

3.2016

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

ISSN 1607-0771 (Print)
ISSN 2408-9494 (Online)

Официальный журнал Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине

www.vidar.ru

www.usfd.vidar.ru

www.medimage.ru

ВИДАР

ISSN 1607-0771 (Print)
ISSN 2408-9494 (Online)

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

3.2016

Главный редактор В.В. Митьков

Зам. главного редактора В.А. Сандриков
М.Д. Митькова

Редакторы

ультразвуковая
диагностика

М.Н. Алехин
М.И. Пыков
М.К. Рыбакова
Е.В. Федорова

функциональная
диагностика

Г.Г. Иванов
В.П. Куликов
В.И. Садовников

Редакционный совет

Абухамад А., США
Агеева М.И., Россия
Балахонова Т.В., Россия
Беляева О.А., Россия
Бондаренко В.О., Россия
Брюховецкий Ю.А., Россия
Буланов М.Н., Россия
Бурков С.Г., Россия
Ватолин К.В., Россия
Верзакова И.В., Россия
Веропотвелян Н.П., Украина
Воеводин С.М., Россия
Глазун Л.О., Россия
Гречанина Е.Я., Украина
Гус А.И., Россия
Дворяковский И.В., Россия
Дворяковская Г.М., Россия
Демидов В.Н., Россия
Дитрих К., Германия

Заболотская Н.В., Россия
Затикян Е.П., Россия
Зубарев А.Р., Россия
Зубарева Е.А., Россия
Игнашин Н.С., Россия
Кинзерский А.Ю., Россия
Кунцевич Г.И., Россия
Лелюк В.Г., Россия
Лелюк С.Э., Россия
Лемешко З.А., Россия
Липман А.Д., Россия
Мартыш Н.С., Россия
Медведев В.Е., Украина
Михайлов А.В., Россия
Надточий А.Г., Россия
Наумович Е.Г., Россия
Озерская И.А., Россия
Орлова Л.П., Россия
Папаташвили А.М., Грузия

Паршин В.С., Россия
Поморцев А.В., Россия
Ридэн Т.В., Россия
Салтыкова В.Г., Россия
Сахно Ю.Ф., Россия
Синьковская Е.С., США
Синюкова Г.Т., Россия
Стыгар А.М., Россия
Татишвили Д.Г., Грузия
Трофимова Е.Ю., Россия
Тутчек Б., Швейцария
Тухбатуллин М.Г., Россия
Фазылов А.А., Узбекистан
Феоктистова Е.В., Россия
Хитрова А.Н., Россия
Чекалова М.А., Россия
Шолохов В.Н., Россия

Журнал включен ВАК РФ в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Официальный журнал Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине

Выпускается 6 раз в год

Издается с 1995 года

109028 г. Москва, а/я 16, ООО "Видар"

тел. (495) 589-8660

ПИ № ФС77-21266 от 22.06.2005 года

2000 экз.

ISSN 1607-0771 (Print)
ISSN 2408-9494 (Online)

Ultrasound & Functional Diagnostics

Ультразвуковая и функциональная диагностика

3.2016

Editor-in-Chief V.V. Mitkov

Deputy Editor-in-Chief V.A. Sandrikov
M.D. Mitkova

Editors

Ultrasound
Diagnostics

M.N. Alekhin
M.I. Pykov
M.K. Rybakova
E.V. Fedorova

Functional
Diagnostics

G.G. Ivanov
V.P. Kulikov
V.I. Sadovnikov

Editorial Board

Abuhamad A., USA
Ageeva M.I., Russia
Balakhonova T.V., Russia
Belyaeva O.A., Russia
Bondarenko V.O., Russia
Bryukhovetskiy Yu.A., Russia
Bulanov M.N., Russia
Burkov S.G., Russia
Vatolin K.V., Russia
Verzakova I.V., Russia
Veropotvelyan N.P., Ukraine
Voevodin S.M., Russia
Glazun L.O., Russia
Grechanina E.Ya., Ukraine
Gus A.I., Russia
Dvoryakovskij I.V., Russia
Dvoryakovskaya G.M., Russia
Demidov V.N., Russia
Dietrich Ch., Germany

Zabolotskaya N.V., Russia
Zatikyan E.P., Russia
Zubarev A.R., Russia
Zubareva E.A., Russia
Ignashin N.S., Russia
Kinzerskiy A.Yu., Russia
Kuntsevich G.I., Russia
Lelyuk V.G., Russia
Lelyuk S.Eh., Russia
Lemeshko Z.A., Russia
Lipman A.D., Russia
Martysh N.S., Russia
Medvedev V.E., Ukraine
Mikhajlov A.V., Russia
Nadtochij A.G., Russia
Naumovich E.G., Russia
Ozerskaya I.A., Russia
Orlova L.P., Russia
Papitashvili A.M., Georgia

Parshin V.S., Russia
Pomortsev A.V., Russia
Riden T.V., Russia
Saltykova V.G., Russia
Sakhno Yu.Ph., Russia
Sinkovskaya E.S., USA
Sinyukova G.T., Russia
Stygar A.M., Russia
Tatishvili D.G., Georgia
Trofimova E.Yu., Russia
Tutschek B., Switzerland
Tukhbatullin M.G., Russia
Fazylov A.A., Uzbekistan
Feoktistova E.V., Russia
Khitrova A.N., Russia
Chekalova M.A., Russia
Sholokhov V.N., Russia

Official Journal of Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine

VIDAR

Issues per year: 6

www.usfd.vidar.ru

E-mail: vv@mitkov.ru

Published since 1995

Tel: +7 495 589-86-60

содержание

Ультразвуковая диагностика заболеваний внутренних органов

Интраоперационный ультразвуковой мониторинг состояния почечного аллотрансплантата Н.А. Крайник, В.А. Сандриков, В.И. Садовников, М.М. Каабак, Е.Н. Платова	11
Диагностические возможности ультразвуковой эластографии сдвиговой волной при хроническом аутоиммунном тиреоидите Т.В. Иванишина, М.Д. Митькова, Н.В. Заболотская, В.В. Митьков	25
Ультразвуковая эластография сдвиговой волной при исследовании неизмененных яичек В.В. Митьков, И.М. Гогаева, М.Д. Митькова	34
Ультразвуковая эластография сдвиговой волной при микролитиазе яичек И.М. Гогаева, И.В. Казачок, М.Д. Митькова, В.В. Митьков	42
Ультразвуковая диагностика заболеваний сердца и сосудов	
Комбинированная ультразвуковая ангиологическая и стрессовая диагностика скрытой коронарной недостаточности А.Б. Тривоженко, С.А. Ярошук	49
Функциональное состояние правого желудочка у больных ишемической болезнью сердца Д.А. Швец, С.В. Поветкин	62
Ультразвуковая оценка выраженности диабетической макро- и микроангиопатии у больных сахарным диабетом 2-го типа Д.А. Головин, С.Э. Лелюк, В.Г. Лелюк	72

Другие вопросы ультразвуковой диагностики

Ультразвуковая диагностика острого гематогенного метазпифизарного остеомиелита у детей младшего возраста в соответствии со сроками развития заболевания В.Д. Завадовская, С.А. Полковникова, В.М. Масликов, А.В. Караваев, В.А. Шалыгин	82
---	----

Клинические наблюдения

Типичные эхографические и компьютерно-томографические проявления периренальной формы лимфомы почки. Картина ермолки А.И. Громов	91
Использование ультразвукового контрастного препарата Соновью в дифференциальной диагностике очагового образования почки (клиническое наблюдение) Ю.А. Степанова, О.А. Чехоева, Д.В. Калинин, А.А. Теплов, А.А. Грицкевич, С.С. Пьяникин, Н.А. Карельская	98

Мероприятия

О работе Санкт-Петербургского эхокардиографического клуба О.А. Марсальская, В.С. Никифоров, В.И. Новиков	104
Симпозиум с международным участием "Кардиология в онкологии" М.Н. Алехин	110

Подписаться на наш журнал вы можете в любом отделении связи (каталог Роспечати, раздел "Здравоохранение. Медицина"), а также в ООО "Видар"

Художники О.А. Рыченкова, А.И. Морозова
Выпускающий редактор Ю.А. Кушель
Редактирование Е.С. Самойлова
Верстка Ю.А. Кушель

Читайте о нашем журнале в сети Интернет www.usfd.vidar.ru
Адрес для связи с редакцией vv@mitkov.ru

contents

General Ultrasound

Intraoperative Ultrasound Monitoring of Renal Allograft <i>N.A. Kraynik, V.A. Sandrikov, V.I. Sadovnikov, M.M. Kaabak, E.N. Platova</i>	11
---	----

Value of Ultrasound Shear Wave Elastography in Chronic Autoimmune Thyroiditis Diagnosis <i>T.V. Ivanishina, M.D. Mitkova, N.V. Zabolotskaya, V.V. Mitkov</i>	25
--	----

Ultrasound Shear Wave Elastography in Assessment of Normal Testis Stiffness <i>V.V. Mitkov, I.M. Gogaeva, M.D. Mitkova</i>	34
--	----

Ultrasound Shear Wave Elastography in Patients with Testicular Microlithiasis <i>I.M. Gogaeva, I.V. Kazachok, M.D. Mitkova, V.V. Mitkov</i>	42
---	----

Cardiovascular Ultrasound

Doppler and Stress Echocardiography in Diagnosis of Latent Coronary Insufficiency <i>A.B. Trivozhenko, S.A. Yaroshchuk</i>	49
--	----

Right Ventricle Functional State in Patients with Coronary Artery Disease <i>D.A. Shvets, S.V. Povetkin</i>	62
---	----

Ultrasound in Assessment of Diabetic Macroangiopathy and Microangiopathy in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus <i>D.A. Golovin, S.Eh. Lelyuk, V.G. Lelyuk</i>	72
---	----

Other Trends in Ultrasound Diagnostics

Ultrasound of Acute Hematogenous Osteomyelitis in Young Children in Accordance with the Terms of the Disease <i>V.D. Zavadovskaya, S.A. Polkovnikova, V.M. Maslikov, A.V. Karavaev, V.A. Shalygin</i>	82
---	----

Case Reports

Typical Ultrasound and Computed Tomography Features of the Perirenal Lymphoma <i>A.I. Gromov</i>	91
--	----

Contrast Enhanced Ultrasound in Differential Diagnosis of the Kidney Neoplasms: Case Report <i>Yu.A. Stepanova, O.A. Chekhoeva, D.V. Kalinin, A.A. Teplov, A.A. Gritskevich, S.S. Pyanikin, N.A. Karelskaya</i>	98
---	----

Events

Saint Petersburg Echocardiography Club <i>O.A. Marsalskaya, V.S. Nikiforov, V.I. Novikov</i>	104
--	-----

Cardio-Oncology International Symposium <i>M.N. Alekhin</i>	110
---	-----

Интраоперационный ультразвуковой мониторинг состояния почечного аллотрансплантата

Н.А. Крайник, В.А. Сандриков, В.И. Садовников,
М.М. Каабак, Е.Н. Платова

ФГБНУ "Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского",
г. Москва

Интраоперационная ультразвуковая оценка почечного трансплантата была выполнена у 54 реципиентов. Из них мужского пола 33 (61,1%) человека, женского – 21 (38,9%). Возраст больных колебался от 1 до 50 лет. Возраст доноров был от 25 до 69 лет. Ультразвуковое исследование проводилось на трех этапах оперативного вмешательства на ультразвуковом сканере Profocus 2202 (BK Ultrasound, Analogic, США). Первый этап интраоперационного мониторинга – пуск кровотока по магистральным сосудам пересаженной почки, второй этап – исследование кровотока после реконструкции мочевыводящего тракта, третий этап – исследование кровотока после окончания оперативного вмешательства. Рассмотрены варианты стабилизации почечного кровотока после гемодинамического удара (пуск кровотока по магистральным сосудам). По состоянию кровотока в интраоперационном периоде пациенты были поделены на две группы. В первую группу вошли пациенты

($n = 25$), у которых максимальные значения пиковой систолической скорости кровотока по магистральным и паренхиматозным артериям приходились на второй этап мониторинга, далее у них наступала стабилизация внутриорганной гемодинамики, которая прослеживалась до конца оперативного вмешательства. У других реципиентов, которые составили вторую группу ($n = 29$), максимальные значения пиковой систолической скорости кровотока были зарегистрированы на третьем этапе интраоперационного мониторинга. В послеоперационном периоде при оценке азотовыделительной функции выявлено, что нормализация функции почечных трансплантатов протекает по-разному. У всех реципиентов первой группы нормализация азотовыделительной функции почек наступила в течение первой недели послеоперационного периода и только у двух пациентов второй группы – к моменту выписки из стационара. Установлено, что чем раньше отмечается стабилизация

Н.А. Крайник – аспирант отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ "Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского", г. Москва. В.А. Сандриков – д.м.н., профессор, академик РАН, руководитель отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ "Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского", г. Москва. В.И. Садовников – д.м.н., профессор, заведующий лабораторией функциональной диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ "Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского", г. Москва. М.М. Каабак – д.м.н., профессор, заведующий отделением пересадки почки ФГБНУ "Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского", г. Москва. Е.Н. Платова – к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории ультразвуковой диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ "Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского", г. Москва.

Контактная информация: 119991 г. Москва, Абрикосовский пер., д. 2, РНЦХ, отдел клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики, лаборатория ультразвуковой диагностики. Крайник Наталья Александровна. Тел.: +7 (499) 248-16-00. E-mail: kraynik.natalia@yandex.ru

показателей гемодинамики, тем лучше функция почечного трансплантата в раннем послеоперационном периоде.

Ключевые слова: интраоперационное ультразвуковое исследование, доплеровские методики, оценка кровотока, трансплантация почки, реперфузионное повреждение.

ВВЕДЕНИЕ

Трансплантация почки является оптимальным методом лечения при терминальной стадии нарушения секреторной и экскреторной функций почек различной этиологии [1–4], несмотря на успехи экстракорпоральной детоксикации. Имеющиеся успехи в области трансплантации органов привели к признанию и принятию данного метода лечения, отчасти в связи с этим потребность в трансплантации почки ежегодно увеличивается [5, 6]. Однако доля трансплантации почки как метода заместительной почечной терапии в нашей стране по-прежнему не превышает 25% [7].

Несмотря на прогресс в области иммуносупрессии и все более широкое распространение трансплантации почки от живого донора, полностью не исключаются ни отсроченная функция, ни отторжение, в том числе необратимое, хотя существенно снижается риск их развития [8]. Риск развития дисфункции почечного аллотрансплантата определяется сочетанным воздействием повреждающих факторов иммунной и неиммунной природы на всех стадиях его жизни [9–10].

О.С. Белорусов и соавт. (1988) [11] с помощью электромагнитной флоуметрии в условиях операционной исследовали почечную гемодинамику у живых родственных доноров в момент изъятия почки и у реципиентов после ее реваскуляризации. Авторы отметили, что в 35% случаев еще у доноров в процессе изъятия почки развивается сосудистый спазм, который почти в половине наблюдений носит необратимый характер и приводит в последующем к резкому снижению функции почечного трансплантата. Устранить пролонгированную вазоконстрикцию у реципиента достаточно сложно [11].

Интраоперационно определение кровотока почечного трансплантата реципиента непосредственно после нарушения адекватной перфузии было начато В.В. Зарецким и соавт. в 1974 г. [12] для оценки степени реперфузионного повреждения. В.А. Сандриков, В.И. Садовников (2001) [13] отмечали, что во время трансплантации почки в результате ишемического и реперфузионного повреждения теряется часть нефронов, то есть некоторое количество функционирующей паренхимы почки. Прогнозированием функции почечных трансплантатов по данным интраоперационной гемодинамики, полученной с помощью электромагнитного флоуметра, занимались многие исследователи [11, 14, 15]. Этими авторами было обнаружено, что резкое снижение кровотока по почечной артерии приводит к значительному ухудшению функционирования трансплантата в раннем послеоперационном периоде. Также была продемонстрирована прямая взаимосвязь между выраженностью реперфузионного повреждения, определяемого по объемному кровотоку почки с помощью электромагнитной флоуметрии, и характером функции пересаженной почки [13]. При этом как ранние, так и отдаленные результаты трансплантации зависят от двух основных факторов: степени повреждения органа и способности к регенерации его ткани [16].

Цель работы: определить значение комплексного ультразвукового мониторинга в интраоперационном периоде для оценки функционального состояния почечного аллотрансплантата.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Интраоперационное ультразвуковое исследование почечного трансплантата было выполнено у 54 реципиентов. Из них мужского пола 33 (61,1%) человека, женского – 21 (38,9%). Возраст больных колебался от 1 до 50 лет. Доля детей до 14 лет включительно составила 51,9% (28). Донорами являлись близкие родственники (матери – 63,0% (34) случаев, бабушки – 13,0% (7), отцы – 13,0% (7), братья и сестры – 11,1% (6)). Возраст доноров был от 25 до 69 лет. В настоящее время прослеживается тенденция в мировой практике к использованию

Таблица 1. Распределение пациентов по характеру заболеваний, приведших к хронической почечной недостаточности (n = 54)

Нозологическая форма	Абсолютное количество наблюдений	Относительное количество наблюдений, %
Хронический гломерулонефрит	4	7,4
Хронический пиелонефрит	2	3,7
Поликистоз почек	9	16,7
Гипоплазия/дисплазия	8	14,8
Нефросклероз	4	7,4
Гидронефроз	5	9,3
Пузырно-мочеточниковый рефлюкс	1	1,9
Нефронофтиз Фалькони	2	3,7
Синдром Альпорта	2	3,7
Гемолитико-уремический синдром	5	9,3
Фокально-сегментарный гломерулосклероз	2	3,7
Диабетическая нефропатия	1	1,9
Нефрит в исходе красной волчанки	1	1,9
Вторичный амилоидоз	1	1,9
Нефротический синдром неясного генеза	7	13,0

в трансплантологии почек пожилых доноров [17]. Все реципиенты находились на лечении в отделении пересадки почки ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского” с диагнозом “терминальная стадия хронической почечной недостаточности”. Заболевания, приведшие к хронической почечной недостаточности, представлены в табл. 1.

Интраоперационное исследование проводилось на трех этапах оперативного вмешательства. Использовали ультразвуковой сканер Profocus 2202 (BK Ultrasound, Analogic, США), I-образный интраопераци-

онный датчик с частотой 4–10 МГц (рис. 1), линейный датчик с частотой 4–10 МГц, конвексный датчик с частотой 3,5–7,5 МГц. Ультразвуковое исследование проводили в серошкальном режиме, в режимах цветового или энергетического доплеровского картирования и импульсноволновой доплерографии.

Первый этап интраоперационного мониторинга – пуск кровотока по магистральным сосудам пересаженной почки; второй этап – исследование кровотока после реконструкции мочевыводящего тракта: наложение уретероцистоанастомоза, уретеро-



Рис. 1. Интраоперационное исследование I-образным датчиком. а – расположение датчика в проксимальном отделе магистральной почечной артерии. б – расположение датчика в области верхнего сегмента трансплантата почки.

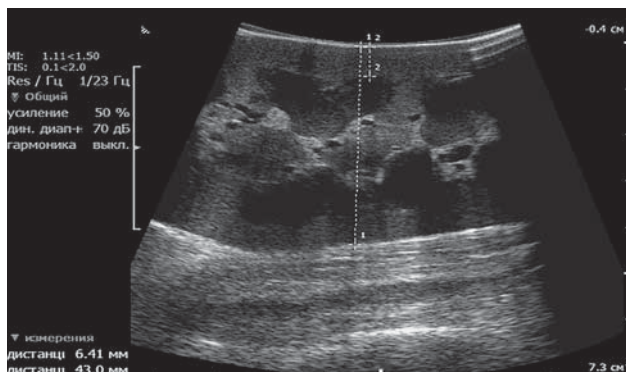


Рис. 2. Интраоперационное сканирование почечного трансплантата в серошкальном режиме с измерением передне-заднего размера почки, толщины коркового слоя паренхимы.

уретероанастомоза, пиелопиелоанастомоза и уретеропиелоанастомоза; третий этап – исследование кровотока после окончания оперативного вмешательства. По нашим данным среднее значение временного промежутка между каждым из ультразвуковых исследований составило 45 ± 21 мин ($M \pm \sigma$) (медиана – 39 мин, 5–95-й проценти – 22–81 мин, минимальное – максимальное значения – 18–118 мин).

В серошкальном режиме выполнялось измерение толщины почки и паренхимы (рис. 2), также оценивалось состояние полостной системы. В режимах цветового или энергетического доплеровского картирования обращали внимание на артериальную и венозную архитектуру синуса и паренхимы почки в участках, доступных для визуализации (рис. 3). При импульсволновой доплерографии по магистральным сосудам и паренхиматозным междолевым сосудам в области верхнего, среднего и нижнего сегментов почки производилось измерение величин, характеризующих скорость кровотока и периферическое сопротивление (рис. 4, 5). Анализировали гемодинамические показатели артериального (пиковая систолическая скорость кровотока (V_{ps}) и индекс резистентности (RI)) и венозного (максимальная (V_{max}) и минимальная (V_{min}) линейные скорости кровотока) кровотоков.

Анализировали данные мониторинга биохимических показателей (скорость клубочковой фильтрации, креатинин и мочевины сыворотки крови) до операции, на 1-е, 3-и, 5-е и 7-е сутки после операции и при выписке.

Статистическая обработка материала проведена при помощи программного обеспечения SPSS Statistics 17.0. Для описания количественных признаков использовали среднее значение (M), стандартное отклонение (σ), медиану, 5–95-й проценти, минимальное – максимальное значения. При сопоставлении групп по количественным признакам применяли t -критерий Стьюдента, по качественным – критерий χ^2 . Различия считали достоверными при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценивая в динамике данные, полученные в режиме импульсволновой доплерографии, пациенты были поделены на две группы по стабилизации кровотока в интраоперационном периоде. В первую группу вошли пациенты ($n = 25$), у которых максимальные значения пиковой систолической скорости кровотока по магистральным и паренхиматозным сосудам приходились на второй этап мониторинга, то есть через 41 ± 15 мин (36, 22–74, 18–106 мин) после пуска кровотока по магистральным сосудистым стволам, далее у них наступала стабилизация внутриорганной гемодинамики, которая прослеживалась до конца оперативного вмешательства. У других реципиентов, которые составили вторую группу ($n = 29$), максимальные значения пиковой систолической скорости кровотока были зарегистрированы на 3-м этапе интраоперационного мониторинга, то есть через 96 ± 31 мин (91, 54–145, 46–198 мин) от момента начала перфузии почки (табл. 2, 3, рис. 6). Стабилизация кровотока может быть различной и определяется в основном типом кровотока, который в свою очередь является отражением степени ишемического повреждения трансплантата и состоянием сосудистой системы [18]. Таким образом, в обеих группах стабилизация кровотока происходила на достаточно высоких скоростных показателях, но следует отметить, что время, которое для этого потребовалось, различное.

Оценивая гемодинамические показатели по магистральной почечной артерии у пациентов первой группы, мы определили, что достоверно более высокие значения пи-

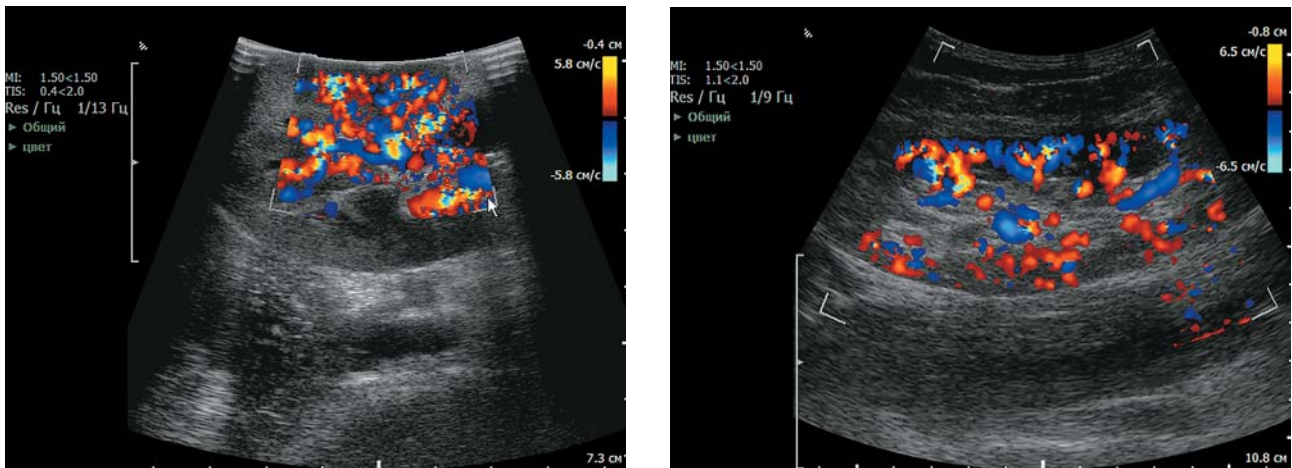


Рис. 3. Интраоперационное сканирование почечного трансплантата в серошкальном режиме и режиме цветового доплеровского картирования. Адекватная перфузия (сосудистый рисунок визуализируется практически до капсулы).

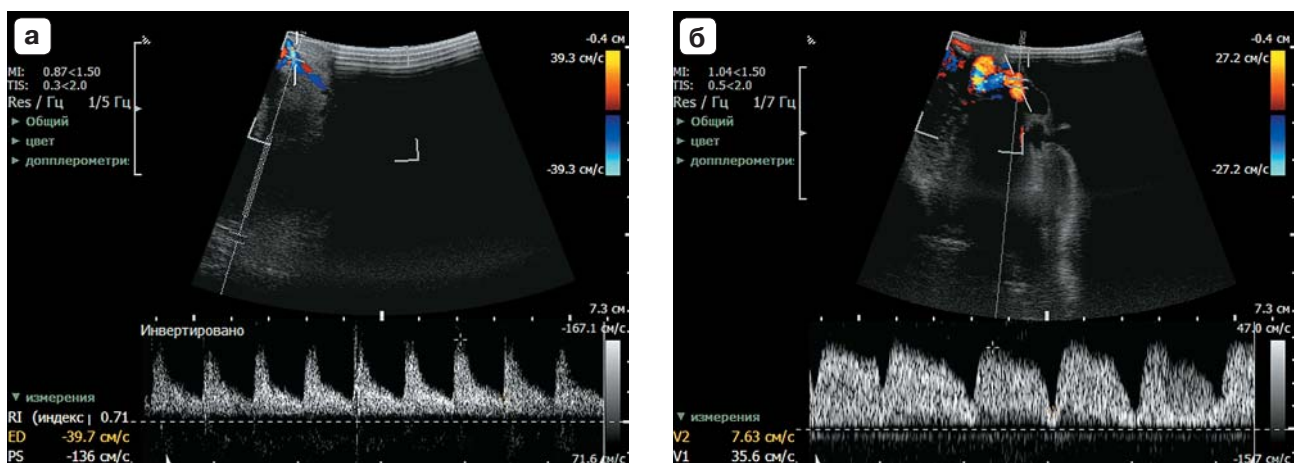


Рис. 4. Интраоперационное сканирование почечного трансплантата в серошкальном и доплерографических (цветовое доплеровское картирование, импульсно-волновая доплерография) режимах. а – кровоток по магистральной почечной артерии. б – кровоток по магистральной почечной вене.

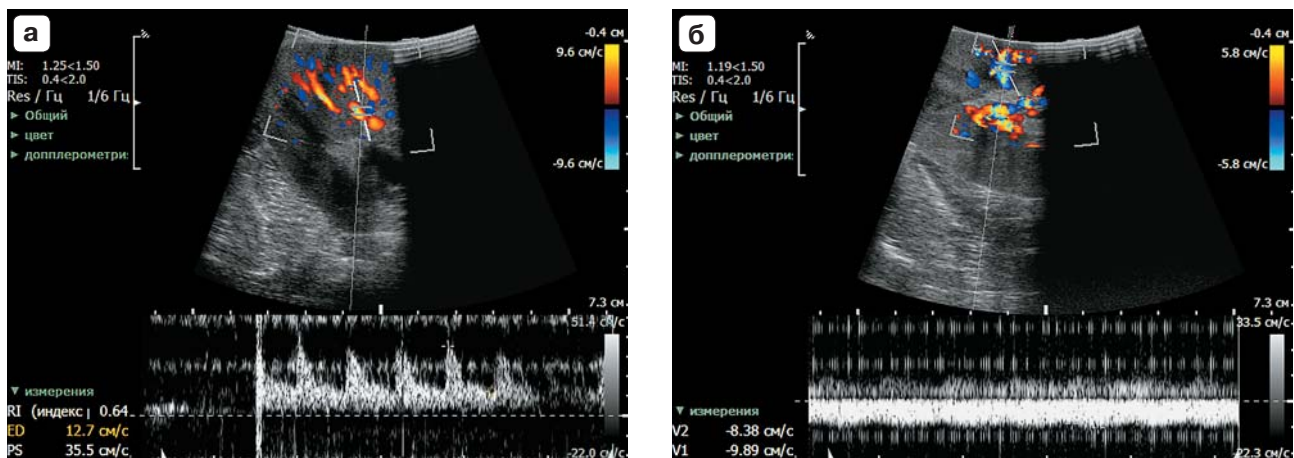


Рис. 5. Интраоперационное сканирование почечного трансплантата в серошкальном и доплерографических (цветовое доплеровское картирование, импульсно-волновая доплерография) режимах. а – кровоток по междолевой почечной артерии. б – кровоток по междолевой почечной вене.

Таблица 2. Параметры кровотока по основной магистральной артерии на разных этапах интраоперационного мониторинга почечного трансплантата (n = 54)

Статистические характеристики	Первый этап		Второй этап		Третий этап	
	Vps, м/с	RI	Vps, м/с	RI	Vps, м/с	RI
Первая группа (n = 25)						
М ± σ	1,28 ± 0,63	0,71 ± 0,15	1,55 ± 0,67*	0,62 ± 0,09*	1,54 ± 0,64^	0,65 ± 0,09 [°]
Медиана	1,20	0,69	1,42	0,62	1,05	0,64
5–95-й процентиля	0,45–2,37	0,52–1,00	0,77–2,58	0,51–0,85	0,67–2,30	0,53–0,81
Минимальное – максимальное значения	0,37–2,50	0,42–1,00	0,44–3,40	0,51–0,85	0,57–3,30	0,51–0,87
Вторая группа (n = 29)						
М ± σ	1,25 ± 0,45	0,69 ± 0,13	1,23 ± 0,59	0,57 ± 0,10	1,42 ± 0,73^#	0,74 ± 0,11 [#]
Медиана	1,25	0,70	0,98	0,68	1,16	0,75
5–95-й процентиля	0,59–2,00	0,50–0,98	0,86–1,20	0,55–0,89	0,40–2,20	0,58–0,90
Минимальное – максимальное значения	0,55–2,20	0,46–1,00	0,72–1,40	0,50–0,91	0,40–3,70	0,54–1,00

Примечание: * – достоверность различий при сравнении первого и второго этапов при $P < 0,05$, # – достоверность различий при сравнении второго и третьего этапов при $P < 0,05$, ^ – достоверность различий при сравнении первого и третьего этапов при $P < 0,05$, [°] – достоверность различий при сравнении соответствующих показателей на соответствующих этапах в первой и второй группах при $P < 0,05$.

Таблица 3. Параметры кровотока по междолевым артериям на разных этапах интраоперационного мониторинга почечного трансплантата (средний сегмент) (n = 54)

Статистические характеристики	Первый этап		Второй этап		Третий этап	
	Vps, м/с	RI	Vps, м/с	RI	Vps, м/с	RI
Первая группа (n = 25)						
М ± σ	0,13 ± 0,07	0,59 ± 0,15	0,22 ± 0,1*	0,62 ± 0,09	0,20 ± 0,08^	0,63 ± 0,10
Медиана	0,11	0,59	0,17	0,56	0,18	0,60
5–95-й процентиля	0,05–0,26	0,34–0,88	0,08–0,32	0,45–0,71	0,06–0,36	0,47–0,89
Минимальное – максимальное значения	0,01–0,28	0,26–1,00	0,06–0,38	0,45–0,75	0,05–0,40	0,47–1,00
Вторая группа (n = 29)						
М ± σ	0,17 ± 0,10	0,55 ± 0,16	0,16 ± 0,08 [°]	0,62 ± 0,15	0,23 ± 0,15^#	0,62 ± 0,11
Медиана	0,13	0,58	0,16	0,58	0,18	0,59
5–95-й процентиля	0,06–0,27	0,41–0,73	0,05–0,40	0,44–0,75	0,08–0,45	0,47–0,78
Минимальное – максимальное значения	0,05–0,32	0,41–1,00	0,03–0,32	0,43–0,76	0,07–0,48	0,43–0,84

Примечание: * – достоверность различий при сравнении первого и второго этапов при $P < 0,05$, # – достоверность различий при сравнении второго и третьего этапов при $P < 0,05$, ^ – достоверность различий при сравнении первого и третьего этапов при $P < 0,05$, [°] – достоверность различий при сравнении соответствующих показателей на соответствующих этапах в первой и второй группах при $P < 0,05$.

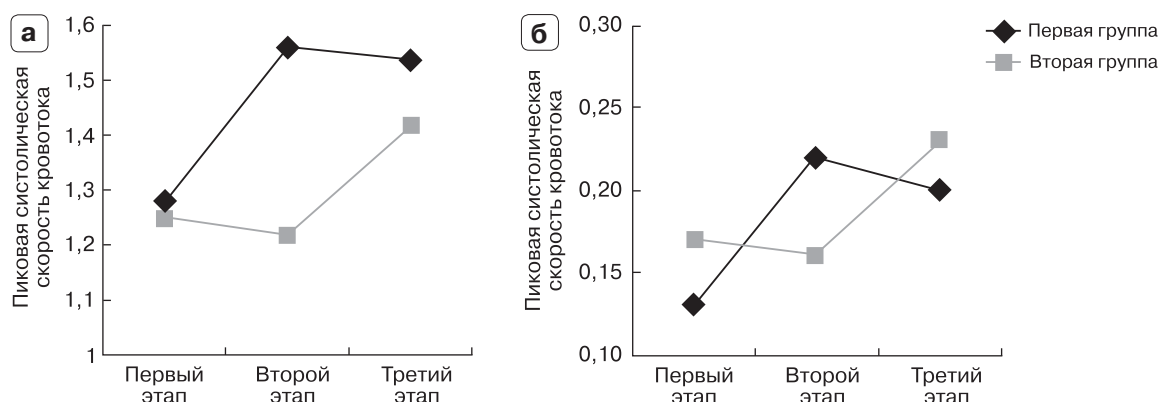


Рис. 6. Динамика пиковой систолической скорости кровотока (м/с) (средние значения) на трех этапах интраоперационного мониторинга. а – магистральная почечная артерия. б – междолевая почечная артерия среднего сегмента.

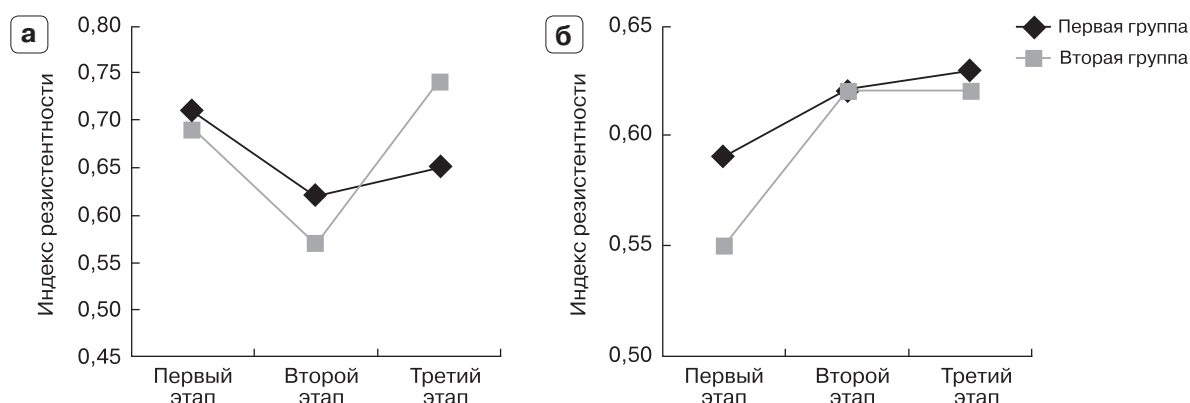


Рис. 7. Динамика индекса резистентности (средние значения) на трех этапах интраоперационного мониторинга. а – магистральная почечная артерия. б – междолевая почечная артерия среднего сегмента.

ковой систолической скорости кровотока приходились на второй этап интраоперационного исследования (по сравнению с первым этапом). При этом достоверные различия между значениями показателя на втором и третьем этапах выявлены не были. У пациентов второй группы достоверно более высокая пиковая систолическая скорость кровотока была зарегистрирована на третьем этапе интраоперационного исследования кровотока почечного трансплантата (по сравнению с первым и вторым этапами). При проведении межгруппового сравнения скоростного показателя по магистральной почечной артерии достоверные различия не определялись (см. табл. 2). При оценке пиковой систолической скорости кровотока по междолевым артериям между этапами в группах определялись аналогичные изменения. При меж-

групповом сравнении значения пиковой систолической скорости кровотока были достоверно выше в первой группе именно на втором этапе (см. табл. 3).

При оценке изменения индекса резистентности по магистральной артерии у пациентов первой группы отмечалось его достоверное снижение к моменту измерения гемодинамических показателей после реконструкции мочевыводящего тракта (второй этап). Индекс резистентности по магистральной артерии у реципиентов второй группы был нестабильным на протяжении всего интраоперационного периода (см. табл. 2). По междолевым сосудам значения индекса резистентности характеризовались одинаковыми изменениями в обеих группах (см. табл. 3) (рис. 7). Такую реакцию периферического сопротивления можно объяснить лабильностью тонуса сосудистой стенки.

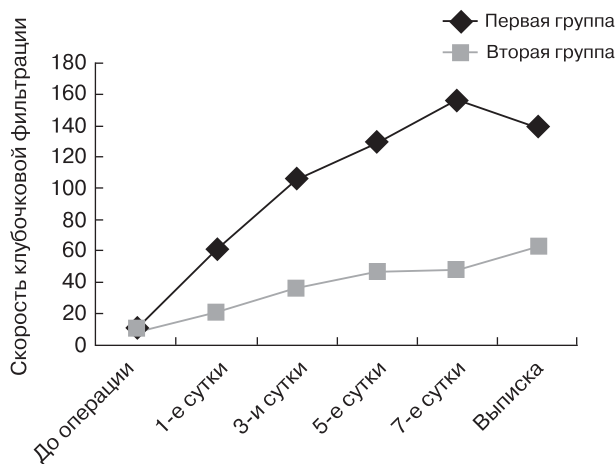


Рис. 8. Динамика скорости клубочковой фильтрации (мл/мин/1,73 м²) (средние значения) у исследуемых пациентов (до- и послеоперационный мониторинг).

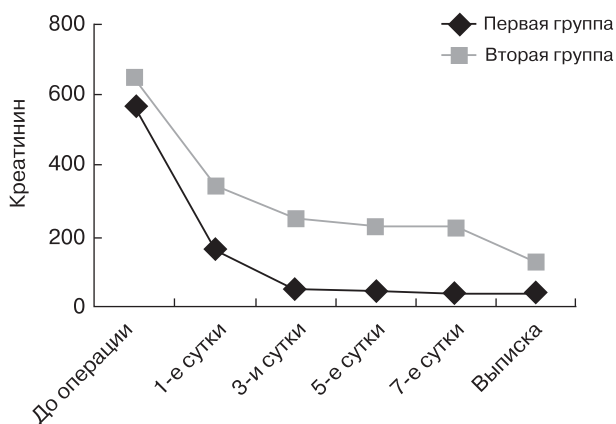


Рис. 9. Динамика креатинина сыворотки крови (мкмоль/л) (средние значения) у исследуемых пациентов (до- и послеоперационный мониторинг).

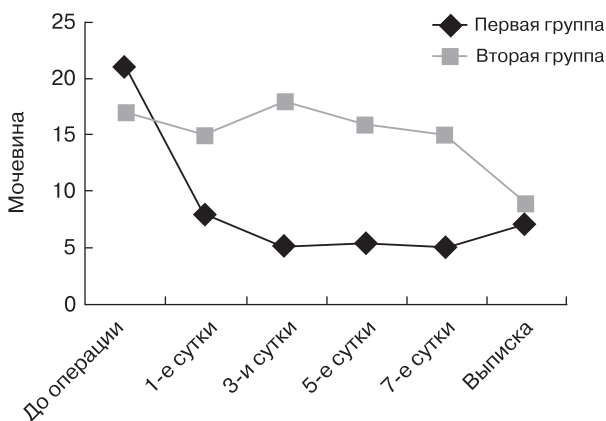


Рис. 10. Динамика мочевины сыворотки крови (ммоль/л) (средние значения) у исследуемых пациентов (до- и послеоперационный мониторинг).

На уровне магистральной почечной вены на всех трех этапах интраоперационного ультразвукового исследования статистически значимые различия значений скоростных показателей кровотока отсутствовали в динамике в обеих группах, а также при межгрупповом сравнении (табл. 4). На уровне междолевых вен на всех трех этапах интраоперационного ультразвукового исследования статистически значимые различия значений максимальной и минимальной скоростей кровотока в динамике в обеих группах и при межгрупповом сравнении также отсутствовали (табл. 5). Исключение составила минимальная скорость кровотока, которая была достоверно выше на третьем этапе (по сравнению с первым) у пациентов первой группы.

В послеоперационном периоде при оценке азотовыделительной функции пациентов обеих групп было выявлено, что нормализация функции почечных трансплантатов протекает по-разному (табл. 6). Оценка лабораторных показателей была проведена с учетом возраста и пола реципиентов. При динамическом наблюдении за уровнем биохимических показателей пациентов отмечалось снижение уровня креатинина, мочевины в сыворотке крови и повышение скорости клубочковой фильтрации у всех пациентов обеих групп. У всех реципиентов первой группы нормализация азотовыделительной функции почек наступила в течение первой недели послеоперационного периода (рис. 8–10). У пациентов второй группы нормализация уровня креатинина, мочевины и скорости клубочковой фильтрации наступила к моменту выписки из стационара только у двух пациентов. Немедленная функция почечных трансплантатов у реципиентов второй группы была расценена как субоптимальная в связи с тем, что азотовыделительная функция у большинства пациентов восстановилась в отдаленном послеоперационном периоде.

На основании этого можно предположить наличие у реципиентов второй группы более выраженных постишемических изменений, которые предусматривают внимательное и настороженное отношение к состоянию почек на протяжении всего периода после оперативного вмешательства. У реципиентов первой группы быстрое восстановление немедленной функции

Таблица 4. Параметры кровотока по магистральной вене на разных этапах интраоперационного мониторинга почечного трансплантата (n = 54)

Статистические характеристики	Первый этап		Второй этап		Третий этап	
	Vmax, м/с	Vmin, м/с	Vmax, м/с	Vmin, м/с	Vmax, м/с	Vmin, м/с
Первая группа (n = 25)						
М ± σ	0,38 ± 0,55	0,28 ± 0,33	0,42 ± 0,30	0,27 ± 0,20	0,41 ± 0,28	0,30 ± 0,21
Медиана	0,29	0,17	0,34	0,27	0,36	0,27
5–95-й процентиля	0,10–0,87	0,07–0,79	0,12–0,88	0,20–0,78	0,18–0,95	0,07–0,73
Минимальное – максимальное значения	0,08–1,60	0,02–1,40	0,10–1,00	0,03–0,88	0,10–1,20	0,03–0,85
Вторая группа (n = 29)						
М ± σ	0,32 ± 0,23	0,22 ± 0,15	0,41 ± 0,27	0,29 ± 0,18	0,56 ± 0,27	0,37 ± 0,23
Медиана	0,25	0,17	0,32	0,32	0,56	0,34
5–95-й процентиля	0,08–0,61	0,03–0,43	0,12–1,00	0,09–0,66	0,15–0,99	0,06–0,80
Минимальное – максимальное значения	0,06–1,00	0,00–0,50	0,10–1,10	0,03–0,84	0,11–1,10	0,04–0,80

Таблица 5. Параметры кровотока по междолевым венам на разных этапах интраоперационного мониторинга почечного трансплантата (средний сегмент) (n = 54)

Статистические характеристики	Первый этап		Второй этап		Третий этап	
	Vmax, м/с	Vmin, м/с	Vmax, м/с	Vmin, м/с	Vmax, м/с	Vmin, м/с
Первая группа (n = 25)						
М ± σ	0,08 ± 0,03	0,04 ± 0,02	0,09 ± 0,05	0,07 ± 0,04	0,11 ± 0,01	0,08 ± 0,05 [^]
Медиана	0,07	0,05	0,09	0,07	0,08	0,08
5–95-й процентиля	0,03–0,18	0,03–0,13	0,05–0,22	0,04–0,16	0,03–0,25	0,02–0,18
Минимальное – максимальное значения	0,03–0,21	0,01–0,16	0,03–0,23	0,00–0,17	0,02–0,27	0,00–0,18
Вторая группа (n = 29)						
М ± σ	0,10 ± 0,06	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,05	0,09 ± 0,02	0,13 ± 0,07	0,08 ± 0,05
Медиана	0,07	0,05	0,08	0,06	0,08	0,06
5–95-й процентиля	0,03–0,23	0,02–0,16	0,03–0,24	0,01–0,22	0,04–0,25	0,02–0,18
Минимальное – максимальное значения	0,02–0,28	0,00–0,22	0,02–0,30	0,00–0,26	0,03–0,32	0,02–0,22

Примечание: [^] – достоверность различий при сравнении первого и третьего этапов при P < 0,05.

Таблица 6. Характеристика лабораторных показателей на разных этапах послеоперационного мониторинга (n = 54)

Показатели	До операции	Послеоперационный период				Выписка	Нормативные данные
		1-е сутки	3-и сутки	5-е сутки	7-е сутки		
Первая группа (n = 25)							
Скорость клубочковой фильтрации, мл/мин/1,73 м ²	10 ± 10 7	61 ± 40 38	106 ± 48 73	130 ± 76 110	157 ± 57 136,5	119 ± 45 104	≥90 мл/мин/1,73 м ²
	6-19 5-52	19-93 15-139	44-185 42-193	54-245 25-337	76-262 38-276	58-182 50-187	
	573 ± 182 564	132 ± 93 106	66 ± 48 47	61 ± 45 42	54 ± 40 56	57 ± 38 49	От 1 года до 12 лет – 27–62 мкмоль/л, от 13 до 18 лет – 44–88 мкмоль/л, от 18 до 60 лет (женщины) – 53–97 мкмоль/л, от 18 до 60 лет (мужчины) – 59–104 мкмоль/л
	292-880 251-980	37-288 26-292	19-147 17-183	18-101 15-104	18-98 16-198	19-120 15-158	До 14 лет – 1,8-6,4 ммоль/л, от 14 до 60 лет – 2,5-7,1 ммоль/л
Мочевина, ммоль/л	20,0 ± 8,8 18,2 8,1-35,6 7,5-37,1	9,1 ± 4,7 8,7	6,5 ± 3,2 5,8	5,9 ± 3,0 4,9	5,4 ± 3,0 4,5	7,4 ± 8,4 4,9	
Вторая группа (n = 29)							
Скорость клубочковой фильтрации, мл/мин/1,73 м ²	10 ± 7 7	21 ± 18 17	37 ± 22 33	47 ± 28 61	48 ± 23 64	62 ± 20 70	≥90 мл/мин/1,73 м ²
	4-14 3-18	7-91 6-152	6-110 6-177	14-128 5-186	15-173 5-224	37-153 35-161	
	671 ± 237 619	389 ± 200 342	260 ± 213 172	185 ± 198 122	205 ± 228 134	126 ± 70 101	От 1 года до 12 лет – 27–62 мкмоль/л, от 13 до 18 лет – 44–88 мкмоль/л, от 18 до 60 лет (женщины) – 53–97 мкмоль/л, от 18 до 60 лет (мужчины) – 59–104 мкмоль/л
	380-1061 324-1146	40-770 22-802	20-619 18-863	33-464 19-740	20-657 15-919	24-190 21-374	До 14 лет – 1,8-6,4 ммоль/л, от 14 до 60 лет – 2,5-7,1 ммоль/л
Мочевина, ммоль/л	17,0 ± 8,3 18,0 4,9-30,5 4,9-31,5	13,3 ± 8,4 12,7	14,2 ± 8,0 14,0	12,3 ± 7,7 13,1	12,1 ± 10,7 8,7	8,3 ± 5,5 6,8	
		2,5-28,7 1,6-35,7	5,0-30,0 3,0-30,2	2,9-22,7 2,0-28,0	2,3-34,0 2,2-45,7	3,0-13,9 1,4-27,8	

Примечание: количественные данные представлены в виде $M \pm \sigma$ (первая строка ячейки), медианы (вторая строка ячейки), 5-95-го процентилей (третья строка ячейки), минимального – максимального значений (четвертая строка ячейки).

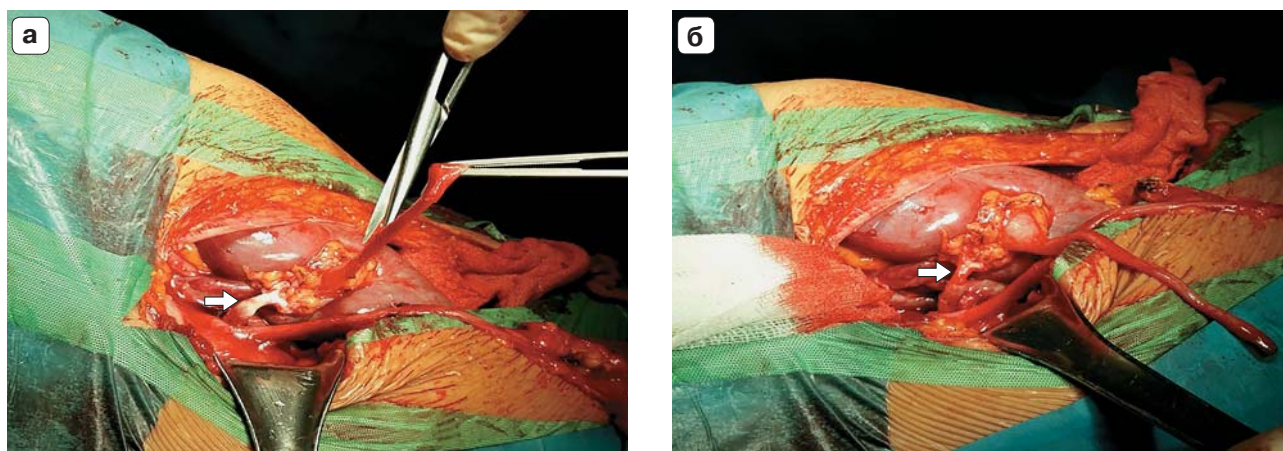


Рис. 11. Магистральная артерия почечного трансплантата (стрелка). а – вазоспазм магистральной артерии почки проксимальнее сосудистого анастомоза. б – расширение магистральной артерии почки после введения спазмолитика.

трансплантата, скорее всего, было обусловлено большей массой действующих нефронов, определяющих адекватную функцию почечного аллотрансплантата.

Жизнеспособность и дальнейшая функция почечного аллотрансплантата зависят в основном от адекватного его кровоснабжения. Основной причиной, приводящей к повреждению нефронов, является ишемия в результате реперфузии. Факторами, приводящими к ишемическому повреждению на различных этапах хирургического вмешательства, могут быть такие, как состояние гемодинамики у донора перед забором органа, качество изъятия почки, время холодовой и общей ишемии, сосудистые осложнения и др. [18]. В нашем исследовании трансплантация почки была выполнена от живого родственного донора, что значительно сокращало время ишемии. Кроме того, в первые часы после оперативного вмешательства всем реципиентам были проведены мероприятия по коррекции реперфузионной травмы: проведение сеанса плазмафереза или введение экулизумаба [19–21].

Проведение плазмафереза в течение 7 ч после включения почечного трансплантата в кровоток позволяет снизить концентрацию циркулирующих факторов, таких как IL-1, IL-6, TNF- α и эндотелины, которые лежат в основе патогенеза реперфузионного повреждения [22]. Именно совокупность этих факторов и обеспечивает степень ишемического повреждения, которая в свою очередь определяет состояние внутриорган-

ного кровообращения и функцию почечного трансплантата.

Постишемические реперфузионные расстройства являются одной из важнейших причин развития вазоконстрикции. В основе этого процесса лежит накопление ионов кальция в клетке после восстановления кровотока, что в основном приводит к переполнению саркоплазматического ретикула кальция и нарушению функции митохондрий, а иногда и к разрыву клетки. Нормальная концентрация ионизированного кальция обладает мембраностабилизирующим эффектом [23].

Реперфузионное повреждение всегда сопровождается спазмом почечных сосудов на различных уровнях большей или меньшей степени выраженности. Сосудистый спазм может быть как в основной почечной артерии (рис. 11), так и добавочных сосудах. Возможен вариант вазоконстрикции и внутрипочечной артериальной сети. Подтверждением служит реакция сосудистого русла почки на введение спазмолитических препаратов (папаверин, эуфиллин).

В нашем исследовании реперфузионное повреждение было клинически выраженным и проявлялось спазмом сосудов почечного трансплантата у 31 пациента, среди реципиентов первой группы с нарушением перфузии было 11 (44,0%) человек, среди пациентов второй группы – 20 (69,0%) ($P = 0,28$). Во время реперфузии наиболее часто под адвентицию почечной артерии вводился раствор папаверина. Существует ряд признаков, которые своевременно по-

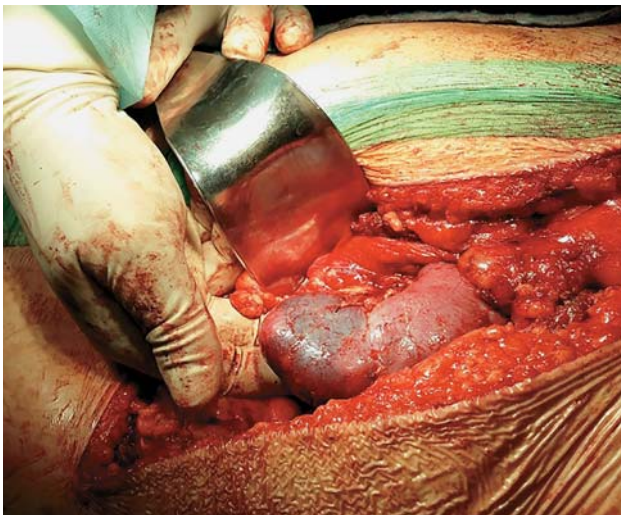


Рис. 12. Изменение цвета передне-верхнего сегмента трансплантата вследствие спазма сосудов, обусловленного реперфузионным повреждением.

звolyают предположить нарушение перфузии почечного трансплантата. Почка в зоне отсутствия адекватной архитектоники приобретает синий оттенок (рис. 12), при длительной ишемии может иметь дряблую консистенцию. По данным ультразвукового исследования в цветокodированных доплерографических режимах при этом отмечается обеднение или отсутствие сосудистого рисунка в сегменте почечного трансплантата с нарушением микроциркуляции (рис. 13).

В режиме импульсно-волновой доплерографии форма кривой кровотока изменена,

вершина спектра имеет сглаженную или плоскую форму, отмечаются увеличение времени ускорения и плавный дикротический спуск. Наблюдается редукция систолического кровотока с уменьшением индекса резистентности (рис. 14а). После своевременного введения спазмолитиков под адвентицию через 5–10 мин степень перфузии и гемодинамические показатели можно оценить как удовлетворительные (рис. 14б). Кроме того, в первые часы после оперативного вмешательства 46 (85,2%) реципиентам был проведен сеанс плазмафереза, что позволило скорректировать реперфузионную травму. Так, у 5 (9,3%) пациентов при наличии ультразвуковых признаков выраженных реперфузионных изменений объем плазмафереза был увеличен до 150% объема циркулирующей плазмы.

По данным В.И. Садовникова (1998) [18], при морфологическом исследовании гистологических срезов материала, полученного при интраоперационной пункционной биопсии, было доказано, что даже у почечных трансплантатов с немедленной функцией степень и выраженность ишемического повреждения канальцевого эпителия и его распространенность не были однородными и колебались от слабо выраженного ишемического до диффузного повреждения эпителия канальцев деструктивного характера с элементами некротизации клеток при состоянии внутриорганного кровообращения на достаточно хорошем уровне. Главным моментом являются сохранность сосуди-

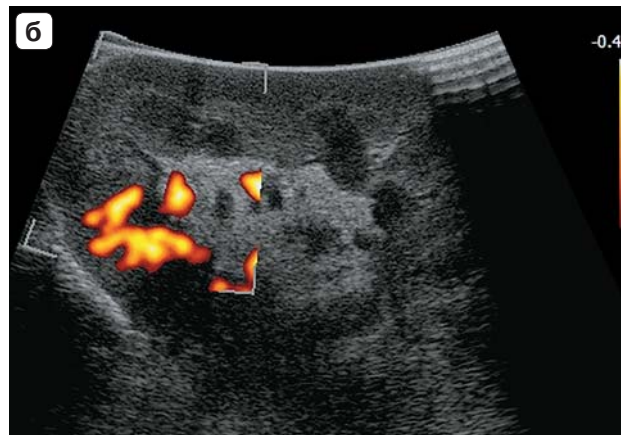
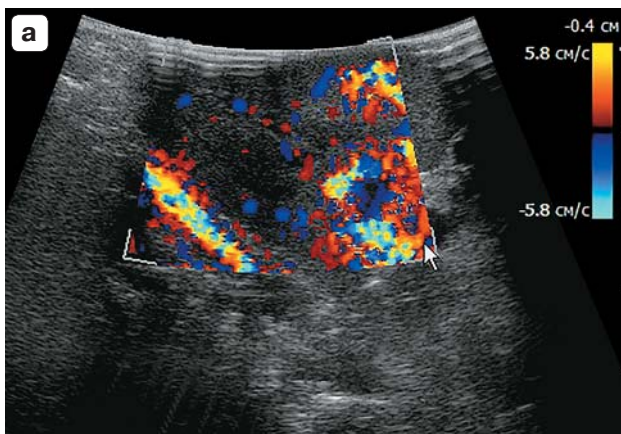


Рис. 13. Интраоперационное сканирование почечного трансплантата в серошкальном и цветокodированных режимах. а – в режиме цветового доплеровского картирования обеднение сосудистого рисунка переднего сегмента. б – в режиме энергетического доплеровского картирования отсутствие сосудистого рисунка передне-верхнего сегмента.

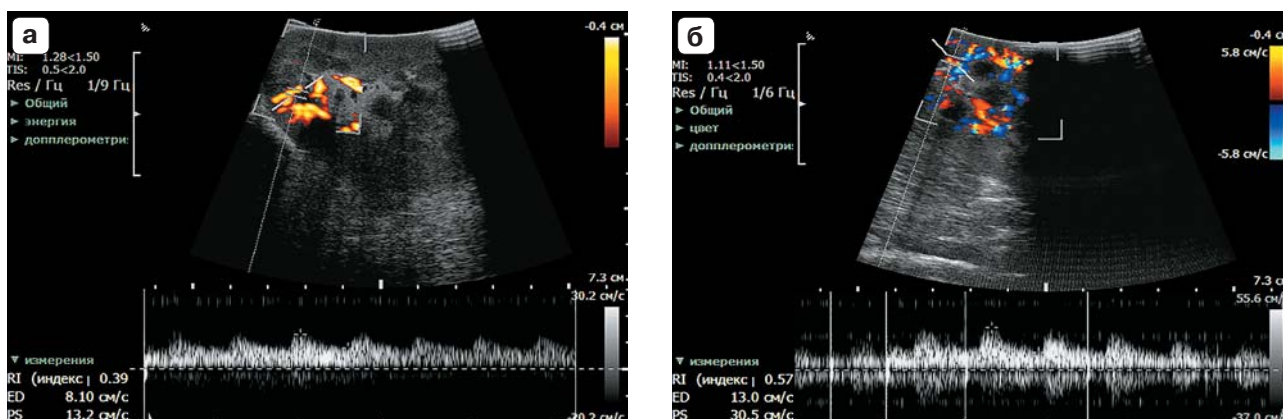


Рис. 14. Интраоперационное сканирование почечного трансплантата в серошкальном, цветокодированных и импульсноволновом доплерографических режимах. а – кровоток по междоловой почечной артерии в проекции скомпрометированного верхнего полюса трансплантата. б – кровоток по междоловой почечной артерии в проекции верхнего полюса трансплантата после введения спазмолитика папаверина.

стой системы и проходимость почечных канальцев, которые и обеспечивают адекватную перфузию и нормализацию азотовыделительной функции почечного трансплантата в раннем послеоперационном периоде [18].

Анализ результатов продемонстрировал влияние показателей гемодинамики на различных этапах оперативного вмешательства на дальнейшее течение функции почечного аллотрансплантата. Было установлено, что чем раньше отмечается стабилизация показателей гемодинамики, тем лучше функция почечного трансплантата в раннем послеоперационном периоде. Интраоперационный ультразвуковой мониторинг дает возможность определить реперфузионное повреждение и восстановление адекватной архитектоники почечного аллотрансплантата, но степень ишемического повреждения канальцевого эпителия и его распространенность в полной мере оценить на интраоперационном этапе не представляется возможным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шумаков В.И., Мойсюк Я.Г., Томилина Н.А. Трансплантация почки // Трансплантология / Под ред. В.И. Шумакова. М.: Медицина, 1995. С. 194–195.
2. Barba J., Rioja J., Robles J.E. Immediate renal Doppler ultrasonography findings (<24 h) and its association with graft survival // World J. Urol. 2011. V. 29. No. 4. P. 547–553.
3. Wolfe R.A., Ashby V.B., Milford E.L. Comparison of mortality in all patients on dialysis, patients on dialysis awaiting transplantation, and recipients

of a first cadaveric transplant // N. Engl. J. Med. 1999. V. 341. No. 23. P. 1725–1730.

4. Лейзеров Л.В., Тарасов А.Н., Игнатов В.Ю. Трансплантация почки: состояние проблемы, обзор литературы // Вестник Челябинской областной клинической больницы. 2010. № 1 (8). С. 41–46.
5. Shimazono Y. The state of the international organ trade: a provisional picture based on integration of available information // Bull. World Health Organ. 2007. V. 85. No. 12. P. 955–962.
6. Мойсюк Я.Г., Сушков А.И., Шаршаткин А.В. Современные технологии и клинические исследования в трансплантации почки // Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2014. Т. 16. № 3. С. 63–75.
7. Бикбов Б.Т., Томилина Н.А. Заместительная терапия больных с хронической почечной недостаточностью методами перитонеального диализа и трансплантации почки в Российской Федерации в 1998–2011 гг. Отчет по данным Российского регистра заместительной почечной терапии. Часть вторая // Нефрология и диализ. 2014. Т. 16. № 2. С. 192–227.
8. Мойсюк Я.Г., Шаршаткин А.В., Арутюнян С.М. Трансплантация почки от живого родственного донора // Нефрология и диализ. 2001. Т. 3. № 3. С. 328–334.
9. Ponticelli C. Renal transplantation 2004: where do we stand today? // Nephrol. Dial. Transplant. 2004. V. 19. No. 12. P. 2937–2947.
10. Granata A., Di Nicolo P., Scarfia V.R. Renal transplantation parenchymal complications: what Doppler ultrasound can and cannot do // J. Ultrasound. 2014. V. 18. No. 2. P. 109–116.
11. Белорусов О.С., Садовников В.И., Сандриков В.А. Интраоперационная гемодинамика при трансплантации почки от живого родственного донора // Хирургия. 1988. № 5. С. 79–83.
12. Зарецкий В.В., Князев М.Д., Сандриков В.А., Выховская А.Г. Электромагнитная флоуметрия. М.: Медицина, 1974. 128 с.

13. Сандриков В.А., Садовников В.И. Клиническая физиология трансплантированной почки. М.: Наука/Интерпериодика, 2001. 283 с.
14. Bergentz S.E., Brunius U., Gelin L.E. Operative blood flow measurement in transplanted human kidneys and subsequent rejection // *Ann. Surg.* 1971. V. 174. No. 1. P. 44–47.
15. Anderson C.B., Etheredge E.E. Human renal allograft blood flow and early renal function // *Ann. Surg.* 1977. V. 186. No. 5. P. 564–567.
16. Зулькарнаев А.Б. Сорбционно-фильтрационные методы экстракорпоральной гемокоррекции при трансплантации почки: Дис. ... докт. мед. наук. М., 2015. С. 166.
17. Kalble T., Alkaraz A., Budde K. Трансплантация почки. Рекомендации Европейской ассоциации урологов. 2011. Режим доступа: // http://uroweb.org/wp-content/uploads/20_Transplantation.pdf, свободный. Загл. с экрана. 25.05.2016.
18. Садовников В.И. Внутриорганное кровообращение почки в диагностике посттрансплантационных осложнений: Дис. ... докт. мед. наук. М., 1998. С. 96–98.
19. Садовников В.И., Сандриков В.А., Каабак М.М. Влияние плазмафереза на функцию и внутриорганный кровоток почечного аллотрансплантата в раннем послеоперационном периоде // *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2003. № 3. С. 21–30.
20. Каабак М.М., Горяйнов В.А., Зокоев А.К. и др. Десятилетний опыт применения раннего плазмафереза после пересадки почки // *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2009. Т. 11. № 1. С. 28–33.
21. Kaabak M.M., Babenko N.N., Kuznetsov O.E. et al. Eculizumab reverses the potentially fatal effects of kidney graft reperfusion injury // *Pediatr. Transplant.* 2014. V. 18. No. 2. P. E44–E47.
22. Салимов Э.Л. Эффективность раннего плазмафереза после пересадки почки: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2005. С. 94.
23. Каабак М.М., Горяйнов В.А., Дьяченко И.В. Использование плазмафереза для коррекции реперфузионной травмы при пересадке почки // *Нефрология и диализ.* 2001. Т. 3. № 2. С. 345–353.

Intraoperative Ultrasound Monitoring of Renal Allograft

N.A. Kraynik, V.A. Sandrikov, V.I. Sadovnikov, M.M. Kaabak, E.N. Platova

B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow

N.A. Kraynik – M.D., Ph.D. fellow, Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiology Diagnostics, B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow. V.A. Sandrikov – M.D., Ph.D., Professor, Academician, Russian Academy of Sciences; Director, Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiology Diagnostics, B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow. V.I. Sadovnikov – M.D., Ph.D., Professor, Head of Functional Diagnostics Laboratory, Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiology Diagnostics, B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow. M.M. Kaabak – M.D., Ph.D., Professor, Head of Renal Transplantation Department, B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow. E.N. Platova – M.D., Ph.D., Senior Researcher, Ultrasound Diagnostics Laboratory, Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiology Diagnostics, B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow.

Renal allograft intraoperative ultrasound was performed in 54 recipients. 33 (61.1%) men and 21 (38.9%) women were examined. Age of the recipients was 1–50 years old, donors – 25–69 years old. Ultrasound was performed during the three stages of the surgery using ultrasound scanner Profocus 2202 (BK Ultrasound, Analogic, USA). The first stage of intraoperative monitoring was the assessment of flow start through the main vessels of the transplanted kidney, the second stage – the study of blood flow after reconstruction of the urinary tract, the third stage – the study of blood flow after surgical intervention. The options considered stabilization of renal blood flow after hemodynamic shock (the start of blood flow through main blood vessels) were discussed. Patients were divided into two groups in accordance with the blood flow state. The first group consisted of patients ($n = 25$), in which the maximum values of peak systolic blood flow velocity through the main and parenchymal arteries accounted for the second stage of monitoring, then they have stabilized renal hemodynamics, which can be traced to the end of surgery. 29 patients with maximum peak systolic velocities registered at the third stage of the intraoperative monitoring were included in the second group. Postoperative normalization of renal transplants function has evolved in different ways. Normalization of renal function in all patients of the first group occurred during the first week of the postoperative period, and only in two patients of the second group – to the point of discharge from the hospital. The earlier hemodynamics stabilizes the better renal allograft function is at early postoperative period.

Key words: *intraoperative ultrasound, Doppler ultrasound, blood flow measurement, kidney transplantation, reperfusion injury.*

Диагностические возможности ультразвуковой эластографии сдвиговой волной при хроническом аутоиммунном тиреоидите

Т.В. Иванишина, М.Д. Митькова, Н.В. Заболотская, В.В. Митьков

ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования”
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

Проведено обследование 21 пациента с диффузными изменениями щитовидной железы и клиническим диагнозом “хронический аутоиммунный тиреоидит” и 147 пациентов контрольной группы. Ультразвуковое исследование проводилось на аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) с использованием широкополосного линейного датчика, работающего в диапазоне частот от 4 до 15 МГц. Медиана E_{mean} в диффузно измененной паренхиме щитовидной железы при хроническом аутоиммунном тиреоидите составила 16,3 кПа, 2,5–97,5-й перцентили – 5,3–51,1 кПа, минимальное – максимальное значения – 5,2–69,4 кПа; E_{max} – 21,2, 10,3–80,4, 10,3–83,8 кПа соответственно. Все статистические характеристики модуля Юнга (E_{mean} , E_{max} , SD) в диффузно измененной паренхиме щитовидной железы достоверно превышали значения контрольной группы ($P < 0,05$). При проведении корреляционного анализа достоверные значимые связи модуля Юнга (E_{mean}) с показателями тиреоидного статуса (тиреотропный гормон, тироксин свобод-

ный, антитела к тиреоидной пероксидазе) в группе пациентов с хроническим аутоиммунным тиреоидитом не получены. Тест “значение $E_{\text{mean}} > 13,6$ кПа – хронический аутоиммунный тиреоидит” характеризуется чувствительностью 76,2%, специфичностью 59,9%, площадью под кривой (AUC) 0,705. Тест “значение $E_{\text{max}} > 18,3$ кПа – хронический аутоиммунный тиреоидит” характеризуется чувствительностью 85,7%, специфичностью 55,1%, площадью под кривой (AUC) 0,705. Это говорит о недостаточной информативности метода для самостоятельного использования, но позволяет учитывать повышение жесткости в рамках мультипараметрической ультразвуковой диагностики хронического аутоиммунного тиреоидита.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование щитовидной железы, ультразвуковая эластография, эластография сдвиговой волной, модуль Юнга, скорость сдвиговой волны, диффузные заболевания щитовидной железы, хронический аутоиммунный тиреоидит.

Т.В. Иванишина – аспирант кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. М.Д. Митькова – к.м.н., доцент кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. Н.В. Заболотская – д.м.н., профессор кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. В.В. Митьков – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: 127299 г. Москва, ул. Новая Ипатовка, д. 3, Клинический госпиталь ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве”, кафедра ультразвуковой диагностики. Иванишина Татьяна Викторовна. Тел.: +7 (499) 150-90-61. Факс: +7 (926) 200-75-81. E-mail: tanya.sunspot@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

Эластография сдвиговой волной – новая быстро развивающаяся ультразвуковая технология, позволяющая количественно оценивать жесткость исследуемой ткани. Наибольшее применение в практике технологии нашла в диагностике злокачественных новообразований молочных [1], щитовидной [2–5] и предстательной [6] желез. Пороговые значения, позволяющие диагностировать злокачественные новообразования различных органов, характеризуются достаточно высокими показателями информативности, что делает возможным использование их в рутинном диагностическом процессе. Так, тест “значение модуля Юнга $>55,3$ кПа – рак молочной железы” характеризуется чувствительностью 97,7%, специфичностью 85,9% и *AUC (area under curve)* 0,945 [7]; тест “значение модуля Юнга $>52,7$ кПа – рак предстательной железы” характеризуется чувствительностью 95,2%, специфичностью 89,3% и *AUC (area under curve)* 0,967 [6]; тест “значение модуля Юнга $>48,3$ кПа – рак щитовидной железы” характеризуется чувствительностью 71,9%, специфичностью 95,2% и *AUC (area under curve)* 0,886 [8].

Итак, при использовании эластографии сдвиговой волной в диагностике заболеваний щитовидной железы основное внимание уделяется проблеме дифференциальной диагностики узловой патологии и оценке критериев риска злокачественности [2–5, 8]. Количество публикаций о применении эластографии сдвиговой волной при диффузных заболеваниях щитовидной железы невелико. При этом отсутствует единое мнение о возможностях метода, а получаемые данные носят разнородный характер.

Достоверных различий между контрольной группой и группой пациентов с диффузной патологией щитовидной железы (хронический аутоиммунный тиреоидит и диффузный токсический зоб) не было выявлено в работе I. Kim et al. [9], хотя средние значения модуля Юнга при диффузной патологии оказались несколько выше (Еmean $24,1 \pm 10$ кПа (9,3–53,6 кПа) против $23,4 \pm 10,8$ кПа (9,0–54,5 кПа), Еmax – $36,4 \pm 13,3$ кПа (15,1–70,6 кПа) против $33,7 \pm 12,4$ кПа (11,0–61,4 кПа)).

Исследование M. Ruchala et al. [10], напротив, показало высокую диагностичес-

кую эффективность эластографии сдвиговой волной при диффузной патологии щитовидной железы. Так, в группе пациентов с подострым тиреоидитом средние показатели жесткости паренхимы до лечения составили $214,3 \pm 32,5$ кПа, через 4 нед на фоне проводимой противовоспалительной терапии – $45,9 \pm 17,4$ кПа, через 10 нед после начала лечения – $21,7 \pm 5,3$ кПа (все различия достоверны при $P < 0,0001$). Средние значения модуля Юнга паренхимы щитовидной железы у пациентов с хроническим аутоиммунным тиреоидитом составили $36,2 \pm 18,7$ кПа, что было достоверно выше контрольной группы ($16,2 \pm 5,4$ кПа) ($P < 0,0001$) и группы пациентов с подострым тиреоидитом в стадии ремиссии ($21,7 \pm 5,3$ кПа) ($P < 0,006$). Кстати, у двух пациенток с острым тиреоидитом значения модуля Юнга составили 216,6 и 241,9 кПа со снижением на фоне терапии [10].

Интересно, что в работе F. Magri et al. [11], которые сравнивали значения модуля Юнга в экстранодулярной ткани щитовидной железы при узловой форме хронического аутоиммунного тиреоидита и других формах узлового зоба, достоверные различия не получены ($24,0 \pm 10,0$ кПа против $20,8 \pm 10,4$ кПа) ($P = 0,208$), хотя при хроническом аутоиммунном тиреоидите значения модуля Юнга были несколько выше.

Исследование I. Sporea et al. [12] с применением точечной эластографии сдвиговой волной (*ARFI*-эластографии) показало, что значения скорости сдвиговой волны при хроническом аутоиммунном тиреоидите были достоверно выше при сравнении с контрольной группой ($2,49 \pm 0,48$ м/с против $2,07 \pm 0,44$ м/с) ($P = 0,004$). Аналогичные данные были получены для болезни Грейвса ($2,82 \pm 0,47$ м/с против $2,07 \pm 0,44$ м/с) ($P < 0,001$).

Неоднозначны данные эластографии при фиброзирующем тиреоидите (тиреоидите Риделя) в работе R. Slman et al. [13]. При динамическом наблюдении двух пациенток с тиреоидитом Риделя, получавших кортикостероидную терапию, было показано, что значения модуля Юнга паренхимы диффузно измененной щитовидной железы характеризовались выраженной гетерогенностью и колебались от 21 до 281 кПа независимо от срока наблюдения.

Таблица 1. Общая характеристика обследованных пациентов

Группы	Возраст, годы	Т4св., пмоль/л	ТТГ, мЕд/л	АТ-ТПО, Ед/мл
Контрольная группа (n = 147)	43,0	14,1	2,0	Показатель не определялся
	32,0–52,0	12,5–16,2	1,6–2,7	
	23,2–76,8	10,6–19,3	0,5–3,4	
	19,0–87,0	10,3–20,4	0,4–3,5	
Хронический аутоиммунный тиреоидит (n = 21)	63,0*	11,0*	8,0*	1200,0
	51,5–73,5	6,0–14,7	2,8–14,5	855,0–1550,0
	38,0–80,5	2,6–17,2	0,6–17,7	385,0–2500,0
	38,0–82,0	2,6–17,3	0,6–18,2	385,0–2500,0

Примечание: количественные параметры представлены в виде медианы (первая строка ячейки), 25–75-го перцентилей (вторая строка ячейки), 2,5–97,5-го перцентилей (третья строка ячейки), минимального – максимального значений (четвертая строка ячейки). * – достоверность различий при сравнении с контрольной группой при $P < 0,05$. АТ-ТПО – антитела к тиреоидной пероксидазе. Нормативные значения для ТТГ – 0,4–4,0 мЕд/л, для Т4св. – 9,0–22,0 пмоль/л, для АТ-ТПО – менее 5,6 Ед/мл.

При анализе литературы обращают на себя внимание методические различия в проведении измерений. Попытка найти наиболее корректный подход к проведению эластографии сдвиговой волной при диффузной патологии щитовидной железы была предпринята I. Sporea et al. [14]. Исследователи сравнили значения модуля Юнга, полученные при 5 и 10 измерениях в каждой доле, в том числе с учетом использования линейного или конвексного датчика. Достоверных различий значений жесткости во всех сравниваемых ситуациях получено не было.

Отсутствие единого взгляда на диагностическую эффективность метода при диффузной патологии щитовидной железы, большой разброс получаемых значений показателей жесткости подтверждают необходимость продолжения исследований в данном направлении.

Цель исследования – оценить возможности эластографии сдвиговой волной при диффузной патологии щитовидной железы на примере хронического аутоиммунного тиреоидита.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для реализации поставленной задачи нами обследован 21 пациент с диффузными изменениями щитовидной железы и клиническим диагнозом “хронический аутоиммунный тиреоидит”. Диагноз “хронический аутоиммунный тиреоидит” был поставлен на основании первичного гипотиреоза, на-

личия антител к ткани щитовидной железы и ультразвуковых признаков аутоиммунной патологии [15]. 10 пациентов были в стадии медикаментозной компенсации.

Группу сравнения (контрольную) составили 147 пациентов без патологии щитовидной железы. Критериями включения в группу сравнения были: неизменная эхографическая картина щитовидной железы по данным В-режима (отсутствие диффузной и очаговой патологии); эутиреоидный гормональный статус, включающий нормальные значения тиреотропного гормона (ТТГ) и тироксина свободного (Т4св.); отсутствие жалоб и эндокринологического анамнеза [16].

Характеристика обследованных пациентов по возрасту и показателям тиреоидного статуса представлена в табл. 1.

Всем пациентам было проведено мультипараметрическое ультразвуковое исследование щитовидной железы, включающее исследование в серошкальном и доплерографическом режимах и режиме эластографии сдвиговой волной. Исследование проводилось на аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) с использованием широкополосного линейного датчика, работающего в диапазоне частот от 4 до 15 МГц.

При исследовании в В-режиме щитовидная железа оценивалась по стандартной схеме [17]. Методика оценки щитовидной железы в режиме эластографии сдвиговой волной освещена нами в ранее опубликованной работе [16]. Количественная оценка жесткости ткани проводилась в зонах интереса (Q-box). В каждой зоне интереса авто-

матически определялись следующие значения модуля Юнга (E): среднее значение (E_{mean}), максимальное значение (E_{max}), минимальное значение (E_{min}) и стандартное отклонение (SD). Для анализа использовались среднее и максимальное значения модуля Юнга и стандартное отклонение.

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием стандартных методов в программе MedCalc. Количественные данные представлены в виде медианы (50-й перцентиль), интерквартильного размаха (25–75-й перцентили), 2,5–97,5-го перцентилей и минимального – максимального значений. Применяли непараметрический критерий Манна–Уитни, ранговый коэффициент корреляции Спирмена (r_s). Различия считали достоверными при $P \leq 0,05$. При проведении корреляционного анализа результаты считали статистически значимыми также при $P \leq 0,05$. Для оценки диагностической эффективности эластографии сдвиговой волной проведен ROC-анализ. Представлены следующие показатели информативности: площадь под кривой (AUC), чувствительность и специфичность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эластографическая картина диффузно измененной щитовидной железы при хроническом аутоиммунном тиреоидите практически не отличалась от контрольной группы и характеризовалась однородным окрашиванием долей на фоне отсутствия асимметричного повышения жесткости при использовании стандартной для исследования щитовидной железы шкалы (180 кПа) (рис. 1 и 2).

Эластометрическая картина паренхимы щитовидной железы у обследованных пациентов представлена в табл. 2. Все статистические характеристики модуля Юнга паренхимы щитовидной железы (E_{mean} , E_{max} , SD) у пациентов с диффузными изменениями достоверно превышали их значения в контрольной группе ($P < 0,05$).

Аналогичные результаты при эластометрии диффузно измененной щитовидной железы были получены в работах М. Ruchala et al. [10], I. Sporea et al. [12] и К. Hekimoglu et al. [18]. Так, в исследовании К. Hekimoglu

et al. [18] средние значения скорости сдвиговой волны при хроническом аутоиммунном тиреоидите составили $2,56 \pm 0,30$ м/с, достоверно превысив показатели контрольной группы ($1,63 \pm 0,12$ м/с) ($P < 0,001$).

Выявленные различия отражают патофизиологические процессы, происходящие в диффузно измененной щитовидной железе. При аутоиммунном тиреоидите паренхима органа инфильтрируется лимфоцитами, макрофагами, дендритными и плазматическими клетками; происходит разрушение тиреоидных фолликулов, разрастание соединительной ткани, склерозирование стромы [19]. Развитие тиреоидита сопровождается также уменьшением пропускной способности сосудов, снижением линейных и объемных показателей кровотока – атрофическими изменениями, схожими по морфологическим проявлениям с возрастной инволюцией органа [20].

При проведении корреляционного анализа достоверные значимые связи модуля Юнга (E_{mean}) с показателями тиреоидного статуса (ТТГ, Т4св., АТ-ТПО) в группе пациентов с хроническим аутоиммунным тиреоидитом не получены.

I. Sporea et al. [14] также не выявили корреляции жесткости паренхимы щитовидной железы со значениями ТТГ. Однако Т. Fukuhara et al. [21] нашли слабую достоверную положительную связь значений скорости сдвиговой волны и уровня АТ-ТПО ($r_s = 0,31$, $P < 0,05$). Это объясняется тем,

Таблица 2. Значения модуля Юнга (кПа) у обследованных пациентов

Группы	E_{mean}	E_{max}	SD
Контрольная группа (n = 147)	12,5 10,3–15,9 7,1–23,4 5,6–26,3	17,8 15,0–22,4 10,3–30,5 8,7–34,6	2,3 1,7–2,9 1,2–4,4 0,9–5,4
Хронический аутоиммунный тиреоидит (n = 21)	16,3* 13,1–20,8 5,3–51,1 5,2–69,4	21,2* 18,9–26,6 10,3–80,4 10,3–83,8	2,7* 2,1–3,5 1,6–13,3 1,6–21,8

Примечание: количественные параметры представлены в виде медианы (первая строка ячейки), 25–75-го перцентилей (вторая строка ячейки), 2,5–97,5-го перцентилей (третья строка ячейки), минимального – максимального значений (четвертая строка ячейки). * – достоверность различий при сравнении с контрольной группой при $P < 0,05$.

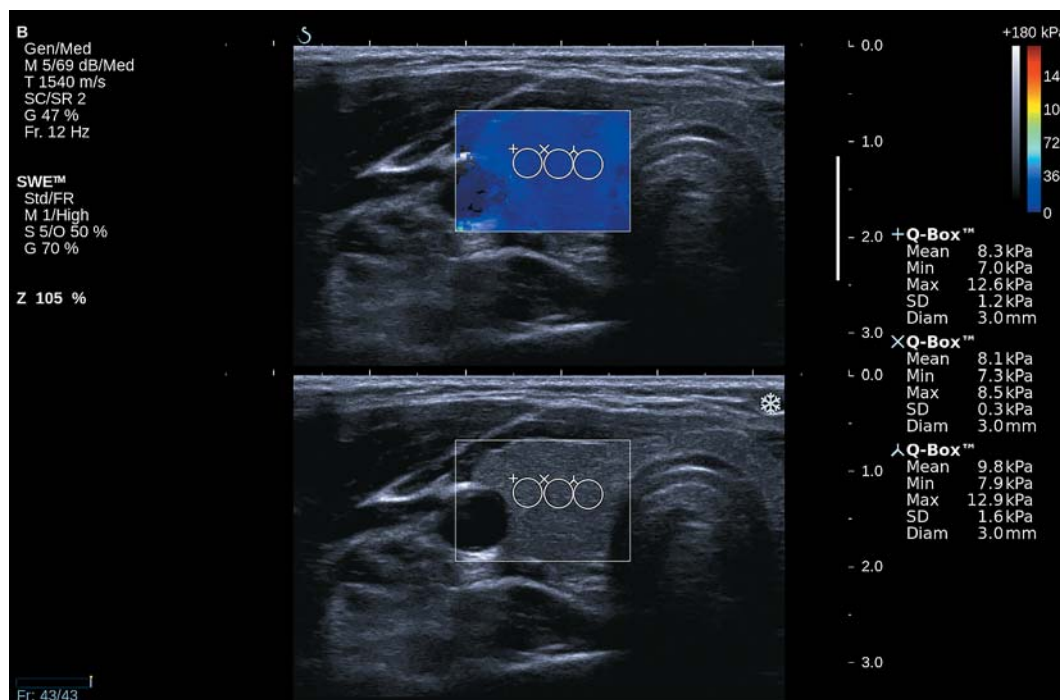


Рис. 1. Неизмененная щитовидная железа. Двумерная эластография сдвиговой волной. Район интереса (цветовое окно) и результаты измерения значений модуля Юнга (E) в трех зонах интереса (Q-Box). Для каждой зоны интереса представлены следующие статистические характеристики модуля Юнга: среднее значение E (Emean, кПа), максимальное значение E (Emax, кПа), минимальное значение E (Emin, кПа), стандартное отклонение E (SD, кПа) и диаметр зоны интереса (мм).

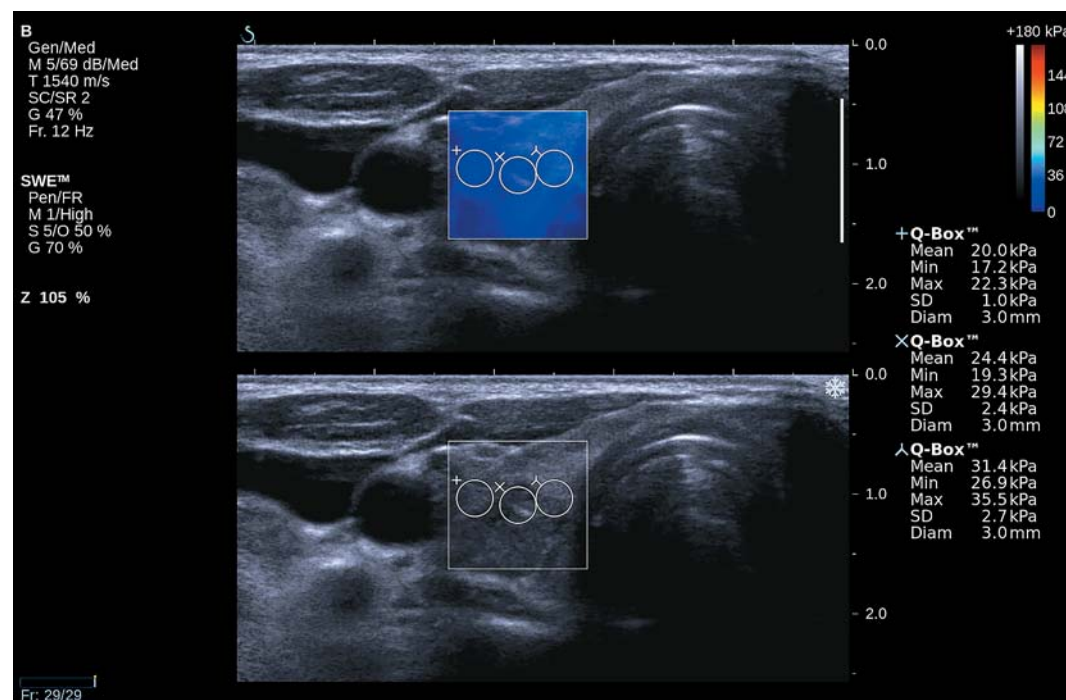


Рис. 2. Хронический аутоиммунный тиреоидит. Двумерная эластография сдвиговой волной. Район интереса (цветовое окно) и результаты измерения значений модуля Юнга (E) в трех зонах интереса (Q-Box). Для каждой зоны интереса представлены следующие статистические характеристики модуля Юнга: среднее значение E (Emean, кПа), максимальное значение E (Emax, кПа), минимальное значение E (Emin, кПа), стандартное отклонение E (SD, кПа) и диаметр зоны интереса (мм).

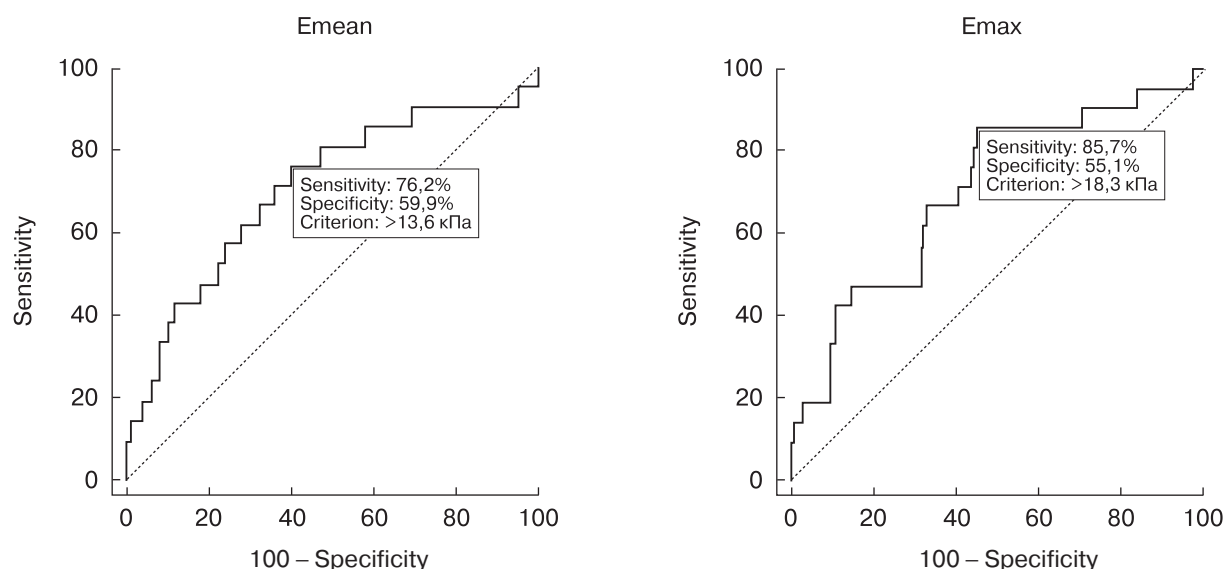


Рис. 3. Оценка диагностической информативности эластографии сдвиговой волной при диффузной патологии щитовидной железы.

что в выборку исследователей попали пациенты с отсутствием повышения уровня АТ-ТПО, тогда как в нашем исследовании у всех пациентов регистрировалось значимое повышение уровня АТ-ТПО. Необходимо отметить, что диагноз “хронический аутоиммунный тиреоидит” в исследовании Т. Fukuhara et al. [21] ставился на основании повышения уровня антител к тиреоглобулину, АТ-ТПО или обоих маркеров. Поэтому авторы смогли зафиксировать достоверность различий средних значений скорости сдвиговой волны у пациентов с повышением уровня АТ-ТПО ($2,56 \pm 0,57$ м/с) и без него ($2,27 \pm 0,51$ м/с) ($P = 0,002$).

Возможности эластографии сдвиговой волной в дифференциальной диагностике нормальной и диффузно измененной паренхимы щитовидной железы при хроническом аутоиммунном тиреоидите проанализированы с использованием ROC-анализа (рис. 3).

Оптимальное пороговое значение для E_{mean} составило 13,6 кПа, для E_{max} – 18,3 кПа. Значения площади под кривой (AUC) для этих показателей составили 0,705, находясь на границе среднего и хорошего качества классификатора и не обеспечивая приемлемых соотношений чувствительности и специфичности. Это говорит о недостаточной информативности метода в дифференциальной диагностике нормы

и хронического аутоиммунного тиреоидита в рамках самостоятельного использования.

Однако в исследовании Т. Fukuhara et al. [21] показатели информативности оказались несколько выше. При точечной эластографии сдвиговой волной при исследовании 150 измененных долей щитовидной железы было выведено пороговое значение скорости сдвиговой волны, равное 1,96 м/с, позволяющее дифференцировать норму и хронический аутоиммунный тиреоидит с чувствительностью 87,4%, специфичностью 78,7%, площадью под кривой (AUC) 0,899. Пороговое значение при этом ниже, чем в нашем исследовании. Расчетное значение модуля Юнга – 11,5 кПа. Как известно, модуль Юнга и скорость сдвиговой волны связаны между собой формулой:

$$E \approx 3c_s^2,$$

где E – модуль Юнга (кПа), c_s – скорость сдвиговой волны (м/с) [22].

Пороговое значение для дифференциации нормы и диффузных заболеваний щитовидной железы (среди которых хронический аутоиммунный тиреоидит и диффузный токсический зоб), рассчитанное в работе I. Sporea et al. [14] при использовании точечной эластографии сдвиговой волной, составило 2,36 м/с (расчетное значение модуля Юнга – 16,7 кПа). Чувствительность при этом оказалась равной 62,5%, специ-

фичность – 79,5%, площадь под кривой (*AUC*) – 0,804.

Близкое к этому пороговое значение для дифференциации нормы и хронического аутоиммунного тиреоидита при точечной эластографии сдвиговой волной получили К. Некимоглу et al. [18]. Оптимальное пороговое значение скорости сдвиговой волны 2,42 м/с (расчетное значение модуля Юнга – 17,6 кПа) характеризовалось чувствительностью 77%, специфичностью 71%, площадью под кривой (*AUC*) 0,849.

Перечисленные выше исследования [14, 18, 21] были проведены при использовании точечной эластографии сдвиговой волной. Известно, что значения модуля Юнга (скорости сдвиговой волны) на настоящий момент являются аппаратзависимыми [22]. Поэтому полноценное сравнение наших данных возможно с результатами работ [9, 23], анализировавших данные, полученные на аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция).

Так, I. Kim et al. [9] представил пороговые значения для дифференциации нормы и диффузных заболеваний щитовидной железы (хронический аутоиммунный тиреоидит и диффузный токсический зоб). Для *E*mean – 27,6 кПа (чувствительность – 40,9%, специфичность – 82,9%, площадь под кривой (*AUC*) – 0,619), для *E*max – 41,3 кПа (чувствительность – 40,9%, специфичность – 77,1%, площадь под кривой (*AUC*) – 0,590).

В работе M. Vlad et al. [23] при пороговом значении, равном 22,3 кПа, возможно предсказывать аутоиммунные заболевания щитовидной железы с чувствительностью 59,6%, специфичностью 76,9%, площадью под кривой (*AUC*) 0,710.

При сопоставимых показателях информативности пороговые значения в работах [9, 23] оказались выше, чем в нашем исследовании. Возможно, это связано с тем, что в группу патологии вошли пациенты с диффузным токсическим зобом, при котором, по данным I. Sporea et al. [14], средние значения скорости сдвиговой волны несколько выше при сравнении с хроническим аутоиммунным тиреоидитом и различия практически достоверны ($P = 0,053$), хотя описываются авторами как недостоверные.

ВЫВОДЫ

1) При хроническом аутоиммунном тиреоидите эластографическая картина диффузно измененной паренхимы щитовидной железы практически не отличалась от контрольной группы и характеризовалась однородным окрашиванием долей при использовании стандартной для исследования щитовидной железы шкалы (180 кПа). Однако значения SD модуля Юнга в группе пациентов с хроническим аутоиммунным тиреоидитом достоверно выше, чем в контрольной группе, что говорит о большей эластографической неоднородности паренхимы.

2) Медиана *E*mean в диффузно измененной паренхиме щитовидной железы при хроническом аутоиммунном тиреоидите составила 16,3 кПа, 2,5–97,5-й процентиля – 5,3–51,1 кПа, минимальное – максимальное значения – 5,2–69,4 кПа; *E*max – 21,2, 10,3–80,4, 10,3–83,8 кПа соответственно.

3) Все статистические характеристики модуля Юнга (*E*mean, *E*max, SD) в диффузно измененной паренхиме щитовидной железы достоверно превышали значения контрольной группы ($P < 0,05$).

4) При проведении корреляционного анализа достоверные значимые связи модуля Юнга (*E*mean) с показателями тиреоидного статуса (ТТГ, Т4св., АТ-ТПО) в группе пациентов с хроническим аутоиммунным тиреоидитом не получены.

5) Тест “значение *E*mean >13,6 кПа – хронический аутоиммунный тиреоидит” характеризуется чувствительностью 76,2%, специфичностью 59,9%, площадью под кривой (*AUC*) 0,705. Тест “значение *E*max >18,3 кПа – хронический аутоиммунный тиреоидит” характеризуется чувствительностью 85,7%, специфичностью 55,1%, площадью под кривой (*AUC*) 0,705. Это говорит о недостаточной информативности метода для самостоятельного использования, но позволяет учитывать повышение жесткости в рамках мультипараметрической ультразвуковой диагностики хронического аутоиммунного тиреоидита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Berg W.A., Cosgrove D.O., Dore C.J. et al. Shear-wave elastography improves the specificity of breast US: the BE1 multinational study of 939 masses // Radiology. 2012. V. 262. No. 2. P. 435–449.

2. Поморцев А.В., Гудков Г.В., Дегтярева Ю.С. и др. Возможности эластографии сдвиговой волны в дифференциальной диагностике очаговой патологии щитовидной железы // Лучевая диагностика и терапия. 2011. № 3. С. 60–66.
3. Сенча А.Н., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н. и др. Количественные и качественные показатели ультразвуковой эластографии в диагностике рака щитовидной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 5. С. 85–98.
4. Zhang B., Ma X., Wu N. et al. Shear wave elastography for differentiation of benign and malignant thyroid nodules: a meta-analysis // J. Ultrasound Med. 2013. V. 32. No. 12. P. 2163–2169.
5. Lin P., Chen M., Liu B. et al. Diagnostic performance of shear wave elastography in the identification of malignant thyroid nodules: a meta-analysis // Eur. Radiol. 2014. V. 24. No. 11. P. 2729–2738.
6. Митьков В.В., Васильева А.К., Митькова М.Д. Диагностическая информативность ультразвуковой эластографии сдвиговой волной в диагностике рака предстательной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 5. С. 30–43.
7. Митьков В.В., Чубарова К.А., Заболотская Н.В., Митькова М.Д., Яурова Н.В. Информативность ультразвуковой эластографии сдвиговой волной в диагностике рака молочной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2014. № 1. С. 11–24.
8. Митьков В.В., Иванишина Т.В., Митькова М.Д. Эластография сдвиговой волной в мультипараметрической ультразвуковой диагностике рака щитовидной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2016. № 1. С. 13–28.
9. Kim I., Kim E.K., Yoon J.H. et al. Diagnostic role of conventional ultrasonography and shear wave elastography in asymptomatic patients with diffuse thyroid disease: initial experience with 57 patients // Yonsei Med. J. 2014. V. 55. No. 1. P. 247–253.
10. Ruchala M., Szczepanek-Parulska E., Zybek A. et al. The role of sonoelastography in acute, subacute and chronic thyroiditis: a novel of the method // Eur. J. Endocrin. 2012. V. 166. No. 3. P. 425–432.
11. Margi F., Chytiris S., Capelli V. et al. Shear wave elastography in the diagnosis of thyroid nodules: feasibility in the case of coexistent chronic autoimmune Hashimoto's thyroiditis // Clin. Endocrinol. 2012. V. 76. No. 1. P. 137–141.
12. Sporea I., Vlad M., Bota S. et al. Thyroid stiffness assessment by acoustic radiation force impulse elastography (ARFI) // Ultraschall Med. 2011. V. 32. No. 3. P. 281–285.
13. Slman R., Monpeyssen H., Desarnaud S. et al. Ultrasound, elastography and fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography imaging in Riedel's thyroiditis: report of two cases // Thyroid. 2011. V. 7. No. 21. P. 799–804.
14. Sporea I., Sirli R., Bota S. et al. ARFI-elastography for the evaluation of diffuse thyroid gland patho-

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН

<http://vidar.ru/>

Интернет-магазин Издательства «Видар» предлагает своим покупателям профессиональную медицинскую литературу по издательским ценам!

Мы предлагаем вам несколько вариантов доставки: самовывоз, доставка курьером по Москве, доставка почтой в другие регионы.

Ждем Вас на нашем интернет-ресурсе. Также вы сможете оформить подписку на еще не вышедшие издания и купить их по более выгодной цене!

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВИДАР
МЕДИЦИНСКАЯ
ЛИТЕРАТУРА



Контакты: +7-495-768-0434; +7-495-589-8660

- logy: Preliminary results // World J. Radiol. 2012. V. 28. No. 4. P. 174–178.
15. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Герасимов Г.А. и др. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике и лечению аутоиммунного тиреоидита у взрослых. Режим доступа: // http://www.endoinfo.ru/guidelines/rus_ait.pdf, свободный. Загл. с экрана. 20.06.2016.
 16. Митьков В.В., Иванишина Т.В., Митькова М.Д. Ультразвуковое исследование неизмененной щитовидной железы с применением технологии эластографии сдвиговой волной // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2014. № 6. С. 13–20.
 17. Заболотская Н.В., Кондратова Г.М. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы // Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. Изд. 2-е / Под ред. В.В. Митькова. М.: Видар, 2011. С. 607–636.
 18. Hekimoglu K., Donmez F.Y., Arslan S. et al. The role of shear wave elastography in the diagnosis of chronic autoimmune thyroiditis // Med. Ultrason. 2015. V. 17. No. 3. P. 322–326.
 19. Иванова О.И., Логвинов С.В., Соломатина Т.В. Особенности морфологии щитовидной железы при хроническом аутоиммунном тиреоидите // Сибирский онкологический журнал. 2006. Т. 18. № 2. С. 71–75.
 20. Чухраева О.Н. Оценка кровотока в щитовидной железе при ее диффузных заболеваниях по данным ультразвуковой доплерографии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Хабаровск, 2007. 23 с.
 21. Fukuhara T., Matsuda E., Izawa S. et al. Utility of shear wave elastography for diagnosing chronic autoimmune thyroiditis // J. Thyroid Res. 2015. Doi: 10.1155/2015/164548.
 22. Митьков В.В., Митькова М.Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015. № 2. С. 94–108.
 23. Vlad M., Golu I., Bota S. et al. Real-time shear wave elastography may predict autoimmune thyroid disease // Wien. Klin. Wochenschr. 2015. V. 127. No. 9–10. P. 330–336.

Value of Ultrasound Shear Wave Elastography in Chronic Autoimmune Thyroiditis Diagnosis

T.V. Ivanishina, M.D. Mitkova, N.V. Zabolotskaya, V.V. Mitkov

Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

T.V. Ivanishina – M.D., Ph.D. fellow, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow. M.D. Mitkova – M.D., Ph.D., Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow. N.V. Zabolotskaya – M.D., Ph.D., Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow. V.V. Mitkov – M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow.

21 patients with diffuse changes of the thyroid and chronic autoimmune thyroiditis diagnosis and 147 patients of control group underwent examination. Ultrasound examination were performed on Aixplorer (Supersonic Imagine, France) scanner with wide band linear probe 4–15 MHz. Emean median in thyroid parenchyma of patients with chronic autoimmune thyroiditis was 16.3 kPa, 2.5–97.5th percentiles – 5.3–51.1 kPa, minimum–maximum values – 5.2–69.4 kPa, Emax – 21.2, 10.3–80.4, 10.3–83.8 kPa, respectively. All statistical characteristics of Young's modulus (Emean, Emax, SD) in thyroid parenchyma with diffuse changes were significantly higher in compare with that in control group (P < 0.05). Analysis did not reveal significant correlation between the Young's modulus (Emean) and thyroid function test results (thyrotropin, thyroxine, thyroperoxidase antibodies) in patients with chronic autoimmune thyroiditis. Test "Emean > 13.6 kPa – chronic autoimmune thyroiditis" showed sensitivity 76.2%, specificity 59.9%, and area under the curve (AUC) 0.705. Test "Emax > 18.3 kPa – chronic autoimmune thyroiditis" showed sensitivity 85.7%, specificity 55.1%, and area under the curve (AUC) 0.705. These results do not allow using it independently, but allows considering quantitative elastography in multiparametric ultrasound diagnosis of chronic autoimmune thyroiditis.

Key words: thyroid ultrasound, ultrasound elastography, shear wave elastography, Young's modulus, shear wave velocity, diffuse thyroid disease, chronic autoimmune thyroiditis.

Ультразвуковая эластография сдвиговой волной при исследовании неизмененных яичек

В.В. Митьков, И.М. Гогаева, М.Д. Митькова

ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования”
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

С целью оценки ультразвуковой эластографической семиотики неизмененного яичка с определением диапазона нормативных данных обследовано 125 пациентов (250 яичек) в возрасте от 18 до 85 лет (медиана возраста – 51 год). Критерии включения в исследование: наличие яичек с двух сторон; отсутствие клинических признаков патологии органов мошонки; отсутствие в анамнезе травмы, перекручивания, опухолей яичка и диагностированного бесплодия; неизменная ультразвуковая картина яичек в серошкальном режиме. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование (серошкальная эхография, цветокодированная доплерография, импульсноволновая доплерография, двумерная эластография сдвиговой волной) проводилось на аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) с использованием широкополосного датчика, работающего в диапазоне частот от 4 до 15 МГц. В процессе работы определен нормативный диапазон значений модуля Юнга при использовании двумерной эластографии сдвиговой волной. 95%-й интервал значений (2,5–97,5-й процентиля) для E_{mean} (средние значения модуля Юнга в зоне ин-

тереса) неизмененного яичка составляет 1,8–4,4 кПа, для E_{max} (максимальные значения модуля Юнга в зоне интереса) – 2,5–6,0 кПа, для скорости сдвиговой волны – 0,77–1,21 м/с (для средних значений скорости сдвиговой волны в зоне интереса) и 0,91–1,41 м/с (для максимальных значений скорости сдвиговой волны в зоне интереса). Достоверные значимые связи значений модуля Юнга, с одной стороны, и значений объема яичка, индекса резистентности во внутрияичковых артериях и возраста пациентов, с другой стороны, не выявлены.

Ключевые слова: мультипараметрическая ультразвуковая диагностика, ультразвуковая эластография, эластография сдвиговой волной, жесткость, модуль Юнга, скорость сдвиговой волны, яичко.

ВВЕДЕНИЕ

Ультразвуковое исследование является главной методикой медицинской визуализации органов мошонки [1]. В арсенале ультразвуковых технологий в настоящее время появились ультразвуковая эластография и ультразвуковые контрастные препара-

В.В. Митьков – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. И.М. Гогаева – аспирант кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. М.Д. Митькова – к.м.н., доцент кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: 127299 г. Москва, ул. Новая Ипатьевка, д. 3, Клинический госпиталь ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве”, кафедра ультразвуковой диагностики. Гогаева Ирина Муратовна. Тел.: +7 (499) 150-90-61. Факс: +7 (926) 200-75-81. E-mail: irina110687@mail.ru

раты. Поэтому при проведении ультразвукового исследования органов мошонки есть возможность получения не только анатомической информации (В-режим), качественных и количественных характеристик макроваскуляризации (цветокодированные доплерографические режимы и режим импульсно-волновой доплерографии), но и качественных и количественных параметров микроваскуляризации (ультразвуковые контрастные препараты), а также качественных и количественных признаков, характеризующих механические (упругие) свойства тканей (компрессионная эластография, эластография сдвиговой волной). Мультипараметрическое ультразвуковое исследование органов мошонки позволяет оценить структурные и функциональные изменения, которые используются в практической медицине для построения общего ультразвукового заключения [2].

Практические рекомендации Европейской федерации ассоциаций ультразвука в медицине и биологии (*EFSUMB*) [3] отмечают возможность использования ультразвуковой эластографии при исследовании многих органов и систем. Это касается и ультразвуковой эластографии сдвиговой волной, которая в последнее время стала доступна на аппаратах многих производителей. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной позволяет получать абсолютные количественные параметры жесткости тканей (значения модуля Юнга и (или) скорости сдвиговой волны). Основное внимание исследователей в нашей стране уделено ультразвуковой эластографии сдвиговой волной печени, молочной, щитовидной и предстательной желез [4–7]. Вопросы ультразвуковой оценки жесткости органов мошонки остаются открытыми; исследования, касающиеся различных заболеваний яичек, продолжаются [8, 9].

Для оценки диагностических возможностей метода в первую очередь требуются нормативные данные. М. Trottmann et al. [10] в 2016 г. опубликовали сравнительные данные по жесткости различных отделов яичек (верхние, средние, нижние) у пациентов без клинических признаков патологии яичек на момент исследования при отсутствии опухолей яичка, бесплодия и перекручивания яичка в анамнезе. Авторы выделили различные группы в зависимости

от возраста и объема яичек. Исследование проведено на аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) с определением значений скорости сдвиговой волны (м/с). Однако в статье сообщены только значения медианы скорости сдвиговой волны. Статистические характеристики разброса данных (процентильные размахи, минимальное и максимальное значения) приведены только в диаграммах, что не позволяет их точно определить и использовать для сравнения.

Цель нашего исследования – оценка ультразвуковой эластографической семиотики неизмененного яичка с определением диапазона нормативных данных при проведении двумерной эластографии сдвиговой волной.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследовано 125 пациентов (250 яичек) в возрасте от 18 до 85 лет (медиана возраста – 51 год). Критерии включения в исследование: наличие яичек с двух сторон; отсутствие клинических признаков патологии органов мошонки; отсутствие в анамнезе травмы, перекручивания, опухолей яичка и диагностированного бесплодия; неизменная ультразвуковая картина яичек в серошкальном режиме.

Все пациенты дали информированное добровольное согласие на проведение диагностической процедуры в соответствии с российским законодательством (Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ “Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации”).

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование (серошкальная эхография, цветокодированная доплерография, импульсно-волновая доплерография, двумерная эластография сдвиговой волной) проводилось на аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) с использованием широкополосного датчика, работающего в диапазоне частот от 4 до 15 МГц.

Техника выполнения эластографии сдвиговой волной подразумевала плавные движения датчиком, отсутствие дополнительной компрессии на исследуемый орган. Цветовое окно располагалось на глубине не более 30 мм от поверхности датчика, что обусловлено техническими возможностями

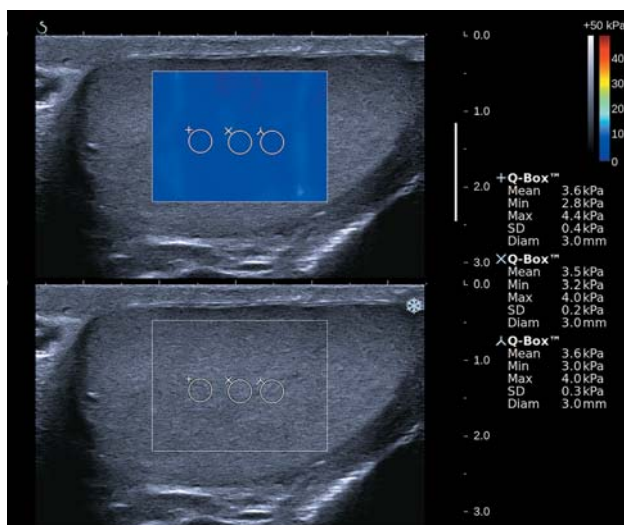


Рис. 1. Двумерная эластография сдвиговой волной. Район интереса (цветовое окно) и результаты измерения значений модуля Юнга (E) в трех зонах интереса (Q-Box). Для каждой зоны интереса представлены следующие статистические характеристики: среднее значение E (E_{mean}, кПа), максимальное значение E (E_{max}, кПа), минимальное значение E (E_{min}, кПа), стандартное отклонение E (SD, кПа) и диаметр зоны интереса (мм). Пояснение в тексте.

прибора. После выбора области интереса с целью стабилизации изображения производилась фиксация положения руки в течение 4 с.

Количественная оценка жесткости ткани (измерение модуля Юнга) проводилась в зонах интереса (Q-Box). В каждой зоне интереса автоматически определялись следующие значения модуля Юнга (E): среднее значение (E_{mean}), максимальное значение (E_{max}), минимальное значение (E_{min}) и стандартное отклонение (SD). В дальнейшем анализировали E_{mean}, E_{max} и SD.

При исследовании неизменной паренхимы яичек в зависимости от поставленной задачи количественные параметры получали в 3 зонах интереса в верхних, средних и нижних отделах органа (итого 9 измерений) с последующим усреднением по отделам (расчет среднего арифметического значения из 3 величин для верхних, средних и нижних отделов) (1) или в 3 зонах интереса в средних отделах органа с последующим усреднением (рис. 1) (2). Все измерения проводили при продольном сканировании яичек.

Объем яичка в двумерном серошкальном режиме рассчитывали по стандартной формуле (формула объема эллипсоида) [11]:

$$V = 0,52 \times a \times b \times c,$$

где a, b и c – длина, толщина и ширина яичка.

Оценку общего периферического сопротивления кровотоку проводили при импульсно-волновой доплерографии путем расчета индекса резистентности по стандартной формуле [12]:

$$RI = \frac{V_{ps} - V_{ed}}{V_{ps}},$$

где V_{ps} – максимальная систолическая скорость кровотока, V_{ed} – конечная диастолическая скорость кровотока.

Статистический анализ осуществляли с помощью программы MedCalc. Количественные данные представлены в виде медианы (50-й процентиль), 25–75-го процентилей, 5–95-го процентилей, 2,5–97,5-го процентилей и минимального – максимального значений. Количественные параметры сравнивали с помощью непараметрических критериев Манна–Уитни и Фридмана. При проведении корреляционного анализа использовали коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s) и тау Кендалла (τ_k). Для анализа качественных признаков в процессе работы применяли критерий χ². Различия считали достоверными при P ≤ 0,05. При проведении корреляционного анализа результаты считали статистически значимыми также при P ≤ 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты эластометрии сдвиговой волной при измерении модуля Юнга в различных отделах яичек представлены в табл. 1 (количество обследованных пациентов – 22, возраст – 18–78 лет). Значения E_{max} и SD при сравнении жесткости в верхних, средних и нижних отделах яичек не различались. Достоверные различия определялись только при сравнении значений E_{mean}: в средней трети значения E_{mean} были ниже по сравнению с верхним и нижним отделами (P < 0,05). Интересно, что такие же данные получены M. Trottmann et al. [10] при оценке неизменных яичек (n = 132)

Таблица 1. Значения модуля Юнга (кПа) в различных отделах паренхимы неизмененных яичек (n = 44)

Области измерений	Минимальное значение	25-й процентиль	Медиана	75-й процентиль	Максимальное значение
E _{mean}					
Верхняя треть	2,1	2,7	3,0	3,5	4,5
Средняя треть	1,7	2,4	2,7	3,2	4,2
Нижняя треть	2,2	2,7	3,3	3,6	5,0
E _{max}					
Верхняя треть	2,8	3,5	3,9	4,6	7,3
Средняя треть	2,6	3,2	3,9	4,3	7,5
Нижняя треть	2,8	3,6	4,3	4,9	5,8
SD					
Верхняя треть	0,2	0,3	0,4	0,4	1,0
Средняя треть	0,2	0,3	0,3	0,4	1,1
Нижняя треть	0,1	0,3	0,4	0,5	0,8

67 добровольцев. В верхних и нижних отделах яичек медиана скорости сдвиговой волны составила 1,15 м/с, в центральных – 0,90 м/с ($P < 0,001$). Для сравнения ниже представлены медианы скорости сдвиговой волны, полученные при пересчете количественных данных в нашем исследовании. Известно, что модуль Юнга и скорость сдвиговой волны связаны между собой формулой:

$$E \approx 3c_s^2,$$

где E – модуль Юнга (кПа), c_s – скорость сдвиговой волны (м/с) [13]. Медиана скорости сдвиговой волны (для средних значений скорости сдвиговой волны в зоне интереса) в верхней трети составила 1,00 м/с, средней – 0,94 м/с, нижней – 1,05 м/с. Несмотря на наличие достоверности различий значений искомого параметра в среднем сегменте, попытка получения адекватного решающего диагностического правила была безуспешна, поэтому в дальнейшем все показатели оценивались в среднем сегменте исследуемых яичек. Интересно, что в работе М. D'Anastasi et al. [14] при точечной эластографии сдвиговой волной (Acuson S2000 и Acuson S3000, Siemens, Германия) достоверные различия значений скорости сдвиговой волны при оценке жесткости в разных отделах яичек не получены.

При оценке объема яичек у 47 пациентов (возраст – 18–78 лет) достоверные различия между правой и левой сторонами не полу-

чены. Поэтому представляем общие результаты (n = 94): медиана объема яичка составляет 18,0 см³, 25–75-й процентиля – 14,2–21,3 см³, 5–95-й процентиля – 11,4–26,8 см³, минимальное – максимальное значения – 10,7–41,5 см³. По данным Е. Spyroulos et al. [11], значения объема неизмененного яичка, рассчитанного по стандартной формуле, колеблются от 6,1 до 29,8 см³ (среднее значение – 16,9 см³); по данным J. Richenberg et al. [15] – от 12 до 30 мл (среднее значение – 18 мл). В нашей выборке объем яичек не соответствовал указанным интервалам только у 1 (n = 2) исследуемого. Это было связано с конституциональными особенностями индивида (объем правого яичка – 41,5 см³, левого – 38,2 см³).

Корреляционный анализ не выявил достоверных значимых связей значений объема яичка, с одной стороны, и E_{mean}, E_{max}, SD – с другой. Аналогичные результаты (отсутствие достоверных различий) были получены М. Trottmann et al. [10] при сравнении значений скорости сдвиговой волны у пациентов с различным объемом яичек (до 10 мл включительно, от 10 до 15 мл (последнее значение включительно), более 15 мл). Достоверные различия были получены исследователями только для верхнего полюса яичка при сравнении групп ≤10 мл и >15 мл ($P = 0,007$), причем значения скорости сдвиговой волны были выше в группе с меньшим объемом. Но и этот факт не противоречит полученным данным, поскольку

Таблица 2. Значения модуля Юнга (кПа) в паренхиме неизмененных яичек (n = 250)

Сторона исследования	Emean	Emax	SD
Правое яичко (n = 125)	2,7	3,7	0,3
	2,4–3,3	3,2–4,3	0,2–0,5
	1,9–3,9	2,6–5,4	0,2–0,7
	1,3–4,3	1,7–7,1	0,1–1,2
Левое яичко (n = 125)	3,0	3,9	0,3
	2,5–3,5	3,3–4,6	0,2–0,4
	2,0–4,4	2,8–5,8	0,2–0,7
	1,6–5,4	2,0–6,9	0,1–1,1
Объединенные данные (n = 250)	2,8	3,8	0,3
	2,4–3,4	3,2–4,5	0,2–0,4
	1,9–4,2	2,7–5,6	0,2–0,7
	1,3–5,4	1,7–7,1	0,1–1,2

Примечание: количественные данные представлены в виде медианы (первая строка ячейки), 25–75-го перцентилей (вторая строка ячейки), 5–95-го перцентилей (третья строка ячейки), минимального – максимального значений (четвертая строка ячейки).

в нашем исследовании объем яичек у всех пациентов был более 10 мл. М. D’Anastasi et al. [14] при точечной эластографии сдвиговой волной получили достоверную отрицательную связь объема яичек со скоростью сдвиговой волны ($P = 0,0003$). Необходимо отметить, что количество обследованных яичек в работе М. Trottmann et al. составило 132 [10], М. D’Anastasi et al. – 46 [14], в нашем исследовании – 94.

При оценке доплерографических параметров у 40 пациентов (возраст – 18–78 лет) достоверные различия между значениями индекса резистентности во внутрияичковых артериях (уровень центрипетальных артерий) при сравнении двух сторон выявлены не были. Объединенные результаты (n = 80): медиана индекса резистентности яичка составляет 0,57, 25–75-й перцентили – 0,52–0,63, 5–95-й перцентили – 0,43–0,69, минимальное – максимальное значения – 0,42–0,71. По данным G.M. Pinggera et al. [16], среднее значение индекса резистентности в контрольной группе пациентов – $0,54 \pm 0,05$ (M $\pm$ SD) (максимальное значение – 0,60), по данным W.S. Mahafza et al. [17] – $0,62 \pm 0,10$.

Корреляционный анализ не выявил достоверных значимых связей значений индекса резистентности во внутрияичковых артериях, с одной стороны, и Emean, Emax, SD, возраста пациентов и объема яичек – с другой.

Результаты оценки модуля Юнга в паренхиме яичек представлены в табл. 2 (количество обследованных пациентов – 125,

возраст – 18–85 лет). При сравнении значений модуля Юнга с двух сторон достоверные различия определяются только для Emean ($P = 0,006$). По данным М. Trottmann et al. [10], достоверные различия с двух сторон не определялись (слева (n = 67) медиана 1,10 м/с, справа (n = 65) – 1,07 м/с). По данным М. D’Anastasi et al. [14], при точечной эластографии сдвиговой волной достоверные различия с двух сторон также не определялись.

Для сравнения ниже представлены значения медианы скорости сдвиговой волны, полученные при пересчете количественных данных в нашем исследовании. Медиана скорости сдвиговой волны (mean) составила справа – 0,94 м/с, слева – 1,00 м/с, с двух сторон – 0,95 м/с. Интересно, что, по данным М. Trottmann et al. [10], значения справа были также несколько ниже (3,4 против 3,6 кПа), однако различия недостоверны (в отличие от полученных нами данных). Такой небольшой разницей (диапазон значений справа – 1,3–4,3 кПа, слева – 1,6–5,4 кПа) при выведении нормативных значений можно пренебречь. Кроме того, при выделении возрастных групп (до 40 лет (n = 40), от 41 до 60 лет (n = 146), более 61 года (n = 64)) обнаружено, что достоверные различия между правой и левой сторонами были получены только в группе пациентов до 40 лет ($P = 0,04$). Это на фоне того, что достоверные различия значений модуля Юнга у пациентов различных возрастных групп не получены (рис. 2). Интересно, что достоверность разницы Emean с двух

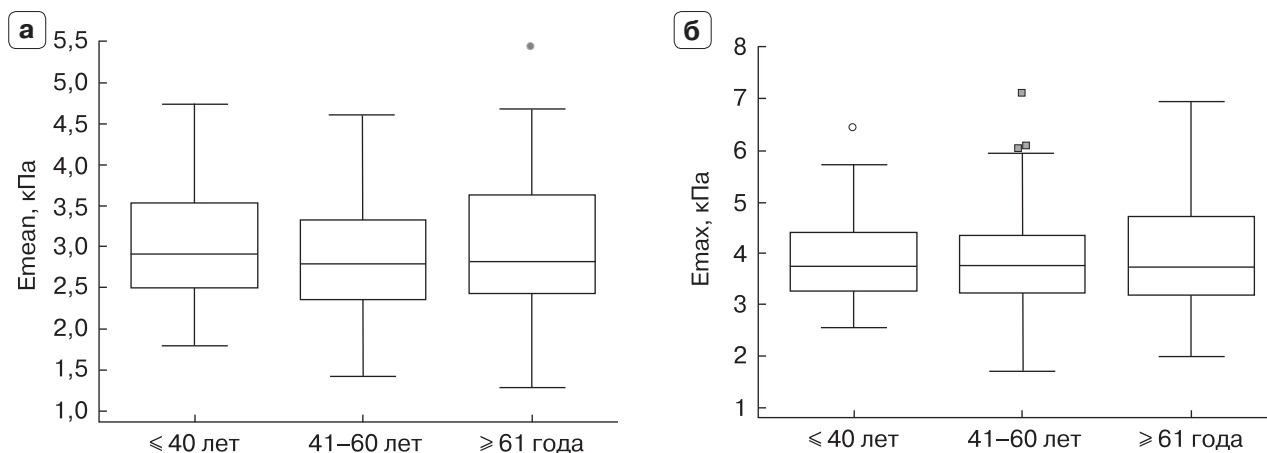


Рис. 2. Значения модуля Юнга в различных возрастных группах. а – E_{mean} . б – E_{max} . Различия между возрастными группами недостоверны в обоих случаях. Диаграммы типа *box-and-whiskers*, представляющие медиану (50-й процентиль); интерквартильный разброс (25–75-й процентиля); диапазон (разность первого квартиля и полутора межквартильных расстояний – сумма третьего квартиля и полутора межквартильных расстояний).

сторон обусловлена именно различием минимальных значений (E_{min}) в выборке, тогда как более значимые в плане дифференциации злокачественных процессов максимальные значения (E_{max}) достоверно не различаются.

При анализе различий между сторонами было выявлено, что значения модуля Юнга (E_{mean}) правого яичка были больше левого у 41 из 125 (32,8%) пациентов, левого больше правого – у 82 (65,6%), одинаковы – у 2 (1,6%). Количество пациентов, у которых значения модуля Юнга левого яичка больше правого, достоверно больше ($P < 0,05$). Однако достоверные различия между относительной разницей справа и слева не определялись (табл. 3).

Таким образом, выделение отдельных нормативных значений для правого и левого яичек нецелесообразно, однако при использовании модуля Юнга в практической работе желательно учитывать этот нюанс. 95% -й интервал значений (2,5–97,5-й процентиля, аналог $M \pm 2SD$ для нормального распределения) для E_{mean} (средние значения модуля Юнга в зоне интереса) неизменного яичка составляет 1,8–4,4 кПа, для E_{max} (максимальные значения модуля Юнга в зоне интереса) – 2,5–6,0 кПа, для скорости сдвиговой волны – 0,77–1,21 м/с (для средних значений скорости сдвиговой волны в зоне интереса) и 0,91–1,41 м/с (для максимальных значений скорости

сдвиговой волны в зоне интереса) (табл. 4). По данным М. D'Anastasi et al. [14], 95% значений скорости сдвиговой волны лежит в диапазоне 0,62–1,01 м/с. Как известно, значения скорости сдвиговой волны (модуля Юнга) являются аппаратзависимыми [2]. Это не позволяет проводить корректное сравнение наших результатов (0,77–1,21 м/с) с данными М. D'Anastasi et al. [14], поскольку последние получены на другом ультразвуковом приборе. Как уже было отмечено выше, статистические характеристики разброса данных (процентильные

Таблица 3. Относительная разница значений модуля Юнга (E_{mean}) в паренхиме неизмененных правого и левого яичек ($n = 125$)

Условия оценки	Относительная разница, %
Жесткость правого яичка больше левого ($n = 41$)	12,6 8,5–22,4 1,0–33,6 0,9–37,0
Жесткость левого яичка больше правого ($n = 82$)	15,8 7,8–28,1 3,6–43,7 2,3–53,0
Все пациенты ($n = 125$)	14,9 8,0–24,5 1,7–41,8 0,0–53,0

Примечание: представление количественных параметров как в табл. 2.

Таблица 4. Нормативные значения модуля Юнга и скорости сдвиговой волны в паренхиме яичек (n = 250)

Статистические характеристики	Модуль Юнга, кПа	Скорость сдвиговой волны, м/с
Средние значения в зоне интереса	2,8 1,8–4,4	0,95 0,77–1,21
Максимальные значения в зоне интереса	3,8 2,5–6,0	1,13 0,91–1,41

Примечание: количественные данные представлены в виде медианы (первая строка ячейки), 2,5–97,5-го перцентилей (вторая строка ячейки).

размахи, минимальное и максимальное значения) в работе M. Trottmann et al. [10] приведены только в диаграммах, что не позволяет их четко дифференцировать и использовать для сравнения с нашими результатами.

Корреляционный анализ не выявил достоверных значимых связей значений Emean, Emax и SD, с одной стороны, и возраста пациентов – с другой. Отсутствие достоверных различий – и при сравнении значений скорости сдвиговой волны у пациентов различного возраста (до 40 лет, от 41 до 60 лет, более 61 года) было продемонстрировано и в работе M. Trottmann et al. [10]. Однако, по данным M. D’Anastasi et al. [14], при точечной эластографии сдвиговой волной получены достоверные положительные корреляционные связи между значениями скорости сдвиговой волны и возрастом пациентов ($P = 0,0056$). Авторы связывают этот фактор с возрастными изменениями яичек, в том числе связанными и с уменьшением объема. Как уже было отмечено выше, в нашей выборке достоверные значимые корреляции значений модуля Юнга ни с возрастом, ни с объемом не получены. Интересно, что это на фоне отсутствия достоверной значимой корреляции значений объема яичек и возраста пациентов.

При проведении эластографии сдвиговой волной следует учитывать данные M. D’Anastasi et al. [14], которые не выявили связи между значениями скорости сдвиговой волны и глубиной расположения зоны интереса.

Таким образом, в процессе работы определен нормативный диапазон значений модуля Юнга при использовании двумерной эластографии сдвиговой волной, позволяющей оценивать жесткость яичек. 95%-й интервал значений (2,5–97,5-й перцентили) для Emean (средние значения модуля Юнга

в зоне интереса) неизменного яичка составляет 1,8–4,4 кПа, для Emax (максимальные значения модуля Юнга в зоне интереса) – 2,5–6,0 кПа, для скорости сдвиговой волны – 0,77–1,21 м/с (для средних значений скорости сдвиговой волны в зоне интереса) и 0,91–1,41 м/с (для максимальных значений скорости сдвиговой волны в зоне интереса). Достоверные значимые связи значений модуля Юнга, с одной стороны, и значений объема яичка, индекса резистентности во внутрияичковых артериях и возраста пациентов, с другой стороны, не выявлены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kuhn A.L., Scortegagna E., Nowitzki K.M., Kim Y.H. Ultrasonography of the scrotum in adults // Ultrasonography. 2016. Doi: 10.14366/usg.15075.
2. Митьков В.В., Митькова М.Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015. № 2. С. 94–108.
3. Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J. et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications // Ultraschall Med. 2013. V. 34. No. 3. P. 238–253.
4. Диомидова В.Н., Петрова О.В. Сравнительный анализ результатов эластографии сдвиговой волной и транзистентной эластографии в диагностике диффузных заболеваний печени // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 5. С. 17–23.
5. Митьков В.В., Чубарова К.А., Заболотская Н.В., Митькова М.Д. Возможности эластографии сдвиговой волной в дифференциальной диагностике очаговой формы злокачественных и доброкачественных опухолей молочных желез // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 6. С. 27–39.
6. Сенча А.Н., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н., Беляев Д.В., Сергеева Е.Д., Кашманова А.В. Количественные и качественные показатели ультразвуковой эластографии в диагностике рака щитовидной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 5. С. 85–98.

7. Митьков В.В., Васильева А.К., Митькова М.Д., Аргунов П.Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной в оценке клинической значимости рака предстательной железы (промежуточные результаты) // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015. № 4. С. 13–23.
8. Trottman M., Marcon J., D'Anastasi M., Karl A., Stief C.G., Reiser M., Clevert D.A. The role of VTIQ as a new tissue strain analytics measurement technique in testicular lesions // Clin. Hemorheol. Microcirc. 2014. V. 58. No. 1. P. 195–209.
9. Sun Z., Xie M., Xiang F., Song Y., Yu C., Zhang Y., Ramdhany S., Wang J. Utility of real-time shear wave elastography in the assessment of testicular torsion // PLoS One. 2015. V. 10. No. 9. P. e0138523. Doi: 10.1371/journal.pone.0138523.
10. Trottman M., Marcon J., D'Anastasi M., Bruce M.F., Stief C.G., Reiser M., Buchner A., Clevert D.A. Shear-wave elastography of the testis in the healthy man – determination of standard values // Clin. Hemorheol. Microcirc. 2016. V. 62. No. 3. P. 273–281.
11. Spyropoulos E., Borousas D., Mavrikos S. et al. Size of external genital organs and somatometric parameters among physically normal men younger than 40 years old // Urology. 2002. V. 60. No. 3. P. 485–489.
12. Митьков В.В. Допплерография в диагностике заболеваний печени, желчного пузыря, поджелудочной железы и их сосудов. М.: Видар, 2000. 146 с.
13. Митьков В.В., Иванишина Т.В., Митькова М.Д. Эластография сдвиговой волной в мультипараметрической ультразвуковой диагностике рака щитовидной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2016. № 1. С. 13–28.
14. D'Anastasi M., Schneevoigt B.S., Trottman M. et al. Acoustic radiation force impulse imaging of the testes: a preliminary experience // Clin. Hemorheol. Microcirc. 2011. V. 49. No. 1–4. P. 105–114.
15. Richenberg J., Belfield J., Ramchandani P. et al. Testicular microlithiasis imaging and follow-up: guidelines of the ESUR scrotal imaging subcommittee // Eur. Radiol. 2015. V. 25. No. 2. P. 323–330.
16. Pinggera G.M., Mitterberger M., Bartsch G. et al. Assessment of the intratesticular resistive index by colour Doppler ultrasonography measurements as a predictor of spermatogenesis // BJU Int. 2008. V. 101. No. 6. P. 722–726.
17. Mahafza W.S., Alarini M.Y., Awadghanem A.F. et al. Testicular microlithiasis: Correlation with doppler sonography of testicular arteries and sperm function // J. Clin. Ultrasound. 2016. Doi: 10.1002/jcu.22363.

Ultrasound Shear Wave Elastography in Assessment of Normal Testis Stiffness

V.V. Mitkov, I.M. Gogaeva, M.D. Mitkova

Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

V.V. Mitkov – M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow. I.M. Gogaeva – M.D., Ph.D. fellow, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow. M.D. Mitkova – M.D., Ph.D., Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow.

125 patients (250 testes) were examined with shear wave ultrasound elastography. Testes parenchyma stiffness was assessed. Patient's age varied from 18 to 85 years old (median – 51 years old). Inclusion criteria were as follows: presence of both testes; absence of any scrotum pathology; absence of trauma, torsion, testes tumours, and infertility; normal ultrasound image of the testes in B-mode. Multiparametric ultrasound (B-mode, color Doppler, pulsed wave Doppler, 2D shear wave elastography) were performed on Aixplorer (Supersonic Imagine, France) scanner with wide band linear probe 4–15 MHz. 2.5–97.5th percentiles for Emean (medium value of Young's modulus in region of interest) in normal testis was 1.8–4.4 кПа, for Emax (maximum value of Young's modulus in region of interest) – 2.5–6.0 кПа; for shear wave velocity – 0.77–1.21 m/s (medium value of shear wave velocity in region of interest) and 0.91–1.41 m/s (maximum value of shear wave velocity in region of interest). There were not significant correlations between the Young's modulus from one side and testis volume, resistive index in intratesticular artery, and patient's age from another side.

Key words: *multiparametric ultrasound, ultrasound elastography, shear wave elastography, stiffness, Young's modulus, shear wave velocity, testis.*

Ультразвуковая эластография сдвиговой волной при микролитиазе яичек

И.М. Гогаева¹, И.В. Казачок², М.Д. Митькова¹, В.В. Митьков¹

¹ ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования”
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

² ГАУЗ г. Москвы “Московская городская онкологическая больница №62
Департамента здравоохранения города Москвы”

Проведена оценка жесткости паренхимы яичек у пациентов с ограниченным (до 5 микролитов) и классическим (5 и более микролитов) типами микролитиаза. Двумерная эластография сдвиговой волной осуществлялась на аппарате Aixplorer (SuperSonic Imagine, Франция) широкополосным линейным датчиком с диапазоном частот от 4,0 до 15,0 МГц. Значения модуля Юнга измерялись в области микролитов и неизменной паренхимы. Сравнения проводились с контрольной группой пациентов. Размеры микролитов колеблются от 0,7 до 2,9 мм ($n = 60$). При эластографии сдвиговой волной в рекомендованном диапазоне значений модуля Юнга (50 кПа) отмечается однородное окрашивание внутри цветового окна, невзирая на наличие неоднородности ткани яичка в серошкальном режиме. Определяются достоверные различия значений модуля Юнга (E_{mean} и E_{max}), измеренных в области микролитов и неизменной паренхимы. При срав-

нении с контрольной группой достоверные различия определяются только для участков с микролитами, тогда как значения модуля Юнга неизменной паренхимы (вне микролитов) достоверно от группы контроля не отличаются. Размеры микролитов не коррелируют со значениями эластографических параметров. При оценке жесткости паренхимы яичек в случаях микролитиаза измерения желательно проводить в свободных от гиперэхогенных структур участках, при наличии множественных гиперэхогенных структур необходимо иметь в виду факт их влияния на количественные значения параметров жесткости.

Ключевые слова: мультипараметрическая ультразвуковая диагностика, ультразвуковая эластография, эластография сдвиговой волной, жесткость, модуль Юнга, скорость сдвиговой волны, микролитиаз яичек.

И.М. Гогаева – аспирант кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. И.В. Казачок – врач-патологоанатом патологоанатомического отделения ГАУЗ г. Москвы “Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы”. М.Д. Митькова – к.м.н., доцент кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. В.В. Митьков – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: 127299 г. Москва, ул. Новая Ипатьевка, д. 3, Клинический госпиталь ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве”, кафедра ультразвуковой диагностики. Гогаева Ирина Муратовна. Тел.: +7 (499) 150-90-61. Факс: +7 (926) 200-75-81. E-mail: irina110687@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Микролитиаз яичка определяется как состояние, при котором в проекции органа визуализируются множественные гиперэхогенные структуры размерами до 3 мм, не дающие акустической тени [1]. Данное состояние не присутствует в Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра. Возможность диагностики микролитиаза получена с развитием такого визуализирующего метода исследования, как ультразвуковая диагностика [2].

Понятие “классический микролитиаз” связано с определением в проекции одного среза яичка 5 и более (≥ 5) гиперэхогенных структур. При визуализации менее 5 (< 5) гиперэхогенных структур используется термин “изолированный (отграниченный) микролитиаз” [2].

В работе K.V. Patel et al. (2016) [3] выделены три категории микролитиаза: изолированный (отграниченный) – < 5 гиперэхогенных структур в проекции среза; классический – ≥ 5 гиперэхогенных структур в проекции среза; “снежная буря” – множественные (не поддающиеся счету количество) гиперэхогенные структуры. В более ранней работе F. Cornud et al. (2001) [4] рассматриваются три степени классического микролитиаза: 5–10, 10–20 и более 20 гиперэхогенных структур в проекции среза. Количество мелких гиперэхогенных структур при классическом микролитиазе может быть более 60 в поле зрения [5].

В настоящее время истинная распространенность микролитиаза яичек среди лиц мужского пола неизвестна, все приведенные цифры получены среди пациентов, направленных на ультразвуковое исследование органов мошонки по тем или иным причинам – таким путем рассчитанная распространенность микролитиаза яичек составляет 0,6–9,0% [3].

Ультразвуковая диагностика является ведущим методом визуализации структурных и функциональных изменений органов мошонки. В последние годы мультипараметрическая ультразвуковая диагностика пополнилась технологией оценки упругих свойств тканей – эластографией. Существуют два вида ультразвуковой эластографии – компрессионная и сдвиговой волной. Вторая дает возможность количественной

оценки абсолютных параметров, характеризующих жесткость, – модуля Юнга (кПа) и скорости сдвиговой волны (м/с). Эластография сдвиговой волной – недостаточно изученная технология применительно к яичкам. Существующие исследования, сделанные на различной аппаратуре, немногочисленны [6–8], что обосновывает дальнейшее изучение проблемы. Внедрение любой новой технологии в диагностический процесс требует уточнения методических нюансов. Один из вопросов связан с визуализацией микролитиаза яичек, при котором многочисленные гиперэхогенные структуры нарушают однородность паренхимы яичек.

В 2016 г. W.S. Mahafza et al. [9] изучили влияние микролитиаза на параметры кровотока при импульсно-волновой доплерографии. При сравнении значений индекса резистентности, пиковой систолической и конечной диастолической скоростей кровотока достоверные различия в группе микролитиаза яичек и контрольной группе не выявлены.

Целью настоящего исследования является уточнение влияния микролитиаза на параметры, характеризующие жесткость яичка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведена оценка жесткости яичек у 17 пациентов с отграниченным (до 5 микролитов) и классическим (5 и более микролитов) типами микролитиаза. Возраст пациентов колебался от 27 до 89 лет (медиана – 57 лет).

Контрольная группа состояла из 125 пациентов (250 яичек) в возрасте от 18 до 85 лет (медиана – 51 год). Критерии включения в контрольную группу: наличие яичек с двух сторон; отсутствие клинических признаков патологии органов мошонки; отсутствие в анамнезе травмы, перекручивания, опухолей яичка и диагностированного бесплодия; неизменная ультразвуковая картина яичек в серошкальном режиме.

Все пациенты дали информированное добровольное согласие на проведение диагностической процедуры в соответствии с российским законодательством (Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-

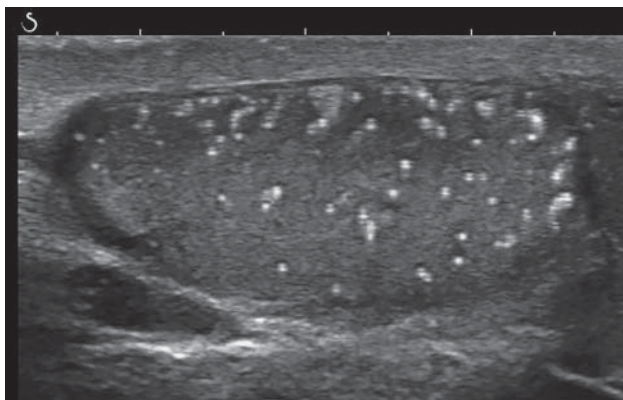


Рис. 1. Классический микролитиаз яичка в серошкальном режиме.

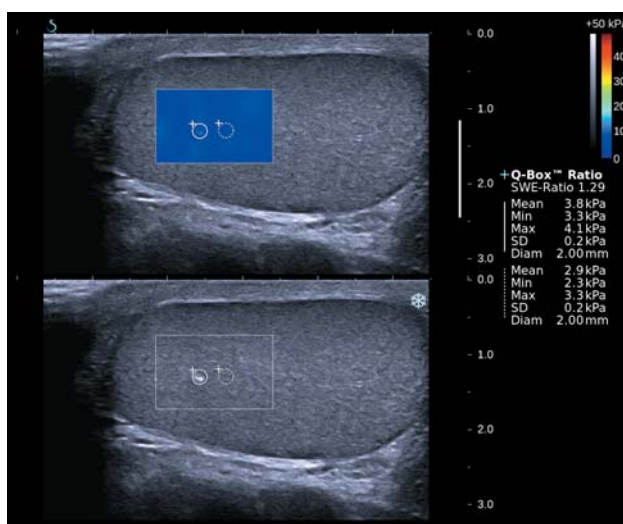


Рис. 2. Двумерная эластография сдвиговой волной. Район интереса (цветовое окно) и результаты измерения значений модуля Юнга в двух зонах интереса: в области микролита и неизменной паренхимы. Пояснение в тексте.

ФЗ “Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации”).

Ультразвуковое исследование проводилось на аппарате Aixplorer (SuperSonic Imagine, Франция) широкополосным линейным датчиком с диапазоном частот от 4,0 до 15,0 МГц. Режим эластографии сдвиговой волной использовался после предварительного сканирования в В-режиме. Исследование проводилось без дополнительной компрессии датчиком. Максимальная глубина сканирования в эластографическом режиме составляла до 30 мм согласно техническим возможностям методики при использовании данного вида датчика.

Время для стабилизации изображения не менее 4 с. Значения модуля Юнга, характеризующие жесткость паренхимы, отображались с помощью цветовой карты в режиме реального времени (рекомендованный диапазон значений модуля Юнга – 50 кПа). Последующие измерения проводились при условии полного окрашивания цветowego окна в области неизменной в серошкальном режиме паренхимы яичек в трех стандартных по форме и размерам зонах интереса (с последующим усреднением) и в области микролитов (при минимальном размере зоны интереса).

Анализировались следующие значения модуля Юнга (кПа): среднее значение (E_{mean}), максимальное значение (E_{max}) и стандартное отклонение (SD). Рассчитывался индекс жесткости (отношение значений E_{mean} в области микролита и неизменной паренхимы).

Статистический анализ осуществляли с помощью программы MedCalc. Количественные данные представлены в виде медианы (50-й процентиль), 5–95-го перцентилей и минимального – максимального значений. Количественные параметры сравнивали с помощью непараметрических критериев Манна–Уитни и Фридмана. При проведении корреляционного анализа использовали коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s) и тау Кендалла (τ_k). Различия считали достоверными при $P \leq 0,05$. При проведении корреляционного анализа результаты считали статистически значимыми также при $P \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При ультразвуковом исследовании в серошкальном режиме на фоне однородной паренхимы яичек определялись единичные или множественные мелкие гиперэхогенные структуры без акустической тени размером от 0,7 до 2,9 мм ($n = 60$) (рис. 1). При эластографии сдвиговой волной в рекомендованном диапазоне значений модуля Юнга (50 кПа) отмечалось однородное окрашивание внутри цветowego окна, невзирая на наличие неоднородности ткани яичка в серошкальном режиме (рис. 2).

Медиана E_{mean} в области микролита – 4,5 кПа, 25–75-й перцентили – 3,6–5,3 кПа,

5–95-й процентиля – 2,1–10,1 кПа, минимальное – максимальное значения – 1,9–16,3 кПа; E_{mean} в неизменной паренхиме – 3,2, 2,7–4,0, 1,8–7,2, 1,8–7,3 кПа ($P = 0,0001$). Значения E_{max} в области микролита – 5,3, 4,3–6,9, 2,4–12,6, 2,0–19,6 кПа; E_{max} в неизменной паренхиме – 3,9, 2,9–5,1, 2,3–8,2, 2,2–9,0 кПа ($P = 0,0002$). Значения SD в области микролита – 0,3, 0,2–0,7, 0,1–1,5, 0,0–1,8 кПа; SD в неизменной паренхиме – 0,2, 0,2–0,4, 0,1–1,2, 0,1–3,3 кПа ($P = 0,11$). Значения индекса жесткости – 1,3, 1,0–1,8, 0,7–2,9, 0,6–3,3 кПа.

Размер кальцината значимо не коррелировал ни с одним из количественных эластографических параметров (E_{mean} , E_{max} , SD, индекс жесткости).

Классический микролитиаз яичек – это состояние, при котором в паренхиме яичек

определяются множественные кальцинаты (рис. 3). По мнению большинства исследователей, кальцинаты располагаются в проекции извитых семенных канальцев (в связи с десквамацией дегенеративных клеток на фоне нарушения фагоцитарной активности клеток Сертоли происходит обструкция извитых семенных канальцев с последующей кальцификацией их содержимого) [10, 11]. Хотя есть данные, что микролиты могут располагаться вне канальцев и формироваться на ранних этапах развития яичек [12].

Этиология микролитиаза яичек неизвестна [13]. Наличие микролитиаза яичек документально подтверждается не только при злокачественных новообразованиях яичек, но и у пациентов с бесплодием, атрофией яичек, при крипторхизме, легочном альвеолярном микролитиазе, гипогонадизме,

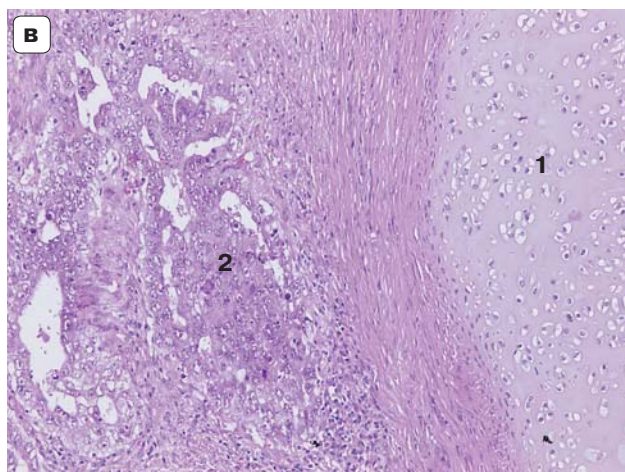


Рис. 3. Пример смешанной герминогенной опухоли яичка на фоне двустороннего микролитиаза. Тератома в сочетании с эмбриональным раком, с врастанием в белочную оболочку, без признаков сосудистой инвазии. pT1. а – двумерная эластография сдвиговой волной. Район интереса (цветовое окно) и результаты измерения значений модуля Юнга в трех зонах интереса в проекции объемного образования. б – фотографии макропрепарата правого яичка (орхифуникулэктомия справа). 1 – основной опухолевый узел (сочетание тератомы (70%) и эмбрионального рака (30%)), 2 – мелкий участок тератомы по типу кисты, представленный кишечным эпителием, 3 – кровеносные сосуды, 4 – неизменная ткань яичка. в – фотографии микропрепарата опухоли. 1 – хрящ как компонент тератомы, 2 – эмбриональный рак. Окраска гематоксилином и эозином ($\times 100$).

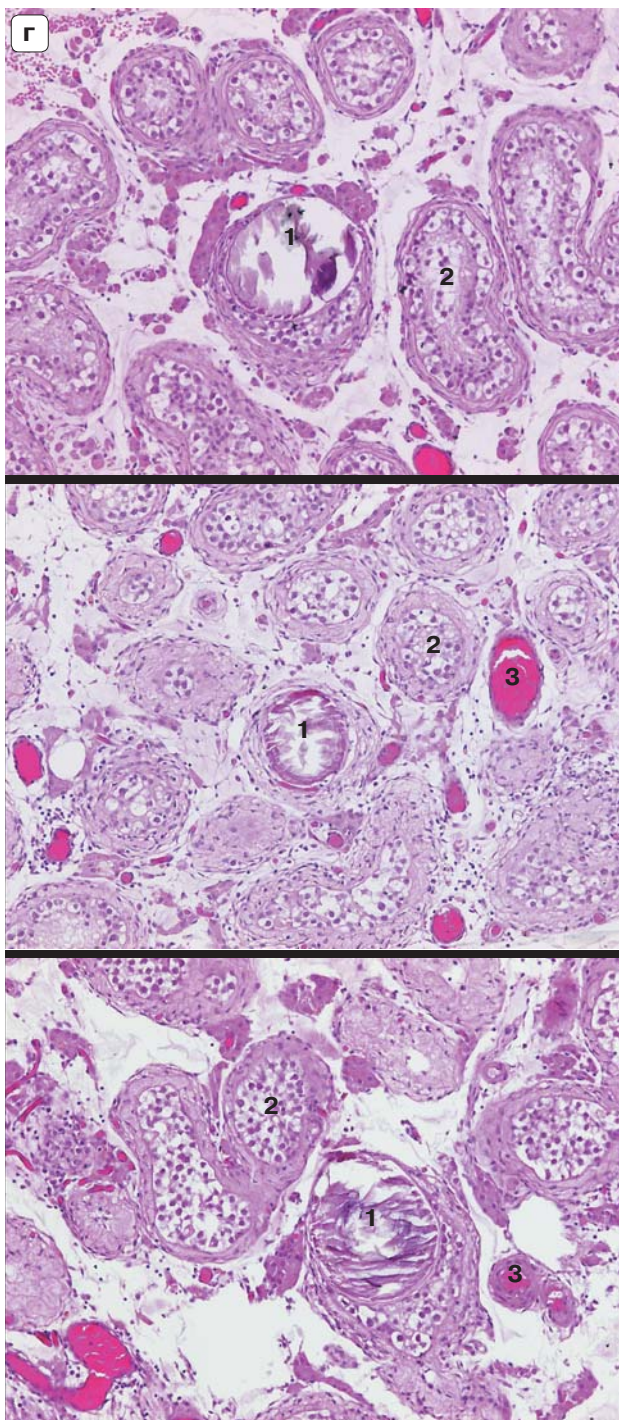


Рис. 3 (окончание). г – фотографии микропрепаратов паренхимы правого яичка. 1 – кальцинаты в проекции извитых семенных канальцев, 2 – извитые семенные канальцы со сперматоцитами и сперматогониями различного порядка зрелости, 3 – кровеносные сосуды. Окраска гематоксилином и эозином (×100).

синдромах Клайнфелтера, Дауна, Мартина–Белл, перекручивании яичка или привеска яичка, в яичках после орхипексии, в случаях мужского псевдогермафродитизма, нейрофиброматоза, СПИДа и при других заболеваниях [14]. До конца непонятно, являются ли эти ситуации совпадением или имеется причинно-следственная связь [14].

В настоящее время эластография сдвиговой волной является частью мультипараметрической ультразвуковой диагностики. В перспективе возможно использование эластометрических параметров не только для дифференциальной диагностики объемных образований яичек, но и диагностики других патологических процессов, например бесплодия [15]. Поэтому мы решили проанализировать, насколько наличие мелких гиперэхогенных структур, не дающих акустической тени и практически не меняющих цветовое представление в рекомендованном для исследования яичка диапазоне значений модуля Юнга (50 кПа), влияет на параметры жесткости.

Как уже было отмечено выше, микролитиаз яичек не влияет на стандартные доплерографические параметры [9]. При сравнении значений модуля Юнга в яичках пациентов с микролитиазом (неизменная паренхима и в области микролита) с контрольной группой пациентов достоверные различия получены только для участков с микролитами. Значения модуля Юнга неизменной паренхимы (вне микролитов) у пациентов с микролитиазом достоверно не отличались от группы контроля (рис. 4).

Таким образом, наличие микролитиаза яичек необходимо учитывать при проведении эластографии сдвиговой волной. Несмотря на незначительные размеры, визуализирующиеся в серошкальном режиме мелкие гиперэхогенные структуры, не дающие акустической тени, достоверно повышают значения модуля Юнга. Причем размеры микролитов не коррелируют со значениями эластографических параметров. При оценке жесткости паренхимы яичек в случаях микролитиаза измерения желательно проводить в свободных от гиперэхогенных структур участках, при наличии

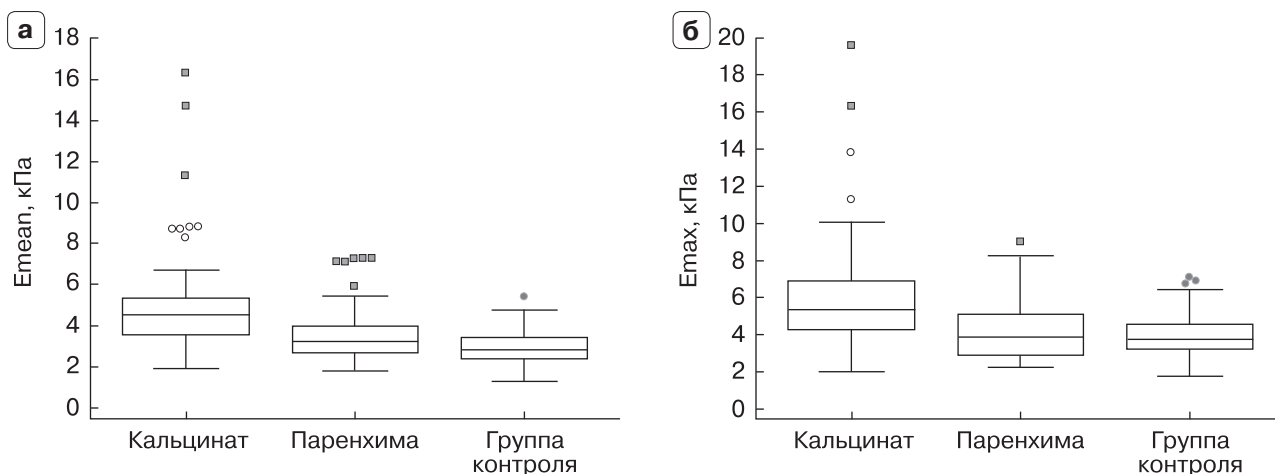


Рис. 4. Значения модуля Юнга у пациентов с микролитиазом (в области микролита и неизменной паренхимы) и в контрольной группе. а – E_{mean} . б – E_{max} . Диаграммы типа *box-and-whiskers*, представляющие медиану (50-й процентиль); интерквартильный разброс (25–75-й процентиля); диапазон (разность первого квартиля и полутора межквартильных расстояний – сумма третьего квартиля и полутора межквартильных расстояний).

множественных гиперэхогенных структур необходимо иметь в виду факт их влияния на количественные значения параметров жесткости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Richenberg J., Belfield J., Ramchandani P. et al. Testicular microlithiasis imaging and follow-up: guidelines of the ESUR scrotal imaging subcommittee // *Eur. Radiol.* 2015. V. 25. No. 2. P. 323–330.
2. Митьков В.В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. М.: Видар, 2011. 720 с.
3. Patel K.V., Navaratne S., Bartlett E. et al. Testicular microlithiasis: is sonographic surveillance necessary? Single centre 14 year experience in 442 patients with testicular microlithiasis // *Ultraschall Med.* 2016. V. 37. No. 1. P. 68–73.
4. Cornud F., Amar E., Hamida K. et al. Ultrasound findings in male hypofertility and impotence // *Eur. Radiol.* 2001. V. 11. No. 11. P. 2126–2136.
5. Backus M.L., Mack L.A., Middleton W.D. et al. Testicular microlithiasis: imaging appearances and pathologic correlation // *Radiology.* 1994. V. 192. No. 3. P. 781–785.
6. Trottmann M., Marcon J., D'Anastasi M. et al. The role of VTIQ as a new tissue strain analytics measurement technique in testicular lesions // *Clin. Hemorheol. Microcirc.* 2014. V. 58. No. 1. P. 195–209.
7. Sun Z., Xie M., Xiang F. et al. Utility of real-time shear wave elastography in the assessment of testicular torsion // *PLoS One.* 2015. V. 10. No. 9. P. e0138523. Doi: 10.1371/journal.pone.0138523.
8. Trottmann M., Marcon J., D'Anastasi M. et al. Shear-wave elastography of the testis in the healthy man – determination of standard values // *Clin. Hemorheol. Microcirc.* 2016. V. 62. No. 3. P. 273–281.
9. Mahafza W.S., Alarini M.Y., Awadghanem A.F. et al. Testicular microlithiasis: correlation with doppler sonography of testicular arteries and sperm function // *J. Clin. Ultrasound.* 2016. Doi: 10.1002/jcu.22363.
10. Nistal M., Martinez-Garcia C., Paniagua R. The origin of testicular microliths // *Int. J. Androl.* 1995. V. 18. No. 4. P. 221–229.
11. De Jong B.W., De Gouveia Brazao C.A., Stoop H. et al. Raman spectroscopic analysis identifies testicular microlithiasis as intratubular hydroxyapatite // *J. Urol.* 2004. V. 171. No. 1. P. 92–96.
12. Drut R., Drut R.M. Testicular microlithiasis: histologic and immunohistochemical findings in 11 pediatric cases // *Pediatr. Dev. Pathol.* 2002. V. 5. No. 6. P. 544–550.
13. Shanmugasundaram R., Singh J.C., Kekre N.S. Testicular microlithiasis: is there an agreed protocol? // *Indian J. Urol.* 2007. V. 23. No. 3. P. 234–239.
14. Winter T.C., Kim B., Lowrance W.T., Middleton W.D. Testicular microlithiasis: what should you recommend? // *Am. J. Roentgenol.* 2016. V. 206. No. 6. P. 1164–1169.
15. Dede O., Teke M., Daggulli M. et al. Elastography to assess the effect of varicoceles on testes: a prospective controlled study // *Andrologia.* 2016. V. 48. No. 3. P. 257–261.

Ultrasound Shear Wave Elastography in Patients with Testicular Microlithiasis

I.M. Gogaeva¹, I.V. Kazachok², M.D. Mitkova¹, V.V. Mitkov¹

¹ Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

² Moscow City Oncology Hospital No. 62

I.M. Gogaeva – M.D., Ph.D. fellow, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow. I.V. Kazachok – M.D., Department of Morphology, Moscow City Oncology Hospital No. 62. M.D. Mitkova – M.D., Ph.D., Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow. V.V. Mitkov – M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow.

Testes parenchyma stiffness assessment was performed in patients with limited (less than five microliths) and classic microlithiasis (with five or more microliths on any single view). The study was performed on Aixplorer scanner (SuperSonic Imagine, France) with wideband linear probe (4–15 MHz). Young's modulus values were assessed with microliths in the ROI and in normal parenchyma. Comparison with the control group was done. Microliths size varied from 0.7 to 2.9 mm ($n = 60$). Despite of the testis heterogeneity on gray scale ultrasound homogenous staining in the color window was seen during the shear wave elastography with the recommended range of the Young's modulus (50 kPa). There were significant differences between the Young's modulus values (E_{mean} u E_{max}) assessed in microliths area and normal parenchyma. Comparison with the control group showed significant differences for microliths area only. There was not any significant difference of Young's modulus within the normal parenchyma comparing to the control group. Size of microliths did not correlate with elastography parameters. It is recommended to assess stiffness of testes parenchyma avoiding hyperechoic areas. Multiple hyperechoic structures can affect on quantitative stiffness characteristics.

Key words: multiparametric ultrasound, ultrasound elastography, shear wave elastography, stiffness, Young's modulus, shear wave velocity, testicular microlithiasis.

Комбинированная ультразвуковая ангиологическая и стрессовая диагностика скрытой коронарной недостаточности

А.Б. Тривоженко^{1, 2}, С.А. Ярощук²

¹ ФГБУ “Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства”, г. Северск Томской области

² ФГБОУ ДПО “Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства”, г. Москва

Обследовано 97 пациентов (62 мужчины и 35 женщин) в возрасте от 38 до 74 лет (56 ± 8 лет). Генеральным критерием включения была изначально проведенная всем обследуемым лицам рентгеноконтрастная коронароангиография. Выделены две основные группы: условно здоровые ($n = 48$, 28 мужчин и 20 женщин) и больные ишемической болезнью сердца ($n = 49$, 34 мужчины и 15 женщин). Последняя разделена на две подгруппы: с преимущественным поражением передней нисходящей артерии (35) и с преимущественным поражением правой коронарной артерии (14). Всем пациентам последовательно проведены коронародопплерография и велоэргометрическая стресс-эхокардиография. Комбинированный метод ультразвуковой ангиологической и стрессовой диагностики ишемии миокарда является высокочувствительным (90%), высокоспецифичным (94%), доступным и безопасным способом выявления скрытой коронарной недостаточности. Взаимная компенсация ангио-

логического и стрессового компонентов метода заключается в выявлении нагрузочной ишемии миокарда при невозможности распознавания соответствующих коронарных стенозов, а также в выявлении гемодинамических сдвигов в стенозированных артериях при невозможности индукции ишемии в соответствующих сегментах миокарда. Максимальной надежностью комбинированный метод обладает в диагностике коронарных стенозов передней нисходящей артерии и нарушений перфузии сердечной мышцы, распространяющихся на регион ее компетенции, за счет более близкого расположения объектов визуализации. Ввиду существенного удаления задней стенки сердца и сложности сосудистой геометрии правой коронарной артерии комбинированный метод ультразвуковой диагностики обладает невысокой диагностической надежностью в идентификации правокоронарной ишемической болезни сердца.

А.Б. Тривоженко – д.м.н., заведующий отделением функциональной диагностики, заместитель генерального директора по научно-клинической работе ФГБУ “Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства”, г. Северск Томской области; профессор кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики ФГБОУ ДПО “Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства”, г. Москва. С.А. Ярощук – ассистент кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики ФГБОУ ДПО “Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства”, г. Москва.

Контактная информация: 636070 Томская обл., г. Северск, ул. Мира, д. 4, ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России. Тривоженко Александр Борисович. Тел.: +7 (913) 886-21-59. E-mail: borisah@yandex.ru

Ключевые слова: доплерэхокардиография, велоэргометрическая стресс-эхокардиография, ишемическая болезнь сердца, передняя нисходящая артерия, правая коронарная артерия.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на успехи в развитии современной дифференцированной диагностики маломанифестных форм ишемической болезни сердца (ИБС), ранняя, общедоступная и сравнительно недорогая идентификация скрытой коронарной недостаточности (СКН) по-прежнему остается актуальной.

Общеизвестно, что стресс-эхокардиография (стресс-ЭхоКГ) обладает удовлетворительной надежностью в выявлении признаков заболевания, при этом самым мощным, безопасным и физиологическим стрессовым фактором, увеличивающим потребность миокарда в кислороде, является физическая нагрузка. Тем не менее определенное количество гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий не проявляет себя нарушениями миокардиальной перфузии в условиях хорошо развитого коллатерального кровообращения или хорошей вазомоторной компенсации сосудистых сужений [1–5].

В последние годы активно внедряются доплеровские методы исследования коронарного кровотока, позволяющие на ранних этапах выявлять артериальные стенозы и оценивать коронарный резерв [6–9]. Значение данной ультразвуковой технологии трудно переоценить, учитывая низкую доступность и небезопасность инвазивных методов, а также высокую себестоимость мультиспиральной компьютерной томографии коронарных артерий.

Однако коронародопплерография имеет существенные ограничения, обусловленные специфическим эпикардиальным расположением и особенностями топографии венечного русла, относительно малыми диаметрами сосудов, контрактильными перемещениями объектов визуализации, а также внутрисердечными потоками крови, препятствующими восприятию коронарных артерий. Учитывая данные аргументы, вполне очевидным представляется объединение двух направлений для разра-

ботки более надежного метода ультразвуковой диагностики ИБС.

Цель исследования: расширить возможности ультразвуковой диагностики СКН за счет слияния ангиологического метода выявления коронарных стенозов и стрессового метода идентификации нарушений перфузии сердечной мышцы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели были обследованы 97 пациентов (62 мужчины и 35 женщин) в возрасте от 38 до 74 лет (56 ± 8 лет). Генеральным критерием включения была изначально проведенная всем обследуемым лицам рентгеноконтрастная коронароангиография (КАГ). В соответствии с критериями ВОЗ гемодинамически значимыми стенозами, позволяющими утвердительно поставить диагноз “ИБС”, признавались сужения сосудистых просветов на 50% и более. Данный подход предоставил возможность априорно разделить всех пациентов на две основные группы: условно здоровые ($n = 48$, 28 мужчин и 20 женщин) и больные ИБС ($n = 49$, 34 мужчины и 15 женщин). В подавляющем большинстве случаев присутствовали гемодинамически значимые однососудистые стенозы либо в правой коронарной артерии (ПрКА), либо в передней нисходящей артерии (ПНА); а также двухсосудистые поражения, при которых 50–70%-е сужения находились лишь в одной из основных артерий. По результатам КАГ группа “больные ИБС” дополнительно была разделена на две подгруппы: с преимущественным поражением ПНА и с преимущественным поражением ПрКА. Первая подгруппа включала 35 человек (71% обследуемых группы “больные ИБС”), а вторая – 14 человек (29% обследуемых группы “больные ИБС”).

В соответствии с общепринятыми стандартами оказания медицинской помощи при лечении ИБС у всех пациентов осуществлялись сбор жалоб и анамнестических данных, физикальные осмотры, консультации кардиолога и невропатолога; выполнялись серийные регистрации ЭКГ, а в ряде случаев, для верификации нарушений сердечного ритма и проводимости, суточные мониторирования ЭКГ по Холтеру.

Таблица 1. Клиническая, лабораторная и ЭКГ-характеристика обследуемых лиц

Особенности	Условно здоровые (n = 48)		Больные ИБС (n = 49)	
	Абсолютное количество	Относительное количество, %	Абсолютное количество	Относительное количество, %
Ожирение I степени	11	23	8	16
Боли в грудной клетке	37	77	42	86
Одышка	11	23	22	45
Артериальная гипертония степени I	12	25	15	31
Артериальная гипертония степени II	13	27	21	43
Сахарный диабет 2-го типа	4	8	9	18
Гиперлиппротеидемия	16	33	38	77
Изменения ST-T на ЭКГ при мониторинговании	12	25	21	43
Блокады ножек пучка Гиса	5	10	2	4
Редкая желудочковая экстрасистолия	8	16	10	20
Наджелудочковая экстрасистолия	9	19	6	12

Кроме этого проводились общеклинические и биохимические анализы крови, включая оценку липидного спектра с определением липопротеидов очень низкой плотности, липопротеидов низкой плотности, коэффициента атерогенности. При выявлении сахарного диабета величина глюкозы контролировалась гликемическим и глюкозурическим профилями.

В специализированном кабинете функциональной диагностики каждому пациенту выполнялась стандартная ЭхоКГ с измерением морфометрических параметров камер сердца и магистральных сосудов, оценкой структуры и функции клапанов, определением систолической и диастолической функций левого желудочка. Обязательно проводились ультразвуковые исследования сонных и бедренных артерий для выявления эквивалентов системного атеросклероза.

В результате были обнаружены факторы риска, предикторы и симптомы ИБС (табл. 1).

У обследованных лиц с верифицированным заболеванием чаще присутствовали эквиваленты системного артериосклероза, гипертонические видоизменения левых отделов сердца, чаще наблюдались диастолическая дисфункция левого желудочка и умеренная легочная гипертензия (табл. 2).

Таким образом, общая конструкция работы представляла собой кейс-контрольное исследование с априорной референтной диагностикой заболевания, что позволило избежать так называемого уклона заверша-

ющей верификации, который мог состояться в результате выборочного проведения КАГ лишь пациентам с бесспорными признаками ИБС и отказа в рентгеноконтрастной процедуре лицам с недостаточными показаниями для инвазивного исследования. Данное искажение могло привести к ложному повышению чувствительности предлагаемого ультразвукового метода за счет выпадения из обследуемой когорты определенного количества условно здоровых лиц. Предполагаемый уклон обзора (ослепления оператора результатами референтной диагностики) элиминировался за счет сокрытия отчетов КАГ до завершения ультразвукового исследования и оформления итогового резюме по его результатам.

В исследование не включались пациенты с недостаточностью кровообращения II и более функционального класса по *NYHA*; серьезными нарушениями ритма; болезнями клапанного аппарата; лица, перенесшие крупноочаговые инфаркты миокарда; больные артериальной гипертензией степени III. Кроме этого, в исследование не вошли пациенты с неадекватной трансторакальной визуализацией сердечных структур, а также больные с абсолютными противопоказаниями для велоэргометрии (ВЭМ).

Методика одномоментного исследования коронарных артерий и стрессовой диагностики ИБС заключалась в последовательном проведении коронародопплерографии и ВЭМ стресс-ЭхоКГ по нижеследующему алгоритму.

Таблица 2. Особенности сердечно-сосудистой системы, обнаруженные в процессе ультразвуковых исследований

Особенности	Условно здоровые (n = 48)		Больные ИБС (n = 49)	
	Абсолютное количество	Относительное количество, %	Абсолютное количество	Относительное количество, %
Атеросклероз сонных или бедренных артерий	12	25	34	69
Гипертрофия левого желудочка 100–130 г/м ² ППТ	17	35	20	41
Гипертрофия левого желудочка более 130 г/м ² ППТ	4	8	7	14
Дилатация левого предсердия	21	44	27	55
Кальцинаты в створках аортального клапана	6	12	14	28
Незначительная митральная регургитация	15	31	13	27
Пролонгированная релаксация левого желудочка	25	52	37	75
Давление заклинивания более 15 мм рт. ст.	6	12	24	49

После выполнения стандартной ЭхоКГ [10] осуществлялось исследование венечных артерий. Поиск магистральных сосудов, обеспечивающих кровоснабжение миокарда, выполнялся в позициях, отображающих проксимальные сегменты левой и правой коронарных артерий, а также переднюю и заднюю межжелудочковые борозды [6–8, 11]. Для наиболее корректного проведения коронародопплерографии осуществлялась специальная настройка цветовой доплеровской карты: устанавливались низкий предел Найквиста (не превышающий 30 см/с), повышенная чувствительность. Кроме этого, оптимизировались частота кадров и частота ультразвукового преобразователя. Диагностика стенозов коронарных артерий при цветовом доплеровском картировании основывалась на выявлении *aliasing*-артефакта (локального многоцветия), а в спектральном – на регистрации *jet*-феномена (локального ускорения кровотока в месте турбулентности). Гемодинамически значимыми признавались стенозы коронарных артерий, характеризующиеся увеличением пиковой скорости кровотока в два раза и более по сравнению с престенотическим спектром [7].

Далее выполнялась стресс-ЭхоКГ в виде субмаксимальной ВЭМ по стандартному протоколу в вертикальном положении пациента. Оценка локальной сократимости

осуществлялась в модифицированных для стресс-ЭхоКГ парастернальных короткоосевых сечениях левого желудочка при использовании дуплексного серошкального режима (двумерного и анатомического М-модального). В качестве основного критерия транзитной коронарной недостаточности признавалось появление нарушений локальной сократимости левого желудочка [5, 12, 13].

При затруднениях визуализации, обусловленных нагрузочной гипервентиляцией и гиперкинезом скелетной мускулатуры, вращение педалей эргометра кратковременно приостанавливалось, на мгновение (2–3 с) задерживалось дыхание обследуемого для петлевого компьютерного захвата нескольких кардиоциклов, после чего ВЭМ незамедлительно возобновлялась, предотвращая появление нежелательных вегетативных реакций сердечно-сосудистой системы на резкую перемену напряжения мышц.

Данный маневр краткой остановки выполнялся в контрольных точках (в конце каждой нагрузочной ступени), при этом пациент разгибался и отводил левую руку в сторону для расширения межреберных промежутков, у женщин дополнительно смещалась левая молочная железа.

Аппаратное оснащение включало ультразвуковой сканер экспертного класса Vivid E9 (GE Healthcare, США) с интегриро-

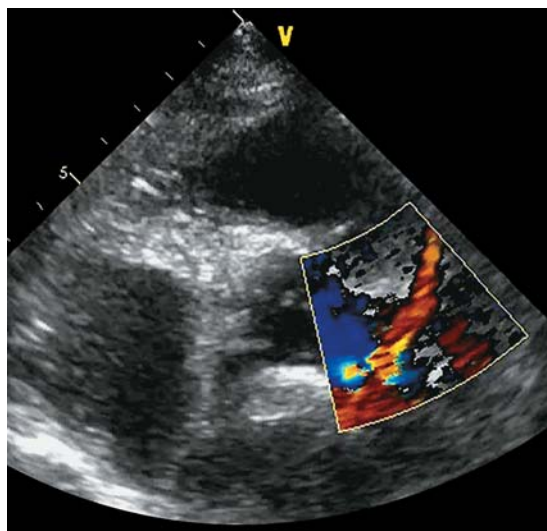


Рис. 1. Визуализация проксимального сегмента ПНА.

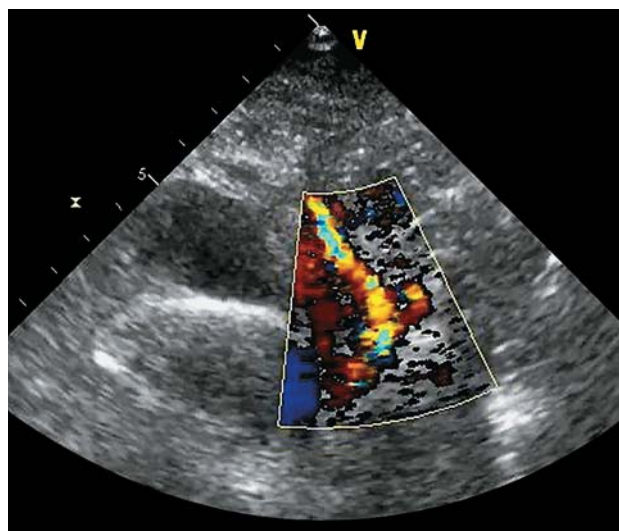


Рис. 2. Визуализация медиально-дистального сегмента ПНА.

ванными кардиологическими и коронарными программами, оснащенный фазированным секторным датчиком M5S; а также компьютерный электрокардиограф Альтон 06 (Альтоника, Россия) и ВЭМ-комплекс Tunturi E35. Все приборы были внедрены в рабочую станцию, которая дополнялась персональным компьютером, адаптированным для регистрации и обработки сигналов от диагностических приборов.

Статистическая обработка результатов проводилась с применением стандартных методов. Данные представлялись с указанием минимальных и максимальных значений в выборках, а также генеральных средних и стандартных отклонений ($M \pm \sigma$). Оценка распределения переменных в выборках выполнялась методом Д'Агостино–Пирсона.

Проверка гипотезы о различии двух независимых выборок (при условии равенства дисперсий и симметричного распределения) осуществлялась с использованием *t*-критерия. Из непараметрических методов определения различий между группами применялся *U*-критерий Манна–Уитни.

Показатели диагностической надежности предлагаемого ультразвукового метода ангиологической и стрессовой диагностики ИБС, а также его составляющих (коронародопплерография и стресс-ЭхоКГ) вычислялись в процессе *ROC*-анализа.

Чувствительность, специфичность, предсказательная ценность положительного

(ПЦПТ) и отрицательного (ПЦОТ) тестов рассчитывались по стандартным формулам. Данные показатели представлялись с 95%-м доверительным интервалом (ДИ), что соответствовало международным рекомендациям *STARD* [14].

В каждом случае рассчитывался уровень статистической значимости (*P*), а нулевая гипотеза отвергалась при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ультразвуковая коронародопплерография была выполнена всем 97 пациентам с тщательным сканированием зон ориентировочного прохождения сосудов, ангиюляциями и минимальными перемещениями апертуры датчика. Однако полностью визуализировать ПНА удалось лишь у 85 (88%) обследуемых лиц. 12 неудачных исследований, в процессе которых ПНА обнаруживалась лишь в виде очень коротких сегментов на проксимальном или медиально-дистальном уровне, были отмечены в 8 (16%) наблюдениях группы “больные ИБС” и в 4 (8%) группы “условно здоровые” (рис. 1, 2).

Основные технические причины недостаточной визуализации ПНА заключались в индивидуальных отклонениях хода артерий, обусловленных поворотами сердца. Аналогичные помехи были обусловлены ограничениями акустических окон за счет уменьшения межреберных промежутков, которые были достаточными для прове-

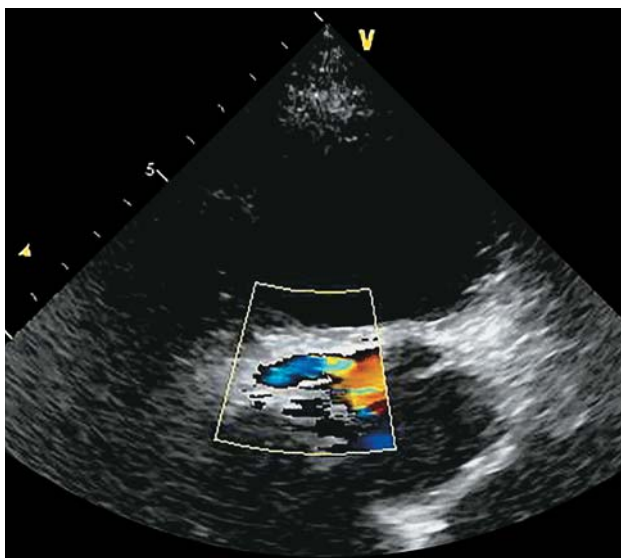


Рис. 3. Визуализация проксимального сегмента ПрКА.

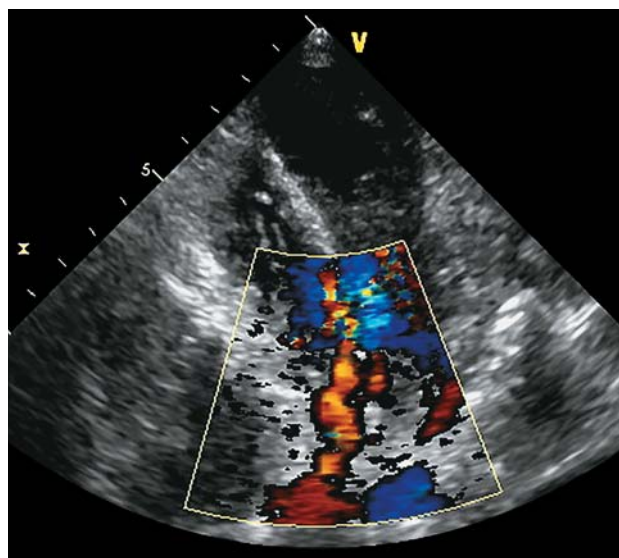


Рис. 4. Визуализация медиально-дистального сегмента ПрКА.

дения ЭхоКГ, но недостаточными для коронародоплерографии. В ряде случаев легочная ткань создавала помехи для прохождения ультразвуковых сигналов. Иногда исследование усложняла высокая частота сердечных сокращений (ЧСС), которая лимитировала диастолу и блокировала восприятие коронарного кровотока. При этом гендерные особенности не оказывали существенного влияния на визуализацию ПНА.

Трансторакальная визуализация ПрКА оказалась более проблематичной из-за более сложной геометрии сосуда. Полностью осмотреть все сегменты не удалось ни у одного человека. Средний участок артерии, отдающий ветвь острого края, выпадал из поля зрения из-за поворота и перехода ПрКА на заднюю поверхность сердца. Цветовое доплеровское картирование проксимального сегмента дополнительно осложнялось особенностями его расположения: чаще всего локализация устьевого участка ПрКА оказывалась перпендикулярной направлению ультразвуковых лучей, это не мешало осматривать сосуд в режиме серошкального ультразвука, но исключало возможность применения доплеровских методик.

В результате короткие участки проксимальных сегментов и медиально-дистальные сегменты ПрКА были визуализированы лишь у 56 человек, что составило 58% наблюдений в общей когорте обследуемых лиц (рис. 3, 4).

При оценке скоростных параметров кровотока в ПНА было выявлено, что в группе “условно здоровые” пиковая скорость в проксимальных сегментах регистрировалась в диапазоне от 25 до 45 см/с (35 ± 5 см/с). В дистальных сегментах данный показатель был ниже и находился в пределах от 20 до 40 см/с (27 ± 5 см/с). При этом были выявлены статистически достоверные различия, обусловленные физиологическим демпингом кровотока ($P < 0,001$).

В ангиографически неизмененных ПрКА пиковая скорость в проксимальных сегментах регистрировалась в диапазоне от 25 до 42 см/с (32 ± 4 см/с). В дистальных сегментах данный показатель был ниже и находился в пределах от 18 до 28 см/с (22 ± 5 см/с).

Сравнивая значения скоростных параметров кровотока между ПНА и ПрКА в группе “условно здоровые”, было выявлено, что кровоснабжение передних, верхушечных и передне-перегородочных отделов левого желудочка оказалось существеннее, чем кровоснабжение миокарда задних отделов сердца. Непараметрический U-критерий продемонстрировал более высокие значения пиковой скорости кровотока в ПНА как в проксимальных ($P = 0,002$), так и в дистальных ($P < 0,001$) сосудистых сегментах (рис. 5).

Обнаруженные различия, скорее всего, были закономерными, так как объем и мас-

са миокарда, кровоснабжаемого ПНА, а также степень его функциональной контрактильности представлялись более внушительными, чем аналогичные параметры миокарда, кровоснабжаемого ПрКА. Более того, относительная прямолинейность, более выраженная протяженность и дополнительная разветвленность ПНА создавали предпосылки и для более высокой скорости потока крови в данном сосуде.

Гемодинамические сдвиги в ПНА были обнаружены у 27 человек, при этом в 14 случаях стенозы локализовались в проксимальных сегментах артерии, в 13 случаях были редуцированы медиально-дистальные участки (рис. 6).

Диагностически значимой признавалась турбулентность со скоростью 50 см/с и более. Уверенность в правильной верификации сосудистых сужений повышалась пропорционально увеличению данного параметра (рис. 7).

Не были распознаны стенозы ПНА в 8 наблюдениях, из них в 6 случаях артерия не была визуализирована, а в 2 эпизодах, несмотря на хорошее ультразвуковое отображение сосуда, локальные гемодинамические сдвиги зарегистрированы не были.

В процессе оценки надежности метода в идентификации гемодинамически значимых стенозов ПНА были получены следующие данные: чувствительность – 77% (95%-й ДИ – 60–90%), специфичность –

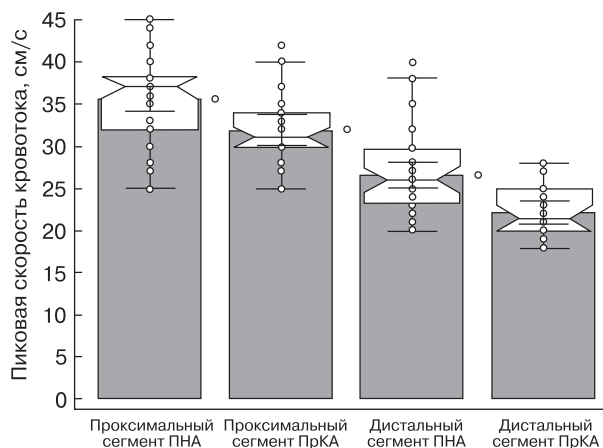


Рис. 5. Пиковая скорость кровотока в проксимальных и дистальных сегментах ПНА и ПрКА условно здоровых лиц.

97% (95%-й ДИ – 88–99%), ПЦПТ – 97% (95%-й ДИ – 81–99%), ПЦОТ – 64% (95%-й ДИ – 41–82%), AUC – 0,87 (95%-й ДИ – 0,77–0,93).

Подгруппа пациентов с правокоронарной ИБС второй группы была немногочисленной и состояла всего из 14 человек. Патологические изменения доплеровского спектра наблюдались всего у 5 пациентов, при этом в 3 случаях обнаруженные стенозы локализовались в проксимальных сегментах артерии, а в 2 были сужены дистальные участки (рис. 8).

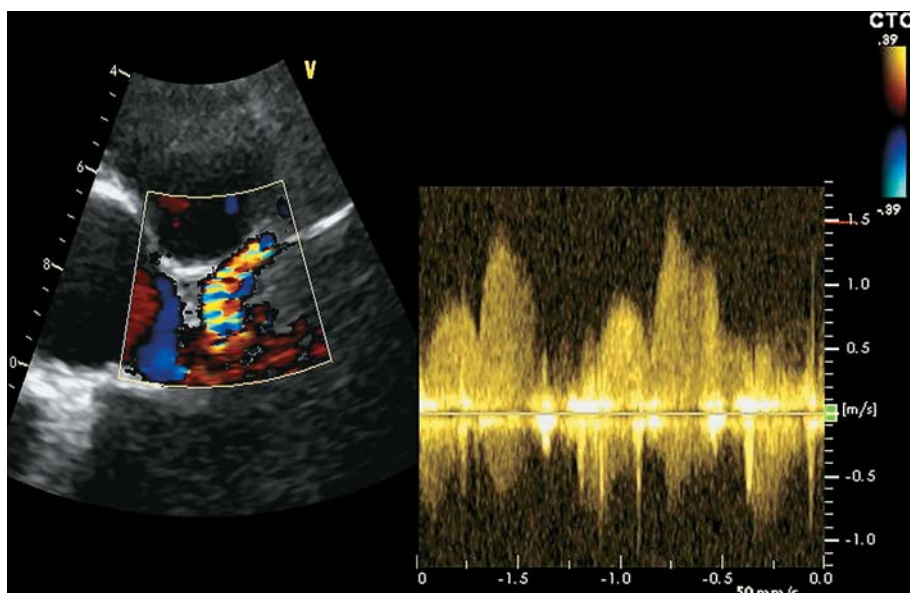


Рис. 6. Стенотический кровоток в ПНА (локальный гемодинамический сдвиг).

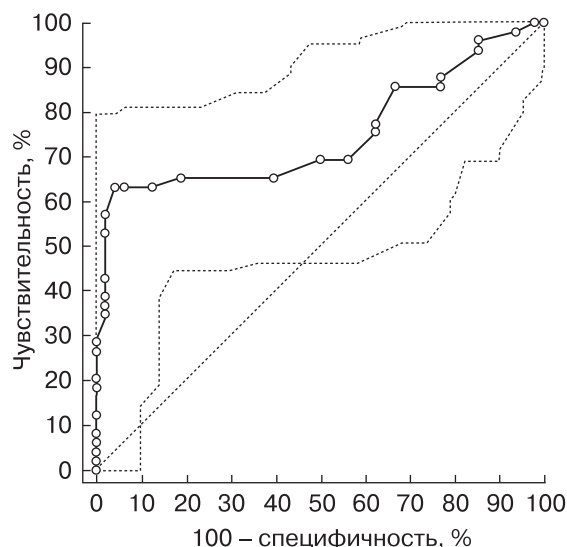


Рис. 7. ROC-анализ надежности параметра "скорость кровотока" в выявлении стенозов ПНА.

Не были распознаны стенозы в 9 наблюдениях, из них в 5 случаях ПрКА не была визуализирована, а в 4 эпизодах, несмотря на удовлетворительное отображение устьевых и медиально-дистальных сегментов, локальные гемодинамические сдвиги зарегистрированы не были.

В процессе оценки надежности метода в идентификации гемодинамически значимых стенозов ПрКА были получены следующие данные: чувствительность –

36% (95%-й ДИ – 13–64%), специфичность – 99% (95%-й ДИ – 96–100%), ПЦПТ – 100% (95%-й ДИ – 48–100%), ПЦОТ – 89% (95%-й ДИ – 82–95%), $AUC = 0,68$ (95%-й ДИ – 0,57–0,77).

Анализ диагностической надежности коронародопплерографии в интегральном выявлении ИБС показал, что ее чувствительность соответствует 67% (95%-й ДИ – 53–80%), специфичность – 98% (95%-й ДИ – 89–99%), ПЦПТ – 97% (95%-й ДИ – 84–99%), ПЦОТ – 75% (95%-й ДИ – 88–98%), $AUC = 0,83$ (95%-й ДИ – 0,74–0,89).

Вертикальная ВЭМ стресс-ЭхоКГ с трансторакальной визуализацией левого желудочка была проведена всем пациентам, однако в 4 случаях она не была доведена до диагностических критериев. Серьезных осложнений нагрузочных тестов, требующих медикаментозного лечения или неотложных медицинских манипуляций, не произошло ни в одном эпизоде. Вместе с тем в 29 наблюдениях были зарегистрированы малые аритмические осложнения, которые не относились к категории жизнеугрожающих и спонтанно проходили после окончания ВЭМ. К их числу относились: редкая наджелудочковая или желудочковая экстрасистолия, а также кратковременный, менее одной минуты, пароксизм наджелудочковой тахикардии.

В процессе выполнения ВЭМ у каждого пациента закономерно увеличивались по-

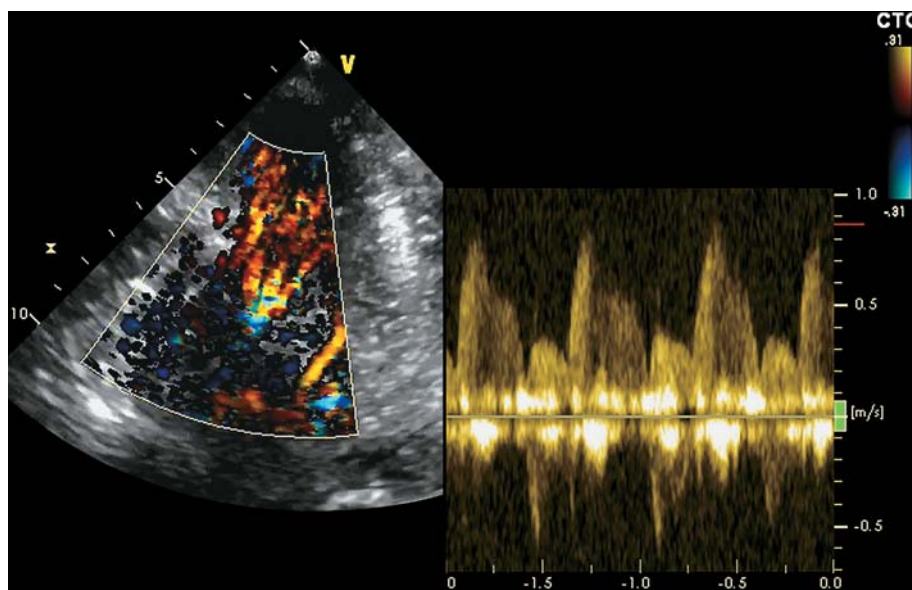


Рис. 8. Стенотический кровоток в ПрКА (локальный гемодинамический сдвиг).

казатели центральной гемодинамики: ЧСС, систолическое артериальное давление (САД) и двойное произведение (ДП).

В первой группе “условно здоровые” исходная ЧСС измерялась в диапазоне от 50 до 100 в мин (75 ± 12), исходное САД – от 100 до 170 мм рт. ст. (123 ± 15), исходное ДП – от 50 до 150 ед. (92 ± 21). На пике нагрузки данные параметры возросли, ЧСС регистрировалась в пределах от 130 до 160 в мин (145 ± 8), САД – от 140 до 210 мм рт. ст. (170 ± 19), ДП – от 182 до 315 ед. (246 ± 34). В результате физической нагрузки в среднем ЧСС увеличилась на 93%, САД – на 38%, ДП – на 167%.

Во второй группе “больные ИБС” исходная ЧСС измерялась в диапазоне от 55 до 100 в мин (79 ± 12), исходное САД – от 100 до 170 мм рт. ст. (131 ± 15), исходное ДП – от 63 до 135 ед. (102 ± 21). На пике нагрузки данные параметры возросли, ЧСС регистрировалась в пределах от 85 до 155 в мин (127 ± 19), САД – от 130 до 240 мм рт. ст. (172 ± 27), ДП – от 117 до 345 ед. (221 ± 56). В результате физической нагрузки в среднем ЧСС увеличилась на 63%, САД – на 31%, а ДП – на 116%.

Резервные возможности сердечно-сосудистой системы в группе “больные ИБС” оказались закономерно ниже, чем в группе “условно здоровые”. ЧСС и ДП на пике нагрузки статистически достоверно отличались ($P < 0,001$ и $P = 0,03$ соответственно). Коронарная недостаточность ограничивала нагрузочный рост параметров центральной гемодинамики. Так, в 17 случаях (35% пациентов второй группы) ВЭМ пришлось прекращать уже на первой ступени, в 19 (39%) – на второй, и лишь 13 (27%) пациентов выполнили все три ступени исследования.

Основным диагностическим критерием ИБС при проведении стресс-ЭхоКГ признавалась регистрация нарушений локальной сократимости миокарда левого желудочка. Помимо классической гипокинезии в качестве эквивалента ишемии признавался и альтернативный признак нарушения перфузии миокарда – высокоамплитудные постсистолические утолщения (ПСУ).

В результате гипокинезия на пике ВЭМ появилась у 15 обследуемых лиц, причем в 10 случаях она распространялась на регионы компетенции ПНА (передние, передне-

септальные и апикальные сегменты), а в 5 – на регионы левого желудочка, кровоснабжаемые ПрКА (задние, задне-септальные и задне-боковые сегменты). Высокоамплитудные ишемические ПСУ были зарегистрированы у 25 пациентов и распространялись на регионы ПНА у 22 человек, на регионы ПрКА – у 3.

Таким образом, те или иные нарушения локальной систолической функции миокарда в процессе стрессового исследования были выявлены у 40 человек, из которых 38 больных имели гемодинамически значимые стенозы коронарных артерий (78% группы “больные ИБС”), 2 пациента характеризовались ангиографически неизмененными артериями (4% группы “условно здоровые”).

Анализ диагностической надежности стресс-ЭхоКГ продемонстрировал следующие показатели: чувствительность метода составила 77% (95%-й ДИ – 64–88%), специфичность – 96% (95%-й ДИ – 86–99%), ПЦПТ – 93% (95%-й ДИ – 80–98%), ПЦОТ – 80% (95%-й ДИ – 67–89%), $AUC = 0,86$ (95%-й ДИ – 0,77–0,91).

Оценивая значимость нагрузочного метода в диагностике левокоронарной ИБС (бассейн ПНА), был обнаружено, что чувствительность составила 86% (95%-й ДИ – 70–95%), специфичность – 96% (95%-й ДИ – 88–99%), ПЦПТ – 93% (95%-й ДИ – 78–99%), ПЦОТ – 92% (95%-й ДИ – 83–97%), $AUC = 0,91$ (95%-й ДИ – 83–96%).

Совершенно другие показатели были обнаружены при изучении надежности метода в идентификации гемодинамически значимых стенозов ПрКА: чувствительность стресс-ЭхоКГ была на уровне 57% (95%-й ДИ – 29–82%), специфичность – 99% (95%-й ДИ – 96–100%), ПЦПТ – 99% (95%-й ДИ – 54–99%), ПЦОТ – 93% (95%-й ДИ – 86–97%), $AUC = 0,78$ (95%-й ДИ – 69–87%).

При анализе ложно-отрицательных результатов коронародопплерографии и стресс-ЭхоКГ оказалось, что комбинация характеризовалась взаимным дополнением ангиологического и стрессового способов выявления ИБС. В ряде случаев у пациентов с нераспознанными стенозами коронарных артерий при проведении коронародопплерографии визуализирующий метод выявлял признаки ишемической дисфункции

Таблица 3. Анализ ложно-отрицательных результатов первого и второго этапов комбинированного метода диагностики СКН

Ложно-отрицательные результаты	Стенозы ПНА (n = 35)		Стенозы ПрКА (n = 14)	
	Абсолютное количество	Относительное количество, %	Абсолютное количество	Относительное количество, %
Коронародопплерография	8	23	9	64
– из них распознаны в процессе стресс-ЭхоКГ	7	20	7	50
Стресс-ЭхоКГ	5	14	6	43
– из них распознаны в процессе коронародопплерографии	3	8	3	21
Объединенный метод (не распознано)	1	3	4	28

в соответствующих сосудистых бассейнах. И, наоборот, у пациентов с хорошо развитым коллатеральным кровообращением и удовлетворительной вазомоторной компенсацией гемодинамически значимых стенозов в процессе коронародопплерографии выявлялись локальные сдвиги в пораженных сосудистых сегментах (табл. 3).

Анализ диагностической надежности комбинированного метода в интегральной диагностике ИБС продемонстрировал следующие показатели: чувствительность составила 90% (95%-й ДИ – 78–96%), специфичность – 94% (95%-й ДИ – 83–98%), ПЦПТ – 93% (95%-й ДИ – 82–98%), ПЦОТ – 90% (95%-й ДИ – 78–98%), AUC – 0,92 (95%-й ДИ – 0,84–0,96).

Комбинированная методика выявляла левокоронарную ИБС с чувствительностью 97% (95%-й ДИ – 85–99%), специфичностью 93% (95%-й ДИ – 84–98%), ПЦПТ – 89% (95%-й ДИ – 75–97%), ПЦОТ – 98% (95%-й ДИ – 90–100%), AUC – 0,95 (95%-й ДИ – 0,89–0,98).

Значимость ангиологического и стрессового метода в идентификации правокоронарной ИБС оказалась менее существенной, чувствительность составила 72% (95%-й ДИ – 42–91%), специфичность – 99% (95%-й ДИ – 95–100%), ПЦПТ – 99% (95%-й ДИ – 69–100%), ПЦОТ – 95% (95%-й ДИ – 88–98%), AUC – 0,85 (95%-й ДИ – 0,77–0,92).

Расчет показателей диагностической надежности комбинированного ангиологического и стрессового метода продемонстрировал его очевидное преимущество над отдельно взятыми компонентами. Статистически достоверные различия в параметрах AUC наблюдались между комбиниро-

ванным методом и коронародопплерографией ($P = 0,0063$), а также между комбинированным методом и стресс-ЭхоКГ ($P = 0,04$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Ультразвуковые методы идентификации скрытых форм ИБС широко применяются в клинической практике на разных этапах диагностического поиска эквивалентов данного социально значимого заболевания. История стресс-ЭхоКГ насчитывает более трех десятилетий, сегодня она позиционируется в качестве недорогого способа раннего выявления ишемии миокарда, который может быть использован в условиях малобюджетных учреждений до направления на томографическую, радиоизотопную или рентгеноконтрастную верификацию заболевания [5, 6, 15, 16]. Современный уровень развития диагностической техники, совершенствование доплеровских режимов и усилия специалистов позволили интегрировать в диагностический процесс ультразвуковые технологии исследования коронарных артерий [6, 7, 9].

Однако, несмотря на очевидные достоинства ангиологического и стрессового способов диагностики ИБС, каждый из них обладает своими недостатками и ограничениями.

Так, помимо трудоемкости, коронародопплерография требует безупречных условий визуализации труднодоступных отделов эпикарда и определенных гемодинамических условий, позволяющих идентифицировать коронарное русло в режиме цветового доплеровского картирования. Но даже реализация всех требований не гарантирует адекватного исследования

коронарных артерий на всем протяжении, зачастую могут быть осмотрены лишь отдельные сосудистые сегменты, при этом стенозы не попадают в поля визуализации. Настоящее исследование продемонстрировало ограниченную выполнимость коронародопплерографии и позволило конкретизировать помехи для полноценной визуализации венечного русла. Удачные осмотры ПНА были возможны лишь в 88% случаев, а ПрКА – только в 58%. Более того, оказалось, что ПрКА может быть исследована лишь на коротких участках устьевого и дистального сегментов.

Данные обстоятельства закономерно ограничили чувствительность метода, которая при интегральном выявлении гемодинамически значимых коронарных стенозов составила лишь 67%, стенозов ПНА – 77%, а ПрКА – всего лишь 36%.

Вместе с тем изученная методика оказалась высокоспецифичной: двукратное увеличение пиковой скорости кровотока в зонах турбулентности, вызванных сосудистыми стенозами, очень точно указывала на более чем 50%-ю редукцию артериальных просветов.

Скоростные параметры ламинарного кровотока в интактных сосудистых сегментах согласовывались с литературными данными, исследование подтвердило более высокую скорость в ПНА [6, 7]. В результате коронародопплерография представляется достаточно тонким и надежным диагностическим инструментом оценки эффективности действия тех или иных медикаментов или терапевтических процедур на коронарный кровоток и миокардиальную перфузию.

Изучение завершающего этапа комбинированного ультразвукового метода – стресс-ЭхоКГ – показало, что ни в одном случае не произошло серьезных коронарных осложнений ВЭМ. Это оказалось возможным благодаря применению более ранних ультразвуковых критериев прекращения физической нагрузки в виде нарушений локальной сократимости, которые зачастую предшествовали появлению изменений конечной части желудочкового комплекса на ЭКГ, характеризующих более серьезную ишемическую дисфункцию. Кроме этого, благодаря предварительно проведенной коронародопплерографии были исключены больные

с серьезными стенозами устьев левой или правой коронарных артерий, а также с критическими субтотальными стенозами ПНА или ПрКА.

В процессе исследования подтвердилась диагностическая значимость классической мозаичной гипокинезии в качестве одного из основных маркеров СЖН, однако были выявлены и альтернативные формы ишемической дисфункции миокарда в начальной стадии коронарной недостаточности.

Наряду с классической гипокинезией высокоамплитудные ПСУ появлялись в ишемизированных участках сердечной мышцы, подверженных привязывающему движению соседних гиперфункционирующих сегментов миокарда.

Чувствительность стресс-ЭхоКГ, определяемая объединенным ультразвуковым критерием нарушений локальной сократимости, в интегральной диагностике ИБС составила 77%, а специфичность – 96%, данные показатели не противоречили литературным сведениям [3–5, 12, 13].

Изучение возможностей метода в дифференцированной идентификации нарушений перфузии бассейнов ПНА и ПрКА показало, что данная технология, подобно коронародопплерографии, более чувствительна к выявлению левокоронарной ИБС. Закономерность данного факта обусловлена более близким расположением передних, передне-септальных и верхушечных сегментов к апертуре датчика при трансторакальной визуализации, что позволяет более тщательно верифицировать нарушения локальной сократимости. Чувствительность стресс-ЭхоКГ в диагностике СЖН бассейна ПНА составила 86%, а ПрКА – лишь 57%, при этом регионы с признаками транзитных нагрузочных нарушений перфузии миокарда точно соответствовали стенозированным артериям.

Сравнительный анализ надежности первого и второго этапов комбинированного ультразвукового метода показал более высокую чувствительность стресс-ЭхоКГ как в интегральной, так и в дифференцированной диагностике ИБС. Данное обстоятельство было обусловлено многочисленными ограничениями для коронародопплерографии в обследуемой когорте пациентов. Так, размеры акустических окон были недостаточными для исследования локальной сокра-

тимости миокарда в условиях физической нагрузки, но зачастую они оказывались недостаточными для визуализации эпикардиально расположенных коронарных артерий. Индивидуальные особенности положения сердца изредка вызывали ограничения лишь для исследования левого желудочка в парастеральных позициях, но эти же особенности не позволяли осматривать те или иные сосудистые сегменты в процессе коронародопплерографии. Кроме этого, внутрисердечный кровоток создавал серьезные помехи для поиска коронарных артерий в режиме цветового доплеровского картирования и абсолютно не мешал визуализации тех или иных сегментов миокарда.

Анализ диагностической надежности комбинированного ультразвукового ангиологического и стрессового метода диагностики ИБС продемонстрировал, что оба интегрированных способа не просто информационно дополняли друг друга, но и взаимно компенсировали недостатки каждого отдельно взятого метода. Было установлено, что в тех случаях, когда коронародопплерография не позволяла выявлять гемодинамически значимые стенозы, в процессе стресс-ЭхоКГ обнаруживались транзиторные нарушения перфузии миокарда в кровоснабжаемых этими артериями участках сердечной мышцы. И напротив, если при проведении стресс-ЭхоКГ не появлялась транзиторная коронарная недостаточность ввиду хорошо развитого коллатерального кровообращения или вазомоторной компенсации стенозов, в процессе коронародопплерографии обнаруживались гемодинамические сдвиги в соответствующих пораженных артериях. Тем не менее в ряде случаев комбинация методов не позволила распознать заболевание. Как правило, данный феномен наблюдался при локализации патологического процесса в ПрКА, что еще раз подтвердило ограниченность трансторакальных ультразвуковых технологий в диагностике правокоронарной ИБС.

Резюмируя итоги исследования, следует отметить, что первоначальная гипотеза о повышенной диагностической надежности комбинированной ультразвуковой и стрессовой диагностики СЖН нашла свое подтверждение. При этом сама методика оказалась доступной и безопасной в условиях бюджетного учреждения здравоохранения.

ВЫВОДЫ

1) Комбинированный метод ультразвуковой ангиологической и стрессовой диагностики ишемии миокарда является высокочувствительным (90%), высокоспецифичным (94%), доступным и безопасным способом выявления СЖН.

2) Взаимная компенсация ангиологического и стрессового компонентов метода заключается в выявлении нагрузочной ишемии миокарда при невозможности распознавания соответствующих коронарных стенозов, а также в выявлении гемодинамических сдвигов в стенозированных артериях при невозможности индукции ишемии в соответствующих сегментах миокарда.

3) Максимальной надежностью комбинированный метод обладает в диагностике коронарных стенозов ПНА и нарушений перфузии сердечной мышцы, распространяющихся на регион ее компетенции, за счет более близкого расположения объектов визуализации.

4) Ввиду существенного удаления задней стенки сердца и сложности сосудистой геометрии ПрКА комбинированный метод ультразвуковой диагностики обладает невысокой диагностической надежностью в идентификации правокоронарной ИБС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abusaid G.H., Ahmad M. Real time three-dimensional stress echocardiography advantages and limitations // *Echocardiography*. 2012. V. 29. No. 2. P. 200–206.
2. Chatzizisis Y.S., Murthy V.L., Solomon S.D. Echocardiographic evaluation of coronary artery disease // *Coron. Artery Dis.* 2013. V. 24. No. 7. P. 613–623.
3. Miszalski-Jamka T., Kuntz-Hehner S., Tiemann K. et al. Quantitative myocardial contrast supine bicycle stress echocardiography for detection of coronary artery disease // *Echocardiography*. 2013. V. 30. No. 4. P. 392–400.
4. Peteiro J., Bouzas-Mosquera A., Estevez R. et al. Head-to-head comparison of peak supine bicycle exercise echocardiography and treadmill exercise echocardiography at peak and at post-exercise for the detection of coronary artery disease // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012. V. 25. No. 3. P. 319–326.
5. Picano E., Pellicka P.A. Stress echo applications beyond coronary artery disease // *Eur. Heart J.* 2014. V. 35. No. 16. P. 1033–1040.
6. Бощенко А.А., Врублевский А.В., Карпов Р.С. Трансторакальное ультразвуковое исследование резерва коронарного кровотока: патофизиологические, методические и клинические

- аспекты // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. № 5. С. 36–56.
7. Бощенко А.А. Комплексная неинвазивная ультразвуковая оценка коронарного кровотока и коронарного резерва у больных ишемической болезнью сердца: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Томск: Научно-исследовательский институт кардиологии, 2014. 50 с.
 8. Павлюкова Е.Н., Трубина Е.В., Карпов Р.С. Скорости кровотока в дистальном сегменте передней нисходящей коронарной артерии у больных ишемической и дилатационной кардиомиопатией // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. № 1. С. 56–64.
 9. Zagatina A., Zhuravskaya N. Transthoracic detection of coronary flow in left and right coronary descending arteries during supine bicycle stress echocardiography // Coron. Artery Dis. 2012. V. 23. No. 5. P. 337–347.
 10. Практическая эхокардиография: Руководство по эхокардиографической диагностике / Под ред. Ф.А. Флаксампфа. Пер. с нем. под ред. В.А. Сандрикова. М.: МЕДпресс-информ, 2013. 872 с.
 11. Cortigiani L., Rigo F., Gherardi S. et al. Prognostic implication of Doppler echocardiographic derived coronary flow reserve in patients with left bundle branch block // Eur. Heart J. 2013. V. 34. No. 5. P. 364–373.
 12. Gaibazzi N., Rigo F., Lorenzoni V. et al. Comparative prediction of cardiac events by wall motion, wall motion plus coronary flow reserve, or myocardial perfusion analysis: a multicenter study of contrast stress echocardiography // JACC Cardiovasc. Imaging. 2013. V. 6. No. 1. P. 1–12.
 13. Thomas D., Xie F., Smith L.M. et al. Prospective randomized comparison of conventional stress echocardiography and real-time perfusion stress echocardiography in detecting significant coronary artery disease // J. Am. Soc. Echocardiogr. 2012. V. 25. No. 11. P. 1207–1214.
 14. Bossuyt P.M., Reitsma J.B., Bruns D.E. et al. Towards complete and accurate reporting of studies of diagnostic accuracy: the STARD initiative // Clin. Chem. Lab. Med. 2003. V. 41. No. 1. P. 68–73.
 15. Михеев Н.Н. Стресс-эхокардиография в диагностике поздних стенозов аортокоронарных шунтов // Радиология-практика. 2012. № 2. С. 24–31.
 16. Михеев Н.Н. Чреспищеводная стресс-эхокардиография с комбинированными агентами в диагностике ишемической болезни сердца // Радиология-практика. 2015. № 2. С. 6–13.

Doppler and Stress Echocardiography in Diagnosis of Latent Coronary Insufficiency

A.B. Trivozhenko^{1,2}, S.A. Yaroshchuk²

¹ Siberian Federal Scientific Clinical Centre, Federal Medical Biological Agency, Seversk

² Institute of Advanced Training, Federal Medical-Biological Agency, Moscow

A.B. Trivozhenko – M.D., Ph.D., Head of Functional Diagnostics Department, Deputy General Director, Siberian Federal Scientific Clinical Centre, Federal Medical Biological Agency, Seversk; Professor, Division of Clinical Physiology and Functional Diagnostics, Institute of Advanced Training, Federal Medical-Biological Agency, Moscow. S.A. Yaroshchuk – M.D., Assistant Professor, Division of Clinical Physiology and Functional Diagnostics, Institute of Advanced Training, Federal Medical-Biological Agency, Moscow.

97 patients (62 men and 35 women) aged from 38 up to 74 years old (56 ± 8 years) were examined. X-ray coronary angiography was performed in all patients. It was the main inclusion criterion. There were two groups: control group – patients without coronary artery disease ($n = 48$, 28 men and 20 women), study group – patients with coronary artery disease ($n = 49$, 34 men and 15 women). The study group was divided into two subgroups: patients with stenosis of left anterior descending artery (35) and right coronary artery (14). All patients underwent Doppler echocardiography and bicycle stress echocardiography. The use of combined technology (Doppler echocardiography and bicycle stress echocardiograph) showed the highest sensitivity (90%) and specificity (94%) and being the most available and safe method of the latent coronary insufficiency diagnosis. The highest reliability of two technologies was shown in diagnosis of left anterior descending coronary artery stenosis because of its more close location to the anterior thoracic wall. The diagnosis of right coronary artery stenosis with two technologies was much less reliable due to the remoteness of posterior wall and vascular anatomy complexity.

Key words: doppler echocardiography, bicycle stress echocardiography, coronary artery disease, left anterior descending artery, right coronary artery.

Функциональное состояние правого желудочка у больных ишемической болезнью сердца

Д.А. Швец¹, С.В. Поветкин²

¹ БУЗ Орловской области “Орловская областная клиническая больница”, г. Орел

² ГБОУ ВПО “Курский государственный медицинский университет”
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курск

Целью исследования является оценка функции правого желудочка у больных ишемической болезнью сердца с нормальной и нарушенной локальной сократимостью миокарда левого желудочка. В исследование включены 95 пациентов с клинически и инструментально верифицированной ишемической болезнью сердца в возрасте от 28 до 79 лет. Первая группа включала пациентов, не имеющих нарушений локальной сократимости миокарда левого желудочка ($n = 35$), вторая группа – лиц с нарушениями локальной сократимости миокарда левого желудочка передней, перегородочной, задней и боковой локализаций ($n = 60$). В работе сравнивали возможности методик тканевой доплерографии и двухмерного отслеживания пятен серой шкалы при выявлении дисфункции правого желудочка у больных с нарушениями локальной сократимости левого желудочка. Результаты исследования показали, что продольная деформация правого желудочка достоверно меняется только у больных с нарушениями локальной сократимости левого желудочка. Снижение продольной деформации правого желудочка, времени до достижения пика продольной деформации и появление пика постсистолического ускоре-

чения указывают на дисфункцию правого желудочка. Величина продольной деформации боковой стенки правого желудочка, определенной методом двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения, является оптимальным показателем для диагностики дисфункции правого желудочка при нарушениях локальной сократимости левого желудочка.

Ключевые слова: тканевая доплерография, метод двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения, продольная деформация, дисфункция правого желудочка.

ВВЕДЕНИЕ

Диагностика повреждения правого желудочка при инфаркте миокарда левого желудочка с давних пор находится в фокусе внимания врачей-кардиологов [1]. Несмотря на это, возможности диагностики дисфункции правого желудочка весьма ограничены. Известно, что нарушение кинетики правого желудочка является не менее важным прогностическим фактором после перенесенного инфаркта миокарда, чем показатели сократимости левого желудочка [2]. Степень снижения сократимости правого желудочка отражает истощение компенса-

Д.А. Швец – к.м.н., врач-кардиолог отделения кардиологии №1 с ПРИТ БУЗ Орловской области “Орловская областная клиническая больница”, г. Орел. С.В. Поветкин – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой клинической фармакологии ГБОУ ВПО “Курский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курск.

Контактная информация: 302028 г. Орел, Бульвар Победы, д. 10, БУЗ Орловской области “ООКБ”, отделение кардиологии №1 с ПРИТ. Швец Денис Анатольевич. Тел.: +7 (486-2) 46-57-38. E-mail: denpost-card@mail.ru

торных резервов миокарда и существенно влияет на тяжесть клинических проявлений сердечной недостаточности [3]. Несмотря на доступность эхокардиографии, диагностика функции правого желудочка имеет ряд технических ограничений, связанных с более сложной конфигурацией полости правого желудочка. По этой причине данные о регионарной сократимости правого желудочка в литературе немногочисленны. Исходя из вышесказанного, актуальным является изучение новых методов диагностики дисфункции правого желудочка. Тканевой доплер и методика двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения – неинвазивные методы исследования, которые предоставляют новые возможности выявления нарушений локальной сократимости (НЛС) правого желудочка [4].

Целью исследования является оценка функции правого желудочка у больных ишемической болезнью сердца с нормальной локальной сократимостью и НЛС левого желудочка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование были включены 95 пациентов с клинически и инструментально верифицированной ишемической болезнью сердца. Исключались больные с недостаточным качеством изображения сегментов правого желудочка, фибрилляцией предсердий, патологией клапанов, полной блокадой ножек пучка Гиса и эндокардиальной электрокардиостимуляцией. Все исследуемые больные разделены на две группы в зависимости от наличия НЛС миокарда левого желудочка (табл. 1). Первая группа – пациенты, не имеющие НЛС ($n = 35$); вторая группа – лица с НЛС левого желудочка передней, перегородочной, задней и боковой локализаций ($n = 60$).

Выделенные группы были сопоставимы по основным характеристикам, за исключением числа больных с артериальной гипертензией, которых было достоверно меньше во второй группе. Во второй группе 27 (45,0%) больных страдали острым инфарктом миокарда. В первой группе, не-

Таблица 1. Клиническая и нозологическая характеристика больных исследуемых групп

Параметры				Пациенты без НЛС ЛЖ (первая группа) (n = 35)	Пациенты с НЛС ЛЖ (вторая группа) (n = 60)
Средний возраст, годы				57 ± 10 28–74	58 ± 10 36–79
Пол	мужчины			24 (68,6%)	48 (80,0%)
	женщины			11 (31,4%)	12 (20,0%)
Факторы риска ишемической болезни сердца	наследственная предрасположенность			11 (31,4%)	17 (28,3%)
	артериальная гипертензия			30 (85,7%)	41 (68,3%)*
	курение			12 (34,3%)	30 (50,0%)
	сахарный диабет			3 (8,6%)	9 (15,0%)
Нозологии	острый инфаркт миокарда	передний	Q	0	8 (13,3%)
			неQ	4 (11,4%)	3 (5,0%)
		задний	Q	0	9 (15,0%)
			неQ	2 (5,7%)	7 (11,7%)
	прогрессирующая стенокардия			8 (22,9%)	7 (11,7%)
	стабильная стенокардия			21 (60,0%)	26 (43,3%)
	Легочная гипертензия			9 (25,7%)	17 (28,3%)
Недостаточность кровообращения	ФК 2			25 (71,0%)	38 (63,0%)
	ФК 3			10 (29,0%)	22 (37,0%)
КАГ/ЧКВ				24/13 (68,6/37,1%)	45/32 (75,0/53,3%)

Примечание: * – различие с первой группой при $P < 0,05$. ЛЖ – левый желудочек, КАГ – коронароангиография, ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство.

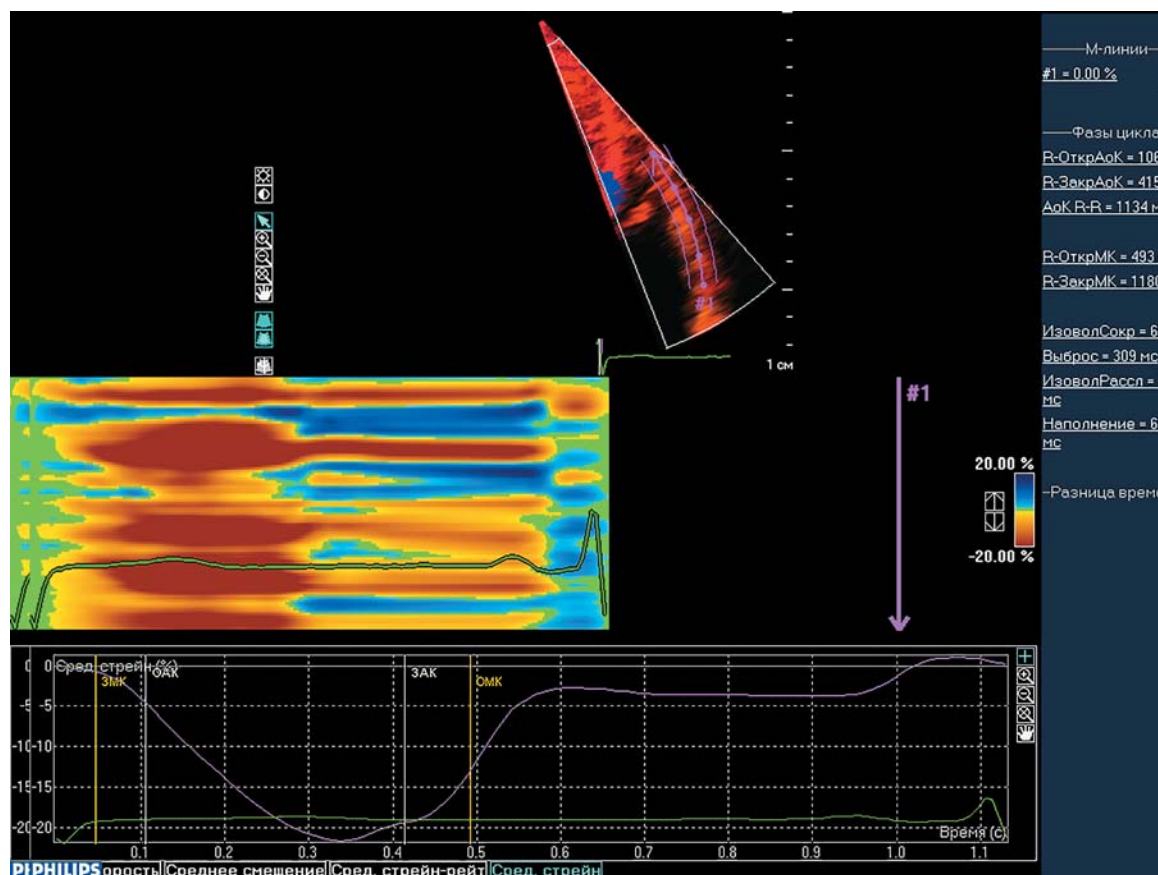


Рис. 1. Измерение величины продольной деформации при оценке деформации боковой стенки правого желудочка. Верхнее изображение – сектор сканирования боковой стенки правого желудочка в режиме тканевого доплера с нанесенными в центре стенки точками изогнутого М-режима. Среднее изображение – режим цветового М-следа, показывающий движение выбранных точек в каждую фазу сердечного цикла. Нижнее изображение – кривая продольной деформации боковой стенки правого желудочка (ЗМК – закрытие митрального клапана, ОАК – открытие аортального клапана, ЗАК – закрытие аортального клапана, ОМК – открытие митрального клапана). Справа – фазы сердечного цикла (мс). Величина пикового продольного strain в данном случае составила 22,5%.

смотря на отсутствие эхокардиографических признаков НЛС, у 6 (17,1%) пациентов был острый мелкоочаговый инфаркт миокарда ($P < 0,05$).

Эхокардиография выполнялась на сканере iE 33 (Philips, Нидерланды) датчиком S5-1 (1,7–3,5 МГц). Сканирование и измерение основных параметров проводились из апикальной четырехкамерной позиции с наилучшей визуализацией правого желудочка. Фракцию выброса (ФВ) левого желудочка измеряли по методике Simpson. Для оценки функции правого желудочка использовался интеграл линейной скорости кровотока в легочной артерии и время предизгнания правого желудочка. Интеграл линейной скорости кровотока в легочной артерии измерялся в режиме импульсно-волнового доплера с контрольным объе-

мом, помещенным над створками клапана легочной артерии. Время предизгнания рассчитывалось от начала зубца R электрокардиограммы (ЭКГ) до начала потока легочной артерии. Оценка диастолической функции проводилась по транстрикуспидальному доплеровскому потоку (пики раннего (Е) и позднего (А) диастолического наполнения правого желудочка). Вычисляли отношение времен нарастания потока к общему времени потока (АТ/ЕТ) на клапане легочной артерии и систолическое давление в легочной артерии (по формуле J. Bernoulli в непрерывноволновом доплеровском режиме на трикуспидальном клапане + расчетное давление в правом предсердии по формуле M.F. Nageh) [4, 5].

Используя импульсно-волновой тканевой доплер, определяли ряд показателей дви-

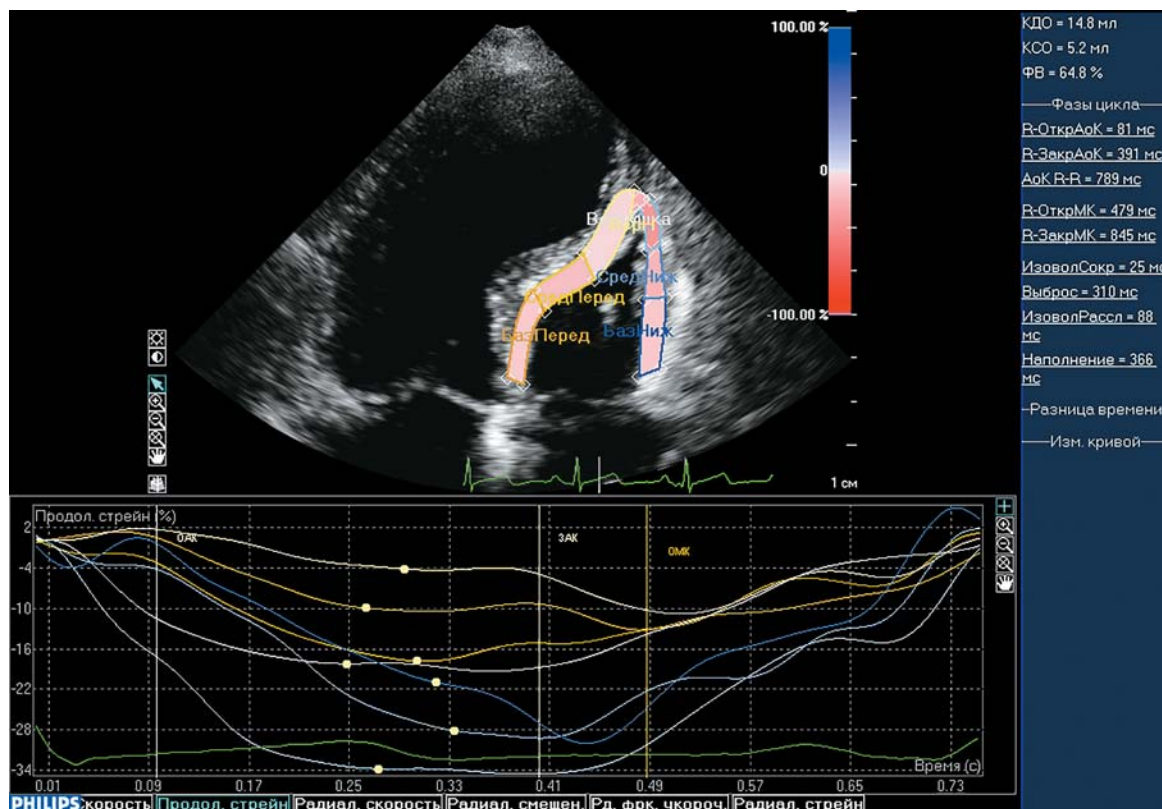


Рис. 2. Измерение пиков продольной деформации в режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения при анализе 6 сегментов правого желудочка. Верхнее изображение – четырехкамерная позиция сердца с наилучшим качеством визуализации правого желудочка в двухмерном серошкальном режиме. Программой QLAB 7.1 (с возможностью корректировки) перегородочная и боковая стенки разделены на 6 сегментов (в перегородочной стенке в зону интереса попадает только миокард правого желудочка). На представленном изображении перегородочные сегменты правого желудочка обозначены как передние, а боковая стенка правого желудочка – как нижние. Нижнее изображение – кривые продольной деформации выделенных сегментов правого желудочка, по которым возможно измерение продольной пиковой деформации, времени до пика strain от зубца R ЭКГ и величины постсистолического сокращения. Справа – фазы сердечного цикла (мс). Обозначения как на рис. 1.

жения кольца трикуспидального клапана с контрольным объемом в основании латеральной створки: систолический пик (Sm), ранний и поздний диастолические пики (Em и Am), время расслабления и сокращения (IVRT и IVST соответственно), общее время систолического потока (St). Рассчитывали показатель систоло-диастолической дисфункции правого желудочка (Tei) по формуле:

$$Tei = \frac{IVRT + IVST}{St}.$$

Оценивали сегментарную систоло-диастолическую функцию с помощью режимов тканевой доплерографии и методики двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения левого и правого желудочков [6]. Деформация правого

желудочка определялась в боковой стенке с уменьшенным сектором сканирования (20–30°) (рис. 1).

Определяли следующие показатели тканевого доплера в режиме оценки деформации правого желудочка: систолический пик скорости (S), ранние и поздние скорости диастолического смещения (E' и A'), величину смещения боковой стенки, систолический и диастолический пики скорости деформации (SRs, SRe, SRa), величину продольной деформации (strain) и время от зубца R ЭКГ до пика продольного strain. Для получения величины деформации в режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения (speckle tracking) записывали кинопетлю в течение 3 последовательных циклов ЭКГ в серошкальном изображении (рис. 2).

Таблица 2. Эхокардиографические параметры правого желудочка у больных исследуемых групп

Параметры	Пациенты без НЛС ЛЖ (первая группа) (n = 35)	Пациенты с НЛС ЛЖ (вторая группа) (n = 60)
АТ/ЕТ	0,43 ± 0,07 0,27–0,57	0,42 ± 0,078 0,23–0,59
VTI ЛА, см	18,1 ± 3,6 12,6–25,3	16,4 ± 3,1* 9,7–24,3
Время до пика ЛА, мс	106,9 ± 15,6 85,0–155,0	107,2 ± 16,3 70,0–148,0
СДЛА, мм рт. ст.	29,6 ± 7,2 19,7–47,0	31,9 ± 10,1 17,0–71,4
Е, см/с	44,4 ± 7,5 32,0–65,0	44,3 ± 8,8 24,0–69,0
А, см/с	39,7 ± 8,3 28,0–77,0	38,9 ± 7,8 27,0–67,0

Примечание: * – различие с первой группой при $P < 0,05$. ЛА – легочная артерия, VTI ЛА – интеграл линейной скорости кровотока в легочной артерии, СДЛА – систолическое давление в легочной артерии.

Частота смены кадров варьировала от 50 до 80 в минуту [7]. Полученные изображения архивировались на CD. *Off-line* пакетом программ QLAB 7.1 осуществлялась обработка полученных данных. Все изображения плохого качества с дрейфом кривых выбраковывались. Двухмерное отслеживание пятен серой шкалы ультразвукового изображения проведено у всех пациентов из четырехкамерной и короткоосевой (на уровне папиллярных мышц) ультразвуковых позиций. Правый желудочек лоцировался из апикальной четырехкамерной позиции при наилучшей визуализации свободной (боковой) и перегородочной стенок правого желудочка. Миокард правого желудочка межжелудочковой перегородки четко дифференцировался с левожелудочковым миокардом [8].

В режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения определяли следующие показатели: продольную, радиальную и поверхностную деформации, время от зубца R на ЭКГ до пика продольной систолической деформации, постсистолическое сокращение (PSS) и PSS% по формуле:

$$\text{PSS\%} = \frac{\text{PSS}}{\text{strain}} \times 100.$$

Статистический анализ проводили при помощи программы Statistica v6.0. При определении значимости различия между средними величинами использовался критерий Стьюдента. Для сравнения не количе-

ственных данных, представленных долями, использовался Z-критерий. С целью оценки влияния фактора на исследуемый признак проводили однофакторный дисперсионный анализ (определялся F-критерий). Для выявления связи между исследуемыми показателями осуществляли корреляционный анализ (коэффициент корреляции Пирсона). Для оценки взаимосвязи нескольких различных факторов и исследуемого признака использовался множественный регрессионный анализ. Данные представлены в виде $M \pm \sigma$ и минимального – максимального значений. Статистически значимыми считали различия при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 2 представлены эхокардиографические параметры функции правого желудочка обследованных больных. Достоверное уменьшение интеграла линейной скорости потока в легочной артерии свидетельствует о снижении ударного выброса правого желудочка у пациентов с НЛС. Выявлена прямая достоверная связь ФВ левого желудочка и интеграла линейной скорости кровотока в легочной артерии ($r = 0,33$, $P < 0,05$). С учетом положительной достоверной корреляции интегралов линейных скоростей потоков правого и левого желудочков ($r = 0,29$, $P < 0,05$), возможно, что снижение сократимости обоих желудочков взаимосвязано, что согласуется с данными литературы [2].

Таблица 3. Показатели тканевого доплера латеральной части основания кольца трикуспидального клапана у больных исследуемых групп

Параметры	Пациенты без НЛС ЛЖ (первая группа) (n = 35)	Пациенты с НЛС ЛЖ (вторая группа) (n = 60)
Sm, см/с	10,3 ± 1,7 7,2–13,9	10,2 ± 2,3 4,8–19,4
Em, см/с	7,2 ± 2,2 4,2–11,8	7,1 ± 2,0 4,0–15,4
Am, см/с	11,1 ± 1,7 7,6–15,2	11,4 ± 3,7 6,2–29,6
IVST, мс	81,0 ± 19,2 53,0–123,0	87,0 ± 17,9 46,0–144,0
IVRT, мс	84,4 ± 21,6 39,0–134,0	89,7 ± 23,4 35,0–141,0
Tei	0,56 ± 0,12 0,28–0,79	0,62 ± 0,12* 0,34–1,01

Примечание: * – различие с первой группой при $P < 0,05$.

Таблица 4. Параметры тканевой доплерографии боковой стенки правого желудочка у больных исследуемых групп

Параметры	Пациенты без НЛС ЛЖ (первая группа) (n = 35)	Пациенты с НЛС ЛЖ (вторая группа) (n = 60)
S, см/с	4,60 ± 1,50 1,76–8,10	4,50 ± 1,25 1,37–8,55
E', см/с	–4,20 ± 1,40 –8,55–1,64	–4,70 ± 1,60 –8,55–1,41
A', см/с	–5,40 ± 2,10 –10,20–1,99	–5,80 ± 1,60 –8,91–3,05
Смещение, мм	11,2 ± 2,9 5,9–17,4	10,7 ± 3,6 2,1–18,9
SRs, c ⁻¹	–0,57 ± 0,30 –1,54–0,20	–0,58 ± 0,31 –1,66–0,16
SRe, c ⁻¹	1,50 ± 0,60 0,22–2,62	1,50 ± 0,55 0,51–3,30
SRa, c ⁻¹	1,67 ± 0,54 0,68–2,67	1,74 ± 0,55 0,42–2,88
Продольный strain, %	–27,9 ± 6,4 –39,2–7,4	–24,7 ± 7,6* –49,0–7,4
Время до пика strain, мс	390,5 ± 61,2 266,0–535,0	361,5 ± 67,9* 242,0–510,0

Примечание: * – различие с первой группой при $P < 0,05$.

В табл. 3 представлены показатели тканевого доплера латеральной части основания кольца трикуспидального клапана исследуемых больных. По скоростным характеристикам движения ткани в основании кольца трикуспидального клапана не найдено критериев для диагностики дисфункции правого желудочка у пациентов с НЛС левого желудочка. Одно лишь увеличение показателя систоло-диастолической дис-

функции Tei, рассчитанного по кривой движения кольца клапана, указывает на снижение кинетики правого желудочка, что может являться следствием его дисфункции при НЛС левого желудочка.

В табл. 4 представлены параметры тканевой доплерографии боковой стенки правого желудочка исследуемых больных. Метод тканевой доплерографии по большинству параметров не позволяет выявить

Таблица 5. Данные двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения правого желудочка у больных исследуемых групп

Стенка правого желудочка	Сегменты	Группы	Продольный strain, %	Время до пика strain, мс	Радиальный strain, %	PSS, %
Боковая	Базальный	Первая	-18,7 ± 10,2 -34,8-4,5	355,8 ± 45,6 279,0-456,0	3,1 ± 15,0 -22,9-53,9	-2,5 ± 7,8 -24,4-8,6
		Вторая	-14,5 ± 10,1*	339,6 ± 51,5 217,0-456,0	-1,5 ± 10,9 -25,9-21,0	-2,1 ± 5,5 -13,1-8,6
	Средний	Первая	-23,5 ± 11,4 -45,4-3,1	354,7 ± 55,8 253,0-436,0	-8,6 ± 19,8 -37,3-68,3	-1,1 ± 7,2 -14,9-5,4
		Вторая	-20,6 ± 7,8 -45,8-1,3	328,5 ± 47,6* 209,0-435,0	-12,8 ± 12,5 -39,1-23,5	0,7 ± 6,6 -12,5-14,2
	Верхушечный	Первая	-29,7 ± 9,0 -43,9-12,0	364,4 ± 35,4 289,0-417,0	-8,8 ± 16,8 -35,7-36,5	3,6 ± 6,0 0,0-12,5
		Вторая	-25,0 ± 10,9* -61,5-2,6	338,6 ± 51,5* 227,0-490,0	-7,5 ± 10,9 -27,3-28,2	-0,5 ± 3,7** -6,7-5,1
Перегородочная	Базальный	Первая	-7,2 ± 6,7 -24,7-3,8	321,4 ± 37,8 258,0-387,0	0,0 ± 9,6 -11,9-18,8	-5,6 ± 5,2 -19,3-0,0
		Вторая	-6,6 ± 5,5 -20,0-4,7	316,7 ± 38,2 235,0-383,0	0,3 ± 8,6 -13,9-22,9	-3,9 ± 4,7 -12,7-3,5
	Средний	Первая	-14,8 ± 3,0 -20,3-8,4	344,3 ± 46,8 257,0-426,0	1,1 ± 8,4 -13,1-20,5	0,6 ± 3,6 -5,9-5,3
		Вторая	-11,8 ± 5,5** -20,1-1,2	326,8 ± 42,1* 218,0-407,0	-1,9 ± 10,5 -22,4-23,8	0,5 ± 3,9 -7,8-6,6
	Верхушечный	Первая	-14,7 ± 6,6 -35,9-2,9	356,8 ± 46,8 236,0-449,0	-8,1 ± 9,0 -26,7-17,2	-0,8 ± 4,2 -5,9-2,0
		Вторая	-11,9 ± 6,2* -22,0-0,1	331,5 ± 65,5* 218,0-434,0	-8,1 ± 9,4 -25,6-18,6	-1,0 ± 5,5 -8,6-9,1

Примечание: * – различие с первой группой при $P < 0,05$, ** – при $P < 0,001$.

дисфункцию правого желудочка при НЛС левого желудочка. Как видно, только при снижении пика продольной деформации и времени до достижения данного пика можно заподозрить снижение сократимости боковой стенки правого желудочка.

В табл. 5 проведено сравнение сократимости всех сегментов правого желудочка при НЛС левого желудочка методом двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения. В результате в большинстве сегментов достоверно снижаются систолическая продольная деформация и время до пика деформации. Радиальная деформация менее чувствительна к НЛС и потому изменяется недостоверно. Весьма характерно появление пика постсистолического сокращения в верхушечном сегменте боковой стенки правого желудочка при НЛС левого желудочка. Выявлено существенное отличие PSS% между больными первой и второй групп в верхушечном сегменте свободной стенки правого желудочка ($P < 0,001$).

При сравнении величины продольной деформации межжелудочковой перегородки отдельно со стороны левого и правого желудочков выявлено достоверное отличие только в группе пациентов без НЛС левого желудочка ($-19,7 \pm 4,6\%$ ($-30,8$ — $-9,4\%$) и $-14,3 \pm 6,6\%$ ($-35,9$ — $-2,9\%$) соответственно) ($P = 0,0003$). Данное обстоятельство может указывать на наличие некоронарных причин, приводящих к снижению сократимости миокарда правого желудочка (достоверная прямая связь продольной деформации перегородочной стенки правого желудочка с интегралом линейной скорости кровотока в легочной артерии ($r = 0,30$, $P < 0,05$)).

При сравнении методик получена существенная прямая связь величины продольной деформации тканевого доплера и продольной деформации в режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения, более выраженная в верхушечном сегменте боковой стенки правого желудочка ($r = 0,43$, $P < 0,01$). Достоверной связи скорости движения кольца трикуспидального клапана и продольной деформации в режиме отслеживания пятен не выявлено ни на одном сегментарном уровне правого желудочка. Следовательно, несмотря на относительную

простоту определения и распространенность показателя Sm, согласно нашим данным, по его величине невозможно диагностировать дисфункцию правого желудочка при НЛС левого желудочка.

Достоверная обратная связь продольной деформации в верхушечном сегменте боковой стенки правого желудочка в режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы и интеграла линейной скорости кровотока в легочной артерии ($r = -0,36$, $P < 0,05$) указывает на преимущественный вклад сократимости верхушечного сегмента в общем глобальном выбросе крови. Именно поэтому ФВ левого желудочка тоже связана с сократимостью верхушечного сегмента правого желудочка ($r = -0,25$, $P < 0,05$). С учетом значимой роли легочной гипертензии в изменении кинетики правого желудочка, изучена связь показателя АТ/ЕТ и величины продольной деформации в режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения. Установлена слабая достоверная обратная корреляция, свидетельствующая, что при увеличении среднего давления в легочной артерии сократимость верхушечного сегмента свободной стенки правого желудочка снижается ($r = -0,28$, $P < 0,05$). Проведенный регрессионный анализ зависимости продольного strain верхушечного сегмента боковой стенки правого желудочка от указанных выше параметров (интеграл линейной скорости кровотока в легочной артерии, ФВ левого желудочка и АТ/ЕТ) позволил выявить наиболее существенную связь с АТ/ЕТ ($\beta = 0,21$, $P < 0,05$), что подтверждает взаимосвязь сократимости правого желудочка и повышения среднего давления в легочной артерии.

Известно, что повреждение правого желудочка чаще встречается при инфарктах задней стенки левого желудочка [1]. Для выявления локализации НЛС левого желудочка, при которых чаще всего имели место НЛС правого желудочка, проведен дисперсионный анализ влияния НЛС левого желудочка на величину продольной деформации правого желудочка. При этом достоверного отличия не получено ни по одному из показателей. Это может свидетельствовать о том, что нарушение функции правого желудочка при поражении передней и боковой стенок левого желудочка также не редкость [9].

Достоверная корреляция величин деформации левого и правого желудочков выявлена только в группе пациентов с НЛС левого желудочка. Наиболее значимая связь выявлена для деформации правого желудочка с поверхностной деформацией среднего сегмента задней стенки левого желудочка (сканирование по короткой оси левого желудочка) ($r = 0,50$, $P < 0,05$) и продольной деформацией среднего сегмента передней перегородочной стенки левого желудочка ($r = 0,45$, $P < 0,05$). Получается, что кинетика стенки правого желудочка в основном определяется степенью и локализацией очаговых изменений левого желудочка. У пациентов без коронарной патологии снижение сократимости правого желудочка может происходить при заболеваниях, приводящих к легочной гипертензии. Возможно, что величина продольной деформации правого желудочка имеет большее диагностическое значение у больных с НЛС при сочетании со снижением сократимости левого желудочка.

При проведении множественного регрессионного анализа установлена достоверная взаимосвязь величин продольной деформации среднего сегмента правого желудочка и продольной деформации базального сегмента задней стенки левого желудочка ($\beta = 0,38$, $P < 0,01$). Значит, сократимость правого желудочка может снижаться при падении сократимости базального сегмента задней стенки левого желудочка. Анализ данных коронароангиографии и зависимость от наличия значимых стенозов правой коронарной артерии ($>70\%$) позволили выявить влияние стеноза правой коронарной артерии в средней трети на продольную деформацию верхушечного сегмента правого желудочка ($F = 5,8$, $P < 0,05$).

Таким образом, не все методики тканевого доплеровского исследования могут быть использованы для диагностики нарушенной функции правого желудочка у больных с НЛС левого желудочка. Часто применяемый показатель оценки скорости движения кольца трикуспидального клапана не позволяет верифицировать дисфункцию правого желудочка у данных пациентов. Известно, что продольное укорочение создает 80% ударного объема, поэтому величина продольной деформации используется для оценки сократимости правого желудоч-

ка [3]. По уровню продольной деформации можно судить о сократимости боковой стенки правого желудочка. Из методик тканевого доплеровского исследования оценка деформации миокарда позволяет выявить снижение продольной деформации боковой стенки правого желудочка. Однако вследствие особенностей, характерных для всех доплеровских измерений (зависимость от угла сканирования), бывает трудно достоверно измерить сократимость всех сегментов правого желудочка. Наиболее ценную информацию можно получить при анализе двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения правого желудочка. В этом случае удастся локализовать сократимость всех сегментов боковой и перегородочной стенок [3]. Выявленное снижение ударного выброса и повышение индекса Tei правого желудочка при НЛС левого желудочка предполагают наличие единых механизмов повреждения левого и правого желудочков. Известно, что значения продольной деформации левого и правого желудочков сильно коррелируют, особенно при сердечной недостаточности [2]. Снижение продольной деформации правого желудочка можно наблюдать у больных с НЛС левого желудочка даже после исключения лиц с повреждением правого желудочка. Предполагается, что продольная дисфункция правого желудочка при остром инфаркте миокарда левого желудочка является следствием нейрогормональной активации при ремоделировании стенки левого желудочка [2].

ВЫВОДЫ

1) Снижение продольной деформации правого желудочка, времени до достижения пика продольной деформации и появление пика постсистолического укорочения могут являться признаками дисфункции правого желудочка и быть проявлениями НЛС правого желудочка.

2) Локальная сократимость правого желудочка зависит от продольной деформации как задней, так и передней стенок левого желудочка.

3) Выявленная зависимость продольной деформации правого желудочка от величины сегментарной сократимости левого же-

лудочка характерна только для больных с НЛС левого желудочка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрыпник Д.В., Васильева Е.Ю., Шпектор А.В. Особенности диагностики и лечения инфаркта миокарда с поражением правого желудочка // Креативная кардиология. 2012. № 1. С. 14–18.
2. Konishi K., Dohi K., Tanimura M. et al. Quantifying longitudinal right ventricular dysfunction in patients with old myocardial infarction by using speckle-tracking strain echocardiography // Cardiovasc. Ultrasound. 2013. No. 11. P. 23.
3. Antoni M.L., Scherptong R.W., Atary J.Z. et al. Prognostic value of right ventricular function in patients after acute myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention // Circ. Cardiovasc. Imaging. 2010. V. 3. No. 3. P. 264–271.
4. Рыбакова М.К., Алехин М.Н., Митьков В.В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография. М.: Видар, 2008. 500 с.
5. Bluzaita I., Vaskelyt J., Marcinkevicien J. et al. Practical aspects and challenges in the echocardiographic assessment of right ventricle and its function // Cardiovasc. Med. 2012. V. 15. No. 12. P. 345–353.
6. Rudski L.G., Lai W.W., Afilalo J. et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography // J. Am. Soc. Echocardiogr. 2010. V. 23. No. 7. P. 685–713.
7. Алехин М.Н. Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение. М.: Видар, 2012. 86 с.
8. Boettler P., Claus P., Herbots L. et al. New aspects of the ventricular septum and its function: an echocardiographic study // Heart. 2005. V. 91. No. 10. P. 1343–1348.
9. Lemarie J., Huttin O., Girerd N. et al. Usefulness of speckle-tracking imaging for right ventricular assessment after acute myocardial infarction: a magnetic resonance imaging/echocardiographic comparison within the relation between aldosterone and cardiac remodeling after myocardial infarction // J. Am. Soc. Echocardiogr. 2015. V. 28. No. 7. P. 818–827.

Right Ventricle Functional State in Patients with Coronary Artery Disease

D.A. Shvets¹, S.V. Povetkin²

¹ Orel Clinical Regional Hospital

² Kursk State Medical University

D.A. Shvets – M.D., Ph.D., Department of Cardiology, Orel Clinical Regional Hospital. S.V. Povetkin – M.D., Ph.D., Professor, Director, Division of Clinical Pharmacology, Kursk State Medical University.

Aim of the study was to assess right ventricle function in patients with coronary artery disease in cases with normal and abnormal left ventricle myocardium contractility. 95 patients with verified coronary artery disease aged from 28 up to 79 years old were included into the study. First group consisted of patients without left ventricle myocardium local contractility dysfunction (n = 35), second group – patients with dysfunction of left ventricle myocardium local contractility of the anterior, septal, posterior, and lateral localization (n = 60). Value of tissue Doppler imaging and speckle tracking in patients with right ventricle dysfunction in cases of left ventricle local contractility dysfunction was assessed. Study results showed that longitudinal strain of right ventricle significantly changes only in patients with left ventricle local contractility dysfunction. Decrease of the right ventricle longitudinal strain, acceleration time before the peak of longitudinal strain, and peak of post-systolic shortening occurrence indicate at right ventricle dysfunction. The value of right ventricle lateral wall longitudinal strain assessed by speckle tracking is the most optimal parameter for diagnosis of right ventricle dysfunction in patients with left ventricle local contractility dysfunction.

Key words: tissue doppler imaging, speckle tracking, longitudinal strain, right ventricle dysfunction.

Ультразвуковая оценка выраженности диабетической макро- и микроангиопатии у больных сахарным диабетом 2-го типа

Д.А. Головин^{1, 2}, С.Э. Лелюк^{2, 3}, В.Г. Лелюк^{1, 2}

¹ Научно-исследовательский институт цереброваскулярной патологии и инсульта ГБОУ ВПО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

² Многопрофильный медицинский центр “Сосудистая клиника на Патриарших” ООО “Инновационные технологии развития”, г. Москва

³ ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

С целью сопоставительной оценки количественных показателей кровотока в почечных артериях, центральной артерии сетчатки и характеристик сосудистой стенки, а также величины внутрипросветного диаметра общей сонной артерии методом ультразвукового дуплексного сканирования у больных сахарным диабетом 2-го типа обследовано 100 пациентов. Контрольную группу составили 20 практически здоровых лиц без лабораторных признаков нарушения метаболизма глюкозы. Метаболическая (диабетическая) ма-

кроангиопатия характеризуется изменениями эхографических характеристик комплекса интима–медиа общей сонной артерии в виде патологической слоистости и единичных гиперэхогенных включений в структуре сосудистой стенки. Эхографическими признаками метаболической (диабетической) микроангиопатии при сахарном диабете 2-го типа в почечных артериях и центральной артерии сетчатки являются снижение скоростных показателей кровотока и повышение индексов периферического сопротивления.

Д.А. Головин – к.м.н., старший научный сотрудник Научно-исследовательского института цереброваскулярной патологии и инсульта ГБОУ ВПО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Министерства здравоохранения Российской Федерации; врач ультразвуковой диагностики Многопрофильного медицинского центра “Сосудистая клиника на Патриарших” ООО “Инновационные технологии развития”, г. Москва. С.Э. Лелюк – д.м.н., профессор, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации; главный врач Многопрофильного медицинского центра “Сосудистая клиника на Патриарших” ООО “Инновационные технологии развития”, г. Москва. В.Г. Лелюк – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского института цереброваскулярной патологии и инсульта ГБОУ ВПО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Министерства здравоохранения Российской Федерации; руководитель Многопрофильного медицинского центра “Сосудистая клиника на Патриарших” ООО “Инновационные технологии развития”, г. Москва.

Контактная информация: 123001 г. Москва, Большой Козихинский пер., д. 22, стр. 1, Сосудистая клиника на Патриарших. Лелюк Владимир Геннадьевич. Тел.: +7 (495) 650-00-72. E-mail: vglelyuk@gmail.com

Метаболическая (диабетическая) микроангиопатия приводит к сходным изменениям индексов периферического сопротивления в почечных артериях и центральной артерии сетчатки. Степень увеличения толщины комплекса интима–медиа в общей сонной артерии превосходит таковую для индексов периферического сопротивления в почечных артериях и центральной артерии сетчатки. При наличии эхографических признаков метаболической (диабетической) макроангиопатии в общей сонной артерии для диагностики метаболической (диабетической) микроангиопатии целесообразно проведение ультразвукового исследования почечных артерий и центральной артерии сетчатки.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, сахарный диабет 2-го типа, макроангиопатия, микроангиопатия, почечные артерии, центральная артерия сетчатки, общая сонная артерия, комплекс интима–медиа, индекс резистентности.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность оценки сосудистых расстройств у больных сахарным диабетом (СД) 2-го типа определяется распространенностью этого заболевания в современной популяции, а также клинической и социальной значимостью органических нарушений, обусловленных вторичными сосудистыми поражениями [1–3]. Причинами развития изменений в сосудистой системе являются метаболические расстройства, предшествующие формированию развернутой клинической картины СД 2-го типа, а также возникающие при данном заболевании [3]. К основным из них относятся: гиперинсулинемия; дислипидемия с преобладанием в плазме крови липидов низкой, очень низкой плотности и триглицеридов; гипергликемия. Сосудистые изменения при СД 2-го типа формируются неравномерно с преимущественным поражением бассейнов-мишеней, к которым относятся: брахиоцефальные артерии на экстра- и интракраниальном уровнях, периферические артерии верхних и нижних конечностей, почечные артерии (ПА), артерии глаза, в частности, центральная артерия сетчатки (ЦАС) [2, 3].

Развивающиеся в них структурные изменения стенок сосудов могут нарушать органное кровоснабжение как вследствие уменьшения внутрипросветных диаметров пораженных артерий и артериол, так и из-за возможных тромботических осложнений, риск которых возрастает при нарушениях антиагрегантной активности эндотелиоцитов. Клиническими эквивалентами подобных гемодинамических расстройств могут быть мозговой инсульт, острая и хроническая ишемия конечностей, хроническая почечная недостаточность, ишемическая ретинопатия [4]. Структурная перестройка сосудистой стенки у больных СД является частным проявлением метаболической ангиопатии и может быть обозначена как диабетическая ангиопатия. Для предотвращения развития осложнений диабетической ангиопатии необходимы ранняя диагностика сосудистых поражений и проведение адекватного лечения, направленного, с одной стороны, на коррекцию нарушений обмена, явившихся причиной сосудистых расстройств; с другой – на нормализацию органной гемодинамики и метаболизма, а также профилактику вторичных тромботических осложнений.

Основным диагностическим методом, используемым для выявления ранних доклинических стадий сосудистых расстройств, является метод ультразвукового дуплексного сканирования. В настоящее время это единственная неинвазивная диагностическая методика, позволяющая оценивать структурные и количественные характеристики сосудистой стенки. К сожалению, из-за методических ограничений современных ультразвуковых сканеров прямой визуальной оценке доступны стенки только крупных магистральных стволов, исследование которых позволяет выявить диабетическую макроангиопатию. В органических сосудах (ПА и артериях глаза) преобладают микрососудистые поражения, являющиеся проявлением диабетической микроангиопатии. Косвенная ультразвуковая диагностика этих расстройств базируется на изменениях количественных показателей кровотока в дистальных сегментах ПА и основном стволе ЦАС. Выявляемые при этом гемодинамические нарушения могут наблюдаться при различных патологических процессах, поражающих как ПА,

так и паренхиме почек. Для объективизации наличия и степени диабетической микроангиопатии органных сосудов необходим сопоставительный анализ количественных характеристик, отображающих структурную перестройку сосудистой стенки в магистральных артериальных стволах, например, общих сонных артериях (ОСА), с показателями кровотока в ПА и глазных артериях. В доступных литературных источниках имеются сведения о закономерностях изменения индексов периферического сопротивления в ПА и глазных артериях у больных СД 2-го типа [5, 6], проводится сопоставительный анализ изменений показателей кровотока в ПА и ретинальных артериях [7], изучаются корреляции изменения толщины комплекса интима-медиа ОСА, диаметров ОСА со степенью нарушения функции почек, оцениваемой по величине клубочковой фильтрации и показателя экскреции альбумина с мочой [8, 9]. Существуют единичные исследования, посвященные изучению взаимосвязи изменений толщины комплекса интима-медиа ОСА и величины индекса резистентности и пульсационного индекса в ПА [6, 9]. В проведенных исследованиях отсутствуют сведения о взаимосвязи и степени выраженности изменений сосудов крупного и мелкого калибра у пациентов с СД 2-го типа и возможностях ультразвуковых методов при сопоставительной оценке подобных поражений.

Целью проведенного исследования явилась сопоставительная оценка количественных показателей кровотока в ПА и ЦАС и характеристик сосудистой стенки, а также величины внутрипросветного диаметра ОСА методом ультразвукового дуплексного сканирования у больных СД 2-го типа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследовано 100 пациентов с СД 2-го типа в возрасте 55 ± 9 лет (34–83, медиана – 55 лет), из них 87 (87%) мужчин и 13 (13%) женщин, находившихся на стационарном лечении в Клиническом госпитале ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве” в 2012–2013 гг. Контрольную группу составили 20 практически здоровых лиц без лабораторных признаков нарушения метабо-

лизма глюкозы в возрасте от 33 до 72 лет (средний возраст – 51 ± 8 лет, медиана – 53 года), из них 14 (70%) мужчин и 6 (30%) женщин.

Диагноз “СД 2-го типа” устанавливался на основании критериев ВОЗ (1999) [10, 11]. Продолжительность заболевания в целом по группе составила 8 ± 6 лет (1–30, медиана – 7 лет).

Определение степени тяжести (формы) СД осуществлялось в соответствии со стандартными критериями [10, 11], приведенными в табл. 1.

У 21 (21%) пациента основной группы определялась легкая форма течения заболевания, у 61 (61%) – средняя степень тяжести, у 18 (18%) – тяжелая форма. У 98 (98%) обследованных отмечалась артериальная гипертензия со средней продолжительностью заболевания 13 ± 9 лет (1–41, медиана – 10 лет). 23 (23%) пациента курили.

У всех пациентов оценивали артериальное давление (АД) в момент исследования, включая систолическое (САД), диастолическое (ДАД) и среднее АД (СрАД), рассчитанное по формуле:

$$\text{СрАД} = \text{ДАД} + (\text{САД} - \text{ДАД}) / 3.$$

Показатели САД в момент исследования составили 136 ± 20 мм рт. ст. (100–200, медиана – 140 мм рт. ст.), ДАД – 86 ± 12 мм рт. ст. (60–120, медиана – 80 мм рт. ст.), СрАД – 103 ± 13 мм рт. ст. (73–146, медиана – 100 мм рт. ст.). У преобладающего большинства пациентов показатели АД в момент исследования значимо не отличались от индивидуальных нормативных (“рабочих”) величин. У лиц контрольной группы показатели САД в момент исследования составили $114 \pm 10,4$ мм рт. ст. (100–130, медиана – 115 мм рт. ст.), ДАД – 70 ± 11 мм рт. ст. (50–80, медиана – 70 мм рт. ст.), СрАД – 84 ± 10 мм рт. ст. (73–96, медиана – 85 мм рт. ст.). Показатели АД в момент исследования у пациентов с СД 2-го типа были статистически достоверно выше таковых в группе контроля ($P < 0,01$).

У всех пациентов оценивался индекс массы тела (ИМТ) по формуле:

$$\text{ИМТ} = \text{масса тела (кг)} / \text{рост}^2 (\text{м}^2).$$

Его значения в целом по группе составили 31 ± 5 кг/м² (18–49, медиана – 31 кг/м²).

Таблица 1. Определение степени тяжести СД [11]

СД легкой формы	СД 2-го типа на диетотерапии без микро- и макрососудистых осложнений
СД средней тяжести	СД 1-го типа и СД 2-го типа на сахароснижающей терапии без осложнений или при наличии начальных стадий осложнений: – диабетическая ретинопатия, непролиферативная стадия (ДР 1), – диабетическая нефропатия на стадии микроальбуминурии, – диабетическая полинейропатия
СД тяжелой формы	Лабильное течение СД (частые гипогликемические и (или) кетоацидотические состояния) СД 1-го и 2-го типа с тяжелыми сосудистыми осложнениями: – диабетическая ретинопатия, предпролиферативная или пролиферативная стадия (ДР 2–3), – диабетическая нефропатия, стадия протеинурии или хронической почечной недостаточности, – синдром диабетической стопы, – автономная полинейропатия, – постинфарктный кардиосклероз, – сердечная недостаточность, – состояние после инсульта или преходящего нарушения мозгового кровообращения, – окклюзионное поражение нижних конечностей

В целом по группе преобладали пациенты с 1-й стадией ожирения. У лиц контрольной группы значения этого показателя составили $19,5 \pm 2,7$ кг/м² (16–24, медиана – 19 кг/м²). Показатели индекса массы тела у больных СД 2-го типа были статистически достоверно выше таковых в группе контроля ($P < 0,01$).

Из исследования были исключены лица с распространенным стеноокклюзирующим поражением экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий, сопровождающимся диффузными изменениями эхоструктуры комплекса интима–медиа ОСА. В таких случаях дифференциация структурных и количественных изменений комплекса интима–медиа ОСА, обусловленных диабетической ангиопатией и атеросклерозом, практически невозможна. Кроме того, стенозирующие поражения ОСА и внутренних сонных артерий более 70% относительно диаметра сосуда, а также окклюзии этой локализации оказывают прямое влияние на показатели кровотока в глазной артерии, а также ее ветвях, в частности, в ЦАС, снижая специфичность изменений оцениваемых доплеровских величин [12]. Также из исследования исключались лица с косвенными доплеровскими признаками стеноокклюзирующих поражений интракраниального сегмента внутренней сонной

артерии и устья средней мозговой артерии. Из исследования были исключены лица со стенозами ПА более 50%, а также окклюзиями этой локализации из-за означенных выше причинных факторов.

Для оценки состояния экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий, артерий глаза и почек всем обследованным выполняли ультразвуковое дуплексное сканирование датчиками линейного формата с частотой от 5 до 10 МГц и конвексного формата с частотой от 2 до 5 МГц на ультразвуковом сканере Acuson Sequoia 512 (Siemens, Германия).

Исследование вышеозначенных областей выполнялось по стандартной методике [12]. Оценивали проходимость экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий, включая плечеголовной ствол, проксимальные отделы подключичных артерий, ОСА, внутренние сонные, наружные сонные и позвоночные артерии. В ОСА анализировали величину внутрипросветного (межинтимального) диаметра сосуда, толщину, эхоструктуру (эхогенность) и степень дифференцировки на слои комплекса интима–медиа. Оценка толщины комплекса интима–медиа проводилась по задней (по отношению к поверхности ультразвукового датчика) стенке артерии на 1,0–1,5 см проксимальнее бифуркации ОСА.

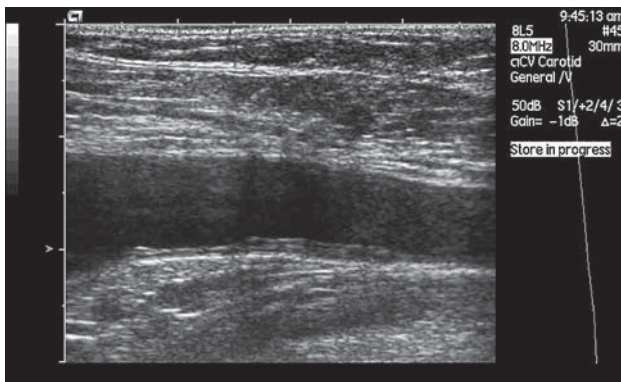


Рис. 1. Патологическая слоистость комплекса интима-медиа ОСА у пациента с СД 2-го типа.

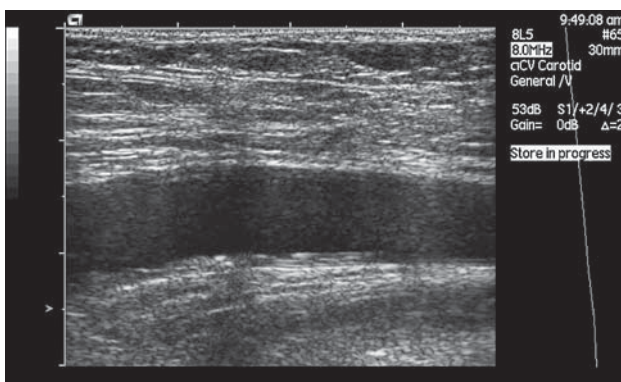


Рис. 2. Патологическая слоистость комплекса интима-медиа ОСА и единичные гиперэхогенные включения в структуре сосудистой стенки у пациента с СД 2-го типа.

В ЦАС и на уровне междольковых артерий почек (V сегмент) оценивали скоростные показатели кровотока, включая пиковую систолическую скорость кровотока (V_{ps} , см/с), усредненную по времени максимальную скорость кровотока (ТАМХ, см/с), максимальную конечную диастолическую скорость кровотока (V_{ed} , см/с). Рассчитывали ряд показателей, характеризующих уровень периферического сопротивления (индекс резистентности (RI), пульсационный индекс (PI)) и скорость распространения пульсовой волны (время ускорения (AT, мс), индекс ускорения (AI, см/с²)).

Для анализа степени ремоделирования сосудистой стенки рассчитывали модифицированный индекс Карнегана [13] как соотношение толщины комплекса интима-медиа и внутрипросветного диаметра сосуда.

Для оценки выраженности диабетической макроангиопатии в сопоставлении

с микроангиопатией рассчитывали производные показатели, отражающие соотношение толщины комплекса интима-медиа ОСА и величин индекса резистентности в ПА и ЦАС. Для анализа степени структурной перестройки сосудистой стенки в ПА в сопоставлении с ЦАС рассчитывали соотношение величин индекса резистентности в ЦАС и ПА.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы SPSS 11.0. Количественные показатели представлены в виде $M \pm \sigma$, минимального – максимального значений. Использовались различные способы параметрической и непараметрической статистики. Допустимый уровень значимости принимали за 95%.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У всех обследованных больных просветы сонных артерий, ПА, ЦАС были проходимы. Эхографическим признаком диабетической ангиопатии, зарегистрированным у 100% обследованных с СД 2-го типа и отсутствующим у пациентов группы контроля, была патологическая слоистость комплекса интима-медиа ОСА (появление в структуре комплекса интима-медиа дополнительных слоев повышенной и пониженной эхогенности) (рис. 1) ($P < 0,000$). Кроме того, у 16 (16%) обследованных основной группы в области бифуркации ОСА регистрировались единичные гиперэхогенные включения в структуре сосудистой стенки (рис. 2). Аналогичные изменения сосудистой стенки у лиц группы контроля отсутствовали. Патологическая слоистость комплекса интима-медиа регистрировалась по ходу ОСА и в зоне ее бифуркации с большей выраженностью структурной перестройки в прямолинейном участке сосуда. У 46 (46%) больных СД 2-го типа выявлялись признаки сочетанного атеросклеротического поражения в виде изменения эхоструктуры комплекса интима-медиа, характеризующегося повышением эхогенности комплекса интима-медиа, частичной или полной утратой дифференцировки его на слои в сочетании с патологическим утолщением в зонах стандартизированной оценки [12], а также наличия атеросклеротических бляшек. При этом все выявленные пораже-

Таблица 2. Значения внутрипросветного диаметра ОСА, толщины комплекса интима–медиа ОСА и модифицированный индекс Карнегана у обследованных больных

Группы		Толщина комплекса интима–медиа ОСА, мм	Внутрипросветный диаметр ОСА, мм	Модифицированный индекс Карнегана
СД 2-го типа (n = 100)	справа	1,04 ± 0,22 0,52–1,75	6,9 ± 0,9 4,9–8,8	0,15 ± 0,04 0,08–0,27
	слева	1,03 ± 0,23 0,55–1,95	6,5 ± 1,0 3,3–9,3	0,16 ± 0,05 0,10–0,31
Контрольная группа (n = 20)	справа	0,75 ± 0,10* 0,46–0,90	5,9 ± 0,6 5,0–8,9	0,10 ± 0,02* 0,06–0,14
	слева	0,77 ± 0,10* 0,40–1,00	5,7 ± 0,6 4,8–8,7	0,10 ± 0,02* 0,07–0,15

Примечания: на первой строке ячейки представлены $M \pm \sigma$, на второй – минимальное – максимальное значения. * – достоверность различий средних значений при сравнении соответствующих показателей на соответствующей стороне при $P < 0,05$.

ния подобного свойства локализовались в областях, характеризующихся наличием физиологической турбулентности (бифуркации плечеголового ствола, бифуркации ОСА и устье внутренней сонной артерии).

Показатели внутрипросветного диаметра ОСА, толщины комплекса интима–медиа, а также модифицированный индекс Карнегана, проанализированные у пациентов групп сравнения, представлены в табл. 2.

У больных СД 2-го типа внутрипросветные диаметры ОСА в целом по группе были несколько больше, чем у лиц контрольной группы, однако выявленные различия не были статистически значимыми. Увеличение диаметра ОСА у больных СД 2-го типа может быть следствием компенсаторной реакции в ответ на патологическое утолщение сосудистой стенки, результирующее во вторичном уменьшении диаметра сосуда. Однако статистически достоверное различие модифицированного индекса Карнегана в группах сравнения с повышением его показателя у больных СД 2-го типа свидетельствует в пользу отсутствия адекватной компенсаторной реакции из-за максимальной выраженности структурной перестройки среднего слоя сосудистой стенки, обусловленной отрицательным воздействием метаболических факторов [4, 11].

В основе развития структурных изменений сосудистой стенки у больных с метаболическими ангиопатиями, частным проявлением которых является диабетическая ангиопатия, лежат отрицательные эффекты ряда метаболических факторов, в частности гиперинсулинемии, предшествующей пато-

логическому повышению уровня глюкозы, существующему при СД 2-го типа, выявляемой в сочетании с гипергликемией при легком течении СД 2-го типа [14].

В последние десятилетия проводятся многоплановые исследования по выявлению роли инсулина в развитии диабетических ангиопатий. Несмотря на гиперлипидемию, доказано, что при отсутствии циркулирующего инсулина последняя не приводит к образованию сосудистых поражений [14]. Предполагается, что высокий уровень гормона в крови, а также необходимость повышения дозы инсулина являются чувствительным индикатором развития макроангиопатии [15].

Инсулин стимулирует пролиферацию, миграцию и синтез холестерина в гладкомышечных клетках артерий, не оказывая влияния на метаболизм и рост эндотелиальных клеток [16–18]. В то же время глюкоза ингибирует синтез ДНК и пролиферацию эндотелия, не воздействуя на процессы образования холестерина и пролиферацию гладкомышечных клеток [18, 19].

При изучении метаболизма изолированных клеток больших и малых сосудов получены данные о преимущественной утилизации глюкозы путем анаэробного гликолиза, что подтверждает способность эндотелиоцитов переносить сравнительно продолжительные периоды гипоксии [20, 21]. Нарушение функции эндотелиальных клеток ухудшает диффузию кислорода из просвета артерии, что в первую очередь сказывается на метаболизме средней части меди. Вовлечение в патологический процесс

структур *vasa vasorum* нарушает трофику адвентиции и меди. Предполагают, что более ранним структурным изменениям при развитии ангиопатии будут подвергаться именно эти отделы стенки артерий. Результатом чего является развитие диффузного фиброза и медиакальциноза [3, 4, 12].

Количественные показатели кровотока в ЦАС, междольковых ветвях ПА у больных СД 2-го типа и практически здоровых лиц представлены в табл. 3, 4.

У больных СД 2-го типа отмечается статистически достоверное снижение скоростных показателей кровотока и повышение индексов периферического сопротивления в ЦАС и междольковых ветвях ПА в сопоставлении с таковыми у практически здоровых лиц. Подобные закономерности были отмечены в ряде проведенных исследований [5–7].

В основе повышения индексов периферического сопротивления в сочетании с вторичным снижением скоростных показателей лежит структурная перестройка сосудистой стенки, являющаяся следствием диабетической микроангиопатии. Морфологическим проявлением диабетической микроангиопатии является гиалиноз, развивающийся в сосудах микроциркуляторного (артериолярного) русла, выраженность которого зависит от стадии микроангиопатии [2, 4].

Как было отмечено выше, для оценки степени выраженности диабетической ангиопатии рассчитывали производные показатели, отражающие соотношение толщины комплекса интима–медиа ОСА и величин индекса резистентности в ЦАС и ПА. Для анализа степени структурной перестройки сосудистой стенки в ПА в сопоставлении с ЦАС рассчитывали соотношение величин индекса резистентности в ЦАС и ПА. Результаты проведенных расчетов представлены в табл. 5.

Величины соотношения индекса резистентности в ЦАС и ПА у больных СД 2-го типа и лиц группы контроля статистически достоверно не различались между собой, что свидетельствует об одинаковой степени выраженности структурных изменений стенок ЦАС и ПА. В связи с этим можно предположить, что оценка показателей кровотока в каждом из бассейнов-мишеней может быть использована для прогнозиро-

вания степени структурных изменений стенок артерий и артериол другого бассейна.

Величины соотношений толщины комплекса интима–медиа ОСА и индекса резистентности в ЦАС и ПА у больных СД 2-го типа статистически достоверно превышали аналогичные показатели в группе контроля, что свидетельствовало о большей выраженности структурных изменений стенок артерий макрорусла в сопоставлении с микроруслом. В основе подобных различий лежат, с одной стороны, разная морфологическая основа развивающихся поражений (гиалиноз – при микроангиопатии, диффузный фиброз меди и медиакальциноз – при макроангиопатии, что было описано выше), с другой – особенности формирования гемодинамических нарушений в органических артериях. Степень изменений скоростных показателей кровотока и индексов периферического сопротивления в артериях глаза и почек напрямую зависит не от выраженности гиалиновой перестройки сосудистой стенки, а от распространенности процесса, поскольку оцениваемые доплеровские величины интегрально отражают состояние всех артерий и артериол, локализующихся дистальнее зоны исследования. А в сонных артериях толщина комплекса интима–медиа, фиксируемая при ультразвуковом исследовании, зависит только от степени локального поражения и может не соответствовать распространенности процесса в целом.

При этом можно предполагать, что при наличии ультразвуковых признаков диабетической ангиопатии в ОСА можно прогнозировать структурные изменения стенок артерий и артериол в почечном русле и артериях, кровоснабжающих глаз.

До определенной степени развития эти поражения могут быть клинически асимптомными или малосимптомными из-за существования внутренних компенсаторных механизмов, в частности, системы ауторегуляции, при этом потенциально ухудшающими функции соответствующих органов. Для предотвращения развития необратимых органических поражений целесообразно проведение диагностических ультразвуковых исследований ПА и ЦАС при выявлении признаков диабетической ангиопатии в крупных артериальных стволах, в частности ОСА.

Таблица 3. Показатели кровотока в ЦАС у обследованных больных

Группы	V _{ps} , см/с	TAMX, см/с	V _{ed} , см/с	PI	RI	AT, мс	AI, см/с ²
СД 2-го типа (n = 100)	справа	8,6 ± 3,2 1,6–19,0	3,8 ± 1,5 1,1–11,0	2,0 ± 0,8 0,3–5,2	1,84 ± 0,45 0,90–3,03	0,77 ± 0,10 0,59–1,51	1,36 ± 0,50 0,30–3,20
	слева	8,6 ± 3,1 3,2–18,0	3,8 ± 1,6 1,0–10,2	1,9 ± 0,8 0,7–5,5	1,85 ± 0,46 1,04–3,96	0,78 ± 0,10 0,60–1,64	1,43 ± 0,70 0,21–3,90
Контрольная группа (n = 20)	справа	14,2 ± 4,0* 5,4–29,0	6,1 ± 2,3* 2,5–15,0	4,2 ± 0,8 0,2–7,3	1,48 ± 0,40* 0,80–3,10	0,70 ± 0,10* 0,44–1,10	1,78 ± 0,30 1,10–4,90
	слева	14,2 ± 3,5* 5,4–29,0	7,4 ± 2,5* 2,6–14,0	3,9 ± 1,7 0,8–8,3	1,46 ± 0,40* 0,78–2,80	0,69 ± 0,10* 0,50–0,98	1,79 ± 0,40 1,20–4,70

Представление количественных данных и обозначения как в табл. 2.

Таблица 4. Показатели кровотока в междольковых ветвях ПА (V сегмент) у обследованных больных

Группы	V _{ps} , см/с	TAMX, см/с	V _{ed} , см/с	PI	RI	AT, мс	AI, см/с ²
СД 2-го типа (n = 100)	справа	24,7 ± 7,7 12,0–56,0	12,1 ± 4,0 4,4–26,0	7,0 ± 2,5 1,6–15,0	1,50 ± 0,40 0,68–2,80	0,71 ± 0,07 0,50–0,93	3,37 ± 1,50 1,13–8,87
	слева	24,2 ± 7,9 12,0–52,0	12,0 ± 4,7 3,9–31,0	6,9 ± 3,1 0,7–5,5	1,50 ± 0,40 0,85–2,78	0,71 ± 0,07 0,53–0,90	3,54 ± 1,72 1,07–10,14
Контрольная группа (n = 20)	справа	22,7 ± 3,4 18,0–29,0	14,5 ± 2,2 10,5–18,0	9,8 ± 1,7 6,2–12,0	0,90 ± 0,12* 0,70–1,12	0,59 ± 0,05* 0,49–0,71	2,30 ± 0,52* 1,38–3,20
	слева	24,0 ± 3,0 20,7–30,0	15,5 ± 1,7 13,0–19,0	10,0 ± 1,5 7,5–12,5	0,90 ± 0,14* 0,66–1,18	0,59 ± 0,05* 0,49–0,67	2,50 ± 0,70* 1,73–3,73

Представление количественных данных и обозначения как в табл. 2.

Таблица 5. Соотношения значений толщины комплекса интима-медиа ОСА и индекса резистентности в ЦАС и ПА, а также значений индекса резистентности в ЦАС и ПА у обследованных больных

Группы		ТКИМ _{ОСА} /RI _{ЦАС}	ТКИМ _{ОСА} /RI _{ПА}	RI _{ЦАС} /RI _{ПА}
СД 2-го типа	справа	1,35 ± 0,33	1,47 ± 0,34	1,09 ± 0,17
		0,57–2,77	0,67–2,50	0,76–2,15
	слева	1,33 ± 0,33	1,46 ± 0,35	1,1 ± 0,2
		0,53–2,60	0,67–3,00	0,79–2,50
Норма (n = 20)	справа	0,84 ± 0,13*	0,92 ± 0,14*	1,08 ± 0,12
		0,27–1,27	0,14–1,45	0,76–2,00
	слева	0,86 ± 0,16*	0,94 ± 0,15*	1,09 ± 0,14
		0,33–1,26	0,17–1,56	0,75–2,30

Примечания: ТКИМ – толщина комплекса интима-медиа. Представление количественных данных и остальные обозначения как в табл. 2.

ВЫВОДЫ

1) Метаболическая (диабетическая) макроангиопатия характеризуется изменениями эхографических характеристик комплекса интима-медиа ОСА в виде патологической слоистости и единичных гиперэхогенных включений в структуре сосудистой стенки.

2) Эхографическими признаками метаболической (диабетической) микроангиопатии при СД 2-го типа в ПА и ЦАС являются снижение скоростных показателей кровотока и повышение индексов периферического сопротивления.

3) Метаболическая (диабетическая) микроангиопатия приводит к сходным изменениям индексов периферического сопротивления в ПА и ЦАС.

4) Степень увеличения толщины комплекса интима-медиа в ОСА превосходит таковую для индексов периферического сопротивления в ПА и ЦАС.

5) При наличии эхографических признаков метаболической (диабетической) макроангиопатии в ОСА для диагностики метаболической (диабетической) микроангиопатии целесообразно проведение ультразвукового исследования ПА и ЦАС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферов М.Б., Волковой А.К., Комелягина Е.Ю. Поражение нижних конечностей у больных сахарным диабетом // Русский медицинский журнал. 2007. № 3. С. 1–7.
2. Балаболкин М.И., Клебанова Е.М., Кремская В.М. Патогенез ангиопатий при сахарном диабете // Сахарный диабет. 1999. № 2. С. 1–12.
3. Балаболкин М.И., Чурмантаева Г.Х. Частота возникновения макроангиопатий при сахарном диабете первого и второго типа // Хирургические

заболевания и сахарный диабет. Сборник статей. 1989. С. 18–22.

4. Ефимов А.С. Диабетические ангиопатии. М.: Медицина, 1989. 288 с.
5. Liu K.H., Chu W.C., Kong A.P. et al. Intrarenal arterial resistance is associated with microvascular complications in Chinese type 2 diabetic patients // Nephrol. Dial. Transplant. 2013. V. 28. No. 3. P. 651–658.
6. Hamano K., Nitta A., Ohtake T., Kobayashi S. Associations of renal vascular resistance with albuminuria and other macroangiopathy in type 2 diabetic patients // Diabetes Care. 2008. V. 31. No. 9. P. 1853–1857.
7. Basturk T., Akcay M., Albayrak R. et al. Correlation between the resistive index values of renal and orbital arteries // Kidney Blood Press. Res. 2012. V. 35. No. 5. P. 332–339.
8. Miyamoto M., Kotani K., Okada K. et al. The correlation of common carotid arterial diameter with atherosclerosis and diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus // Acta Diabetol. 2012. V. 49. No. 1. P. 63–68.
9. Ito H., Komatsu Y., Mifune M. et al. The estimated GFR, but not the stage of diabetic nephropathy graded by the urinary albumin excretion, is associated with the carotid intima-media thickness in patients with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study // Cardiovasc. Diabetol. 2010. V. 9. P. 18. Doi: 10.1186/1475-2840-9-18.
10. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Изд. 2-е / Под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой. М.: Медиа Сфера, 2006. 104 с.
11. Чазова И.Е., Мычка В.Б. Метаболический синдром. М.: Медиа Медика, 2004. 168 с.
12. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология. Изд. 3-е. М.: Реальное время, 2007. 416 с.
13. Dybdahl H., Ledet T. Diabetic macroangiopathy. Quantitative histopathological studies of the extramural coronary arteries from type 2 (non-insulin-dependent) diabetic patients // Diabetologia. 1987. V. 30. No. 11. P. 882–886.
14. Стаут Р. Гормоны и атеросклероз / Пер. с англ. М.: Медицина, 1985. 240 с.

15. Janka H.U., Standl E. Hyperinsulinaemia as a possible risk factor of macrovascular disease in diabetes mellitus. An overview // *Diabete Metab.* 1987. V. 13. No. 3. P. 279–283.
16. King G.L. Cell biology as an approach to the study of the vascular complications of diabetes // *Metabolism.* 1985. V. 34. No. 12. Suppl. 1. P. 17–24.
17. Pfeifle B., Ditschuneit A. Effect of insulin on growth of cultured human arterial smooth muscle cells // *Diabetologia.* 1981. V. 20. No. 8. P. 155–158.
18. Stout R.W. The effect of insulin and glucose on sterol synthesis in cultured rat arterial smooth muscle cells // *Atherosclerosis.* 1977. V. 27. No. 3. P. 271–278.
19. Stout R.W. Glucose inhibits replication of cultured human endothelial cells // *Diabetologia.* 1982. V. 23. No. 5. P. 436–439.
20. Porta M., La Selva M., Molinatti P., Molinatti G.M. Endothelial cell function in diabetic microangiopathy // *Diabetologia.* 1987. V. 30. No. 8. P. 601–609.
21. Dobrina A., Rossi F. Metabolic properties of freshly isolated bovine endothelial cells // *Biochim. Biophys. Acta.* 1983. V. 762. No. 2. P. 295–301.

Ultrasound in Assessment of Diabetic Macroangiopathy and Microangiopathy in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus

D.A. Golovin^{1,2}, S.Eh. Lelyuk^{2,3}, V.G. Lelyuk^{1,2}

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow

² Medical Center “Vascular Clinic”, Moscow

³ Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

D.A. Golovin – M.D., Ph.D., Senior Researcher, Research Institute of Cerebrovascular Diseases and Stroke, Pirogov Russian National Research Medical University; Medical Center “Vascular Clinic”, Moscow. S.Eh. Lelyuk – M.D., Ph.D., Professor, Diagnostic Ultrasound Department, Russian Medical Academy of Postgraduate Education; Chief Doctor, Medical Center “Vascular Clinic”, Moscow. V.G. Lelyuk – M.D., Ph.D., Professor, Chief Researcher, Research Institute of Cerebrovascular Diseases and Stroke, Pirogov Russian National Research Medical University; Chief, Medical Center “Vascular Clinic”, Moscow.

Aim of the study was to assess Doppler parameters in renal and central retinal arteries in comparison with a common carotid artery intima-media characteristics using color and pulse wave Doppler. These parameters were studied in 100 patients with type 2 diabetes mellitus and in 20 healthy volunteers. Abnormal lamination and solitary hyperechoic elements within the vascular wall were presented as ultrasound features of the diabetic (metabolic) macroangiopathy. Ultrasound hallmarks of the diabetic microangiopathy in patients with type 2 diabetes mellitus were characterized by reduction of the blood flow velocities and increase of peripheral resistance indices in renal and central retinal arteries. Diabetic microangiopathy causes similar changes of the peripheral resistance indices in renal and central retinal arteries. Common carotid artery intima-media thickening is higher than peripheral resistance indices in renal and central retinal arteries increasing. Ultrasound signs of the diabetic macroangiopathy in common carotid artery have prognostic value for diabetic microangiopathy in renal and central retinal arteries.

Key words: *ultrasound diagnostics, type 2 diabetes mellitus, macroangiopathy, microangiopathy, renal artery, central retinal artery, common carotid artery, intima-media complex, resistive index.*

Ультразвуковая диагностика острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита у детей младшего возраста в соответствии со сроками развития заболевания

В.Д. Завадовская¹, С.А. Полковникова², В.М. Масликов¹,
А.В. Караваев², В.А. Шалыгин¹

¹ ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет”
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск

² ОГАУЗ “Больница скорой медицинской помощи №2”, г. Томск

В статье представлены особенности ультразвуковых проявлений острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита в зависимости от сроков развития заболевания. Обследовано 67 детей, обратившихся с подозрением на острый гематогенный остеомиелит. Диагноз “острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит” послеоперационно установлен в 52 (77,6%) наблюдениях, диагноз “гнойный артрит” – в 10 (14,9%). В 5 (7,5%) наблюдениях изменений воспалительного характера не обнаружено. Выделено три группы больных, поступивших в разные сроки от начала заболевания. Первая группа включала детей, поступивших в первую неделю от начала заболевания ($n = 31$; 46,3%) (подгруппа 1а – дети, поступившие

в первые трое суток от начала заболевания ($n = 16$; 23,9%), подгруппа 1б – на 4–7-й дни болезни ($n = 15$; 22,4%)). Во вторую группу вошли дети, поступившие на 8–14-е сутки от начала заболевания ($n = 24$; 35,8%), в третью – на 15–21-е сутки ($n = 12$; 17,9%). Основными ультразвуковыми признаками острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита следует считать изменения метаэпифизарной зоны, проявления которых достигают отчетливой выраженности к концу первой недели заболевания (4–7-е сутки). В ранние сроки развития заболевания (1–3-и сутки) ультразвуковые симптомы острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита неспецифичны, однако выявление их требует продолженного дина-

В.Д. Завадовская – д.м.н., профессор, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск. С.А. Полковникова – к.м.н., врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики ОГАУЗ “Больница скорой медицинской помощи №2”, г. Томск. В.М. Масликов – к.м.н., доцент кафедры детских хирургических болезней ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск. А.В. Караваев – главный врач ОГАУЗ “Больница скорой медицинской помощи №2”, г. Томск. В.А. Шалыгин – д.м.н., профессор кафедры детских хирургических болезней ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск.

Контактная информация: 634021 Томская обл., г. Томск, ул. Олега Кошевого, д. 72, ОГАУЗ “Больница скорой медицинской помощи №2”. Полковникова Светлана Александровна. Тел.: +7 (913) 880-03-11. E-mail: svpolk@mail.ru

мического наблюдения. Особого внимания заслуживает выявление внутрисуставной жидкости, которая может быть как проявлением артрита, так и проявлением остеомиелита. Чувствительность ультразвукового исследования в установлении диагноза “острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит” на 1–3-и сутки от начала заболевания – 85,7%, специфичность – 88,9%, точность – 87,5%; на 4–7-е сутки от начала заболевания – 100,0, 80,0, 93,3% соответственно. Чувствительность ультразвукового метода на 8–21-е сутки от начала заболевания – 100,0%.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование костно-мышечной системы, острый гематогенный остеомиелит, артрит, дети.

ВВЕДЕНИЕ

Сложности в диагностике и лечении острого гематогенного остеомиелита остаются актуальной проблемой, вызывая полемику многих специалистов [1]. Возрастная особенность системы костного кровообращения является определяющей в развитии остеомиелитического процесса в различных отделах кости. Развитая сеть сосудов эпифиза при наличии автономного кровообращения каждого отдела кости у детей первых двух лет жизни объясняет преобладание эпифизарного остеомиелита у этого возрастного контингента [1, 2].

На фоне применяемых современных антимикробных препаратов изменились клиника и течение острого гематогенного остеомиелита у детей, вследствие чего получение своевременного достоверного ответа о наличии гнойного воспаления вызывает определенные трудности, обуславливая необходимость совершенствования методов лучевой диагностики. В решении этой задачи хорошо зарекомендовал себя метод ультразвуковой диагностики. На сегодняшний день наиболее подробно описаны ультразвуковые признаки острого гематогенного остеомиелита у детей старшей возрастной группы [3]. Описаны ультразвуковые изменения, возникающие при хроническом остеомиелите у взрослых, включая признаки, свидетельствующие об обострении процесса [4–7].

Однако в литературе не в полной мере освещены ультразвуковые симптомы острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита у детей младшего возраста, а также остается неосвещенной динамика ультразвуковых признаков заболевания в зависимости от давности возникновения клинических признаков болезни.

Цель исследования: оценить особенности ультразвуковых проявлений острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита в зависимости от сроков развития заболевания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период с 2002 по 2011 г. с подозрением на острый гематогенный остеомиелит в ОГАУЗ “Больница скорой медицинской помощи №2” г. Томска обратилось 67 детей в возрасте от рождения до 2 лет, из числа которых было небольшое преимущество мальчиков – 53,7% (n = 36), девочки составили 46,3% (n = 31).

Среди обследуемых нами больных (n = 67) диагноз “острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит” послеоперационно установлен в 52 (77,6%) наблюдениях, диагноз “гнойный артрит” – в 10 (14,9%). В 5 (7,5%) наблюдениях изменений воспалительного характера не обнаружено: у 2 пациентов установлено травматическое поражение конечности (в одном случае перелом кости, в другом – повреждение мягких тканей); у 3 пациентов клинических, ультразвуковых и рентгенологических изменений воспалительного характера конечностей не обнаружено, после нескольких дней наблюдения и обнаружения признаков соматического заболевания в виде острой респираторно-вирусной инфекции они были выписаны под амбулаторное наблюдение педиатра и хирурга.

В нашем исследовании преобладали дети в возрасте от 2 до 6 мес (n = 28; 41,8%) и дети первого месяца жизни (n = 22; 32,8%), 9 человек (13,4%) были в возрасте от 7 до 12 мес и 8 детей (11,9%) – от 1 до 2 лет жизни.

В первую неделю от начала клинических симптомов заболевания в стационар обратился 31 (46,3%) человек, из них 16 (23,9%) детей – в первые трое суток от начала заболевания, 15 (22,4%) – на 4–7-е

сутки. 24 (35,8%) ребенка обратились в стационар на 8–14-е сутки и 12 человек (17,9%) – более чем через 14 суток от начала заболевания.

Локализация процесса определялась преимущественно в крупных трубчатых костях: в бедренной ($n = 25$; 37,3%) и плечевой ($n = 22$; 32,8%). У 11 (16,4%) детей обнаружено поражение костей голени, у 4 (6,0%) – костей предплечья, в 5 (7,5%) наблюдениях имели место поражения плюсневых костей.

Преобладающей лечебно-диагностической тактикой у большинства ($n = 62$; 92,5%) исследуемых пациентов с подозрением на острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит были хирургические манипуляции ($n = 97$), которые включали пункции сустава ($n = 56$; 57,7%), закрытые остеоперфорации ($n = 21$; 21,6%), открытые остеоперфорации ($n = 12$; 12,4%), вскрытие параартикулярной флегмоны ($n = 8$; 8,2%). Преобладание числа хирургических манипуляций (97) над общим числом оперированных детей указывает на сочетание нескольких манипуляций во время каждого оперативного вмешательства пациенту.

Всем пациентам с подозрением на остеомиелит ($n = 67$) в качестве стандартизированного метода исследования опорно-двигательного аппарата выполнялась рентгенография пораженного отдела скелета (рентгенодиагностический аппарат Appollo (Villa Sistemi Medicali, Италия)).

Ультразвуковое исследование конечностей проводилось на аппарате Ultrasonix 2,6 (Ultrasonix, Канада) линейным датчиком 9–12 МГц в продольной и поперечной плоскостях сканирования по отношению к костной оси. Наряду с исследованием больной конечности выполнялось сравнительное исследование здоровой конечности на симметричном участке. Положение больного во время исследования горизонтальное либо на руках у матери. Всего при ультразвуковом исследовании осмотрено 67 человек.

Особое внимание уделялось состоянию параартикулярных и параоссальных мягких тканей, суставных структур, надкостницы, кортикального слоя кости.

В норме при ультразвуковом сканировании периферического сегмента трубчатой кости суставная капсула визуализировалась как гиперэхогенная линейная структура с четкими контурами до 1–2 мм тол-

щиной. Внутрисуставная жидкость в здоровом суставе отчетливо не регистрировалась. Эпифизарный отдел длинной трубчатой кости у детей младшего возраста (от рождения до 6 мес) представляет собой преимущественно хрящевую ткань, которая при ультразвуковом сканировании выглядит в виде гипоэхогенной структуры с наличием мелких гиперэхогенных включений, отражающих сосудистые синусоиды. Контуры хрящевых эпифизов четкие ровные за счет покрытия ее надхрящницей. В случае соответствия возраста ребенка и появления ядра окостенения в эпифизе определяется гиперэхогенное ядро окостенения либо в виде эхогенной точечной структуры размером 2–5 мм без акустической тени, либо в виде образования полулунной формы, с ровным четким контуром и наличием акустической тени.

Зона предварительного обызвествления – это четкая линия повышенной эхогенности на границе метафиза и анэхогенного хряща эпифиза.

Надкостница, покрывающая кость циркулярно на уровне метафиза и диафиза, визуализировалась в виде ровной линии (толщина 0,5–0,7 мм), эхогенность которой была повышенной, что должно быть связано с более высокой ее васкуляризацией. Кортикальный слой метафизарного отдела кости в ультразвуковом изображении представляет собой линейную структуру с четким ровным контуром и наличием акустической тени.

В работе были рассчитаны показатели диагностической эффективности ультразвукового метода (чувствительность, специфичность, точность) по стандартным формулам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для реализации цели исследования мы разделили всех детей, обратившихся с подозрением на острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит, на 3 группы. Первая группа включала детей, поступивших в первую неделю от начала заболевания ($n = 31$; 46,3%). В данной группе мы выделили две подгруппы. В подгруппу 1а вошли дети, поступившие в первые трое суток от начала заболевания ($n = 16$; 23,9%), в подгруппу 1б – на 4–7-й дни болезни ($n = 15$; 22,4%). Вторая группа – дети, поступившие на 8–14-е сутки от начала забо-

левания ($n = 24$; 35,8%). Третья группа – дети, поступившие на 15–21-е сутки от начала заболевания ($n = 12$; 17,9%).

При исследовании детей подгруппы 1а у 10 (62,5%) эхографически определялись отек параоссальных мягких тканей в сочетании с утолщением капсулы сустава, однородная или неоднородная жидкость в полости сустава – у 11 (68,8%) (рис. 1).

У 2 детей в мягких тканях визуализировались гиперэхогенные однородные включения (до 2–3 см) с нечетким контуром (у 1 ребенка), в сочетании с неровным контуром надкостницы и кортикальной прерывистостью. При нашем исследовании мы не видели ни у одного пациента подгруппы 1а изменений ростковой зоны, эпифизарного хряща, а также увеличения толщины надкостницы и неровности кортикального слоя кости.

В результате нашего исследования у детей подгруппы 1а ($n = 16$) при обнаружении отека параоссальных мягких тканей, утолщения суставной капсулы с наличием жидкости в полости сустава острый остеомиелит заподозрен у 7 человек, что составило 43,8% от числа пациентов данной подгруппы. В 3 случаях при обнаружении утолщенной капсулы сустава и неоднородной внутрисуставной жидкости диагностирован артрит (18,8%). У 2 (12,5%) детей диагностировано травматическое повреждение конечности в виде ушиба и перелома кости. У 4 пациентов ультразвуковых изменений воспалительного характера конечностей не обнаружено.

Из 16 детей подгруппы 1а прооперировано 11 (68,8%). Послеоперационный диагноз “острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит” установлен у 6 (37,5%) детей в результате получения неоднородной жидкости из костномозгового канала, в 3 из которых – под высоким давлением. В 5 (31,3%) случаях на основании обнаружения неоднородной жидкости в суставной полости и отсутствия изменений при костной пункции диагностирован артрит.

У 4 детей четких клинических и ультразвуковых признаков остеомиелита обнаружено не было, в связи с чем динамическое наблюдение этих детей продолжено.

В подгруппе 1б ($n = 15$; 22,4%) наряду с утолщением мягких тканей и выявлением жидкости в полости сустава определялись

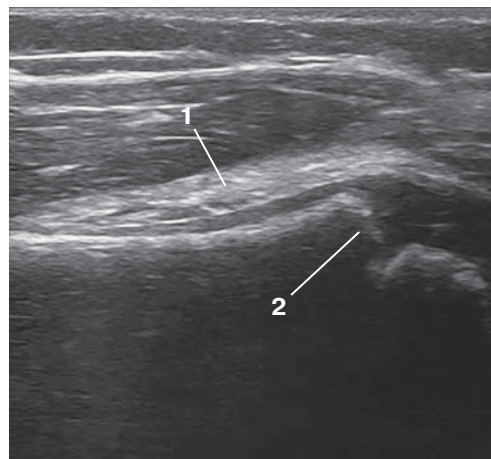


Рис. 1. Острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит дистального отдела бедренной кости ребенка 6 мес. Продольное сканирование в В-режиме. 3-и сутки от начала заболевания: отек параоссальных мягких тканей (1), зона роста четкая (2).

изменения эпифизарного хряща в виде локальных гиперэхогенных участков ($n = 9$; 60,0%) (рис. 2). Метаэпифизарная зона имела нечеткий контур при сравнении с симметричным отделом здоровой конечности ($n = 8$; 53,3%). Надкостница метафиза была утолщена у 6 (40,0%) детей и чаще определялась по одной из поверхностей кости. Кортикальный слой во всех случаях ($n = 15$; 100,0%) был четкий, ровный на всей протяженности метафиза.

Из 4 детей подгруппы 1а при динамическом наблюдении в одном случае появился отек параоссальных мягких тканей, что позволило заподозрить острый остеомиелит, у 3 пациентов патологических изменений визуализируемых структур не обнаружено.

Из 15 детей подгруппы 1б при ультразвуковом сканировании острый остеомиелит установлен у 11 (73,3%) на основании нечеткости метаэпифизарной зоны, гиперэхогенных локальных включений в эпифизарном хряще и утолщения надкостницы метафиза. Артрит диагностирован в 4 (26,7%) наблюдениях на основании обнаружения утолщенной капсулы сустава и неоднородной внутрисуставной жидкости при сохранении непрерывности и четкости метаэпифизарной зоны и отсутствии признаков утолщения параоссальных мягких тканей.

Во время оперативного вмешательства у 13 (86,7%) детей подгруппы 1б при пункции сустава получена неоднородная жид-

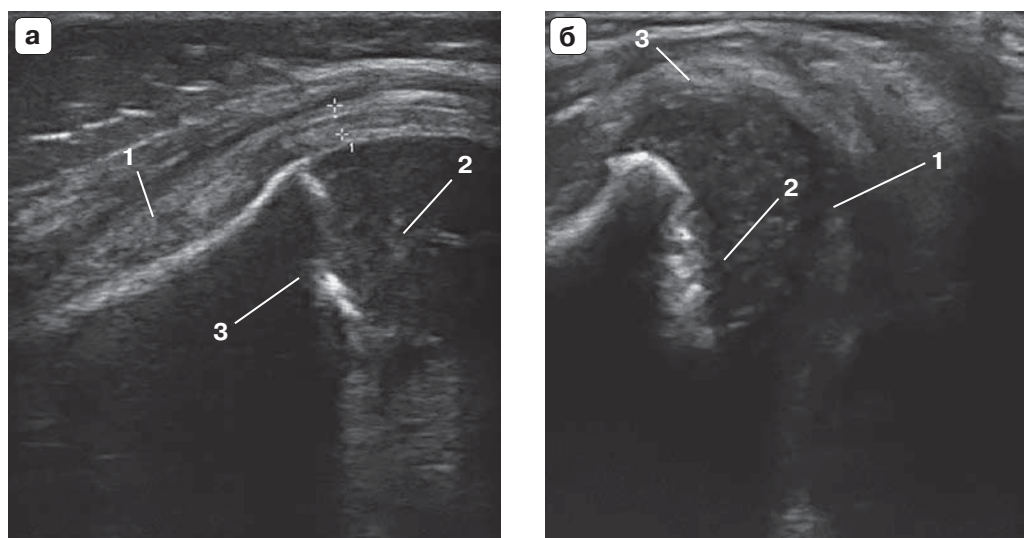


Рис. 2. Острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит проксимального отдела плечевой кости ребенка 3 мес. Продольное сканирование в В-режиме. а – 5-е сутки от начала заболевания: параоссальные мягкие ткани отечны (1), в эпифизе гиперэхогенные включения (2), метаэпифизарная зона прерывистая (3). б – 6-е сутки от начала заболевания: в суставной полости визуализируется жидкость (1), зона роста неровная (2), капсула сустава утолщена (3).

кость, у 10 (66,7%) – неоднородная жидкость выделялась из костномозгового канала, у 5 из них под высоким (более 100 мм в. ст.) давлением. Послеоперационный диагноз “острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит” установлен у 10 (66,7%) из 15 детей, у 5 (33,3%) больных диагностирован гнойный артрит.

Также был прооперирован пациент из подгруппы 1а, у которого при наблюдении на 4-й день от начала заболевания определялись признаки отека параоссальных мягких тканей. Во время операции у него из костномозгового канала выделилась жидкость под высоким давлением, что подтвердило наличие остеомиелита.

Таким образом, при ультразвуковом исследовании детей подгруппы 1а нами было получено 6 истинно-положительных (ИП), 8 истинно-отрицательных (ИО), 1 ложноположительный (ЛП) и 1 ложноотрицательный (ЛО) результат. Диагностическая эффективность ультразвукового исследования в установлении острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита у пациентов, поступивших на 1–3-и сутки от начала заболевания, была следующей: чувствительность – 85,7%, специфичность – 88,9%, точность – 87,5%.

Ультразвуковое исследование детей подгруппы 1б привело к получению 10 ИП, 4 ИО и 1 ЛП результата при отсутствии ЛО

результатов. Диагностическая эффективность ультразвукового исследования в подгруппе 1б (поступление детей на 4–7-е сутки от начала заболевания) составила: чувствительность – 100,0%, специфичность – 80,0%, точность – 93,3%.

При исследовании 24 (35,8%) детей второй группы, поступивших на 8–14-е сутки от начала заболевания, наряду с признаками отека мягких тканей, утолщения и повышения эхогенности капсулы сустава ($n = 23$; 95,8%) в суставе определялась жидкость преимущественно неоднородной эхоструктуры ($n = 19$; 79,2%). Локальные участки повышения эхогенности в эпифизарном хряще определялись в 6 (25,0%) случаях. У большинства детей ($n = 16$; 66,7%) определялись анэхогенные включения в эпифизе или метафизе без пересечения нечеткой ростковой линии. У 8 (33,3%) детей определялся неровный контур ядра окостенения. Надкостница у детей второй группы была утолщена ($n = 15$; 62,5%), кортикальный слой кости – неравномерной толщины ($n = 10$; 41,7%) (рис. 3).

При ультразвуковом исследовании острый остеомиелит установлен в 22 (91,7%) случаях на основании обнаружения изменений хрящевого эпифиза и метаэпифизарной зоны. В 2 (8,3%) случаях остеомиелит не был установлен, поскольку у одного из пациентов определялся только отек пара-

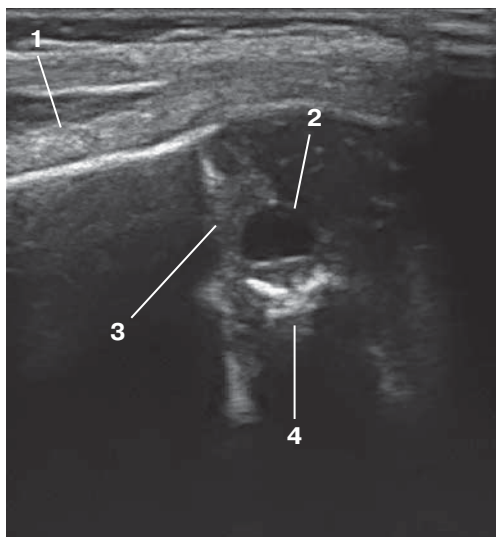


Рис. 3. Острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит бедренной кости ребенка 3 мес. Продольное сканирование в В-режиме. 12-е сутки от начала заболевания: отек параоссальных мягких тканей (1), анэхогенное включение в эпифизе (2), нечеткая зона роста (3), деформация ядра окостенения (4).

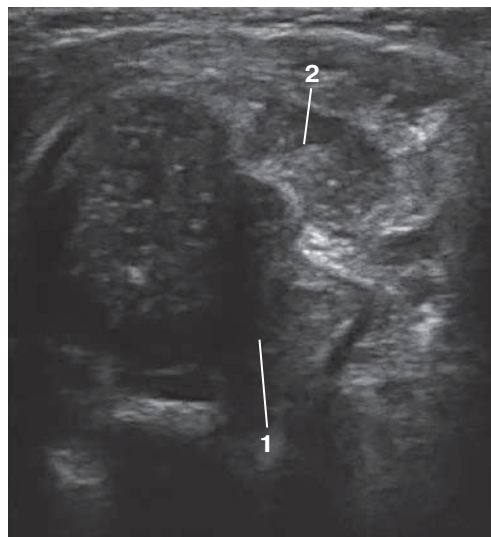


Рис. 4. Острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит проксимального отдела плечевой кости ребенка 3 мес. Поперечное сканирование в В-режиме. 21-е сутки от начала заболевания. 1 – жидкость в плечевом суставе, 2 – параартикулярная жидкость.

оссальных мягких тканей, а у другого пациента наряду с отеком параоссальных мягких тканей визуализировалась утолщенная капсула сустава. При исследовании данных больных не было выявлено ультразвуковых признаков изменений эпифиза и метаэпифизарной зоны.

В результате хирургических манипуляций у всех 24 (100,0%) детей второй группы при пункции сустава обнаружен гнойный (серозный) выпот, а при костной пункции – серозно-гнойное содержимое с последующим бактериологическим подтверждением гнойного воспаления.

Таким образом, в результате ультразвукового исследования 24 пациентов второй группы было получено 22 ИП и 2 ЛО результата. Чувствительность ультразвукового метода во второй группе составила 91,7%.

При исследовании детей третьей группы ($n = 12$; 17,9%), поступивших на 15–21-е сутки от начала заболевания, определялись более выраженные изменения всех визуализируемых структур, которые заключались в наличии неоднородной внутрисуставной жидкости ($n = 12$; 100,0%), а также в наличии параартикулярной жидкости ($n = 5$; 41,7%), свидетельствовавшей о наличии параартикулярной флегмоны, что подтверждалось при оперативном вмешательстве.

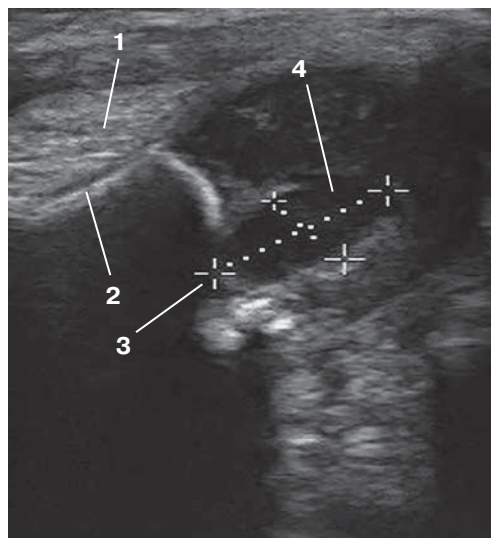


Рис. 5. Острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит дистального отдела бедренной кости ребенка 4 мес. Продольное сканирование в В-режиме. 15-е сутки от начала заболевания: отек параоссальных мягких тканей (1), надкостница пониженной эхогенности (2), дефект метаэпифизарной зоны (3), анэхогенное включение в эпифизе размерами 11,0 × 5,6 мм (4).

Анэхогенные включения в эпифизе и метаэпифизе в сочетании с дефектом метаэпифизарной зоны ($n = 6$; 50,0%) и деформация ядра окостенения ($n = 6$; 50,0%) указывали на развитие деструктивных процессов данных анатомических структур (рис. 4, 5). Утол-

щенная надкостница ($n = 9$; 75,0%) в сочетании с неровным контуром кортикального слоя кости ($n = 9$; 75,0%) отражали признаки кортикальной деструкции и воспалительных изменений надкостницы.

У всех детей ($n = 12$; 100,0%) третьей группы, поступивших на 15–21-е сутки от начала заболевания, при хирургическом вмешательстве был подтвержден гнойный артрит и остеомиелит с наличием гнойного расплавления надкостницы и костной деструкции.

В данной группе пациентов во всех наблюдениях при ультразвуковом исследовании были получены ИП результаты. Чувствительность ультразвукового метода в третьей группе составила 100,0%.

ОБСУЖДЕНИЕ

Сложности диагностики остеомиелита остаются общепризнанной проблемой, особенно в детском возрасте [1–3]. Литературные данные свидетельствуют о востребованности ультразвукового исследования в диагностике остеомиелита у всех возрастных контингентов, включая экстренные клинические случаи, являясь в соответствии с принципами мультимодального подхода составляющей частью диагностического алгоритма при заболеваниях опорно-двигательного аппарата [4, 5]. При этом ультразвуковому исследованию отводится роль метода раннего выявления юкстакортикального отека мягких тканей, утолщения и уплотнения надкостницы в течение первых 2 дней развития заболевания и субпериостального абсцесса в течение 4–14 дней. Наличие кортикальной эрозии относится к поздним симптомам остеомиелита, определяемым на 3–4-й нед развития болезни [4, 6–9].

Отдельные авторы дают неоднозначную оценку роли ультразвукового исследования в диагностике остеомиелита, считая, что в качестве самостоятельного метода ценность его значительно ниже, чем при использовании в комплексе с магнитно-резонансной томографией или скintiграфией [1, 10].

Однако преобладающее число литературных данных высоко оценивают возможности ультразвука в диагностике остеомиелита, свидетельствуя о наибольшей его чувствительности в ранние сроки развития

болезни, особенно при рентгенонегативной фазе, позволяя не удлиннять диагностический процесс и в большинстве своем исключать другие лучевые методы исследования [4, 5, 7, 9].

Несмотря на подтверждение целесообразности ультразвукового исследования для диагностики остеомиелита в педиатрической практике, публикации об ультразвуковой семиотике метаэпифизарного остеомиелита ограничены [11]. Имеются отдельные упоминания о возможностях ультразвукового метода в диагностике остеомиелита у детей раннего возраста в статьях, посвященных патогенезу остеомиелита у новорожденных, и отдельные публикации практических наблюдений о причинах септических состояний у детей данного возрастного контингента [2, 12]. Между тем возможности ультразвукового исследования позволяют визуализировать все анатомические компоненты метаэпифизарной зоны – хрящевые отделы эпифиза, ростковую зону и примыкающий отдел метафиза, где развивается воспалительный процесс.

Темпы развития и степень выраженности ультразвуковых симптомов зависят от длительности заболевания. Выявленные нами изменения ультразвуковой картины метаэпифизарной зоны в ранние сроки заболевания расценивались как неспецифические. Такими неспецифическими симптомами, на основании которых возникало подозрение на наличие метаэпифизарного остеомиелита, были отек параоссальных мягких тканей, утолщение капсулы сустава, наличие внутрисуставной жидкости. Подобная ультразвуковая картина характеризовалась относительно низкими показателями диагностической эффективности метода при установлении диагноза у пациентов на 1–3-и сутки от начала заболевания (чувствительность – 85,7%, специфичность – 88,9%, точность – 87,5%).

Полученные нами данные о неспецифичности ранних проявлений совпадали с данными [10], однако в этом источнике ультразвуковые признаки расценивались как неспецифические применительно в целом к остеомиелиту трубчатых костей без учета метаэпифизарного воспалительного процесса.

Наши данные свидетельствуют, что более определенные симптомы остеомиелита

в виде нечеткости метаэпифизарной линии, локальных гиперэхогенных включений в эпифизарном хряще, утолщения надкостницы, внутрисуставного выпота визуализировались у больных, которые поступали на 4–7-е сутки заболевания без предварительного лечения.

Однако переоценка ультразвуковой картины артрита без изменений метаэпифизарной зоны и эпифиза не позволила нам повысить показатели специфичности (80,0%). В то же время гнойный артрит может сопровождаться тяжелыми морфологическими изменениями в виде эпифизеолиза и подвывихов, которые можно дифференцировать с помощью ультразвукового метода и которые могут иметь место при остеомиелите у детей раннего возраста [2, 6, 13].

Течение воспалительного процесса на протяжении второй недели (вторая группа) приводило к изменениям ростковой зоны, характеризующимся ее нечеткостью в сочетании с признаками деструкции и изменением эпифизарного хряща. Тем не менее у определенного процента больных, несмотря на достаточную длительность заболевания, изменения зоны роста не визуализировались, и это снижало чувствительность метода до 91,7%.

Степень выраженности морфологического субстрата воспаления на протяжении третьей недели заболевания (третья группа) приводила к развернутой ультразвуковой картине острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита с визуализацией деструктивных изменений эпифиза, метаэпифизарной зоны, метафиза, что, как правило, не вызывало диагностических затруднений и характеризовалось 100% -й чувствительностью.

В целом сопоставление визуальных и оперативных данных позволило говорить, что основным критерием острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита является поражение метаэпифизарной зоны. Однако ультразвуковые симптомы, свидетельствующие о вовлечении данной анатомической области в воспалительный процесс, появляются только во вторые сроки наблюдения (4–7-е сутки), поэтому выявление неспецифических ультразвуковых симптомов требует дальнейшего динамического наблюдения.

Выявленное нами преобладающее поражение метаэпифизарной зоны согласуется

с данными J.L. Labbea et al. [14] в том, что наиболее частой локализацией при манифестации острого воспалительного процесса является зона роста метафиза трубчатой кости.

Таким образом, основными ультразвуковыми признаками острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита следует считать изменения метаэпифизарной зоны, проявления которых достигают отчетливой выраженности к концу первой недели заболевания (4–7-е сутки). В ранние сроки развития заболевания (1–3-и сутки) ультразвуковые симптомы острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита неспецифичны, однако выявление их требует продолженного динамического наблюдения. Особого внимания заслуживает выявление внутрисуставной жидкости, которая может быть как проявлением артрита, так и проявлением остеомиелита, в том числе и его “обрывного” варианта течения при своевременном выполнении лечебных мероприятий. Чувствительность ультразвукового исследования в установлении диагноза “острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит” на 1–3-и сутки от начала заболевания – 85,7%, специфичность – 88,9%, точность – 87,5%; на 4–7-е сутки от начала заболевания – 100,0, 80,0, 93,3% соответственно. Чувствительность ультразвукового метода на 8–21-е сутки от начала заболевания – 100,0%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Malcius D., Jonkus M., Kuprionis G. et al. The accuracy of different imaging techniques in diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis // *Medicina (Kaunas)*. 2009. V. 45. No. 8. P. 624–631.
2. Kiechl-Kohlendorfer U., Griesmaier E. Neonatal osteomyelitis // *Neonatal Bacterial Infection* / Ed. by B. Resch. Berlin: Medicine, 2013. P. 33–42.
3. Vazquez M. Osteomyelitis in children // *Curr. Opin. Pediatr.* 2002. V. 14. No. 1. P. 112–115.
4. Emiley P.J., Kendall J.L., Bellows J.W. Acute hematogenous osteomyelitis of the rib identified on bedside ultrasound // *J. Emerg. Med.* 2014. V. 48. No. 1. P. e15–e17.
5. Юрковский А.М., Воронецкий А.Н. Ранняя диагностика остеомиелита у детей: пределы диагностических возможностей // *Новости хирургии*. 2009. Т. 17. № 4. С. 194–199.
6. Pineda C., Vargas A., Rodriguez A.V. Imaging of osteomyelitis: current concepts // *Infect. Dis. Clin. North Am.* 2006. V. 20. No. 4. P. 789–825.

7. Pineda C., Espinosa R., Pena A. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy // *Semin. Plast. Surg.* 2009. V. 23. No. 2. P. 80–89.
8. Nath A.K., Sethu A.U. Use of ultrasound in osteomyelitis // *Br. J. Radiol.* 1992. V. 65. No. 776. P. 649–652.
9. Azam Q., Ahmad I., Abbas M. et al. Ultrasound and colour Doppler sonography in acute osteomyelitis in children // *Acta Orthop. Belg.* 2005. V. 71. No. 5. P. 590–596.
10. Hatzenbuehler J., Pulling T.J. Diagnosis and management of osteomyelitis // *Am. Fam. Physician.* 2011. V. 84. No. 9. P. 1027–1033.
11. Завадовская В.Д., Полковникова С.А., Масликов В.М., Шалыгин В.А. Возможности ультразвукового исследования в диагностике острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита у детей // *Медицинская визуализация.* 2013. № 5. С. 121–129.
12. Ottonello G., Dessi A., Trudu M.E. et al. A case of neonatal urosepsis with multifocal osteoarthritis: could ultrasonography change the clinical course? // *Iran. J. Radiol.* 2013. V. 10. No. 3. P. 169–171.
13. Kleinman P.K. A regional approach to osteomyelitis of the lower extremities in children // *Radiol. Clin. North Am.* 2002. V. 40. No. 5. P. 1033–1059.
14. Labbea J.L., Peres O., Leclair O. et al. Acute osteomyelitis in children: the pathogenesis revisited? // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2010. V. 96. No. 3. P. 268–275.

Ultrasound of Acute Hematogenous Osteomyelitis in Young Children in Accordance with the Terms of the Disease

V.D. Zavadovskaya¹, S.A. Polkovnikova², V.M. Maslikov¹, A.V. Karavaev², V.A. Shalygin¹

¹ *Siberian State Medical University, Tomsk*

² *Emergency Hospital No. 2, Tomsk*

V.D. Zavadovskaya – M.D., Ph.D., Professor, Director, Division of Radiology, Siberian State Medical University, Tomsk. S.A. Polkovnikova – M.D., Ph.D., Diagnostic Department, Emergency Hospital No. 2, Tomsk. V.M. Maslikov – M.D., Ph.D., Associate Professor, Division of Pediatric Surgery, Siberian State Medical University, Tomsk. A.V. Karavaev – Chief Doctor, Emergency Hospital No. 2, Tomsk. V.A. Shalygin – M.D., Ph.D., Professor, Division of Pediatric Surgery, Siberian State Medical University, Tomsk.

67 children with suspected acute hematogenous osteomyelitis were examined. Acute hematogenous osteomyelitis was diagnosed after the surgery in 52 (77.6%) cases and septic arthritis in 10 (14.9%). Inflammatory changes were not revealed in 5 (7.5%) cases. All patients were divided into three groups in accordance with their admission to the hospital. The first group included children admitted in the first week of onset (n = 31; 46.3%). Subgroup 1A – children admitted in the first 3 days of onset (n = 16; 23.9%), subgroup 1B – children admitted at 4–7 days of onset (n = 15; 22.4%). Children admitted at 8–14 days formed the second group (n = 24; 35.8%), at 15–21 days – third group (n = 12; 17.9%). Metaepiphyseal zone changes were the main ultrasound signs of the acute hematogenous metaepiphyseal osteomyelitis. They were more distinct at the end of the first week (4–7 days). Ultrasound signs of the acute hematogenous metaepiphyseal osteomyelitis at period 1–3 days were unspecific, and their identification required further follow-up. Synovial fluid presence could be the symptom of the arthritis and osteomyelitis as well. Sensitivity of the ultrasound in acute hematogenous metaepiphyseal osteomyelitis diagnosis during the first three days of the disease was 85.7%, specificity – 88.9%, accuracy – 87.5%; 4–7 days – 100.0, 80.0, and 93.3%, respectively. Sensitivity of the ultrasound at period 8–21 days was 100.0%.

Key words: *musculoskeletal ultrasound, acute hematogenous osteomyelitis, arthritis, children.*

Типичные эхографические и компьютерно-томографические проявления периренальной формы лимфомы почки. Картина ермолки

А.И. Громов

ГБУЗ г. Москвы “Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы”

ФГБОУ ВО “Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова” Министерства здравоохранения Российской Федерации

Представлено три наблюдения периренальной формы лимфомы почки. Во всех случаях опухоль имела вид дополнительного образования, охватывающего часть почки. Образование было гипоехогенно при ультразвуковом исследовании, гиперденсно при компьютерной томографии. В цветодоплерографических режимах в образовании определялись сосуды. При компьютерной томографии с контрастированием образование накапливало контрастный препарат в меньшей степени, чем паренхима почки. Визуализация в образовании сосудов, проникающих из паренхимы почки, и накопление контрастного препарата позволяли отличить опухоль от паранефральной гематомы, уриномы, возрастных изменений перинефральной клетчатки. Предложен термин – симптом ермолки.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, лимфома почки, периренальная форма лимфомы почки.

Известно, что лимфома почки встречается редко. Практически всегда это проявление генерализованного процесса с вовлечением почек посредством гематогенной диссеминации или при непосредственном прорастании опухоли из забрюшинной клетчатки. Нередко лимфома почки обнаруживается у больных иммунодефицитом [1].

Макроморфологически и с точки зрения визуализации лимфома почки может иметь одну из пяти форм. Она может проявляться в виде единичного солидного внутривисцерального образования (1) или, что встречается чаще, быть многофокусной (2). Кроме того, встречается инфильтративная форма (3), когда происходит поражение большей части паренхимы органа без формирования отдельного образования [2]. Еще одним из вариантов является распространение опухоли в почку из парааортальной клетчатки при поражении парааортальных лимфатических узлов, при этом чаще происходит врастание опухоли через почечные ворота (4). Отдельно рассматривается редкая (не более 10% от всех случаев лимфомы почки) периренальная форма опухоли (5), проявляющаяся наличием образования, прилежащего к поверхности почки [3].

А.И. Громов – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник ГБУЗ г. Москвы “Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы”; профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова” Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: 109029 г. Москва, Средняя Калитниковская ул., д. 28, стр. 1, НППЦ медрadiологии. Громов Александр Игоревич. Тел.: +7 (926) 587-38-33. E-mail: gai8@mail.ru

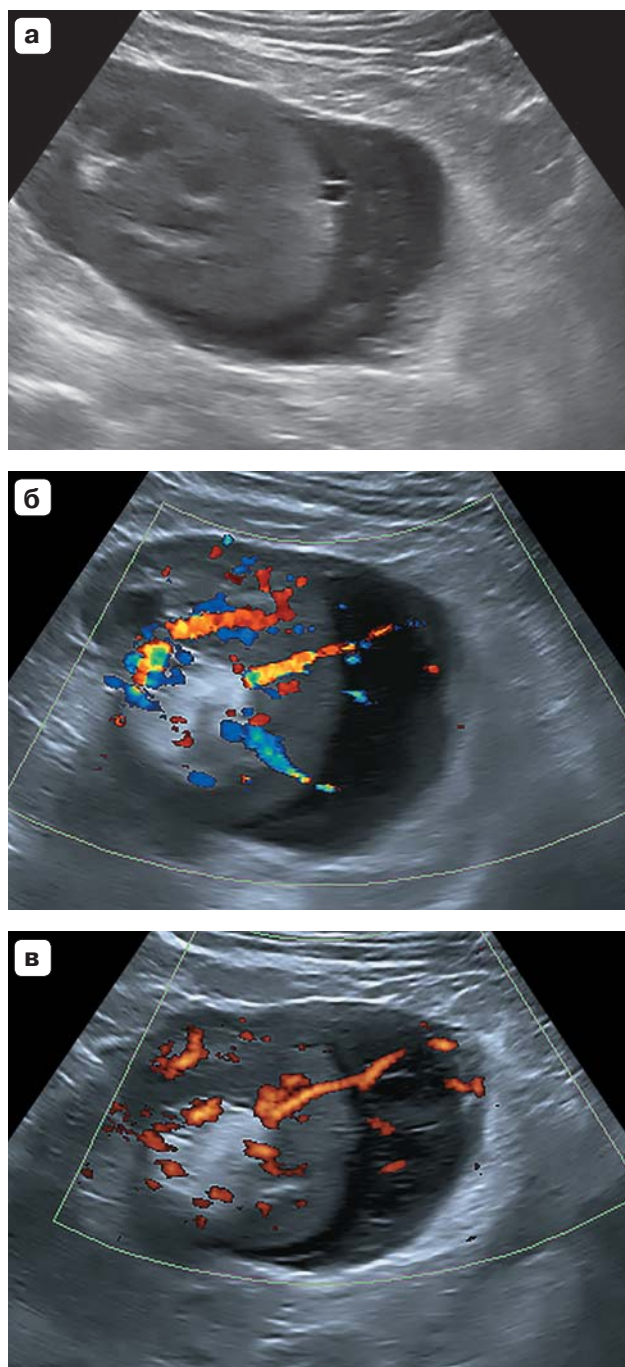


Рис. 1. Больной Г. Ультразвуковое исследование. а – В-режим. Нижний полюс левой почки охватывает дополнительное образование, имеющее вид шапочки (линзы). Образование практически анэхогенно. Визуализируются единичные гиперэхогенные линейные и трубчатые структуры. б – режим цветового доплеровского картирования. Визуализируются крупные сосуды, проникающие в данное образование из почки. в – режим энергетического доплеровского картирования. Указанные сосуды распространяются до периферических отделов образования.

В большинстве случаев поражение почек при лимфоме имеет неспецифическую картину. Практически нет диагностических критериев, позволяющих отличить ее от других опухолей почек [4, 5]. Периренальная форма лимфомы проявляется в виде окружающих почку дополнительных масс, иногда сдавливающих и деформирующих ее [6–8]. Обычно опухоль гипоэхогенна при ультразвуковом исследовании и изо- или гиперденсна при компьютерной томографии. Наиболее эффективным методом диагностики заболевания принято считать компьютерную томографию с контрастированием [2, 9]. С точки зрения дифференциальной диагностики обычно рассматриваются вопросы схожести компьютерно-томографической картины лимфомы почки, светлоклеточного рака и переходноклеточного рака почки [7].

Поэтому определение признаков, которые могут помочь заподозрить поражение почки лимфомой, позволило бы правильно построить диагностический и лечебный процессы.

Проанализировано 3 наблюдения лимфомы почки. Больные проходили лечение в ФКУ “Центральный военный клинический госпиталь имени П.В. Мандрыка” Министерства обороны Российской Федерации (г. Москва) и ГАУЗ г. Москвы “Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы”. Все случаи доказаны морфологически. Гистологический материал в одном случае был операционным, в двух случаях был получен в результате чрескожных пункций. Патологогистологические заключения были следующими. Больной Ф.: В-клеточная лимфома. Больной Г.: диффузная В-клеточная мелкоклеточная лимфома. Больная М.: В-крупноклеточная лимфома с фенотипом активированных В-лимфоцитов.

Всем больным до осуществления лечебных мероприятий было проведено ультразвуковое исследование на современных аппаратах экспертного класса с применением доплеровского цветового и энергетического картирования (рис. 1–3). Компьютерная томография с внутривенным болюсным контрастным усилением выполнена двум пациентам, магнитно-резонансная томография – одному.

Во всех трех случаях лимфома представлялась как дополнительное образование, которое

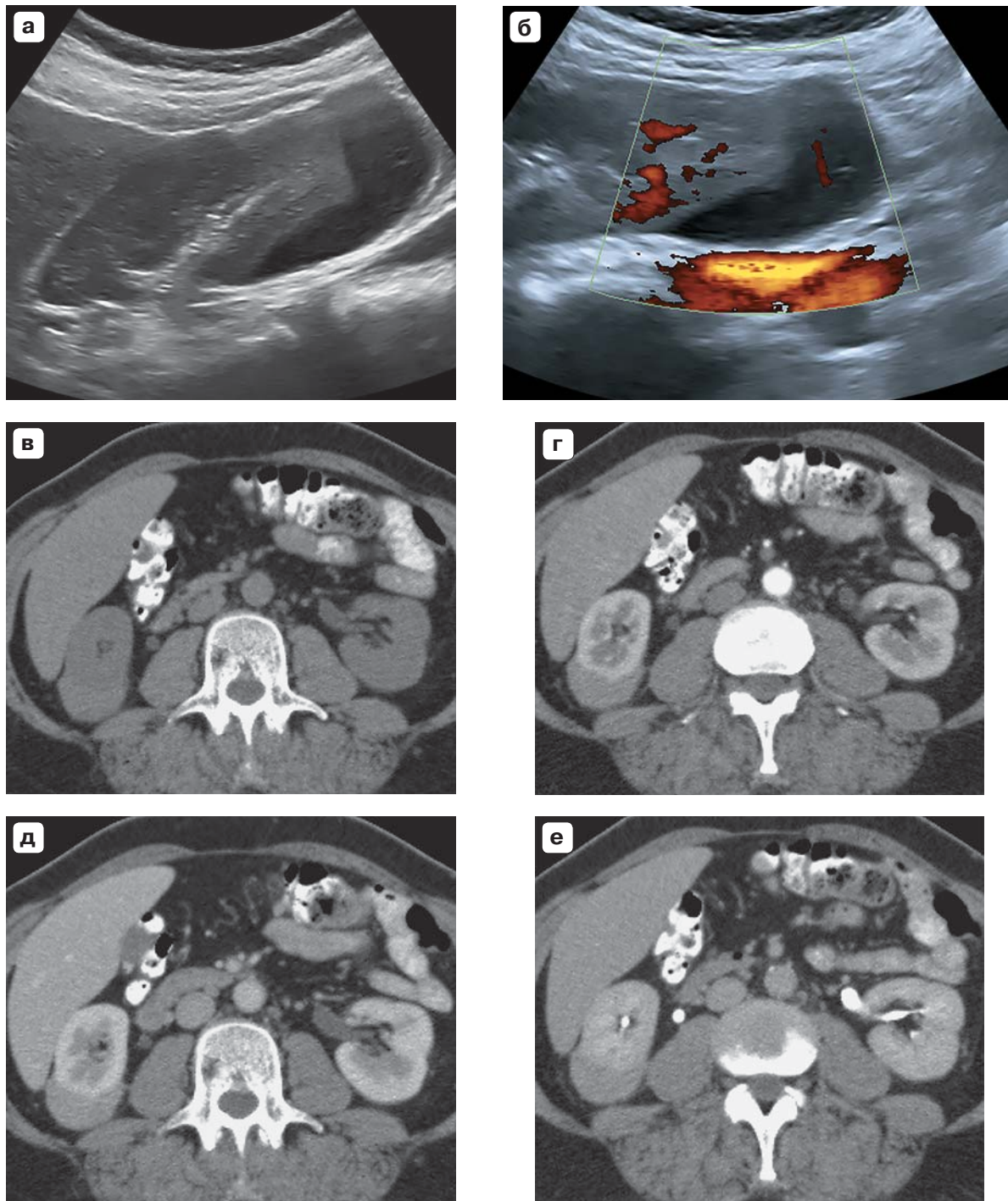


Рис. 2. Больная М. а-б – ультразвуковое исследование. а – в В-режиме в нижнем полюсе правой почки определяется практически анэхогенное линзообразное образование. В структуре единичные трубчатые эхогенные структуры. б – в режиме энергетического доплеровского картирования в образовании регистрируются сосуды. в-е – компьютерная томография в нативную фазу (в) и различные фазы контрастного усиления (г-е). В нативную фазу образование имеет плотность несколько большую, чем паренхима почки (в). Во все фазы контрастирования образование накапливает препарат, однако в меньшей степени, чем паренхима почки (г-е).

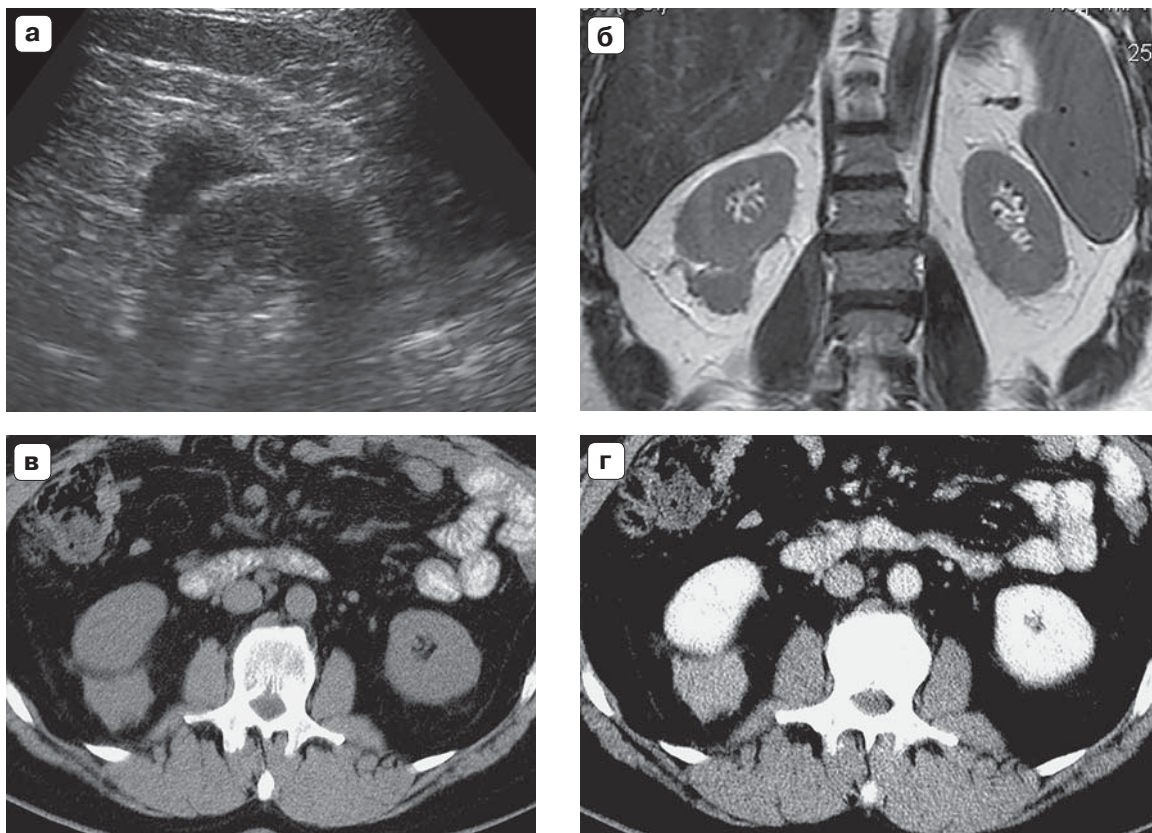


Рис. 3. Больной Ф. а – ультразвуковое исследование. В В-режиме к нижнему полюсу правой почки прилежит дополнительное анэхогенное образование, отделенное от нее эхогенной прослойкой. б – магнитно-резонансная томография. Т2 взвешенные изображения. Образование имеет интенсивность сигнала, аналогичную паренхиме почки. Отделено от почки гиперинтенсивной полосой. в–г – компьютерная томография. в – при нативном сканировании образование изоденсно паренхиме почки, отделено гиподенсной полосой. г – нефрографическая фаза контрастирования. Образование накопило контрастный препарат, однако в меньшей степени, чем паренхима почки.

располагалось на поверхности почки в виде линзы или шапочки ермолки и охватывало ее часть. Образование было четко отделено как от паренхимы почки, так и от периренальной клетчатки. При этом в двух случаях почка сохраняла свою форму, в одном – отмечалось небольшое вдавление паренхимы на протяжении 3 см. Размеры образований были: $7 \times 3 \times 3$ см; $4 \times 2 \times 4$ см, $3 \times 2 \times 3$ см.

При ультразвуковом исследовании во всех трех случаях образование было гипо- и даже анэхогенным. Отчетливо прослеживалась граница от паренхимы почки и периренальной клетчатки, имеющих более высокую эхогенность. В одном случае между почкой и образованием отчетливо визуализировалась гиперэхогенная капсула (см. рис. 3а). При сканировании в В-режиме могло создаться впечатление о его жидкостном характере. Внутри образования могли выявляться единичные линейные или кольцевидные эхо-

генные структуры. При сканировании в режиме цветового и энергетического доплеровского картирования в двух случаях можно было четко визуализировать сосуды, проникающие в образование из паренхимы почки, которые имели радиальный ход (см. рис. 1б, 1в, 2б).

При компьютерной томографии образования отчетливо прослеживались. В одном наблюдении плотность образования была идентичной плотности паренхимы почки, в другом – заметно превышала ее. В одном наблюдении между образованием и почкой отчетливо просматривалась гиподенсная полоса (см. рис. 3в). При контрастном усилении образования однородно накапливали контрастный препарат до 100–120 HU, однако во все фазы плотность их была ниже плотности паренхимы почки. При этом образования более отчетливо отделялись от почек.

При магнитно-резонансной томографии образование имело интенсивность сигнала, анало-

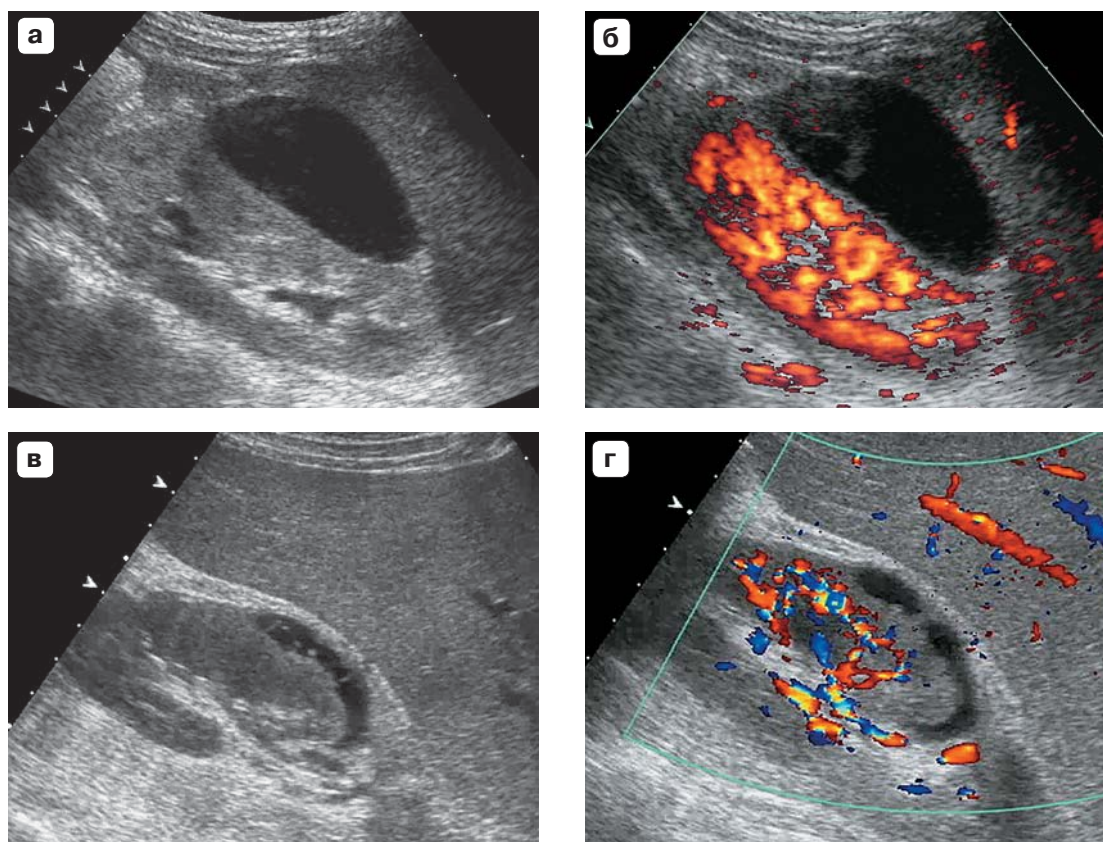


Рис. 4. Линзообразные периренальные скопления жидкости. а-б – уринома (эхограммы публикуются с любезного разрешения Е.Б. Ольховой). а – В-режим. К среднему сегменту левой почки прилежит анэхогенная линзообразная структура, сглаживающая контур почки и четко отделенная от нее. б – в режиме энергетического доплеровского картирования образование аваскулярное, сосуды не лоцируются. в-г – гематома почки в стадии гемолиза (эхограммы публикуются с любезного разрешения Л.О. Глазун). в – В-режим. Нижний сегмент левой почки окружен анэхогенной массой, внутри которой регистрируются линейные эхогенные включения. г – при цветовом доплеровском картировании образование аваскулярное, сосуды не лоцируются.

гичную интенсивности сигнала паренхимы почки (см. рис. 3б).

Картина дополнительного образования, прилегающего к почке в виде шапочки или линзы, безусловно, неспецифична. Такую картину может давать скопление крови или жидкости. При ультразвуковом исследовании данные скопления являются гипо- или анэхогенными. Структура скоплений может быть совершенно однородной или иметь эхогенные включения (рис. 4). При компьютерной томографии они будут однородными, а денситометрические характеристики будут зависеть от характера содержимого: низкие при скоплении мочи или транссудата или имеющие относительно высокую плотность в случае паранефральной гематомы. Такая картина может быть

обусловлена некоторыми неопухолевыми заболеваниями – ретроперитонеальным фиброзом, амилоидозом [10].

Еще одно состояние, когда при ультразвуковом исследовании выявляется гипоэхогенный слой, окружающий часть почки, – это выраженное снижение эхогенности перинефральной клетчатки, встречающееся у пожилых пациентов и обусловленное отеком (рис. 5). Такое состояние может наблюдаться у больных с трансплантацией почки [11].

Однако периренальную лимфому отличает от всех других вышеперечисленных состояний то, что она является васкуляризированной тканью. Поэтому получение убедительных данных о наличии васкуляризации выявленного перинефрального образования является важнейшим дифферен-

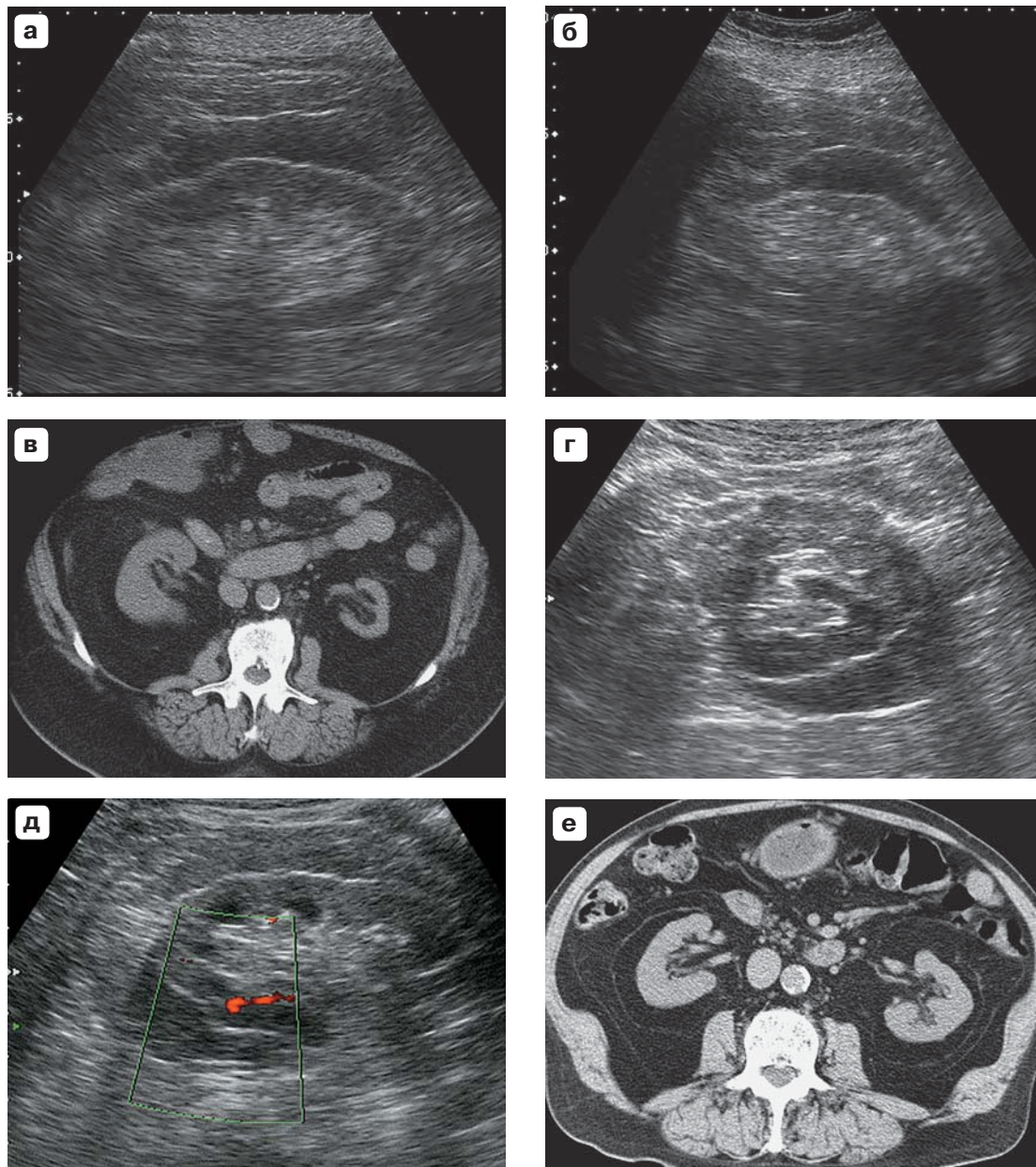


Рис. 5. Выраженная гипоэхогенность периренальной клетчатки, обусловленная ее отеком. а-в – первый случай. Возраст пациента – 74 года. а – В-режим. К среднему отделу правой почки прилежит гипоэхогенный слой шириной до 1 см, четко отделенный от паренхимы почки. б – В-режим. Гипоплазированную левую почку практически полностью окружает гипоэхогенный слой, который мог быть ложно принят за паренхиму неизменной почки. в – при компьютерной томографии жировая клетчатка, окружающая неизмененную правую почку и гипоплазированную левую почку, не отличается от остальной параренальной клетчатки. г-е – второй случай. Возраст пациента – 69 лет. г – В-режим. К поверхности левой почки прилежит гипоэхогенная структура. д – при энергетическом доплеровском картировании сосуды в гипоэхогенной периренальной зоне не обнаруживаются. е – при компьютерной томографии жировая клетчатка, окружающая почки, не отличается от остальной параренальной клетчатки.

цельно-диагностическим критерием, который позволяет отличить опухоль от других состояний, связанных со скоплением крови, жидкости вокруг почки, фиброзом или отеком клетчатки.

Таким образом, выявление линзообразного образования, охватывающего участок почки в виде шапочки, с подтверждением его васкуляризации при доплерографическом ультразвуковом исследовании или на основании его контрастирования при компьютерной или магнитно-резонансной томографии является убедительным признаком периренальной формы лимфомы почки. Данный ультразвуковой, компьютерно-томографический и магнитно-резонансный симптом можно назвать симптомом ермолки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Symeonidou C., Standish R., Sahdev A. et al. Imaging and histopathologic features of HIV-related renal disease // *Radiographics*. 2008. V. 28. No. 5. P. 1339–1354.
2. Pickhardt P.J., Lonergan G.J., Davis C.J. Jr. et al. From the archives of the AFIP. Infiltrative renal lesions: radiologic-pathologic correlation. Armed Forces Institute of Pathology // *Radiographics*. 2000. V. 20. No. 1. P. 215–243.
3. Leite N.P., Kased N., Hanna R.F. et al. Cross-sectional imaging of extranodal involvement in abdominopelvic lymphoproliferative malignancies // *Radiographics*. 2007. V. 27. No. 6. P. 1613–1634.
4. Лучевая диагностика и терапия в урологии / Под ред. С.К. Тернового, А.И. Громова, В.М. Буйлова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 542 с.
5. Dyer R., DiSantis D.J., McClellan B.L. Simplified imaging approach for evaluation of the solid renal mass in adults // *Radiology*. 2008. V. 247. No. 2. P. 331–343.
6. Громов А.И. Симптом “ермолки” как признак периренальной формы лимфомы почки // *Материалы Конгресса Российской ассоциации радиологов*. М., 2015. С. 158.
7. Lee W.K., Lau E.W., Duddalwar V.A. et al. Abdominal manifestations of extranodal lymphoma: spectrum of imaging findings // *AJR*. 2008. V. 191. No. 1. P. 198–206.
8. Urban B.A., Fishman E.K. Renal lymphoma: CT patterns with emphasis on helical CT // *Radiographics*. 2000. V. 20. No. 1. P. 197–212.
9. Jafri S.Z., Bree R.L., Amendola M.A. et al. CT of renal and perirenal non-Hodgkin lymphoma // *AJR*. 1982. V. 138. No. 6. P. 1101–1105.
10. Rumack C.M., Wilson S.R., Charboneau J.W. *Diagnostic Ultrasound*. 3rd ed. V. 1. St. Louis: Mosby, 2005. 958 p.
11. Heinz-Peer G., Oetl C., Mayer G., Mostbeck G.H. Hypoechoic perirenal fat in renal transplant recipients // *Radiology*. 1994. V. 193. No. 3. P. 717–720.

Typical Ultrasound and Computed Tomography Features of the Perirenal Lymphoma

A.I. Gromov

Scientific and Practical Center of Medical Radiology, Moscow

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov

A.I. Gromov – M.D., Ph.D., Professor, Chief Researcher, Scientific and Practical Center of Medical Radiology, Moscow; Professor, Division of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov.

Three cases of the perirenal lymphoma are presented. Tumor was seen as an encompassing lesion above the kidney in all cases. It appeared as a hypoechoic lesion during the ultrasound examination and hyperdense during the computed tomography. Doppler examination revealed vessels in lesion. Computed tomography showed decreased contrast media accumulation within the lesion comparing with the renal parenchyma. Visualization of vessels penetrating the lesion from the renal parenchyma and contrast media accumulation allowed differentiating tumor from the perinephric hematoma, urinoma, and age related changes of perinephric fat. Yarmulke sign term was suggested to describe this symptom.

Key words: ultrasound diagnostics, computed tomography, magnetic resonance imaging, renal lymphoma, perirenal lymphoma.

Использование ультразвукового контрастного препарата Соновью в дифференциальной диагностике очагового образования почки (клиническое наблюдение)

Ю.А. Степанова, О.А. Чехоева, Д.В. Калинин, А.А. Теплов,
А.А. Грицкевич, С.С. Пьяникин, Н.А. Карельская

ФГБУ "Институт хирургии имени А.В. Вишневского"
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

Представлено клиническое наблюдение больной К., 19 лет, с диагнозом: папиллярный почечно-клеточный рак 2-го типа, Grade 2 по Fuhrman, с очагами некроза. На предоперационном этапе выполнение компьютерной томографии с контрастным усилением было невозможно вследствие зарегистрированной аллергической реакции пациентки на контрастный препарат. Проведено ультразвуковое исследование с контрастным усилением. Использовался ультразвуковой контрастный препарат Соновью. Вследствие нетипичности структуры опухоли из-за некроза и,

как следствие, ее контрастирования однозначное ультразвуковое заключение об опухолевой природе образования сделано не было. Недооценены незначительное поступление контрастного препарата в полость кистозного образования и фрагментарное контрастирование капсулы образования в артериальную фазу.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование с контрастным усилением, ультразвуковой контрастный препарат, Соновью, артериальная фаза, папиллярный почечно-клеточный рак, некроз.

Ю.А. Степанова – д.м.н., старший научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики и лечения отдела лучевых методов диагностики и лечения ФГБУ "Институт хирургии имени А.В. Вишневского" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. О.А. Чехоева – младший научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики и лечения отдела лучевых методов диагностики и лечения ФГБУ "Институт хирургии имени А.В. Вишневского" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. Д.В. Калинин – к.м.н., заведующий отделом патологической анатомии ФГБУ "Институт хирургии имени А.В. Вишневского" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. А.А. Теплов – д.м.н., профессор, заместитель директора ФГБУ "Институт хирургии имени А.В. Вишневского" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. А.А. Грицкевич – к.м.н., старший научный сотрудник отделения урологии отдела абдоминальной хирургии ФГБУ "Институт хирургии имени А.В. Вишневского" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. С.С. Пьяникин – младший научный сотрудник отделения урологии отдела абдоминальной хирургии ФГБУ "Институт хирургии имени А.В. Вишневского" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. Н.А. Карельская – к.м.н., старший научный сотрудник отделения рентгенологии и магнитно-резонансных исследований отдела лучевых методов диагностики и лечения ФГБУ "Институт хирургии имени А.В. Вишневского" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва.

Контактная информация: 117997 г. Москва, ул. Б. Серпуховская, д. 27, Институт хирургии им. А.В. Вишневского, отдел лучевых методов диагностики и лечения. Степанова Юлия Александровна. Тел.: +7 (499) 236-44-14. E-mail: stepanovaia@mail.ru

Почечно-клеточный рак – общепринятый в настоящее время термин для обозначения рака, развившегося из эпителия почечных канальцев. В структуре злокачественных новообразований опухоли почки составляют 2–3%. Среди урологических опухолей рак почки занимает первое место [1]. Число случаев поздней диагностики рака почки в 3 раза выше, чем других урологических новообразований. Уже при первом обращении 25–30% больных имеют отдаленные метастазы, у 25% диагностируется местно-распространенный рак почки [2]. Поэтому раннее выявление и лечение рака почки является крайне актуальной проблемой в урологии.

Случайно выявляют более 50% случаев почечно-клеточного рака. Все большее число случайно выявленных пациентов с почечно-клеточным раком обнаруживают посредством методов визуализации, таких как ультразвуковое исследование и компьютерная томография. Бессимптомный почечно-клеточный рак обычно меньше и более низкой стадии, чем симптомный почечно-клеточный рак. Большинство случаев почечно-клеточного рака остаются бессимптомными и непальпируемыми вплоть до последней стадии своего естественного протекания. Классическая триада (боль в боку, макроскопическая гематурия и пальпируемое абдоминальное опухолевидное образование) сейчас редко встречается (6–10%) [3].

Несмотря на то что диагностике и дифференциальной диагностике очаговых образований почки посвящено много исследований и, казалось бы, критерии четко определены, постоянно обновляющийся парк диагностического оборудования и появление новых дополнительных возможностей делают обсуждение этого вопроса актуальным и в настоящее время.

Ультразвуковое исследование чаще всего является первым в алгоритме обследования пациентов. В настоящее время спектр диагностических возможностей ультразвукового исследования расширен за счет применения контрастного усиления. Соновью является контрастным препаратом второго поколения для применения в ультразвуковой диагностике, появившимся в результате многолетних исследований. Соновью впервые был разрешен к применению в Ев-

ропе 26 марта 2001 г. и сейчас активно применяется в более чем 36 странах мира [4]. В 2011 г. Европейской федерацией ассоциаций ультразвука в медицине и биологии (*EFSUMB*) были опубликованы рекомендации по применению ультразвукового контрастного исследования различных органов (гастроэнтерология, нефрология и урология, женская мочеполовая система, легкие и плевра, церебральные и экстрацеребральные сосуды, артрология, травма брюшной полости, контрастное эндоскопическое ультразвуковое исследование) [5]. В России препарат Соновью был разрешен к применению в 2013 г., в настоящее время специалисты по ультразвуковой диагностике в нашей стране набирают собственный опыт применения контрастного усиления при заболеваниях различных органов и систем.

На наш взгляд, помимо изучения характера контрастирования различных очаговых образований (по аналогии с компьютерной томографией) целесообразно выявление дополнительных показаний к его применению. Важную роль в дифференциальной диагностике очаговых образований почки использование контрастного усиления при ультразвуковом исследовании играет при невозможности применения контрастных препаратов при выполнении компьютерной томографии вследствие аллергической реакции. С целью иллюстрации подобной ситуации приводим данные собственного клинического наблюдения.

Больная К., 19 лет, при госпитализации жалоб не предъявляла. Из анамнеза: при случайном ультразвуковом исследовании в октябре 2015 г. было выявлено кистозное образование верхнего полюса левой почки. Была обследована по месту жительства. По данным мультиспиральной компьютерной томографии больше данных за осложненную кисту. Больная была госпитализирована в ФГБУ “Институт хирургии имени А.В. Вишневского” Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Москва) для дообследования и хирургического лечения.

При поступлении общее состояние удовлетворительное. Телосложение правильное, конституция нормостеническая. Температура тела – 36,6 °С. Кожный покров чистый, бледно-розовый, тургор несколько снижен. Молочные железы симметричные, при пальпации мягко-



Рис. 1. Компьютерная томография. Изображение кистозного образования левой почки. Нативное исследование. Пояснение в тексте.

эластической консистенции, патологических образований не выявлено. Видимые слизистые чистые, влажные, без высыпаний. Подкожная жировая клетчатка умеренно выражена. Лимфатические узлы не увеличены. Щитовидная железа мягко-эластической консистенции, патологических образований не определяется. Костно-мышечная система без патологии, движения в суставах сохранены, безболезненны. Живот мягкий, безболезненный. Почки в трех проекциях не пальпируются. Симптом поколачивания отрицательный с обеих сторон. Область мочевого пузыря не изменена. Мочевой пузырь над лонем не определяется. Наружные половые органы, область ануса и промежности не изменены.

Компьютерная томография (консультация диска): в верхнем полюсе левой почки определяется округлое образование размером 4 см, инкапсулированное, без признаков васкуляризации, в просвете его определяются вязкое содержимое и малоструктурный детрит (рис. 1). Признаки наличия жира в структуре или кровоизлияния в просвете не выявлены. Признаки инвазии в прилежащие клетчатку и органы (селезенку, хвост поджелудочной железы, надпочечник) не выявлены.

Заключение: кистозное образование почки, с высокой степенью вероятности новообразование доброкачественного характера.

Выполнение компьютерной томографии с контрастным усилением было невозможно вследствие зарегистрированной аллергической реакции пациентки на контрастный препарат. Вследствие этого было принято решение о целесообразности выполнения ультразвукового ис-

следования с применением контрастного препарата Соновью.

Ультразвуковое исследование (Logic E9 (GE HealthCare, США), конвексный датчик с частотой 2–5 МГц): в забрюшинном пространстве, а также в малом тазу свободной жидкости не выявлено. Почки расположены обычно. Правая почка визуализируется размерами $96,0 \times 38,7$ мм, с четкими ровными контурами, отчетливо прослеживается кортико-медуллярная дифференциация, паренхиматозный слой достаточно выражен (16,8 мм), чашечно-лоханочная система не расширена. Конкрементов не выявлено. В проекции верхнего полюса почки, располагаясь частично экзоорганно, определяется образование округлой формы, размерами $31,9 \times 36,1$ мм, с четкими и ровными контурами, в гиперэхогенной капсуле толщиной до 2,9 мм. Содержимое полости образования жидкостное, неоднородное (неоднородно повышенной эхогенности) за счет наличия множественных гиперэхогенных структур (секвестров) (рис. 2). Имеется умеренно выраженный эффект дистального псевдоусиления эхосигнала от задней стенки образования. По задней стенке образования прослеживаются несколько сдавленные сегментарные артерия и вена. Кровоток в капсуле образования не лоцируется.

Левая почка визуализируется размерами $89,5 \times 48,1$ мм, с четкими ровными контурами, отчетливо прослеживается кортико-медуллярная дифференциация, паренхиматозный слой достаточно выражен (16,7 мм). Чашечно-лоханочная система не расширена. Конкременты не выявлены. Нижняя полая вена проходима.

С целью дифференциальной диагностики нозологической формы образования пациентке внутривенно болюсно введен ультразвуковой контрастный препарат Соновью (2,5 мл). Контрастное вещество прослеживается в структуре образования левой почки со стороны задней стенки (где прослеживаются сегментарные сосуды почки) в артериальную фазу, распространяясь до $1/4$ по объему образования, начиная с 20-й секунды после введения Соновью. Вымывание контрастного вещества происходит в венозную фазу исследования (начиная с 66-й секунды после введения Соновью). В капсулу образования в этой зоне также происходит поступление контрастного вещества (рис. 3). Левые почечные артерия и вена проходимы.

Заключение: ультразвуковая картина объемного образования верхнего полюса левой почки

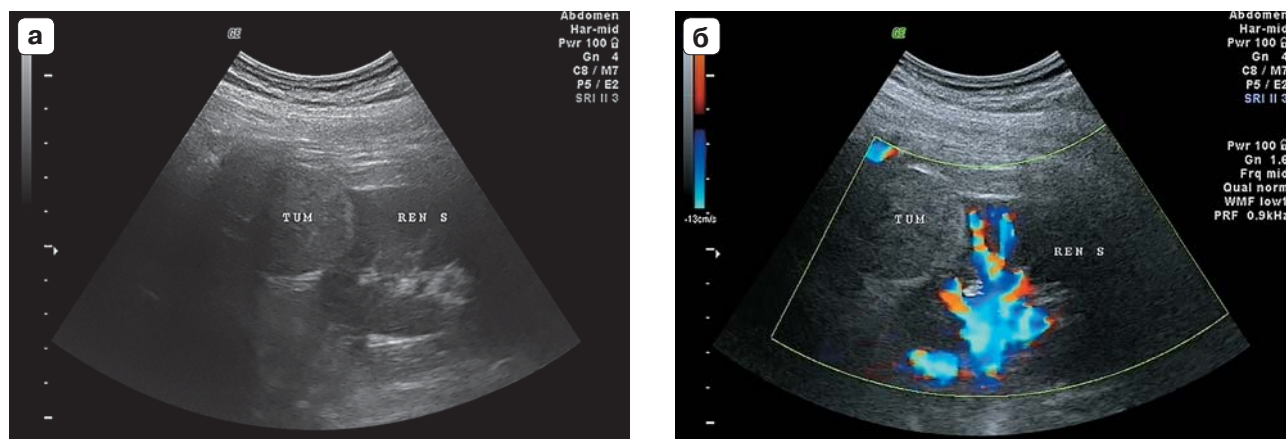


Рис. 2. Ультразвуковое исследование. Изображения кистозного образования (TUM) в верхнем полюсе левой почки (REN S) в В-режиме (а) и режиме цветового доплеровского картирования (б). Пояснение в тексте.

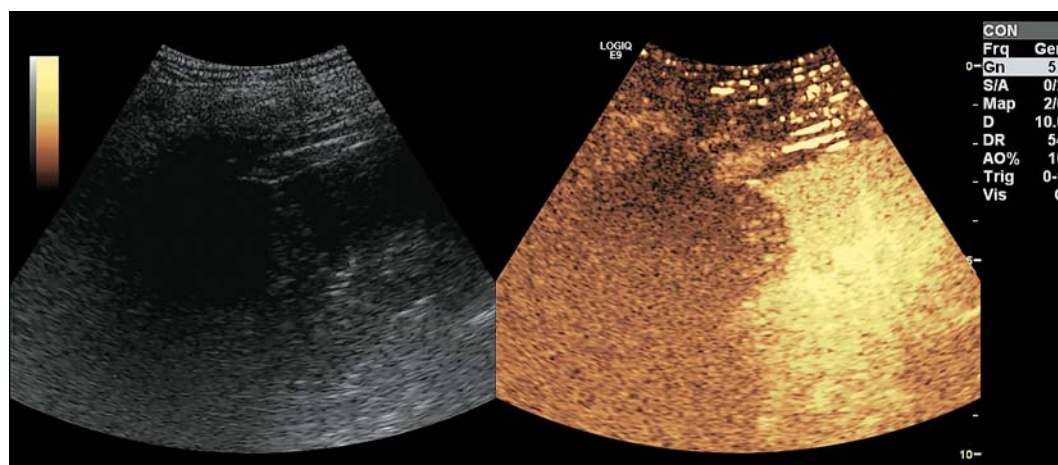


Рис. 3. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением (34-я секунда после введения Соновью). Изображение характера контрастирования кистозного образования верхнего полюса левой почки. Пояснение в тексте.

в большей степени соответствует кисте с неоднородным содержимым, однако характер контрастирования (Соновью) не позволяет исключить опухолевый характер образования.

Пациентка была прооперирована. Выполнена лапароскопическая резекция левой почки.

Интраоперационно в верхнем полюсе левой почки апикально и немного дорсально была расположена осложненная киста до 4 см в диаметре с толстыми стенками. Выделена почечная ножка на предмет наложения ургентного сосудистого зажима. Мобилизован мочеточник. Остро иссечена киста со стенками. Дно резекции было обработано биполярной коагуляцией. Удален макропрепарат.

Послеоперационный период протекал гладко, без особенностей. При ультразвуковом исследовании органов брюшной полости данные

за наличие свободной жидкости, ограниченных жидкостных скоплений не получены.

Морфологическое исследование: представлено частично вскрытое полостное образование, стенки которого представлены белесой пленчатого вида тканью, одна из его поверхностей с инъецированными сосудами, а также кашицеобразные бесструктурные массы общим объемом около 30 мм³ (рис. 4).

При исследовании в операционном материале частью раздробленные фрагменты папиллярного почечно-клеточного рака 2-го типа, Grade 2 по Fuhrman, с очагами некроза (рис. 5а), в части препаратов участки псевдокапсулы опухоли (рис. 5б).

Заключение: морфологическая картина папиллярного почечно-клеточного рака 2-го типа, Grade 2 по Fuhrman, с очагами некроза.

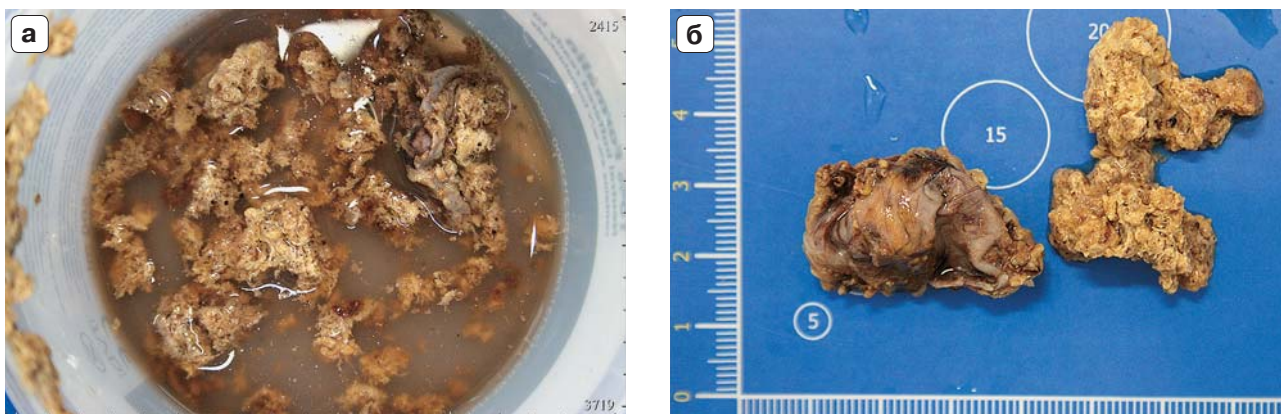


Рис. 4. Операционный материал представлен частично вскрытым полостным образованием (а), стенка которого представлена белесоватой тканью пленчатого вида размерами $3,5 \times 2,0$ см, а также кашецеобразными бесструктурными массами (б).

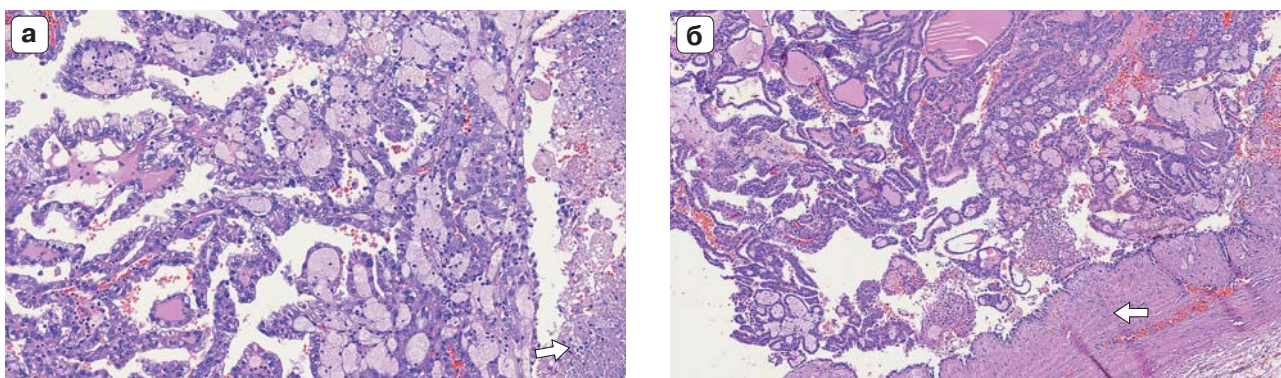


Рис. 5. Микропрепараты папиллярного почечно-клеточного рака 2-го типа, Grade 2 по Fuhrman. Окраска гематоксилином и эозином. а – $\times 200$. Стрелкой отмечен очаг некроза. б – $\times 100$. Стрелкой отмечена псевдокапсула опухоли.

Ввиду фрагментации операционного материала оценить края резекции опухоли не представлялось возможным. Пациентка была вновь госпитализирована через месяц после выполнения первого оперативного вмешательства для выполнения резекции почки.

Представленное наблюдение демонстрирует эффективность ультразвукового исследования с применением контрастного препарата. Диагноз не был поставлен дооперационно вследствие нетипичности структуры опухоли из-за некроза и, как следствие, ее контрастирования. Однако однозначно были недооценены незначительное поступление контрастного препарата в полость кистозного образования и фрагментарное контрастирование капсулы образования в артериальную фазу.

Полученные данные совпадают с результатами зарубежных исследователей, у кото-

рых накоплен значительный опыт применения ультразвукового контрастного препарата Соновью. По данным С.Х. Li et al. [6], при оценке таких показателей, как васкуляризация опухоли, однородность ее структуры, а также границы опухоли, значимой разницы при ультразвуковом исследовании и компьютерной томографии с контрастным усилением не было выявлено ($P > 0,05$). Чувствительность и точность рутинного ультразвукового исследования и ультразвукового исследования с контрастным усилением составили 42,9 и 47,4% против 85,7 и 92,1% [6]. Аналогичные данные получены и L. Chen et al. [7]: чувствительность и точность ультразвукового исследования с контрастным усилением в диагностике маленьких опухолей почки составили 88,9 и 88,3% против 55,6 и 58,9% при рутинном ультразвуковом исследовании. При этом описание диагно-

стики и оперативного лечения наблюдения некротизированной папиллярной опухоли почки в доступной литературе нами не выявлено.

Таким образом, представленное клиническое наблюдение ультразвукового исследования кистозного образования почки с контрастным усилением демонстрирует возможности методики в дифференциальной диагностике объемных образований почки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Злокачественные новообразования в России в 2003 г. / Под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М., 2005. 289 с.
2. Аляев Ю.Г., Крапивин А.А., Григорьев Н.А. и др. Особенности диагностики новообразования почки до 4 см // Медицинская визуализация. 2003. № 2. С. 33–38.
3. Ljungberg B., Bensalah K., Bex A. et al. Guidelines on Renal Cell Carcinoma // European Association of Urology. 2015. 58 p. Режим доступа: // <http://uroweb.org/wp-content/uploads/EAU-Guidelines-Renal-Cell-Cancer-2015-v2.pdf>, свободный. Загл. с экрана. 20.01.2016.
4. Кармазановский Г.Г., Степанова Ю.А., Аскерова Н.Н. История развития контрастного усиления при ультразвуковом исследовании // Медицинская визуализация. 2015. № 2. С. 110–119.
5. Piscaglia F., Nolsoe C., Dietrich C.F. et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Practice of Contrast Enhanced Ultrasound (CEUS): update 2011 on non-hepatic applications // Ultraschall Med. 2012. V. 33. No. 1. P. 33–59.
6. Li C.X., Lu Q., Huang B.J. et al. The value of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in detecting minute renal cell carcinoma // Discov. Med. 2014. V. 18. No. 99. P. 179–188.
7. Chen L., Wang L., Diao X. et al. The diagnostic value of contrast-enhanced ultrasound in differentiating small renal carcinoma and angiomyolipoma // Biosci. Trends. 2015. V. 9. No. 4. P. 252–258.

Contrast Enhanced Ultrasound in Differential Diagnosis of the Kidney Neoplasms: Case Report

*Yu.A. Stepanova, O.A. Chekhoeva, D.V. Kalinin, A.A. Teplov,
A.A. Gritskevich, S.S. Pyanikin, N.A. Karelskaya
A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow*

Yu.A. Stepanova – M.D., Ph.D., Senior Researcher, Ultrasound Department, Division of Radiology, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow. O.A. Chekhoeva – M.D., Junior Researcher, Ultrasound Department, Division of Radiology, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow. D.V. Kalinin – M.D., Ph.D., Head of Division of Morphology, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow. A.A. Teplov – M.D., Ph.D., Professor, Deputy Director, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow. A.A. Gritskevich – M.D., Ph.D., Senior Researcher, Department of Urology, Division of Abdominal Surgery, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow. S.S. Pyanikin – M.D., Junior Researcher, Department of Urology, Division of Abdominal Surgery, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow. N.A. Karelskaya – M.D., Ph.D., Senior Researcher, Department of X-ray and MRI, Division of Radiology, A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow.

Clinical case of 19 years old patient with papillary renal cell carcinoma, Fuhrman grade 2, with intratumoral necrosis is presented. Computed tomography was not performed due to the allergic reaction of the patient. Contrast enhanced ultrasound (SonoVue, Bracco) was done. Tumour did not show typical pattern due to the necrosis. It does not allow making a conclusion about presence of a malignant tumor. However, insignificant intake of ultrasound contrast agent in a cavity of cystic tumor and a fragmentary contrast enhancement in arterial phase of the tumor's capsule were underestimated.

Key words: *contrast enhanced ultrasound (CEUS), ultrasound contrast agent (UCA), SonoVue, arterial phase, papillary renal cell carcinoma, necrosis.*

О работе Санкт-Петербургского эхокардиографического клуба

О.А. Марсальская, В.С. Никифоров, В.И. Новиков

Санкт-Петербургский эхокардиографический клуб (СПбЭхоклуб) был создан в апреле 2000 г. по инициативе группы сотрудников Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования. В 2001 г. СПбЭхоклуб был принят в Российскую ассоциацию специалистов ультразвуковой диагностики в медицине в качестве коллективного члена. С 2011 г. СПбЭхоклуб является секцией Санкт-Петербургского кардиологического общества.

Главными задачами СПбЭхоклуба являются развитие эхокардиографии как одного из основных методов диагностики в кардиологии, научная работа в области эхокардиографии, обмен опытом, повышение качества подготовки специалистов.

Членами СПбЭхоклуба сегодня являются более 100 врачей г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Руководство СПбЭхоклубом осуществляют правление, президент и его заместители, избираемые общим собранием членов СПбЭхоклуба на 2 года. Президентом СПбЭхоклуба на 2014 и 2015 гг. был избран доктор медицинских наук профессор В.С. Никифоров. Членами правления являются специалисты в области ультразвуковой и функциональной диагностики в кардиологии ведущих медицинских учреждений г. Санкт-Петербурга – Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова, Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. И.П. Павлова, Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, Северо-Западного федерального медицинского исследовательского центра им. В.А. Алмазова, Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова и др.

Заседания СПбЭхоклуба проводятся 1 раз в месяц, каждую третью среду месяца, в 17 ч в Актовом зале Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. Также проводятся внеочередные заседания, о которых объявляется дополнительно. Информация о предстоящих заседаниях осуществляется путем размещения программы на сайте <http://www.echoclub.spb.ru> и путем рассылки СМС-сообщений (для членов СПбЭхоклуба).

С момента основания СПбЭхоклуба проведено более 130 заседаний. На каждом из заседаний СПбЭхоклуба заслушиваются и обсуждаются доклады, посвященные актуальным вопросам эхокардиографической диагностики, и клинические демонстрации. В данной статье будет рассмотрена основная тематика выступлений на заседаниях СПбЭхоклуба в 2014 и 2015 гг.

Важным направлением работы СПбЭхоклуба является внедрение в практическую деятельность современных международных рекомендаций по эхокардиографии. Одно из заседаний было посвящено количественной оценке в эхокардиографии с учетом последних рекомендаций. В докладе В.И. Новикова (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова) были подробно изложены изменения и новые подходы, появившиеся в последних рекомендациях ASE и EACVI по количественной оценке камер сердца (2015). Представлены результаты исследования, выполненного М.Ю. Черновым (Москва), по оценке рекомендаций российскими экспертами на предмет их адекватности и доступности. Показано, что большинство опрошенных российских экспертов в области эхокардиографии положительно ответили на вопросы анкеты, подтвердив целесообразность внедрения данных рекомендаций в клиническую

практику. В ходе обсуждения доклада была высказана заинтересованность специалистов г. Санкт-Петербурга в работе согласно новым рекомендациям. Однако подчеркнута необходимость их поэтапного внедрения в протоколы эхокардиографии с учетом разной технической оснащенности медицинских учреждений. Принято решение о создании рабочей группы по подготовке адаптированного перевода рекомендаций.

Отдельное заседание СПбЭхоклуба было посвящено применению в клинической практике рекомендаций по оценке правых камер сердца. В докладе А.Н. Куликова (Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова) “Значение ультразвуковой оценки размеров и функции правого желудочка для диагностики сердечной недостаточности” проанализированы различные показатели и их диагностические возможности. Подчеркнуто, что при каждом исследовании целесообразно оценивать правый желудочек из разных акустических окон. К числу обязательных параметров эхокардиографии следует отнести размеры правого желудочка и правого предсердия, систолическую функцию правого желудочка хотя бы по одному из трех показателей (фракция укорочения площади правого желудочка (FAC), систолическая экскурсия трикуспидального кольца (TAPSE), пиковая скорость движения трикуспидального кольца по тканевой доплерографии), а также систолическое давление в легочной артерии с указанием давления в правом предсердии (по диаметру и степени коллабирования нижней полой вены).

Подробный анализ Европейских рекомендаций по оценке аорты 2014 г. на заседаниях СПбЭхоклуба был выполнен С.Р. Кузьминой-Крутецкой (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова). Отдельно рассмотрены особенности диагностики и ведения пациентов с острой и хронической патологией аорты.

Интересным дополнением к Европейским рекомендациям послужил доклад В.Е. Успенского (Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова) на тему “Аневризмы и расслоения восходящего отдела аорты: этиопатогенез, диагностика, лечение”, в котором автор привел анализ литературных

данных и опыт хирургического лечения заболеваний аорты в Северо-Западном федеральном медицинском исследовательском центре им. В.А. Алмазова. Минимальный объем обследования при подозрении на аневризму аорты должен включать трансторакальную эхокардиографию и тотальную МСКТ-ангиографию аорты. Пациентам с бicuspidальным аортальным клапаном необходимо постоянное наблюдение кардиолога, а более 50% таких пациентов в течение жизни требуется помощь кардиохирурга. Расширение восходящего отдела аорты может развиваться вне зависимости от нарушений кровотока на бicuspidальном аортальном клапане и должно быть диагностировано. Ближайшим родственникам пациента с бicuspidальным аортальным клапаном и аневризмой аорты должны быть выполнены как минимум трансторакальная эхокардиография, а в идеале – МСКТ-ангиография аорты.

Ряд заседаний СПбЭхоклуба был посвящен диагностике ишемической болезни сердца (ИБС) с помощью эхокардиографии.

В докладе Л.Л. Берштейна (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова) проанализированы диагностические возможности ультразвуковых методик в сравнении с другими методами сердечно-сосудистой визуализации при ИБС. Представлены преимущества и ограничения, а также перспективы применения неинвазивной диагностики коронарной патологии.

В докладе С.Ю. Бартош-Зеленой и О.А. Гусевой (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова) рассмотрены показания к проведению эхокардиографии и стресс-эхокардиографии у больных стабильной ИБС согласно рекомендациям ESC 2006 и 2013 гг. Подробно изложены показатели количественной оценки сократимости миокарда. При этом особое внимание уделено параметрам тканевой доплерографии (*TDI*) и режима *Speckle Tracking (STI)*, которые позволяют более объективно и точно проводить диагностику ишемии миокарда и определять анатомическое расположение поражения коронарных артерий, – систолической скорости движения (S'), деформации (S) и скорости деформации (SR) миокарда. Отмечено, что эти показате-

ли можно оценить для каждого сегмента, зоны кровоснабжения коронарной артерии и всего миокарда (глобальные S и SR), а также в разных направлениях сокращения миокарда (циркулярном, продольном, радиальном). По данным различных исследований, нормальные значения глобальной продольной деформации (GLS) составляют 16–22%, скорости деформации (GLSR) – $-1,10 \text{ с}^{-1}$; глобальной циркулярной деформации (GCS) – 21–28%, глобальной радиальной деформации (GRS) – 35–59%.

Вопросы применения эхокардиографии при остром коронарном синдроме у лиц пожилого и старческого возраста рассмотрены в докладе Ю.В. Никищенковой (Госпиталь ветеранов войн, г. Санкт-Петербург) и В.С. Никифорова (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова). Обращено внимание на частое сочетание в данной возрастной группе коронарной патологии с приобретенными пороками сердца, а также на наличие у таких пациентов сердечной недостаточности.

Дифференциальной диагностике ишемической дисфункции миокарда и стрессорной кардиомиопатии был посвящен доклад Е.А. Шлойдо (2-я городская больница, г. Санкт-Петербург). Автором представлен уникальный клинический материал, иллюстрированный эхокардиографическими данными и результатами других методов сердечно-сосудистой визуализации (МРТ, МСКТ, ангиографические исследования).

Особый интерес на заседании СПбЭхоклуба вызвал доклад Д.В. Рыжковой (Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова), в котором рассматривались возможности радионуклидных методов в обследовании пациентов с ИБС. Представлена точность верификации скрытой коронарной недостаточности с помощью нагрузочных тестов и радионуклидной визуализации. Подчеркнуты преимущества и ограничения однофотонной эмиссионной компьютерной томографии и позитронно-эмиссионной томографии в диагностике ИБС.

Проблеме, имеющей тесную взаимосвязь с коронарной патологией, – диастолической дисфункции левого желудочка – был посвящен доклад А.А. Кузнецова (Первый

Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова). В нем на основе результатов собственных исследований затронуты вопросы взаимодействия диастолических нарушений и функции левого предсердия. В группах лиц с различными типами диастолической дисфункции левого желудочка были оценены объемы левого предсердия в систолу и диастолу. Автором продемонстрированы изменения аккумулярующей функции левого предсердия (наполнение в систолу левого желудочка), раннего диастолического опорожнения и систолической функции левого предсердия во время его сокращения в конце диастолы желудочка в зависимости от типа диастолической дисфункции.

В рамках СПбЭхоклуба рассматриваются вопросы эхокардиографической диагностики разнообразной патологии, включая пороки сердца. В частности, на одном из заседаний В.А. Болсуновским (Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет) был представлен доклад, посвященный аномалии Эбштейна. Автором были проиллюстрированы ультразвуковые признаки порока: смещение книзу от фиброзного кольца одной, двух или всех створок трехстворчатого клапана; запаздывание закрытия трехстворчатого клапана по сравнению с митральным (0,065 с и более); деформация эхо-сигнала от створок; увеличение амплитуды открытия и снижение скорости раннего диастолического прикрытия передней створки трехстворчатого клапана; увеличение объема правого предсердия; идентификация атриализованной части правого желудочка; выявляемые с помощью доплерографии трикуспидальная недостаточность и шунтирующий поток справа налево через дефект межпредсердной перегородки. В докладе также были рассмотрены показания к хирургическому лечению и варианты оперативной коррекции данного порока сердца.

Диагностике пролапса митрального клапана был посвящен доклад Э.Г. Малева (Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова). Автором рассмотрена частота встречаемости данной патологии, представлены эхокардиографические признаки и их информативность. В докладе уделено внима-

ние генетическим маркерам пролапса митрального клапана.

Большой интерес у Санкт-Петербургских специалистов по эхокардиографии вызвал ряд клинических демонстраций, которые были представлены на заседаниях СПбЭхо-клуба.

Клиническое наблюдение разрыва правого синуса Вальсальвы представила В.Ю. Зими́на (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Покровская больница г. Санкт-Петербурга). Докладчиком было подчеркнуто, что диагностика разрыва синуса Вальсальвы сопряжена с техническими трудностями и базируется на клинической настороженности и последовательном аккуратном выполнении эхокардиографии. Представлен пациент 43 лет, успешно оперированный 8 лет назад по поводу врожденного порока сердца, двухстворчатого аортального клапана, осложненного тяжелой аортальной недостаточностью. Особенностью данного клинического случая было то, что прямая визуализация фистулы между аортой и правым желудочком в режиме ЦДК была сложной из-за наличия артефактов в области протеза. В докладе также были представлены литературные данные о причинах разрыва синуса Вальсальвы, его морфологических и клинических особенностях. В частности, было подчеркнуто, что разрыв синуса Вальсальвы, как правило, является результатом врожденной слабости соединительной ткани в области соединения стенки аорты с аортальным фиброзным кольцом. Более редкие причины – воспалительные заболевания стенки аорты, атеросклероз и травмы. В ряде случаев разрыв происходит без предварительного аневризматического расширения синусов Вальсальвы. Чаще разрывается правый коронарный синус с формированием фистулы в правый желудочек или правое предсердие, реже разрыв случается в области некоронарного синуса с формированием сообщения также с правым желудочком или правым предсердием. Редко разрывается левый синус. Чрезвычайно редко формируются сообщения аорты с легочной артерией и левыми камерами сердца. При большом перфорационном отверстии на первый план выходит быстро прогрессирующая сердечная недостаточность.

Сотрудниками Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова Н.Н. Ковалевой, А.Е. Андреевой, В.И. Новиковым, В.С. Никифоровым и Р.А. Молчановой было доложено редкое клиническое наблюдение аорто-левопредсердной фистулы в раннем послеоперационном периоде хирургического вмешательства на аортальном клапане. Пациенту 59 лет с двухстворчатым аортальным клапаном, аортальной недостаточностью III степени, выраженной легочной гипертензией было выполнено протезирование аортального клапана механическим протезом Op-X № 25 в условиях искусственного кровообращения, фармако-холодовой кардиopleгии и умеренной гипотермии. На 10-е сутки послеоперационного периода при трансторакальной эхокардиографии в левом предсердии был обнаружен патологический систоло-диастолический поток, который был подтвержден с помощью чреспищеводной эхокардиографии. Особенностью данного случая было наличие в качестве сопутствующей патологии идиопатического миелофиброза и предшествующей терапии цитостатиком, что могло явиться неблагоприятным фоном для оперативного вмешательства.

Пример высокой легочной гипертензии после биклапанного (аортального и митрального) протезирования был представлен А.М. Кузьминой-Крутецкой, А.Е. Андреевой и Л.Л. Берштейном (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова). Особенностью данного клинического случая было то, что применение чреспищеводной эхокардиографии позволило верифицировать причину легочной гипертензии – частичную дислокацию задней части каркаса митрального биопротеза с парапротезной регургитацией тяжелой степени.

Применение различных визуализирующих методик для дифференциальной диагностики заболеваний верхушки левого желудочка продемонстрировано в докладе Е.А. Карева и М.Н. Прокудиной (Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова). У пациента, обратившегося за медицинской помощью вскоре после стационарного лечения по поводу неQ-инфаркта миокарда (депрессия ST на электрокардиограмме,

повышение уровня тропонина Т), при эхокардиографии были выявлены утолщение и нарушение кинетики миокарда в области верхушки левого желудочка. После исключения коронарного генеза указанных изменений (ангиографически коронарные артерии без признаков атеросклеротического поражения) проводилась дифференциальная диагностика между опухолевым поражением сердца, миокардитом Леффлера, синдромом *Churg–Strauss* и IgG-4-ассоциированным заболеванием. Продемонстрированы возможности МРТ сердца с контрастированием, однофотонной эмиссионной компьютерной томографии сердца. Показано их место в комплексе лабораторных и инструментальных исследований.

Демонстрация вторичной рестриктивной кардиомиопатии у больной с гемохроматозом была представлена П.О. Карчикьяном в соавторстве с Л.Л. Берштейном и С.А. Сайгановым (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Покровская больница г. Санкт-Петербурга). Особенностью данного клинического случая являлось наличие у пациентки 57 лет ИБС и длительно персистирующей фибрилляции предсердий, что требовало дифференциальной диагностики генеза эхокардиографических изменений (нормальный объем желудочков, увеличенный объем предсердий, сохраненная фракция выброса левого желудочка и рестриктивный тип диастолического наполнения левого желудочка) на фоне признаков сердечной недостаточности.

А.Л. Бобров, А.Н. Куликов, Е.В. Горохова и С.Д. Рудь (Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова) представили клиническую демонстрацию амилоидоза сердца. Заболевание у пациента 63 лет, находившегося на стационарном лечении в клинике пропедевтики внутренних болезней Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, манифестировало застойной сердечной недостаточностью с отеками конечностей, застойными явлениями в малом круге кровообращения, правосторонним гидротораксом и носило прогрессирующий характер на протяжении последних двух лет. При эхокардиографии обращали на себя внимание диффузное “свечение” миокарда, утолщение межжелудочковой перегородки (1,8 см) и задней стенки левого желудочка

(1,5 см) на фоне нормального конечного диастолического размера (4,6 см) и снижения фракции выброса (22%) левого желудочка, увеличение индекса массы миокарда до 166 г/м², а также рестриктивный тип диастолического наполнения левого желудочка. Подтверждением диагноза “амилоидоз” служили данные контрастной МРТ сердца (диффузное, преимущественно в субэндокардиальных и субэпикардиальных отделах, отсроченное накопление контрастного вещества; отсроченное накопление в области межпредсердной перегородки; контрастирование без четких контуров и границ, циркулярно затрагивающее все сегменты миокарда) и гистологическое исследование биоптатов слизистой прямой кишки (в подлежащей строме очаги отложения аморфных эозинофильных масс, дающих положительную реакцию при окраске конго красным).

С.В. Зубаревым, В.Ю. Зиминной и Л.Л. Берштейном (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Покровская больница г. Санкт-Петербурга) было представлено наблюдение сочетания стеноза выходного тракта правого желудочка с дефектом межжелудочковой перегородки.

Возможности применения эхокардиографии при интервенционных вмешательствах были продемонстрированы в докладах Е.А. Шлойдо (2-я городская больница г. Санкт-Петербурга), посвященных септальной абляции при гипертрофической кардиомиопатии и транскатетерному закрытию постинфарктного дефекта межжелудочковой перегородки (в соавторстве с В.К. Суховым и А.Л. Абрамовым). В обоих сообщениях были обобщены данные литературы и представлен уникальный собственный опыт выполнения такого рода вмешательств и эхокардиографического контроля. Показано, что в ряде случаев интервенционные стратегии могут быть альтернативой кардиохирургическим операциям.

Особенности применения эхокардиографии в кардиохирургии рассматривались в докладах, представленных коллективом авторов из Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова: “Ишемическая митральная недостаточность: вопросы диагностики и лечения” (М.Г. Алексанян, С.П. Марченко

и Г.Г. Хубулава) и “Сердечно-сосудистая визуализация при ишемической кардиомиопатии и выбор лечебной тактики” (В.Н. Кравчук, Г.Г. Хубулава, А.Е. Сухарев, Е.А. Князев и И.М. Козырев).

Ряд заседаний СПбЭхоклуба был посвящен применению отдельных ультразвуковых методик. Возможности клинического применения методики 3D-эхокардиографии были изложены в докладах Е.Ф. Павлыш и Н.А. Гневашевой (Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова, г. Санкт-Петербург). Особое внимание было уделено 3D-оценке фракции выброса и объемов левого желудочка.

Методика оценки кровотока в коронарных артериях с помощью трансторакальной эхокардиографии в покое и на фоне нагрузочных тестов рассмотрена в докладе А.В. Загатиной и Н.Т. Журавской (“Сеть кардиоцентров Медика”, г. Санкт-Петербург). Представлен обзор современной литературы и собственные данные. Сделан акцент на эхокардиографических показателях, которые могут использоваться в клинической практике.

Методика оценки деформации миокарда по двумерному изображению для оценки кардиотоксического действия химиотерапии изложена в докладе Е.Л. Школьника (Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова). Автором обращено внимание на современные рекомендации по верификации кардиотоксичности химиотерапевтических средств, обобщен международный опыт и представлены собственные данные.

Одной из традиций деятельности СПбЭхоклуба стали лекции ведущих мировых экспертов в области эхокардиографии. Среди таких встреч были лекции, посвя-

щенные эхокардиографии с использованием ультразвуковых контрастных препаратов, президента *ISCU* профессора N. Nanda (США) и доктора А. Фрумкина (*Deutsches Herzzentrum*, г. Берлин). Докладчиками были продемонстрированы преимущества метода, в частности его высокая информативность, более качественная, по сравнению с традиционной эхокардиографией, визуализация внутрисердечных структур, хорошая безопасность и быстрота выполнения.

В заключение следует отметить, что СПбЭхоклуб открыт к сотрудничеству. СПбЭхоклуб принял активное участие в организованном фондом “Здоровое сердце” и *ISCU* Международном конгрессе по эхокардиографии “Эхо белых ночей” (г. Санкт-Петербург, 17–19 сентября 2015 г.). В 2014 и 2015 гг. СПбЭхоклубом проведены совместные заседания с Санкт-Петербургской школой по диагностике и лечению атеросклероза, организуемой Национальным обществом по изучению атеросклероза. СПбЭхоклуб активно участвует в организации ежегодной конференции “Современные технологии функциональной и ультразвуковой диагностики в клинической медицине”.

В планах работы СПбЭхоклуба участие в разработке отечественных рекомендаций в сотрудничестве со специалистами из других регионов, проведение научных заседаний в рамках мероприятий Санкт-Петербургского кардиологического общества и Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине, а также совместные проекты с секцией эхокардиографии Российского кардиологического общества и Российской ассоциацией специалистов функциональной диагностики.

Saint Petersburg Echocardiography Club

O.A. Marsalskaya, V.S. Nikiforov, V.I. Novikov

Симпозиум с международным участием “Кардиология в онкологии”

М.Н. Алехин

24–26 мая 2016 года в г. Москве прошел VIII Всероссийский научно-образовательный форум с международным участием “Медицинская диагностика – 2016”. В рамках Форума Российская ассоциация специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) совместно с Международным обществом ультразвуковой диагностики в акушерстве и гинекологии (ISUOG) проводила 5-й Московский международный курс “Актуальные вопросы ультразвуковой диагностики в медицине матери и плода”. Кроме того, РАСУДМ была одним из организаторов X Юбилейного Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов “Радиология – 2016”.

Но май 2016 года запомнится не только успешно прошедшим Форумом, но и еще одним чрезвычайно интересным и полезным событием. 27 мая в г. Москве в гостинице Marriott Courtyard РАСУДМ совместно с фирмой Philips, которая выступила в качестве Генерального партнера, был проведен Симпозиум с международным участием “Кардиология в онкологии”. В работе Симпозиума приняли участие более 200 специалистов ультразвуковой и функциональной диагностики, интересующихся проблемами оценки кардиотоксичности.

Президент РАСУДМ Владимир Вячеславович Митьков сразу же задал деловой тон Симпозиуму и после вступительного слова предоставил трибуну одному из ведущих онкологов страны члену-корреспонденту РАН, проректору по учебной работе и международному сотрудничеству ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Минздрава РФ, заведующей кафедрой онкологии, д.м.н., профессору Ирине Владимировне Поддубной. В своем докладе Ирина Владимировна не только представила основные

токсические эффекты влияния химиотерапии на миокард, но и отчетливо поставила непростые вопросы диагностики кардиотоксичности. Примечательно, что Ирина Владимировна подчеркнула важность не столько ранней, сколько своевременной диагностики кардиотоксичности, позволяющей сочетать эффективную противоопухолевую терапию с минимальными сердечно-сосудистыми осложнениями. Такая постановка вопроса нашла живой отклик аудитории, который выразился в шквале вопросов о конкретной тактике ведения подобных пациентов, а также о критичных для продолжения или отмены химиотерапии значениях такого важного показателя насосной функции сердца, как фракция выброса левого желудочка.

В качестве приглашенного зарубежного лектора в Симпозиуме принял участие профессор Jose L. Zamorano – руководитель кардиологической службы в Университетской клинике *Ramon y Cajal*. В сферу научных интересов профессора Zamorano входит изучение сердечной недостаточности, ишемической болезни сердца, рисков развития сердечно-сосудистых заболеваний и возможностей визуализации в диагностике поражений сердца, в том числе кардиотоксичности химиотерапии. Профессор Zamorano четко очертил возможности эхокардиографии как в выявлении кардиотоксического эффекта химиотерапии, так в ведении этих пациентов. Современный спектр ультразвуковой диагностики проявлений кардиотоксичности не ограничивается снижением фракции выброса левого желудочка, а включает целый ряд методов, вплоть до оценки продольной деформации левого желудочка. Предваряя последующую в конце Симпозиума дискуссию, профессор Zamorano однозначно указал на трехмерные технологии расчета объемов левого

желудочка и фракции выброса как на наиболее точные и воспроизводимые в эхокардиографии. Одним из аспектов сообщения профессора Zamorano стал рассказ о решениях компании Philips, таких как технология совместной ультразвуковой чреспищеводной и рентгеноскопической визуализации (совмещение рентгеновского и ультразвукового изображений в режиме реального времени – HeartNavigator) и технологии автоматического построения трехмерной модели сердца с автоматическим же определением фракции выброса и других параметров при трансторакальном исследовании за считанные секунды (HeartModel). Последняя технология может оказаться особенно полезной именно в кардиоонкологии, так как сочетает высокую точность измерений с быстрым получением информации. В ответах на вопросы аудитории профессор Zamorano высказал убеждение в том, что на современной ультразвуковой технике количество неоптимальных исследований сердца становится ничтожно малым, что позволяет шире использовать трехмерные технологии расчета объемов и фракции выброса левого желудочка.

Вопросы предотвращения и лечения сердечно-сосудистой токсичности у онкологических пациентов были подробно освещены в докладе д.м.н., профессора Симона Теймуразовича Мацкеплишвили – руководителя отдела кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии Университетской клиники Московского государственного университета. Существенным явилось то обстоятельство, что основные положения доклада были изложены с позиций доказательной медицины и рекомендательных документов ведущих онкологических и кардиологических европейских сообществ. В докладе и в последующих вопросах не были обойдены вниманием вопросы целесообразности и возможности использования для предотвращения кардиотоксичности таких препаратов, как ивабрадин и триметазидин. Хотя доказательная база для использования этих пре-

паратов ограничивается единичными исследованиями, Симон Теймуразович не исключил возможности их использования у некоторых категорий пациентов.

В последующей затем дискуссии участвовали лекторы, а также член Исполкома РАСУДМ Марина Константиновна Рыбакова (д.м.н., профессор кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО "Российская медицинская академия последипломного образования" Минздрава РФ) и вице-президент РАСУДМ Михаил Николаевич Алехин (д.м.н., профессор кафедры кардиологии, терапии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО "Центральная государственная медицинская академия" УД Президента РФ, заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ "Центральная клиническая больница с поликлиникой" УД Президента РФ). Темой обсуждения явилась точность оценки функции левого желудочка в России. Все участники дискуссии согласились с тем, что точность оценки функции левого желудочка в России не отличается от точности в других странах, поскольку оборудование и подходы в целом едины. Трехмерные и другие передовые технологии оценки функции левого желудочка повсеместно относятся к разряду исследовательских, а не рутинно выполняемых процедур.

В значительной мере успеху мероприятия способствовало ведение Симпозиума Владимиром Вячеславовичем Митьковым в свойственной ему мудрой и ироничной манере, которая располагала и к вопросам из зала, и к острым дискуссиям. Практически единодушным было мнение о необходимости проведения в дальнейшем мероприятий в подобном удачном формате – с привлечением специалистов разных специальностей и коллегиальным обсуждением насущных вопросов ведения онкологических больных. Презентации, любезно предоставленные профессором Zamorano, были разосланы участникам Симпозиума.

Cardio-Oncology International Symposium

M.N. Alekhin

Правила оформления публикаций

Редакция журнала “Ультразвуковая и функциональная диагностика” призывает авторов к активному сотрудничеству и просит соблюдать следующие правила.

Представленные в работе данные должны быть оригинальными. Не допускается направление в редакцию работ, которые уже напечатаны в других изданиях или посланы для публикации в другие редакции.

Направляемая работа должна сопровождаться письмом из организации, где она выполнена, за подписью руководителя организации.

Все присланные работы подвергаются научному рецензированию.

Редакция убедительно просит предоставлять текстовый материал на флеш-карте или компакт-диске. При этом необходимо придерживаться следующих правил:

а) текст представляется в текстовом редакторе Microsoft Word в стандартном формате;

б) текст на флеш-карте или компакт-диске должен быть полностью идентичен прилагаемой к нему принтерной распечатке;

в) в текст не включаются иллюстрации или кадровые рамки для указания места размещения иллюстраций в тексте;

г) файл должен быть проверен на вирусы.

Плата за публикацию рукописей не взимается.

СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ СТАТЬИ

Титульная страница: заглавие статьи; инициалы и фамилии авторов; принадлежность каждого автора к соответствующему учреждению; полное название учреждений, из которых вышла работа (фамилию руководителей этих учреждений приводить в выходных данных не нужно); ученая степень, ученое звание, должность каждого автора; полностью фамилия, имя и отчество автора, с которым можно контактировать по поводу работы, а также адрес с почтовым индексом для корреспонденции, номер телефона, факса, e-mail; подписи всех авторов.

Аннотация статьи (не более 300 слов, отражающих материал и методы исследования, результаты, выводы) и ключевые слова.

Инициалы, фамилии авторов и ключевые слова по-английски.

Содержание статьи (каждый раздел начинается с новой страницы): введение; материал и методы; результаты; обсуждение; выводы.

Список литературы (на отдельной странице).

Подписи к рисункам (на отдельной странице).

Нельзя повторять одни и те же данные в тексте, таблицах и рисунках.

В списке литературы ссылки на неопубликованные работы не допускаются. В тексте ссылки обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте.

Все величины, приведенные в статье, должны быть выражены в СИ.

ОФОРМЛЕНИЕ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ (обратите внимание на знаки препинания)

Книги и главы в книгах

Рыбакова М.К., Митьков В.В. Дифференциальная диагностика в эхокардиографии. М.: Видар, 2011. 232 с.

Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. Изд. 2-е / Под ред. В.В. Митькова. М.: Видар, 2011. 720 с.

Frates M.C. Thyroid, parathyroid, and other glands // Diagnostic Ultrasound. 2nd ed. V. 1 / Ed. by J.P. McGahan, B.B. Goldberg. New York, London: Informa Healthcare, 2008. P. 211–234.

Диссертации

Васильева А.К. Название диссертации: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.: Название организации, 2013. 24 с.

Салтыкова В.Г. Название диссертации: Дис. ... докт. мед. наук. М.: Название организации, 2012. 168 с.

Статьи

Иванишина Т.В. Название статьи // Название журнала (без сокращений, без кавычек). 2014. Т. 55. № 4. С. 101–112.

Barr R.G., Memo R., Schaub C.R. Shear wave ultrasound elastography of the prostate: initial results // Ultrasound Q. 2012. V. 28. No. 1. P. 13–20.

Указываются все фамилии авторов.

Автор несет полную ответственность за точность данных, приведенных в приставном списке литературы.

Иллюстрации и подписи. Иллюстрации (фотографии, рисунки, чертежи, диаграммы) должны быть представлены в одном экземпляре. В случае необходимости каких-либо обозначений на иллюстрациях они должны быть сделаны на втором экземпляре или на ксерокопии. Оригинал не должен иметь наклеек и пометок. На оборотной стороне каждого рисунка ставится его номер, фамилия автора и название статьи, а также обозначается верх рисунка (простым мягким карандашом без нажима).

Принимаются электронные версии иллюстраций. Изображения должны быть отсканированы с разрешением не менее 300 dpi или иметь размеры не менее 600 × 600 пикселей. Формат растровых изображений предпочтительно JPEG (High or Maximum quality). В случае необходимости каких-либо обозначений на изображениях они должны быть сделаны в другом файле.

Однотипные иллюстрации должны быть одинаковыми по размеру (стандартный размер термопринтера), масштабу, характеру представления информации. Сначала дается общая подпись к рисунку, а затем объясняются все имеющиеся в нем цифровые и буквенные обозначения.

Статьи, оформление которых не соответствует правилам, не рассматриваются редколлегией и не возвращаются авторам.

Статьи направляйте по адресу: 127299 г. Москва, ул. Новая Ипатьевка, д. 3,
Клинический госпиталь ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве”, кафедра ультразвуковой диагностики.
Митькову Владимиру Вячеславовичу. Тел.: +7 (499) 150-90-61, +7 (495) 518-63-93.
E-mail: vv@mitkov.ru