход стеатогепатита в цирроз печени [4].

Несмотря на растущее количество новых случаев заболевания, протоколы инструментальной диагностики этой патологии недостаточно проработаны [12]. Но потребность в создании таких протоколов очень велика, так как лабораторные показатели (АЛТ, АСТ, липиды крови) не в достаточной мере отражают состояние печени, и оценка с их помощью эффективности лечения затруднительна [14].

В настоящее время отсутствует описание эффективных методов лечения жирового гепатоза печени [2, 3]. Таким образом, поиск новых патогенетических фармакологических подходов к лечению этого заболевания имеет особую актуальность. В ряде работ, выполненных на экспериментальных животных, были получены согласованные результаты о том, что кормление животных пищей с высоким содержанием фосфолипидов (ФЛ) снижает уровень липидов в печени и крови, а также выраженность экспериментально индуцированного стеатоза печени. Так, у кроликов с экспериментальной гиперлипидемией полиенилфосфатидилхолин пищи снижал уровень общего холестерина (ХС) в печени на 42%, а триглицеридов (ТГ) – на 28%. У крыс со стеатозом печени, индуцированным оротовой кислотой, добавление в пищу фосфатидилхолина снижало содержание ТГ печени на 45% [15]. Механизм этого влияния носит сложный характер и до конца не изучен, однако

предполагают, что он связан с подавлением абсорбции нейтральных стеролов и стимуляцией секреции желчных кислот, угнетением синтеза жирных кислот в печени и усилением их окисления, а также уменьшением реабсорбции липидов желчи. Фосфолипиды содержатся как в пищевых продуктах, так и (в высокоочищенном состоянии) в составе некоторых лекарственных препаратов (эссенциальные ФЛ–ЭФЛ). ЭФЛ довольно широко применяются с гепатопротективной целью. Хотя ранее было проведено немало работ по оценке гипополипидемических эффектов ЭФЛ у пациентов с различными нарушениями метаболизма липидов и ИБС с получением позитивных результатов, однако в последние 20 лет при коррекции липидных нарушений у больных с ИБС, сахарным диабетом, метаболическим синдромом и другими патологиями обычно используют статины. Тем не менее последние обладают потенциальной гепатотоксичностью и во многих случаях не способны значимо влиять на уровень других атерогенных (липопротеиды очень низкой плотности) или антиатерогенных (липопротеиды высокой плотности) фракций. Таким образом, поиск дополнительных средств коррекции значимых метаболических факторов риска, включая неалкогольную жировую болезнь печени, обладающих также иными точками приложения, представляется перспективным и привлекательным.

Именно поэтому большее значение имеет разработка адекватных методов оценки концентрации липидов, позволяющих проследить динамику изменения концентрации жира на фоне терапии [6]. Такой неинвазивной методикой в настоящее время является МР-спектроскопия по водороду (H^1 -спектроскопия) [7]. Магнитно-резонансная спектроскопия служит методом выбора для оценки концентрации жира в печени и по чувствительности

и специфичности сравнима с биопсией [8]. Показатель чувствительности H^1 -спектроскопии печени при оценке стеатогепатоза составляет 98%, а специфичности – 96% [10, 11]. На сегодняшний день во многих спектроскопических лабораториях мира ведется активное изучение и разработка новых подходов применения этой методики. Наибольшие успехи были достигнуты в США, где проведено исследование на 30 тыс. пациентов без рандомизации (общая популяция) и на этой основе разработан критерий для диагностики жирового гепатоза с помощью МР-спектроскопического анализа печени. Критерий был введен Американским обществом радиологов в 2005 г. (концентрация липидов более 6,5%) [12].

Основой методики H^1 -спектроскопии печени является оценка значения отношения концентрации воды к липидам на полученных аппаратным способом спектрах (с применением обычных катушек для исследования тела и специального программного обеспечения). При этом концентрация воды (пик H_2O) на спектральной кривой преобладает и является отражением протонной плотности печени [11]. Для вычисления концентрации липидов необходимо использовать следующую формулу: $K(Lip) = S(Lip) / S(H_2O) \times 100$, где S – площадь под кривой соответствующих метаболитов (воды и липидов) на полученном спектре [8]. В случае увеличения относительной концентрации липидов значение формулы увеличивается, так как концентрация воды в тканях стабильна и практически не меняется по мере старения организма человека.

Цель нашей работы – определить роль МР-спектроскопии печени в оценке терапии жирового гепатоза.

Материал и методы

Были изучены результаты МР-спектроскопии 49 пациентов (30 мужчин, 19 женщин), сред-

ний возраст которых составил 54 ± 11 лет. Среди обследуемых было 10 здоровых добровольцев и 39 пациентов с жировым гепатозом, выявленным по данным клинических исследований, включавших анализ липидного профиля в рамках биохимического исследования, сбор анамнеза (в том числе о характере диеты), физикальное обследование, нагрузочные пробы. В группе пациентов было две точки: до лечения и через 6 мес после начала лечения препаратом Эслидин (на основе полиненасыщенных жирных кислот).

Критериями включения являлись: 1) наличие стеатоза печени по данным УЗИ и/или повышение активности печеночных трансаминаз в сыворотке крови; 2) отсутствие других заболеваний печени вследствие: а) злоупотребления алкоголем (более 10 г/день для женщин или более 20 г/день для мужчин), б) вирусной инфекции. Критериями исключения были: 1) наличие у пациентов ишемической болезни сердца или других атеросклеротических заболеваний, неконтролируемой артериальной гипертензии, тяжелой печеночной и почечной недостаточности, злокачественных новообразований; 2) случаи выраженной гиперхолестеринемии (уровень общего холестерина более 8 ммоль/л); 3) цирроз печени, алкогольный гепатит; 4) сахарный диабет I типа, а также II типа, требующий коррекции сахароснижающими препаратами; 5) вес тела более 100 кг; 6) прием гиполипидемических препаратов в настоящее время; 7) противопоказания к МРТ: наличие кардиостимулятора, клаустрофобия и т. д.

В период проведения исследования сопутствующая терапия у больных не менялась. Исследование проводилось на МР-томографе Achieva (Philips, Голландия) с напряженностью магнитного поля 3Т, использованием 32-канальной катушки Torso/Cardiac.

Мы получили стандартные T2-взвешенные изображения пе-

чени в трех перпендикулярных плоскостях (корональной, сагитальной и поперечной). По этим изображениям проводилась навигация спектроскопического вокселя (одновоксельная H¹-спектроскопия, размер вокселя 20×20×20 мм) в пятом сегменте печени, избегая крупные сосуды и протоки. Мы использовали протокол: TE – 50 мс, TR – 2000 мс, спектральный диапазон – 2000, образцы – 1024, с синхронизацией по дыханию с использованием триггера (количество повторений – 32). При обработке спектральных данных применялась стандартная программа фирмы Philips – SpectroView. Для каждого пациента осуществлялся расчет процентной концентрации липидов по представленной выше формуле. Статистическая обработка данных проводилась в программе Statistica 6.0, с применением непараметрических критериев.

Результаты

В группе здоровых добровольцев у каждого человека было проведено два исследования – в момент включения в группу и через несколько дней после этого, для оценки точности метода. Концентрация липидов в печени по данным H¹-спектроскопии в этой группе составляла 0,5–4%, в среднем $3,2 \pm 1,5\%$, то есть меньше, чем 6,5% (рис. 1). При повторном проведении исследования в группе здоровых добровольцев статистически значимых различий показателей концентрации жира не выявлено. После оценки результатов была рассчитана внутриисследовательская воспроизводимость (ошибка измерения одного исследователя), она составила 1,5%.

В группе пациентов до начала лечения концентрация липидов по результатам МР-спектроскопии варьировала от 6,5 до 58% и в среднем составила $24 \pm 11,5\%$ (рис. 2). При этом концентрация жира в 15 случаях превышала 15%, в 20 случаях – 10%, в 4 случаях – 8,5%. У 2 пациентов ре-

зультаты исследования интерпретировать не удалось из-за выраженных артефактов на спектральной кривой, связанных с недостаточной однородностью поля (в связи с избыточным развитием подкожной жировой клетчатки), и они не были включены в анализ.

При повторном исследовании (на фоне лечения Эслидином) у 22 (56,4%) пациентов выявлялось снижение концентрации жира до нормальных значений, у 12 (31%) пациентов отмечалось снижение более чем в 2 раза. У 5 (12,8%) пациентов показатель не снизился. В целом между группами разница содержания жира в печени до и после лечения была статистически достоверна (см. таблицу).

Обсуждение

Неинвазивная диагностика жирового гепатоза печени, особенно не связанного с приемом алкоголя, в настоящее время является актуальной и разрабатывается во многих центрах по всему миру, в том числе и в России. До настоящего момента не было публикаций, посвященных оценке эффективности медикаментозной терапии жирового гепатоза методом H¹-спектроскопии. Наш опыт в этом смысле уникален. Также до настоящего момента не было сообщений о погрешности методики, так как в работах, посвященных оценке концентрации жира в печени с помощью МРТ, каждый конкретный пациент исследовался лишь однократно.

Использование H¹-спектроскопии печени для оценки эффективности терапии жирового гепатоза представляется нам необходимым как для повседневной клинической практики, так и для клинических испытаний новых препаратов, направленных на лечение данной патологии. Это особенно актуально, учитывая распространенность заболевания в популяции, сложность лечения пациентов и проблемы, связанные с проведением

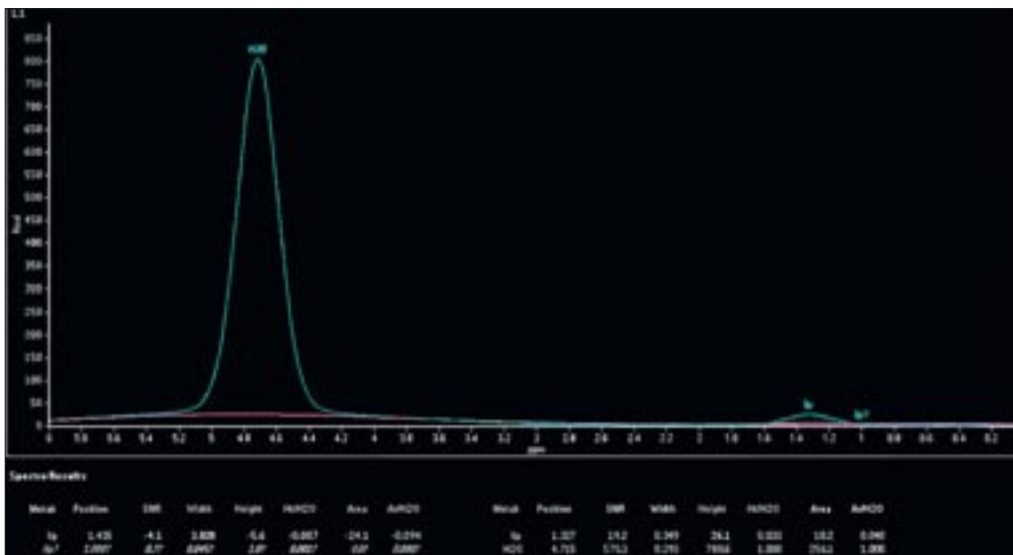


Рис. 1. Спектр печени у здорового добровольца (содержание жира 4%).

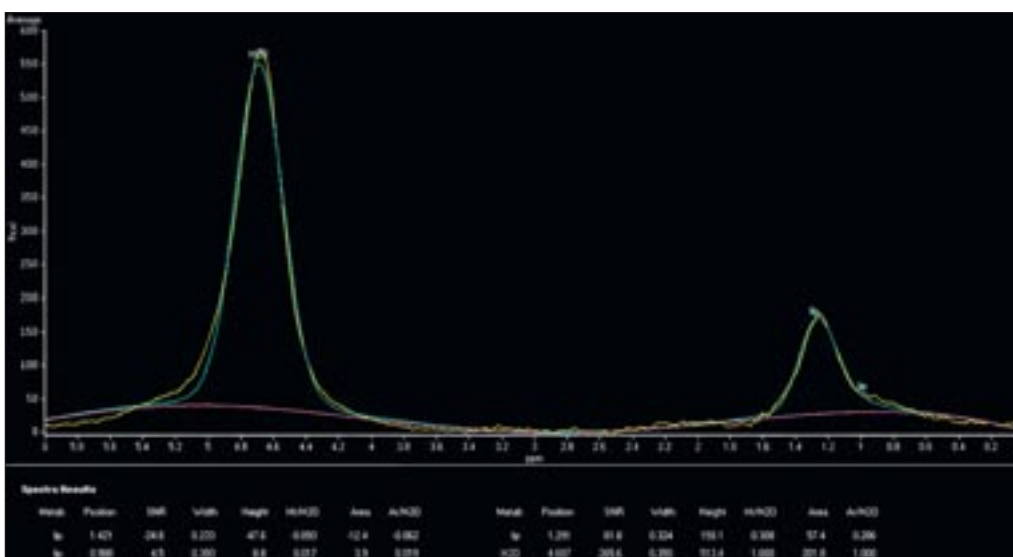


Рис. 2. Спектр печени у пациента до лечения (содержание жира 28%).

Концентрация жира (%) в среднем по группам

Исследование	Здоровые добровольцы (n=10)	Группа пациентов (n=39)	p
Первичное	3,55±1,5	24,17±11,5	0,011
Повторное	3,31±1,5	13,73±5,5	0,03
p	>0,05	0,042	

биопсии печени («золотой стандарт» оценки концентрации липидов в печени).

Дополнительным плюсом применения МРТ в качестве метода диагностики и контроля терапии жирового гепатоза является простота самого исследования [9]. Получение T2-взвешенных изображений в стандартных плоскостях и навигация по ним спектроскопического вокселя, с последующим получением спектра,

занимает около 10 мин. Обработка и интерпретация данных, при наличии опыта, занимает 5–10 мин. Все это соответствует требованиям, предъявляемым к скрининговым методам.

Для внедрения ¹H-спектроскопии печени в качестве методики контроля эффективности лечения жирового гепатоза в нашей стране необходимы проведение исследования на значительно большей популяции пациен-

тов и оснащение установленных в нашей стране томографов приложениями, позволяющими получать водородные спектры.

Заключение

Протонная МР-спектроскопия является воспроизводимой методикой, которую можно применять для оценки эффективности лечения жирового гепатоза печени. На основе ¹H-спектроскопии возможна оценка эффективности отдельных препаратов для лечения этой патологии.

Литература

1. Буеверов А. О., Маевская М. В. Некоторые патогенетические и клинические вопросы неалкогольного стеатогепатита // *Клин. перспект. гастроэн-*

- терол. и гепатол. – 2003. – № 3. – С. 2–7.
2. Дряпкина О. М. Применение эссенциальных фосфолипидов в комплексной терапии стеатогепатита смешанного генеза // *Consilium Medicum*. – 2008. – № 2. – С. 3–5.
 3. Дряпкина О. М., Гацולהва Д. С., Калинин А. И. Применение препарата «Эссливер-форте» у больных с метаболическим синдромом X // *Клин. перспект. гастроэнтерол. и гепатол.* – 2005. – № 6. – С. 25–30.
 4. Ивашкин В. Т., Дряпкина О. М. *Гастроэнтерология. Национальное руководство.* – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.
 5. Кособян Е. П., Смирнова О. М. Современные концепции патогенеза неалкогольной жировой болезни печени // *Сах. диабет. Диагн., контр. и леч.* – 2010. – № 1. – С. 52–64.
 6. Фадеев Г. Д., Кравченко Н. А., Виноградова С. В. Прогноз и эффективность лечения неалкогольного стеатогепатита. Роль генетических факторов // *Сучасна гастроентерологія.* – 2006. – Т. 4, № 30. – С. 13.
 7. *Fatty liver disease: MR imaging techniques for the detection and quantification of liver steatosis* / F. H. Cassidy, T. Yokoo, L. Aganovic et al. // *Radiographics*. – 2009. – Vol. 29. – P. 231–260.
 8. *Magnetic resonance imaging and spectroscopy for monitoring liver steatosis* / F. H. Cassidy, T. Yokoo, L. Aganovic et al. // *J. Magn. Reson. Imaging*. – 2008. – Vol. 28. – P. 937–945.
 9. Dixon W. T. *Simple proton spectroscopic imaging* // *Radiology*. – 1984. – Vol. 153. – P. 189–194.
 10. Irwan R., Edens M. A., Sijens P. E. *Assessment of the variations in fat content in normal liver using a fast MR imaging method in comparison with results obtained by spectroscopic imaging* // *Eur. Radiol.* – 2008. – Vol. 18. – P. 806–813.
 11. *Hepatic lipid accumulation in healthy subjects: a comparative study using spectral fat-selective MRI and volume-localized 1H-MR spectroscopy* / J. Machann, C. Thamer, B. Schoedt et al. // *Magn. Reson. Med.* – 2006. – Vol. 55. – P. 913–917.
 12. Nugent C., Younossi M. Z. *Evaluation and management of obesity-related nonalcoholic fatty liver disease* // *Nat. Clin. Pract. Gastroenterol. Hepatol.* – 2007. – Vol. 4, № 8. – P. 432–441.
 13. *Magnetic resonance spectroscopy to measure hepatic triglyceride content: prevalence of hepatic steatosis in the general population* / L.S. Szczepaniak, P. Nurenberg, D. Leonard et al. // *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* – 2005. – Vol. 288. – P. E462–E468.
 14. *Relationship among histologic, radiologic, and biochemical assessments of hepatic steatosis: a study of human liver samples* / R. Vuppalanchi, O. W. Cummings, R. Saxena et al. // *J. Clin. Gastroenterol.* – 2007. – Vol. 41. – P. 206–210.
 15. *Dietary phosphatidylcholine alleviates fatty liver induced by orotic acid* / Y. M. Wang, Y. Buang, J.Y. Cha et al. // *Nutrition*. – 2005. – Vol. 21, № 7–8. – P. 867–873.

Поступила 18.02.2013

Морфология, частота и факторы риска рестеноза при различных видах эндоваскулярного лечения

Власов В.Ю., Филатов Д.Н.

ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения РФ, г. Москва

The morphology, rate, and risk factors of restenosis during different endovascular treatment options

Vlasov V.Yu., Filatov D.N.

*Russian Cardiology Research-and-Production Complex,
Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow*

Введение

В настоящее время эндоваскулярное лечение ишемической болезни сердца является самым перспективным и активно развивающимся методом. Его малая травматичность (проведение процедуры лучевым или бедренным доступом) позволяет быстро и эффективно активизировать пациента. Однако основной проблемой данного метода и по сей день остается возобновление стенокардии, обусловленное рестенозическими процессами. Давно известно, что процент рестеноза при использовании баллонной ангиопластики, имплантации непокрытых стентов и имплантации покрытых стентов различен. Несколько отличается и механизм развития рестеноза в этих трех случаях. Рассмотрим их по порядку.

Рестеноз при баллонной ангиопластике

При раздувании баллона в месте стеноза происходит фрагментация атеросклеротической бляшки с последующим внедрением ее элементов через надры-

вы эндотелиального и среднего слоев в глубокие слои сосудистой стенки. Формирование таких микродиссекций необходимо для эффективной деструкции бляшки, однако впоследствии наличие подобных надрывов может привести к развитию рестеноза. В результате повреждения эндотелия и меди усиливается агрегация тромбоцитов, что приводит к формированию пристеночного тромба в месте раздувания баллона. Доказано, что именно пристеночный тромб является основным триггером в цепи последовательных реакций, приводящих к рестенозу. Сформированный пристеночный тромб является источником экспрессии тромбоцитарного фактора, который, в свою очередь, запускает процессы пролиферации и миграции гладкомышечных элементов из меди в неоинтиму, которая является клеточной основой рестеноза. Помимо этого, тромбоцитарный фактор стимулирует синтез белков внеклеточного матрикса, в результате которого отмечается ускоренный рост гипоцеллюлярной грубо-

волокнистой ткани, содержащей в основном глюкозаминогликаны и различные формы коллагена. Именно белки внеклеточного матрикса составляют наибольший объем измененной неоинтимы [1].

Дополнительный вклад в формирование рестеноза вносит механизм отрицательного ремоделирования стенки артериальных сосудов [2]. После проведенной ангиопластики в течение первых нескольких часов в ответ на растяжение артерии происходит эластическое спадение ее просвета. Доказано, что раннее эластическое сужение способствует позднему рестенозу, который возникает из-за возвращения диаметра артерии к исходному уровню, имевшемуся до проведения процедуры. В некоторых случаях диаметр артерии при перерастяжении ее баллоном впоследствии может даже становиться меньше исходного [3]. Таким образом, можно говорить о трех ведущих механизмах рестеноза при баллонной ангиопластике: миграция и пролиферация гладкомышечных элементов, усиление синтеза

белков внеклеточного матрикса и отрицательное ремоделирование.

Рестеноз при имплантации стентов без лекарственного покрытия

Стоит сразу отметить, что при коронарном стентировании уровень рестеноза снизился до 10–15% (по результатам исследований BENESTENT I и BENESTENT II) по сравнению с 40–50% при баллонной ангиопластике (в исследованиях не входили пациенты с сахарным диабетом, бифуркационными стенозами и стенозами протяженностью более 15 мм) [4].

Так за счет чего удалось столь значительно снизить этот процент рестеноза?

Установка стента позволила предотвращать последствия микродиссекций в интиме и меди, возникающие при баллонной ангиопластике. Стент формирует мощный каркас, и надорванная интима прочно прилегает к стенке сосуда. Таким образом устраняется диссекция интимы и меди, а следовательно, блокируется механизм гладкомышечной пролиферации – агрегация тромбоцитов и формирование пристеночного тромба. Кроме того, каркас стента препятствует отрицательному ремоделированию. Коронарный стент устраняет проблему формирования пристеночного тромба и отрицательного ремоделирования, тем не менее нахождение инородного тела с металлической поверхностью вызывает выраженную местную воспалительную реакцию, которая и является основным триггером рестеноза при стентировании.

Воспалительный процесс инициирует адгезию, миграцию моноцитов и нейтрофилов в ответ на повреждение интимы и разрушение атеросклеротической бляшки [5]. Локальные воспалительные инфильтраты, содержащие моноциты, лимфоциты, эозинофилы и гистиоциты, сти-

мулируют пролиферацию гладкомышечных клеток. Далее клеточный механизм формирования рестеноза соответствует механизму формирования рестеноза после баллонной ангиопластики: пролиферация и миграция гладкомышечных элементов в неоинтиму с секрецией белков внеклеточного матрикса [6, 7].

Таким образом, разные пусковые механизмы в процессе развития приводят к общему для обоих вмешательств процессу – гиперплазии неоинтимы как результату миграции и пролиферации сосудистых гладкомышечных элементов и выработки ими большого количества внеклеточного матрикса. Рестеноз развивается в ответ на повреждение сосудистой стенки, воспаление, активацию и миграцию различных клеточных маркеров воспаления.

Рестеноз при имплантации стентов с лекарственным покрытием

Пролиферативная и экскреторная реакция гладкомышечных элементов сосудистой стенки, вызванная воспалением в ответ на травму и присутствие инородного тела, – основная причина рестеноза. Известно, что эндотелиальные клетки обладают антипролиферативной активностью. Сразу же после реэндотелизации на участке повреждения прекращается пролиферация сосудистых гладкомышечных клеток, снижается риск рестеноза. Однако формирование нормального эндотелиального слоя после имплантации требует значительно времени, у человека этот процесс занимает около 3 мес [8].

Снизить пролиферативную активность гладкомышечных клеток, а следовательно, и риск рестеноза можно следующими способами: подавить пролиферацию с помощью лекарственных препаратов, ускорить процесс формирования нормального эндотелиального слоя после стентирования и, наконец, снизить травмируемость сосудистой стенки посредством снижения ме-

таллонасыщенности эндопротеза. Первый путь представлялся наиболее реализуемым и увенчался созданием стентов с антипролиферативным покрытием [9]. Появление таких стентов, бесспорно, ознаменовало новый прорыв в профилактике формирования рестеноза после эндоваскулярного лечения и вывело этот метод лечения больных ИБС на уровень эффективности, сопоставимый с операциями АКШ. В случаях же острого коронарного синдрома ангиопластика со стентированием является наиболее эффективным методом лечения и превосходит успехи тромболитической терапии.

Существует несколько видов покрытий стентов. Один из самых изученных – рапамицин (Sirolimus). По химическому составу рапамицин относится к естественным макроциклическим лактонам, по фармакологическим свойствам является цитостатиком-иммуносупрессором (стент Cypher). Другой широко известный на сегодняшний день антипролиферативный препарат – эверолимус – аналог сиролимуса, его действие (иммуносупрессивное и антипролиферативное) также связано с блокированием и выраженным ингибирующим действием на пролиферацию гладкомышечных клеток (стенты Xience, Promus).

При имплантации стентов с лекарственным покрытием воспалительный компонент проявляется более интенсивно по сравнению с непокрытыми стентами, поскольку лекарственные эндопротезы содержат полимер для постепенного высвобождения лекарственного препарата. Полимер является базисным слоем и резервуаром для активного действующего вещества (рапамицин, эверолимус). Дополнительный внешний тонкий слой полимера, являющийся диффузионным барьером, замедляет высвобождение активного вещества и тем самым способствует равномерной его концентрации в окружающих тканях в течение

длительного времени. Наличие полимера и вызванный этим каскад воспалительных реакций, как правило, блокируется действием лекарственного вещества. Тем не менее при дополнительных травмирующих воздействиях и нарушениях техники имплантации процессы миграции и пролиферации гладкомышечных клеток могут стать неуправляемыми, что приводит к возникновению рестенозов.

Наиболее частыми техническими факторами, приводящими к возникновению рестенозов, являются перерастяжение стента с лекарственным покрытием, перелом ребер стента [10]. В обоих случаях происходит разрушение полимера, что ухудшает однородное распределение антипролиферативного средства. При неполном раскрытии стент, возможно, не достигает полного соприкосновения с эндотелием, и большое количество лекарственного средства может быть утеряно с током крови. Неоднородное раскрытие стента (наиболее часто встречается при кальцинированном поражении) также вызывает неоднородное распределение лекарственного вещества.

Все перечисленные технические факторы способствуют развитию рестенозов, однако, по многочисленным данным различных рандомизированных исследований (RAVEL, SIRIUS, LONGDES и др.), доказано радикальное снижение частоты рестеноза в отдаленном периоде при имплантации стентов с лекарственным покрытием. Анализ рандомизированных исследований по стентам с лекарственным покрытием показывает, что рестеноз при стентировании поражений любой морфологии не превышает 5–10 % [11]. Однако стоит учитывать, что лекарственные стенты не являются универсальным средством борьбы с рестенозом при всех типах коронарного атеросклероза, а также при всех сопутствующих заболеваниях.

В последнее время многие исследователи отмечают дополни-

тельный компонент, влияющий на развитие рестеноза после лекарственного стентирования, не наблюдающийся при использовании голых металлических стентов, – местная аллергическая реакция [8]. Однако пока роль аллергической реакции в этиологии рестеноза стентов с лекарственным покрытием недостаточно изучена.

Одним из наиболее существенных предикторов рестеноза является наличие у пациентов сахарного диабета. Негативное влияние этого фактора на отдаленный прогноз после эндоваскулярного лечения, даже несмотря на использование лекарственных стентов, подтверждено в многочисленных исследованиях. Имплантация лекарственных стентов при сахарном диабете может сопровождаться развитием рестеноза в 15–20% случаев. Агрессивность атеросклероза у больных сахарным диабетом обусловлена высокой активностью воспалительных процессов. Имплантация стентов у таких больных служит мощным триггером воспалительной активности и выделения факторов гладкомышечной пролиферации. Важную роль в процессах формирования рестеноза играет инсулиноподобный фактор роста (IGF-1) и ассоциированный с беременностью плазменный протеин А (РАРР-А).

РАРР-А – фермент, относящийся к семейству матриксных металлопротеиназ, основная функция которого заключается в высвобождении IGF-1 из связи с белком. После повреждения эндопротезом в гладкомышечных клетках сосудов увеличивается экспрессия РАРР-А и, следовательно, увеличивается количество биодоступного IGF-1. Относительно недавно РАРР-А и IGF-1 были идентифицированы в качестве предикторов рестеноза. Более высокие уровни РАРР-А ассоциировались с повышенной частотой рестенозов и сердечно-сосудистых событий (включая повторную реваскуляризацию,

инфаркт миокарда и смерть от сердечно-сосудистых причин) после эндоваскулярных вмешательств [12]. Выраженность пролиферативных процессов у больных диабетом может быть настолько интенсивной, что с ними не в состоянии справиться даже мощный цитостатический препарат. Подтверждением этому являются исследования, согласно которым частота развития рестеноза у больных сахарным диабетом при сочетании с другими факторами риска (многососудистое поражение, протяженные стенозы и др.) может достигать 25–30%.

Эндоваскулярные вмешательства на аутовенозных шунтах у больных после операции аортокоронарного шунтирования также сопряжены с высоким риском рестеноза. Рестеноз после лекарственного стентирования шунтов носит такой же диффузный характер, как и атеросклероз, предшествующий стентированию, а частота возникновения рестеноза достигает 45–60%. Доказано, что процент летальных исходов при использовании непокрытых стентов ниже, чем при использовании покрытых. Было выявлено, что в стентах с лекарственным покрытием сохранялся высокий риск как рестеноза, так и реокклюзии, даже при отсутствии окклюзирующего поражения шунта до проведения эндоваскулярного лечения [13].

Не до конца изучена зависимость рестеноза от локализации стеноза. В частности, известно, что устьевое поражение огибающей артерии даже при использовании лекарственных стентов является независимым предиктором развития рестеноза. Выраженность пролиферативных процессов при такой локализации атеросклероза обусловлена особенностью анатомии и выраженной турбулентностью кровотока в устье огибающей артерии.

Таким образом, выраженную активность пролиферации при некоторых формах коронарного атеросклероза (устьевое поражение огибающей артерии, аорто-

коронарные шунты), при сопутствующих заболеваниях (сахарный диабет), при перечисленных дефектах имплантации стентов (перерастяжение стента, перелом его ребер, неполное раскрытие) невозможно эффективно блокировать путем имплантации стентов с лекарственным покрытием. Выраженность развития рестеноза при этих морфологических и клинических особенностях остается высокой. В случае же стентирования аортокоронарных шунтов лекарственными стентами риск рестеноза даже выше, чем при стентировании непокрытыми стентами. Главный недостаток стентов с лекарственным покрытием, лимитирующий их отдаленную клиническую эффективность, – локальная воспалительная и аллергическая реакция, которые могут в значительной степени подавить антипролиферативный эффект лекарственного покрытия.

Литература

1. *One year clinical outcome in an unselected patient population treated with the genous endothelial progenitor cell capturing stent* / M. Klomp, M.A. Beijk, J.G. Tijssen, R.J. de Winter // *Catheter. Cardiovasc. Interv.* – 2011. – Vol. 77, Is. 6. – P. 809–817.
2. *Quantitative analysis of elastic recoil after balloon angioplasty and after intracoronary implantation of balloon-expandable Palmaz-Schatz stents* / M. Haude, R. Erbel, H. Issa, J. Meyer // *JACC.* – 1993. – Vol. 21, № 1. – P. 26–34.
3. *Arterial remodeling after coronary angioplasty: a serial intravascular ultrasound study* / G. S. Mintz, J. J. Popma, A. D. Pichard et al. // *Circulation.* – 1996. – Vol. 94. – P. 35–43.
4. *Angiographic and clinical one-year follow-up of the Cordis tantalum coil stent in a multicenter international study demonstrating improved restenosis rates when compared to pooled PTCA and BENESTENT-I data* / M. Rothman, P. Serruys, G. Grollier et al. // *Catheter. Cardiovasc. Interv.* – 2001. – Vol. 52, № 2. – P. 249–259.
5. *Neutrophil and platelet activation at balloon-injured coronary artery plaque in patients undergoing angioplasty* / F. Neumann, M. Gawaz, G. Puchner et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 1996. – Vol. 27. – P. 819–824.
6. *In-stent restenosis: contributions of inflammatory responses and arterial injury to neointimal hyperplasia* / R. Kornowski, M. Hong, F. Tio et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 1998. – Vol. 31. – P. 224–230.
7. *Carter A. J., Kopia G. A. Long-term effects of polymer-based, slow-release, sirolimus-eluting stents in a porcine coronary model* // *Am. J. Med.* – 2006. – Vol. 119. – P. 1056–1061.
8. *Effect of coronary target lesion revascularization on late cardiac events after insertion of sirolimus-eluting or bare metal stents* / V. Novack, M.C. Nguyen, M. Rooney et al. // *Am. J. Cardiol.* – 2010. – Vol. 106, № 6. – P. 774–779.
9. *Characterization and clinical outcomes of drug-eluting in-stent restenosis* / H. Vaknin-Assa, A. Assali, E. Lev et al. // *Isr. Med. Assoc. J.* – 2010. – Vol. 12, № 5. – P. 273–276.
10. *Acute and chronic tissue response to coronary stent implantation: pathologic findings in human specimen* / P. Grewé, T. Deneke, A. Machraoui et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2000. – Vol. 35. – P. 157–163.
11. *Long-term clinical outcomes with the next generation Resolute Stent System: a report of the two-year follow-up from the RESOLUTE clinical trial* / I. T. Meredith, S. G. Worthley, R. Whitbourn et al. // *EuroIntervention.* – 2010. – Vol. 5, № 6. – P. 692–697.
12. *Polymorphisms in platelet glycoproteins Ia and IIIa are associated with arterial thrombosis and carotid atherosclerosis in type 2 diabetes* / S. Pellitero, J.L. Reverter, D. Tassies et al. // *Thromb. Haemost.* – 2010. – Vol. 103, № 3. – P. 630–637.
13. *Интервенционная кардиология. Коронарная ангиография и стентирование* / А. П. Савченко, О. В. Черкавская, Б. А. Руденко, П. А. Болотов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – С. 396–432.

Поступила 05.03.2013

**Методы лучевой диагностики
в оценке состава тела человека**

**Касаткина Е.А.^{1,2}, Лядов В.К.², Мершина Е.А.^{1,2},
Синицын В.Е.^{1,2}**

¹ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Министерства здравоохранения РФ, г. Москва;

²ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Министерства здравоохранения РФ, г. Москва

**Radiodiagnostic methods in the assessment
of human body composition**

Kasatkina E.A.^{1,2}, Lyadov V.K.², Mershina E.A.^{1,2}, Sinitsyn V.E.^{1,2}

¹Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow; ²Therapy and Rehabilitation Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

Введение

Изучение состава тела человека *in vivo* имеет большое клиническое значение. Несмотря на то что изучением состава тела занимаются уже более ста лет, исследования в данной области активно продолжают. За последние 30 лет значительно возросло число публикаций как в области методологии анализа состава тела, так и в области его клинического применения. Существует большое количество методов для определения состава тела человека на различных уровнях: антропометрия, волюминометрия, воздушная плетизмография, биоимпедансный анализ, метод общей электрической проводимости, нейтронный активационный анализ и методы лучевой визуализации. Стремительный прогресс в области лучевых исследований привёл к широкому внедрению новых методов анализа состава тела в клиническую практику. В настоящее время наиболее рас-

пространёнными методами лучевой диагностики для оценки структуры тела являются двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) (dual energy X-ray absorptiometry – DXA), рентгеновская компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). Разница в ослаблении рентгеновского излучения тканями и различные характеристики их МР-сигнала позволяют дифференцировать на изображениях жировую ткань и другие мягкие ткани, а также измерять их площади – на одном изображении и объёмы – на сериях изображений. Точность измерения каждой из тканей зависит от степени контрастности тканей на изображении и пространственного разрешения метода [1].

Сам термин «состав тела» подразумевает, что тело может быть разделено на несколько компонентов. Традиционно используются двух-, трёх- и четы-

рехкомпонентная модели, а также пятиуровневая многокомпонентная модель [2]. Последняя была предложена в исследовании Z.M. Wang и соавт. (1992 г.), в этой модели были определены пять уровней организации тела: элементарный, молекулярный, клеточный, тканевый (функциональный) и уровень организма в целом.

При ДРА анализ состава тела проводят на молекулярном уровне. Компонентами данного уровня являются вода, липиды, безжировая масса, белки, углеводы и минеральные вещества. Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия считается эталоном в измерении таких компонентов молекулярного уровня, как липиды (жировая масса) и безжировая масса. Оценка состава тела при помощи КТ и МРТ происходит на тканевом уровне, который представлен жировой, скелетно-мышечной, костной и другими тканями,

а также внутренними органами. Внутри жировой ткани определяют отдельные составляющие: подкожную, висцеральную и внутримышечную или интерстициальную жировую ткань. Висцеральная жировая ткань в дальнейшем может быть разделена на забрюшинную и внутрибрюшную (Abate, 1994).

В клинической практике результаты анализа состава тела позволяют оценивать темпы прогрессирования раковой кахексии, в частности саркопении (потери мышечной массы), у онкологических пациентов, изменения физического состояния больных, определять риски выполнения инвазивных процедур, а также оценивать общий прогноз заболевания [3–5]. Кроме того, имеется ряд публикаций, в которых авторы обращают внимание, что на основании данных анализа состава тела возможна коррекция химиотерапевтического лечения путем оптимизации дозы и объема химиотерапии [6].

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия

Изначально ДРА была предложена как способ оценки содержания минералов в бедренной кости и поясничных позвонках для диагностики остеопороза. Однако аппараты для ДРА можно применять и для изучения состава тела. Лучевая нагрузка при этом исследовании низкая (5–7 мкЗв), оно несложное в исполнении и интерпретации.

Физическая сущность двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии подробно изложена в работах S.B. Heumtsfield и соавт. (1997, 2005 гг.). При ДРА на детекторах измеряется ослабление рентгеновского излучения при двух значениях тока на трубке (обычно при 40 и 70 кВ). Проницаемость фотонов с более высоким уровнем энергии выше, чем фотонов с низким уровнем энергии, таким образом, на детекторы поступают два разных измерения для каждого пикселя. Эти характеристики ослабления используются для определения

фракции каждого компонента в изучаемом пикселе: в пикселях, не содержащих костную ткань, можно выделить жировой и безжировой компоненты; в пикселях, содержащих костную ткань, – костный и мягкотканый компоненты. Таким образом, при ДРА возможно достоверно дифференцировать два различных вида ткани.

Наиболее часто ДРА применяется для измерения содержания и плотности костных минералов (bone mineral density, BMD). При этом значения плотности костных минералов выражаются на единицу площади (г/см). При оценке состава тела двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия позволяет точно оценить жировую и безжировую массу тела, также этот метод широко используется для оценки скелетной мускулатуры конечностей. Поскольку среди мягких тканей конечностей преобладают мышцы (за исключением кожи и соединительной ткани), ДРА позволяет измерить относительную и абсолютную массу скелетной мускулатуры конечностей, которая в дальнейшем может использоваться для определения скелетно-мышечного индекса конечностей: масса скелетной мускулатуры конечностей, соотношенная с квадратом роста пациента (кг/м²). Данный подход был предложен в работе R.N. Baumgartner и соавт. (1998 г.), и, поскольку в более ранних публикациях специфические критерии недостаточности скелетной мускулатуры отсутствовали, авторы предложили считать показатели ниже двух стандартных отклонений от средней мышечной массы здоровых людей того же возраста и пола признаком проявления саркопении (истощения скелетной мускулатуры). При исследовании 2200 пациентов R.N. Baumgartner и соавт. были определены следующие значения этого показателя: для мужчин – 7,26 кг/м², для женщин – 5,45 кг/м².

Основным ограничением ДРА является невозможность дифференцировать подкожную и висцеральную жировую ткань и со-

ответственно сравнить их объемы, так как при ДРА жировая ткань оценивается как сумма всех жировых элементов.

Считается, что ДРА, наряду с КТ и МРТ, является «золотым стандартом» в оценке структуры тела, однако несомненное преимущество КТ и МРТ состоит в возможности дифференцированно оценивать мягкотканые структуры (скелетную мускулатуру, висцеральные органы, мозг) и различные компоненты жировой ткани (подкожную, висцеральную, внутримышечную) [7]. J. R. Lieffers и соавт. (2009 г.) на примере пациентов с колоректальным раком и метастатическим поражением печени продемонстрировали возможности КТ в определении изменений соотношения тканей внутри органно-мышечного (безжирового) компонента. В ходе исследования было выявлено увеличение массы и объема печени (вместе с метастазами) и селезенки с одновременным выраженным снижением мышечной массы в последние 3 мес жизни пациентов. Указанные изменения в рамках безжирового компонента невозможно измерить с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии [8].

Компьютерная томография

Компьютерная томография как метод послойного изучения тканей не имеет суммационного эффекта, что позволяет четко дифференцировать ткани в исследуемом слое.

Компьютерная томография использовалась для анализа состава тела начиная с 1980-х годов [9]. Одной из первых публикаций на эту тему была работа S.B. Heumtsfield и соавт. (1979 г.), в которой авторы использовали КТ для оценки площади мышечной и жировой тканей конечностей с последующим их сравнением с результатами антропометрического метода.

Компьютерная томография является удобным и быстрым методом оценки площади тканей и их объемов, которые могут

быть напрямую измерены на КТ-сканах. Разные ткани имеют различные характеристики ослабления, соответственно и разные значения единиц Хаунсфилда (Hounsfield Units, HU). Таким образом, при обозначении определенного диапазона показателей плотности HU, характерного для данной ткани, она может быть выделена (сегментирована) вручную или автоматически, вне зависимости от уровня и ширины окна. Для мышечной ткани, кожи и висцеральных органов этот диапазон составляет от -29 до 150 HU, для подкожной и внутримышечной жировой ткани – от -190 до -30 HU, для висцеральной жировой ткани – от -150 до -50 HU, для костной ткани – от 151 до 2500 HU и для газа – от -1000 до -191 HU. Постпроцессинговая обработка изображений может выполняться вручную или автоматически с помощью специального программного обеспечения, как в двухмерном (2D) (сегментирование на одном скане), так и в трёхмерном (3D) режимах, что позволяет сегментировать ткани сразу на серии изображений. Автоматическая обработка изображений является предпочтительной, так как она требует меньших временных затрат и сокращает интра- и интер-операторские ошибки.

При анализе состава тела компьютерная томография благодаря высокому пространственному разрешению позволяет не только детально оценить различные ткани, но и их распределение внутри организма. Так, при помощи КТ можно определить распределение жировой ткани туловища (отдельно определить площадь подкожной, висцеральной и внутримышечной жировой ткани), что невозможно сделать при помощи ДРА. На рисунке 1 (собственное исследование) представлены КТ-сканы двух пациентов с одинаковым значением индекса массы тела (ИМТ), но с разным типом распределения жировой клетчатки.

В настоящее время КТ считается точным и удобным с практической точки зрения методом

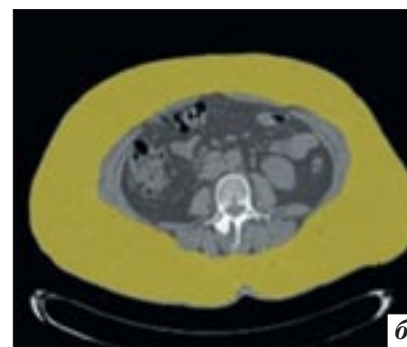
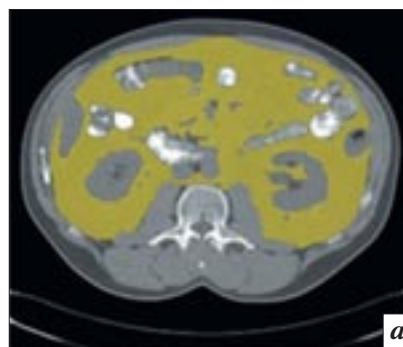


Рис. 1. Ожирение по мужскому типу (а) – за счет избыточной висцеральной жировой ткани и по женскому типу (б) – за счет избыточной подкожной жировой ткани.

оценки структуры тела и в некоторых исследованиях используется в качестве референсного метода, однако применение КТ ограничено у пациентов, не имеющих показаний к ее проведению в связи с высокой лучевой нагрузкой (2,7–10 мЗв). Облучение здоровых людей исключительно в целях оценки структуры тела считается неэтичным. Однако это не относится к пациентам со злокачественными новообразованиями, так как в этой группе пациентов КТ является обязательной составной частью плановых исследований для диагностики, стадирования, наблюдения и оценки ответа на терапию (RECIST) [10]. Данные КТ можно использовать для оценки структуры тела, не проводя при этом дополнительных исследований и не подвергая пациента повторной лучевой нагрузке. Таким образом, с клинической точки зрения данный подход позволяет рассматривать КТ как метод выбора для характеристики состояния и оценки состава тела пациентов с онкологическими заболеваниями [11].

Несомненными преимуществами данного метода являются быстрота выполнения, детальная визуализация тканей и их количественные характеристики (выраженные в HU), высокое пространственное разрешение и небольшое по сравнению с МРТ количество артефактов на изображениях. Анализ КТ-сканов происходит полуавтоматически или автоматически, при этом сразу выделяется большой объем

тканей и не требуется значительных временных затрат. Кроме того, КТ-сканеры более доступны по сравнению с МРТ, а КТ-исследования менее дорогостоящие.

Магнитно-резонансная томография

В настоящее время для оценки состава тела широко применяется и магнитно-резонансная томография. Несомненным плюсом этого метода является отсутствие ионизирующего излучения, что позволяет применять его во всех группах пациентов независимо от пола и возраста.

Контрастность тканей на МР-изображениях зависит от МР-характеристик этих тканей, таких как протонная плотность (плотность атомов водорода), время продольной (T1) и поперечной (T2) релаксации. Благодаря этим свойствам на изображениях создается контраст между жировой тканью и другими мягкими тканями. Несмотря на то что контрастность между скелетными мышцами и жировой тканью более выражена на T2-взвешенных изображениях (ВИ), чем на T1-ВИ, где мышцы более гиперинтенсивные, оценка жировой ткани на T2-ВИ не проводится из-за изоинтенсивности жира и жидкости на изображениях этой взвешенности.

Наиболее часто анализ МРТ-сканов осуществляется вручную или полуавтоматически на T1-ВИ (алгоритм region growing), основываясь на характеристиках интенсивности пикселей. По-

сколькo выполнение и анализ МРТ всего тела требует существенных временных затрат, обычно анализ проводится на нескольких томограммах на различных уровнях.

Ряд авторов предложили автоматические способы анализа состава тела при МРТ-исследованиях. J. Kullberg и соавт. (2006 г.) сравнивали точность методики автоматического T1-картирования всего тела и неавтоматизированного (мануального) способа обработки томограмм. Авторы показали, что автоматический анализ жировой ткани с помощью методики T1-картирования всего тела является предпочтительным по сравнению со стандартными T1-протоколами. Однако по сравнению с компьютерной томографией МРТ несколько переоценивает объем подкожной жировой клетчатки и недооценивает объем висцеральной жировой клетчатки, но, несмотря на это, считается точным методом для оценки жирового компонента при анализе структуры тела [12].

В работе A. J. MacDonald и соавт. (2011 г.) представлены обзор и сравнение результатов исследований, в которых для оценки состава тела использовались томографические методы. В большинстве исследований коэффициент вариации составил 1–2%. Среднее значение вариации вследствие технических ошибок, связанных с положением пациента и выбором скана, составило 1,5–2,5% при сравнении результатов измерений томограмм одного и того же пациента. Наибольшее значение коэффициент вариации имел при измерении висцеральной жировой клетчатки на МР-томограммах, вплоть до 10%, что связано с трудностями в постпроцессинговой обработке и точной сегментации. Низкая воспроизводимость результатов, как указывают авторы, может быть следствием неправильного выбора уровня скана, поэтому при анализе состава тела необходимо иметь четкий анатомический ориентир (например, тело L3 позвонка, а не мягкие ткани или органы).

Источниками потенциальных ошибок при проведении анализа структуры тела являются неправильное положение тела пациента, технические ошибки при сканировании, движения пациента во время исследования, некорректный выбор скана и ошибочная интерпретация изображения (неточное выделение мышц с захватом прилежащих органов, имеющих аналогичные плотностные характеристики, включение содержимого кишки при оценке висцеральной жировой клетчатки). Авторы обращают внимание на то, что при МРТ достаточно высока частота артефактов на изображениях, как технических, так и операторских [13].

Методика оценки состава тела по одному аксиальному скану

Имеется ряд публикаций, в которых оценка состава тела проводилась на основании измерений площади тканей на одном аксиальном КТ- или МРТ-скане [14, 15]. В основе этих работ лежит исследование W. Shen и соавт. (2004 г.), в которое были включены 327 добровольцев. Авторами было доказано, что площадь жировой и мышечной ткани, измеренная на уровне тел L4–L5 позвонков, имеет прямую корреляцию с объемом жировой и мышечной массы всего тела. При этом отмечено, что мышечная ткань имеет большую корреляцию на 5 см выше уровня L4–L5 позвонков, $r^2=0,855$ (доверительный интервал (ДИ) $95\% \pm 5,190$), а жировая ткань имеет большую корреляцию на 5 см ниже уровня L4–L5 позвонков, $r^2=0,927$ (ДИ $95\% \pm 6,170$). В дальнейшем результаты этого исследования были подтверждены M. Mourtzakis и соавт. (2008 г.) в группе пациентов с распространенным колоректальным раком и немелкоклеточным раком легких. Была отмечена выраженная корреляция между результатами измерения площадей скелетной мускулатуры и жировой ткани на уровне тела L3 позвонка и общим объемом мышечного и жирового ком-

понентов тела. Применение данного подхода для оценки состава тела может позволить значительно сократить лучевую нагрузку и сделать возможным применение КТ в более широких группах пациентов.

При получении изображения только одного скана на определенном уровне доза составляет менее 0,1 мЗв, что может быть сопоставимо с дозой, которую человек получает в течение нескольких недель при воздействии естественного радиационного фона (данные The International Commission on Radiological Protection (ICRP): Radiological Protection in Biomedical Research. ICRP publication 62. Oxford, UK: Pergamon Press; 1993). Однако при данном методе оценки состава тела стандартная и средняя остаточная ошибки довольно значимые, таким образом, данный способ предпочтительней использовать для анализа состава тела групп пациентов, а не для индивидуальной оценки [13].

Клиническое применение оценки состава тела

В настоящее время в группе онкологических больных КТ считается методом выбора для оценки состава тела не только из-за широкого ее применения в качестве диагностического метода у этой категории пациентов, но и в связи с большей доступностью компьютерных томографов по сравнению с ДРА и МР-томографами [16]. Результаты КТ-исследований могут использоваться для контроля проводимой нутритивной поддержки этих пациентов. Положительным эффектом нутритивной поддержки является стабилизация или увеличение массы тела пациентов. Вместе с тем увеличение массы тела пациентов может быть обусловлено увеличением массы жировой ткани или развитием отеков, сочетающихся с нарастанием потери мышечной массы. Таким образом, дифференцированный подход к оценке структуры тела позволяет более точно оценивать эффективность проводимого лечения.

Однако, несмотря на простоту выполнения, оценка состава тела у онкологических больных на сегодняшний день не имеет широкого клинического применения. Поскольку в данной группе больных структура тела, в частности наличие саркопении, может иметь связь с клиническим прогнозом пациентов, в заключениях КТ- и МРТ-исследований целесообразно отмечать наличие или отсутствие саркопении и изменения в структуре тела больных в динамике наблюдения. Необходимы новые программы для легкой и быстрой постпроцессинговой обработки изображений, позволяющие оценить состав тела больных, и для стандартизованного представления результатов в протоколе, как это происходит при таком часто выполняемом исследовании, как денситометрия (с целью диагностики остеопении и остеопороза) [17]. По аналогии с денситометрией, лечащим врачам весьма полезна информация о том, насколько снижено функциональное состояние пациентов на различных стадиях развития онкологического процесса, подвержены ли они метаболическим нарушениям, насколько целесообразно оперативное вмешательство и каков его прогноз.

Особый интерес результаты КТ- и МРТ-исследований представляют для оценки состава тела пациентов с раковой кахексией, поскольку, по приблизительным данным, она встречается у 30–50% пациентов с раком желудочно-кишечного тракта и широко распространена (до 80%) у больных распространенным раком поджелудочной железы [18]. Оценка кахексии важна как с клинической, так и с исследовательской точки зрения. Изучение механизмов возникновения синдрома кахексии способствует эффективному лечению и более благоприятному течению заболевания. Авторы отмечают, что одним из ведущих компонентов данного синдрома является истощение скелетной мускулатуры (саркопении), и лучевые методы исследования могут широко ис-

пользоваться для оценки этого состояния [16].

Методика оценки саркопении, предложенная коллективом авторов под руководством V. Varacos (2008 г.), состоит в следующем: измеряется площадь скелетной мускулатуры на сканах, выполненных на уровне тела III поясничного позвонка. Полученные результаты сравниваются непосредственно по площади, либо используются уравнения, позволяющие оценить массу жировой и массу мышечной ткани, либо для этой цели применяется скелетно-мышечный индекс L3 (СМИ L3).

По аналогии со скелетно-мышечным индексом конечностей, который вычисляется по данным ДРА, площадь мышечной ткани на уровне L3 позвонка используется для подсчета СМИ L3. Для оценки площади мышечной ткани расчёты производятся на двух последовательных аксиальных срезах на уровне тела III поясничного позвонка, причем первым считается тот скан, на котором четко визуализируются оба поперечных отростка позвонка. Для каждого среза, вручную или автоматически, рассчитывается сумма площадей всех поперечно-полосатых мышц (*m. psoas major*, *m. erector spinae*, *m. quadratus lumborum*, *m. obliquus externus abdominis*, *m. obliquus internus abdominis*, *m. transversus abdominis*, *m. rectus abdominis*) (рис. 2). Затем из двух полученных показателей вычисляется среднее арифметическое значение, которое соотносится с квадратом роста пациента, по аналогии с расчетом индекса массы тела. Пороговыми значениями СМИ L3, ниже которых состояние расценивается как саркопения, составляет $52,4 \text{ см}^2/\text{м}^2$ для мужчин и $38,5 \text{ см}^2/\text{м}^2$ для женщин [19]. Данные значения были определены в популяционном исследовании С.М. Prado и соавт. (2008 г.) в группе пациентов с опухолями дыхательной системы и желудочно-кишечного тракта.

На рисунке 3 представлен сегментированный КТ-скан, где каждая из тканей выделена от-

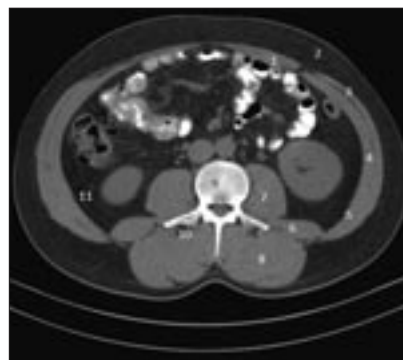


Рис. 2. На КТ-скане, выполненном на уровне тела позвонка L3, представлены структуры, которые сегментируются для оценки состава тела: 1 – *m. rectus abdominis*; 2 – подкожная жировая ткань; 3, 4 – *m. obliquus externus abdominis*; 5 – *m. obliquus internus abdominis*; 6 – *m. quadratus lumborum*; 7 – *m. psoas major*; 8 – *m. erector spinae*; 9 – тело L3 позвонка; 10 – внутримышечная жировая ткань; 11 – висцеральная жировая ткань.

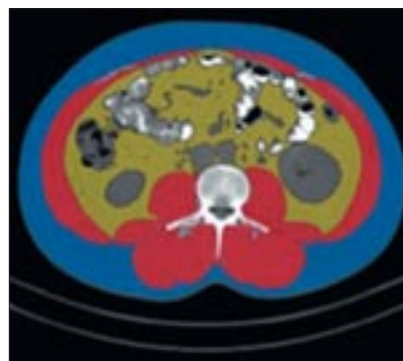


Рис. 3. Сегментированное изображение с выделением различных тканей соответствующим цветом: красный – скелетные мышцы, желтый – висцеральная жировая ткань, голубой – подкожная жировая ткань, светло-серый – внутримышечная жировая ткань.

дельным цветом на основании различных значений единиц Хансфилда.

Некоторые авторы считают, что наличие саркопении и изменений в составе тела пациентов может влиять на токсичность химиотерапевтического лечения. Традиционно дозировка химиотерапевтических препаратов осуществляется из расчета на площадь поверхности тела пациента, при этом не во всех случаях есть возможность адекватного прогнозирования токсичности предполагаемого химиотерапевтического лечения. В ходе исследований,

в которых проводилось сравнение результатов традиционного дозирования химиотерапевтических препаратов и нового подхода, основанного на расчете дозы препарата исходя из значений безжировой массы тела, было показано, что применение последнего позволяет лучше прогнозировать токсичность химиотерапевтического лечения [20].

Таким образом, томографические методы (КТ и МРТ) являются предпочтительными для оценки состава тела. Они позволяют точно оценить мышечную массу и детальное распределение всех трех компонентов жировой массы, а также отдельно дифференцировать внутренние органы и мышцы внутри безжировой массы. Развитие новых технологий сканирования, программного обеспечения для быстрого и автоматического анализа изображений позволит более широко применять данные методы с целью анализа состава тела в ежедневной клинической практике.

Литература

1. *Imaging body composition in obesity and weight loss: challenges and opportunities* / H.J. Silver, E.B. Welch, M.J. Avison, K. D. Niswender // *Diabetes Metab. Syndr. Obesity*. – 2010. – Vol. 3. – P. 337–347.
2. Мартыросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. *Технологии и методы определения состава тела человека*. – М.: Наука, 2006.
3. Janssen I., Heymsfield S.B., Ross R. *Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability* // *J. Am. Geriatr. Soc.* – 2002. – Vol. 50. – P. 889–896.
4. *Nutritional assessment: Lean body mass depletion at hospital admission is associated with an increased length of stay* / C. Pichard, U.G. Kyle, A. Morabia et al. // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2004. – Vol. 79. – P. 613–618.
5. *Sarcopenia is predictive of nosocomial infection in care of the elderly* / G. Cosqueric, A. Sebag, C. Ducolombier et al. // *Br. J. Nutr.* – 2006. – Vol. 96. – P. 895–901.
6. *Sarcopenia as a determinant of chemotherapy toxicity and time to tumor progression in metastatic breast cancer patients receiving capecitabine treatment* / C.M. Prado, V.E. Baracos, L.J. McCargar et al. // *Clin. Cancer Res.* – 2009. – Vol. 15, № 8. – P. 2920–2926.
7. *A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care* / M. Mourtzakis, C.M. Prado, J.R. Lieffers et al. // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* – 2008. – Vol. 33. – P. 997–1006.
8. *A viscerally driven cachexia syndrome in patients with advanced colorectal cancer: contributions of organ and tumor mass to whole-body energy demands* / J. R. Lieffers, M. Mourtzakis, K. D. Hall et al. // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2009. – Vol. 89. – P. 1173–1179.
9. *A radiographic method of quantifying protein-calorie undernutrition* / S.B. Heymsfield, R. P. Olafson, M.H. Kutner, D.W. Nixon // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1979. – Vol. 32. – P. 693–702.
10. *New response evaluation criteria in solid tumours: Revised RECIST guideline (version 1.1)* / E.A. Eisenhauer, P. Therasse, J. Bogaerts et al. // *Eur. J. Cancer*. – 2009. – Vol. 45. – P. 228–247.
11. *Body composition in patients with non-small cell lung cancer: a contemporary view of cancer cachexia with the use of computed tomography image analysis* / V. E. Baracos, T. Reiman, M. Mourtzakis et al. // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2010. – Vol. 91, Suppl. – P. 1133S–1137S.
12. *Whole-body adipose tissue analysis: comparison of MRI, CT and dual energy X-ray absorptiometry* / J. Kullberg, J. Brandberg, J.-E. Angelhed et al. // *Brit. J. Radiol.* – 2009. – Vol. 82. – P. 123–130.
13. MacDonald A. J., Greig C.A., Baracos V. *The advantages and limitations of cross-sectional body composition analysis* // *Cur. Opin. Support. Palliat. Care*. – 2011. – Vol. 5, № 4. – P. 342–349.
14. *Visceral adipose tissue: Relations between single-slice areas and total volume* / W. Shen, M. Punyanitya, Z. Wang et al. // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2004. – Vol. 80. – P. 271–278.
15. *Total body skeletal muscle and adipose tissue volumes: Estimation from a single abdominal cross-sectional image* / W. Shen, M. Punyanitya, Z. Wang et al. // *J. Appl. Physiol.* – 2004. – Vol. 7. – P. 2333–2338.
16. Prado C.M., Birdsell L.A., Baracos V. E. *The emerging role of computerized tomography in assessing cancer cachexia* // *Cur. Opin. Support. Palliat. Care*. – 2009. – Vol. 3. – P. 269–275.
17. *Dual energy X-ray absorptiometry for bone mineral density and body composition assessment*. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010.
18. *Sarcopenia in an overweight or obese patient is an adverse prognostic factor in pancreatic cancer* / B.H.L. Tan, L. A. Birdsell, L. Martin et al. // *Clin. Cancer Res.* – 2009. – Vol. 15, № 22. – P. 6973–6979.
19. *Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: A population-based study* / C.M. Prado, J.R. Lieffers, L.J. McCargar et al. // *Lancet Oncol.* – 2008. – Vol. 9. – P. 629–635.
20. *Two faces of drug therapy in cancer: drug-related lean tissue loss and its adverse consequences to survival and toxicity* / C.M. Prado, S. Antoun, M. B. Sawyer, V.E. Baracos // *Cur. Opin. Clin. Nutr. Metabol. Care*. – 2011. – Vol. 14. – P. 250–254.

Поступила 23.02.2013

Информация для авторов

Общие сведения

Рукописи и письма в редакцию направляйте по адресу: 121552, Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15А, корпус 4, каб. 320. В отдельных случаях, по согласованию с редакцией, статью можно отправить по электронной почте, на E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Главный редактор журнала – д.м.н., профессор Савченко Анатолий Петрович,
тел. (495) 414-63-83, факс (495) 414-66-99 (с пометкой «для проф. А.П. Савченко»).

Зав. редакцией – д.м.н. Черкавская Ольга Владимировна,
тел. (495) 414-63-86, E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Ответственный секретарь – к.м.н. Коробкова Ирина Захаровна,
тел. (495) 414-62-94, E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Принимая рукопись к рассмотрению, редакция предполагает, что работа не была ранее напечатана или одновременно направлена в какие-либо другие печатные издания. Рукопись необходимо снабдить **информационным письмом**, указав в нём полное имя, отчество и фамилию автора, его почтовый адрес, **контактный телефон**, **адрес электронной почты**, а также место работы, ученую степень и звание. Такие сведения следует привести обо всех авторах статьи.

Принятые редакцией материалы могут быть подвергнуты редакционной правке для устранения опечаток, грамматических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей и придания тексту большей ясности и лаконичности.

Редакция оставляет за собой право размещения статей в электронной библиотеке e-library.ru безвозмездно.

Научная направленность. В журнале «Вестник рентгенологии и радиологии» публикуются статьи, освещающие широкий спектр вопросов лучевой диагностики (рентген, УЗИ, КТ, МРТ, радионуклидные исследования), современных лучевых и эндоваскулярных методов лечения в различных областях медицины.

Требования к рукописям

Статья должна быть представлена в цифровом виде, на компакт-диске со всеми текстовыми материалами, таблицами и иллюстрациями. Тексты должны быть набраны в Word for Windows, иллюстрации выполнены в электронном виде в редакторе *Adobe Photoshop* с расширением tiff или jpeg. К компакт-диску должен прилагаться печатный вариант рукописи со всеми текстовыми и иллюстративными материалами в **двух** идентичных экземплярах, с обязательной нумерацией страниц.

Общий объем рукописи не должен превышать 15 страниц машинописного текста. Стандартная страница печатается на одной стороне бумажного листа формата А4 в программе Microsoft Office Word, интервал – 1.5, размер шрифта 14, ширина полей – обычная (левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее 2 см, нижнее 2 см).

В общий объем рукописи входят все текстовые материалы, включая резюме, таблицы, список литературы, а также иллюстрации и подписи к ним.

Материалы предоставляются в следующем порядке: на первой странице – название статьи, инициалы и фамилии авторов (без указания их ученых степеней и званий), название учреждения или учреждений, где была выполнена работа, резюме и ключевые слова; затем следует текст статьи, таблицы, список литературы, рисунки и подписи к рисункам. Название учреждения приводится полностью, например ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения РФ или ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения РФ.

В тексте статьи, обобщающей результаты собственных исследований, должны быть представлены следующие разделы: введение, материал и методы, результаты, обсуждение результатов, выводы (заключение). Таблицы, рисунки, подписи к рисункам и список литературы должны быть представлены отдельными файлами. Рисунки могут быть черно-белыми или цветными; графики, диаграммы,

таблицы – только черно-белыми. Допустимо применение общепринятых сокращений, а также авторских аббревиатур. При первом употреблении термин приводится полностью, а в скобках указывается аббревиатура. Ссылки на литературные источники в тексте сопровождаются арабскими цифрами, заключёнными в квадратные скобки и соответствующими номеру библиографического источника в списке литературы. Каждая таблица, если в тексте их больше одной, должна иметь порядковый номер, обозначенный арабской цифрой. Название таблицы печатается с новой строки. Перегруженные цифрами таблицы публиковаться не будут. Не следует дублировать в таблицах числовые данные, приводимые в тексте статьи.

Список литературы не должен содержать более 15 наименований, в обзорах допускается до 30. Источники приводятся в порядке цитирования. Ссылки на книги и статьи представляются согласно общим требованиям, предъявляемым к библиографическим ссылкам.

Подписи под рисунками должны полностью соответствовать номерам иллюстраций, а обозначения в подписях – обозначениям на самих рисунках.

Иллюстрации представляются в электронном виде (см. выше).

Объем резюме не более 200 слов. В резюме отражается цель работы, перечисляются применявшиеся авторами методы, приводятся краткие сведения о материале и основные результаты. Резюме должно быть структурированным, т.е. цель, материал и методы, результаты исследования и выводы выделяются шрифтом и печатаются с новой строки. На той же странице приводятся ключевые слова (не более шести), т.е. термины, отражающие основное содержание работы.

Внимание! Автор гарантирует, что он обладает исключительными авторскими правами на передаваемую Издательству статью и несет полную материальную и юридическую ответственность за достоверность содержания статьи.

Рукописи, не отвечающие приведенным выше требованиям, с множеством стилистических погрешностей, грамматических и синтаксических ошибок не публикуются и авторам не возвращаются. Все статьи проходят процедуру научного рецензирования.

Статьи публикуются бесплатно.

Авторский экземпляр журнала высылается автору наложенным платежом (можно получить и в редакции) при условии безналичной оплаты или оформления полугодовой подписки (информация на сайте rusradiology.ru).